

Volumen 5 | Número 3 | Septiembre 2014

Revista **Tlamati** Sabiduría



**UAGro**  
Dirección General de  
Posgrado e Investigación

ISSN: 2007-2066

<http://www.posgradoeinvestigacion.uagro.mx>

## Comité Editorial

### Consejo Editorial

Dr. Javier Saldaña Almazán (Presidente)  
Dra. Berenice Illades Aguiar (Secretaria)  
Dr. Justiniano González González (Vocal)  
M. C. José Luis Aparicio López (Vocal)  
Dr. Crisólogo Dolores Flores (Vocal)  
Dr. Oscar Talavera Mendoza

### Editores responsables

Dr. Oscar Talavera Mendoza  
Dr. Juan Baltazar Cruz Ramírez



Fotografía de la portada: Composición digital basada en un grabado de Gustave Doré (1928). "Cayendo en La Divina Proporción". Autor: Juan Baltazar Cruz Ramírez. Basada en el artículo: El diablo como personaje. p. 72

### Editores por áreas del conocimiento

Dr. Elías Hernández Castro  
Universidad Autónoma de Guerrero

Ciencias Agropecuarias

Dr. José Legorreta Soberanis  
Universidad Autónoma de Guerrero

Ciencias Biomédicas y de la Salud

Dr. José Francisco Muñoz Valle  
Universidad de Guadalajara

Ciencias Biomédicas y de la Salud

Dr. José María Sigarreta Almira  
Universidad Autónoma de Guerrero

Ciencias Exactas y Matemáticas

Dr. Rodrigo Carramiñana  
Southern Illinois University

Ciencias Exactas y Matemáticas

Dra. Laura Sampedro Rosas  
Universidad Autónoma de Guerrero

Ciencias Ambientales y Desarrollo Regional

Dr. Ricardo Sánchez García  
Universidad Autónoma de Guerrero

Ciencias Sociales, Filosofía y Sociología

Dra. Luisa Concepción Ballester  
Southern Illinois University

Ciencias Sociales, Filosofía y Sociología

### Responsable de la Edición

Dr. Juan Baltazar Cruz Ramírez

### Coordinación Editorial

Lic. Isabel Rivero Cors  
MFA Moisés Reyes Román

### Corrección de estilo

M. C. Magdalena Martínez Durán

*Tlamati Sabiduría*; Volumen 5, Número 3, Agosto – Septiembre 2014 es una publicación trimestral editada por la Universidad Autónoma de Guerrero, a través de la Dirección General de Posgrado e Investigación. Domicilio: Javier Méndez Aponte No. 1, Col. Servidor Agrario, C.P. 39070. Tel: (01 747) 471 93 10 ext. 3091. Chilpancingo, Guerrero, México. Site de la revista: <http://posgradoeinvestigacion.uagro.mx> E-mail: [tlamatisabiduria@outlook.com](mailto:tlamatisabiduria@outlook.com) Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2009-040817000000-102. ISSN 2007-2066. Este número se publicó el 29 de Noviembre del 2014. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial de

## Comité Editorial de Revisores por Área de la Ciencia

### BIOLOGÍA Y QUÍMICA

Dr. Eneas Alejandro Chavelas Adame  
Dr. Oscar Del Moral Hernández

### BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dr. Francisco Palemón Alberto  
Dr. Gerardo Huerta Beristaín  
Dr. Jaime Olivares Pérez  
Dr. Luis Miguel Camacho Díaz

### CIENCIAS SOCIALES

Dr. Ángel Ascencio Romero  
Dra. América Libertad Rodríguez Herrera  
Dra. Columba Rodríguez Alviso  
Dra. Cristina Barroso Calderón  
Dra. Dulce María Quintero Romero  
Dra. Margarita Jiménez Badillo  
Dra. Rocío López Velasco

### FÍSICO MATEMÁTICAS Y CIENCIAS DE LA TIERRA

Dr. Francisco Julián Ariza Hernández  
Dr. Jorge Sánchez Ortiz  
Dr. Juan Carlos Hernández Gómez  
Dr. Marco Antonio Taneco Hernández  
Dr. Martín Patricio Árciga Alejandre  
Dra. Ernestina Felicia Castells Gil

### HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA CONDUCTA

Dr. Camilo Valqui Cachi  
Dr. Osvaldo Ascencio López  
Dra. Flor M. Rodríguez Vásquez  
Dra. Ma. Gloria Toledo Espino

### MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD

Dr. Sergio Paredes Solís  
Dra. María Eugenia Flores Alfaro  
Dra. Iris Paola Guzmán Guzmán  
Dra. Mónica Espinoza Rojo



<b>Contenido</b>	Pag.
<b>Editorial</b>	4
<b>C</b> iencias Ambientales	
<b>Distribución geográfica de helmintos parásitos (Acanthocephala) de aves de México .</b>	5
<i>Emmanuel Alemán Canales, Iriana Zuria, Griselda Pulido Flores, Scott Monks</i>	
<b>La ambientalización curricular de los planes de estudio en la Universidad Autónoma de Guerrero. Caso Programa de Sociología.</b>	14
<i>Ramón Bedolla Solano, José Luis Aparicio López, Columba Rodríguez Alviso, Juana Beltrán Rosas, Adriana Miranda Esteban</i>	
<b>Evaluación de la calidad del agua ante la enfermedad renal crónica en la Zona Oriente de Michoacán, México</b>	22
<i>María de Guadalupe Panduro Rivera, Leonel Hernández Mena, Alberto López López, Mario Alfonso Murillo Tovar, José de Jesús Díaz Torres, Jorge del Real Olvera</i>	
<b>Indicadores para el manejo de los residuos sólidos urbanos en centros educativos de Ciudad Renacimiento y Llano Largo-Colosio de la ciudad de Acapulco, Guerrero, México</b>	33
<i>América Rodríguez Herrera, Rocío López Velasco, Alejo Lungo Rodríguez, Branly Olivier Salomé</i>	
<b>Caracterización de olote tratado para obtener sus potencialidades de un carbón activado y emplearlo en invernaderos de Tehuacán, Puebla, México</b>	39
<i>José Luis Martínez Suárez, Persi Shacht Hernández, Abraham Pérez Delgado</i>	
<b>Sistema de producción de biodiesel con calidad ASTM a partir de aceite vegetal residual</b>	45
<i>Juan Antonio Alfonso Alvarez, Ana Karina Veliz Zamorano, Juan Guillermo Hernández Pérez Patricia Alvarado Morán</i>	
<b>Turismo gastronómico tradicional rural local. Propuesta para la conservación del patrimonio biocultural, al sur del Estado de México, México</b>	51
<i>Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo, Miguel Ángel Balderas Plata, Elsa Mireya Rosales Estrada, José Isabel Juan Pérez</i>	
<b>Diagnóstico de la situación ambiental en 10 unidades académicas de la Universidad Autónoma de Guerrero, México</b>	65
<i>Nancy Dalia Garza Moreno, Eugenio Castro Solís, Mario Treviño y Díaz Barriga, Saúl Flores Valdez, Silvia Alemán Mundo, Juan José Dimas Mojarro</i>	
<b>R</b> eseñas Científicas	
<b>El demonio como personaje</b>	
<i>Silvia Guadalupe Alarcón Sánchez</i>	72

## Editorial

### **El tlamatini en la torre de marfil.**

De acuerdo a la filosofía Náhuatl, el tlamatini es el que permite a los simples mortales pasar de la oscuridad a la luz. Cuando él cree que algo grande está en juego, siempre está dispuesto a sufrir la furia de los cielos, actitud que es particularmente subversiva a los ojos de todos aquellos que les conviene tener en la ignorancia al pueblo que gobierna. El tlamatini, una luz, una tea, una gruesa tea que no ahúma. Suya es la sabiduría transmitida, él es quien la enseña, sigue la verdad. Hace sabios los rostros ajenos, les abre los oídos, los ilumina, es camino, guía veraz para otros. Podemos leer estas líneas en el primer número de Tlamati Sabiduría, como muestra de la filosofía mexicana sobre los hombres y mujeres que saben. Nunca más que hoy, se hace urgente el llamado a que aquellos que nos consideramos seres humanos intelectualmente honestos, para que abandonemos la torre de marfil en la que vivimos y nos hagamos responsables de esta misión.

Sabemos que aquellos que piensan por sí mismos y defienden su derecho de hacerlo y a expresarlo, tienen existencias solitarias. Al negarse a obedecer sin cuestionar, y al expresar sus muy particulares puntos de vista, eventualmente se enfrentan al creciente cinismo imperante en el ámbito académico actual. Un ámbito divorciado de las preocupaciones terrenales y realistas de los hombres y mujeres comunes y corrientes, a los que contemplamos desde nuestro particular observatorio, y en donde nos creemos a salvo de las situaciones que actualmente estamos viviendo en el Estado de Guerrero.

Creemos que la corrupción imperante y la falta de respeto hacia la vida que muestran los encargados de hacer valer las leyes en este estado, nunca podrán traspasar nuestras murallas autoimpuestas, siempre bajo la premisa de que somos conscientes de los muchos males que nosotros mismos hemos permitido crecer para ser arrojados a este mundo, así como del daño presente y futuro que deriva de nuestra inacción y parsimonia. Bajo esta sombra, nos escondemos dentro de nuestros palacios de aprendizaje, que no son más que bastiones de privilegio e hipocresía. El concepto de "elite académica" no es más que un sinónimo de esnobismo, arrogancia e irrelevancia, ya que no somos capaces de asesorar con nuestro conocimiento al pueblo de Guerrero, inmerso en un mar de corrupción, violencia y desesperanza.

Platón decía que el verdadero conocimiento de nosotros mismos sólo puede ser adquirido mediante un análisis profundo de nuestra propia alma. Y la forma en que vemos nuestra alma es viéndola reflejada en el ojo de una persona sabia. Si esta persona está escondida en una fortaleza inalcanzable, nunca la podremos descubrir y menos sacarla más allá de la realidad alternativa que las torres de marfil y las paredes de la academia, imponen actualmente a la parte pensante de éste estado. Seguimos atrás de la zanahoria de los financiamientos y concursos para obtener premios, sin darnos cuenta que nos han domado bajo el yugo de la búsqueda de constancias académicas, en un afán de seguir cumpliendo con las regulaciones impuestas por quienes nos domaron. Hemos olvidado nuestro importante rol como mediadores inteligentes para nuestra comunidad, para nuestra nación, para nuestro mundo.

El estado de la humanidad como animales sociales nunca puede cambiar. Nada puede cambiar el hecho de que los seres humanos viven en la comunidad, y vivimos para la comunidad. Hemos de decir que en esta época oscura, la parte que debería estar proveyendo de la luz del conocimiento contra la ignorancia, se dedica a atesorar requisitos para darle gusto a los barones medievales en turno, olvidando que uno de los principales objetivos de la educación es hacer a los hombres libres. Es tiempo de rescatar a los creativos, a los idealistas, a los hombres libres con pensamiento crítico. Es tiempo de Tlamatinis contra la kakistocracia.

Dr. Juan Baltazar Cruz Ramírez





## Distribución geográfica de helmintos parásitos (Acanthocephala) de aves de México

Emmanuel Alemán-Canales<sup>1</sup>

Iriana Zuria<sup>1</sup>

Griselda Pulido-Flores<sup>1</sup>

Scott Monks<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Área Académica de Biología, Carr. Pachuca-Tulancingo Km 4.5 Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. C.P. 42184. Tel: (771)717-2000 ext. 6658; Fax: (771)717-2112.

\*Autor de correspondencia  
scottmonks@hotmail.com

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue conocer los patrones de distribución de los acantocéfalos de aves de México, para lo cual se utilizaron tres aproximaciones: primero se compilaron los reportes helmintológicos (Acanthocephala) de aves de México en una base de datos; segundo, se colectaron helmintos de aves en el Lago de Tecocomulco, Hidalgo, una zona importante dentro de la ruta migratoria de las aves que nunca había sido estudiada; por último, se obtuvieron datos sobre los depósitos en colecciones de helmintos de aves de México para complementar la base de datos. Se encontraron 17 especies de acantocéfalos en 31 especies de aves (de 10 familias), de más de 45 localidades, correspondientes a 20 estados de la República Mexicana. Las familias *Ardeidae* y *Anatidae* fueron las mejor representadas en los reportes helmintológicos. En estas dos familias de aves, los helmintos (Acanthocephala) se distribuyen principalmente en las zonas costeras (Golfo de México y Pacífico) y en el centro del país, respectivamente. El resto de las familias de aves poseen pocos registros helmintológicos, lo cual no significa que estas aves no presenten acantocéfalos. Es necesario realizar más revisiones y estudios de los acantocéfalos de aves en México.

**Palabras clave:** Distribución, Acanthocephala, Anatidae, Ardeidae.

### Abstract

Objective of this study was to know distribution patterns of acanthocephalans of birds from Mexico. It is focused on three fields of data: first, helminthological reports of Acanthocephala in birds of Mexico; second, helminths of birds collected in Tecocomulco Lake, Hidalgo, as an important part of a migratory route that had never been studied; and, finally, data were obtained for deposits in international helminth collections for birds from Mexico, to complement the

### Como citar el artículo:

Alemán-Canales, E., Zuria, I., Pulido-Flores, G., Monks, S. (2014). Distribución geográfica de helmintos parásitos (Acanthocephala) de aves de México. *Tlamati* 5(3), 5-13.

database. Reports were obtained for 17 species of Acanthocephala of 31 species of bird (10 families) of over 45 locations corresponding to 20 states of the Mexican Republic. Ardeidae and Anatidae were the best represented families, with distribution patterns for acanthocephalans in coastal areas (Gulf of Mexico and Pacific) and central region, respectively. Rest of the families of birds have few helminthological records; however, this does not mean that acanthocephalans do not parasitize these species, only that no studies exist for these groups and that they must be investigated further.

**Key words:** Distribution, Acanthocephala, Anatidae, Ardeidae.

## Introducción

La ocurrencia de parásitos en todo tipo de organismo es una regla general, por esto, las aves silvestres no están exentas de ser parasitadas y son hospederos potenciales de diversos parásitos. El desarrollo y localización de las parasitosis están determinados por diferentes factores ambientales. Por ejemplo, algunos parásitos requieren de la presencia de dos o más hospederos (intermediarios y definitivos) debido a su adaptación a los ciclos de vida que involucran diferentes ambientes bióticos (Mercado-Reyes, Angulo-Castillo, Clemente-Sánchez, Hernández-Llamas, González-Rojas, López-Torres, y Tavizón-García, 2010).

Las enfermedades parasitarias se destacan como uno de los factores más frecuentes que ocasionan alteraciones en la pérdida de peso, pérdida de colores vistosos en el plumaje, y en ocasiones muy severas, la muerte del ave (Figueroa-Lyra, Bianque-De Oliveira, De Brito-Cavalcanti, Soares-Leite, Santiago-Magalhaes, Alves-De Oliveira, y Evencio-Sobrino, 2002).

Los parásitos son indicadores históricos y ecológicos, cuyo estudio permite comprender las interacciones multidimensionales entre los factores ecológicos, patrones de distribución e inclusive ayudan a dilucidar la historia de regiones y biotas (Brooks, León-Règagnon, y Pérez-Ponce de León, G. 2001). Los estudios de biogeografía histórica de los parásitos parten de la premisa que éstos son indicadores históricos y ecológicos de la relación parásito-hospedero, porque su distribución geográfica se limita a las regiones en las cuales sus hospederos se co-distribuyen, porque los necesitan para completar sus ciclos de vida (Escalante, Martínez-Salazar, Falcón-Ordáz, Linaje, y Guerrero, 2011).

Los estudios de parásitos de aves, son de interés e importancia debido a que las aves representan un mecanismo de dispersión de los organismos patógenos en diferentes áreas geográficas (Barrera-Guzmán y Guillén-Hernández, 2008). La migración obligada de las aves, en conjunto con el cambio climático y su régimen alimenticio, han incrementado la posibilidad de infección con helmintos (Díaz, Mañas, Campos, y Lozano, 2000).

Los acantocéfalos en la fase adulta son parásitos obligados del intestino de vertebrados. Su larva se desarrolla en artrópodos (hospederos intermediarios). Su nombre proviene del griego “*acanthis*” y “*cephalo*” que significa cabeza espinosa. La estructura espinosa que es común en todas las especies de acantocéfalos, es una probóscide eversible en el

extremo anterior armado con ganchos curvos. El resto del cuerpo forma un tronco cilíndrico o aplanado, frecuentemente portando regiones con pequeñas espinas (véase figura 1) (Roberts, Janovy y Nadler, 2013).

En este trabajo se contribuye con el estudio de la distribución geográfica de los acantocéfalos, al profundizar sobre la diversidad de los helmintos de aves en México. Debido a que las aves tienen una gran importancia biológica, médica, económica y social, este estudio tiene por objetivo identificar las áreas de distribución de las especies de helmintos (Acanthocephala) de aves en México, mediante el análisis de datos de colectas, revisión de material en colecciones y de la literatura existente, para determinar posibles patrones de distribución. Es importante destacar que en el territorio nacional no existen estudios que integren toda la información actual. Además, este estudio es clave para identificar las diferencias en la riqueza de las especies de helmintos durante las rutas de migración de diferentes especies de aves.

## Material y Métodos

El presente trabajo se realizó en tres etapas: Primero, se revisaron los reportes helmintológicos de aves de México, enfocándose principalmente en los miembros de Acanthocephala, para esto se construyó una base de datos incluyendo autor, año del estudio, especie de hospedero, especie de helminto, localidad, coordenadas geográficas y código de depósito en colecciones. Segundo, se colectaron helmintos de aves del Lago de Tecocomulco, Hidalgo durante los meses de marzo, noviembre y diciembre (2006), enero (2007) y noviembre (2011) para complementar los reportes en el país, ya que en Hidalgo no existen estudios sobre este tema. Este lago representa una zona importante dentro de la ruta migratoria de las aves que nunca había sido estudiada. Por último, se obtuvieron datos del material helmintológico depositado en la Colección Nacional de Helmintos (CNHE) -Universidad Nacional Autónoma de México; Colección de Helmintos (CHE)-Centro de Investigaciones Biológicas, de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo; Colección de Helmintos (CHE)-Unidad Académica de Ecología Marina, Universidad Autónoma de Guerrero; Harold W. Manter Laboratory of Parasitology (HWML)-Nebraska, Lincoln, U.S.A.; United States National Parasite Collection (USNPC)-Beltsville, Maryland, U.S.A. para complementar dicha base de datos. Una vez integrados los datos obtenidos, se elaboraron mapas con

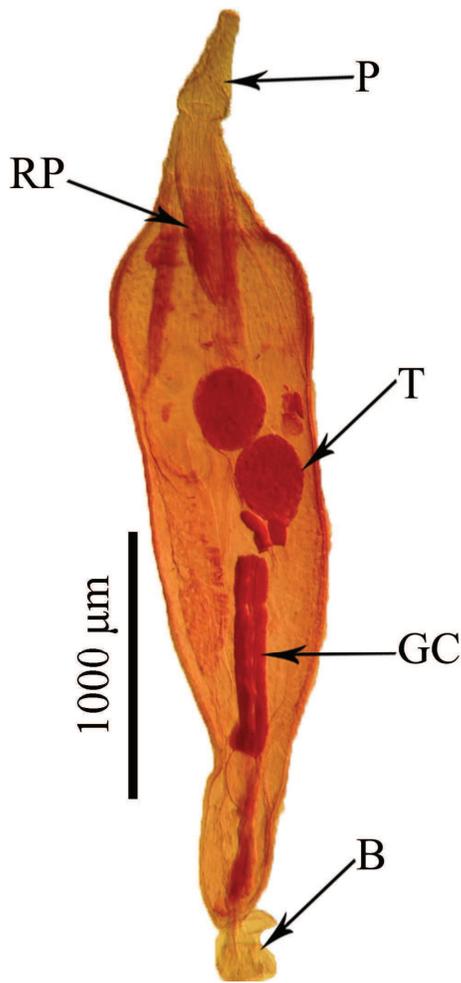


Figura 1. Esquema general de la morfología de *Acanthocephala* (macho). P= Proboscis; RP= Receptáculo de la Proboscis; T=Testículo; GC= Glándulas de Cemento; B= Bursa copulatoria.

las localidades y la distribución de los acantocéfalos y hospederos con el programa ArcView 3.2 (ESRI). Se realizó un mapa general de distribución de los acantocéfalos, así como mapas de comparación entre los helmintos de las diferentes familias de aves de México. Se incluyeron también las vertientes de los ríos de México, para comparar la distribución de los acantocéfalos con base en la vertiente donde se distribuye su hospedero.

## Resultados

El actual registro de acantocéfalos de las aves acuáticas y terrestres de México está constituido por 17 especies, parásitas de 31 especies de aves (de 10 familias), de más de 45 localidades, correspondientes a 20 estados de la República Mexicana (véase anexo I). Se obtuvo un mapa de distribución de las especies de acantocéfalos (véase figura 2) que muestra una mayor concentración de este grupo de helmintos en la parte central del país.

También, se realizaron mapas para la comparación de

las distribuciones de acantocéfalos en las diferentes familias de aves en México (véanse figuras 3, 4 y 6). De las familias examinadas, Ardeidae es la que cuenta con un mayor número de especies de aves revisadas (14 especies) en 11 estados de México. Sin embargo, a pesar de ser el grupo de aves más estudiado, sólo se han registrado cuatro especies de acantocéfalos (véase anexo I). El mayor número de aves infectadas de la familia Ardeidae, han sido colectadas en el Golfo de México (véase figura 3). La distribución de las aves de esta familia (principalmente garzas) se relaciona con la ubicación de las distintas vertientes de México (véase figura 5), principalmente en las zonas costeras del país.

Para la familia Anatidae (principalmente patos), se encontraron registros de acantocéfalos en ocho especies de aves, de ocho estados de México. Para esta familia se encontraron siete especies de acantocéfalos (véase anexo I) y los registros provienen principalmente de la parte central del país (véase figura 4), que corresponde con la vertiente interna (véase figura 5). Por último, los acantocéfalos en las familias de aves: Anhingidae, Laridae, Pelecanidae y Phalacrocoracidae, se han registrado en muy pocos estudios. Sin embargo, su distribución está orientada a las vertientes del Golfo de México y del Pacífico (véase figura 6) como consecuencia de la biología de las aves de estas familias, su hábitat, su alimentación y sus requerimientos ambientales. La distribución de los acantocéfalos de Accipitridae, Cuculidae, Icteridae y Rallidae se orienta más a la región interna, que a las zonas costeras y a pesar que las aves de estas familias se distribuyen en gran parte del país, los estudios helmintológicos existentes registran a los acantocéfalos solo en la región interna (véase figura 6).

## Discusión y conclusiones

Entre los helmintos parásitos de vertebrados silvestres de México, los acantocéfalos son el grupo que menos atención ha recibido (Pérez-Ponce de León y García-Prieto, 2001). El número de especies nominales mexicanas actualmente asciende a 60, que constituyen el 5% de la diversidad mundial de este grupo de parásitos (García-Prieto, García-Varela y Mendoza-Garfias, 2014). Cabe mencionar que la primera especie de acantocéfalo registrada en México es *Plagiorhynchus schmidtii* Golvan, 1994 (= *Prosthorhynchus rectus* [Linton, 1892]), fue encontrada en un ave marina (*Larus sp.*) de la bahía de Guaymas, Sonora (Linton, 1892).

Con base en los resultados obtenidos a partir de este estudio, los pocos registros de acantocéfalos encontrados para las regiones del noroeste y sureste de México, no significan que las aves de estas áreas no posean helmintos. Lo que indica es un escaso esfuerzo de colecta y falta de conocimiento de la biodiversidad de este grupo de helmintos, hecho que es mencionado por (García-Prieto, García-Varela, Mendoza-Garfias, y Pérez-Ponce de León, 2010; García-Varela, y Mendoza-Garfias, 2014). Por ello, es necesario realizar más estudios helmintológicos de forma sistemática que se enfoquen en estas regiones en particu-

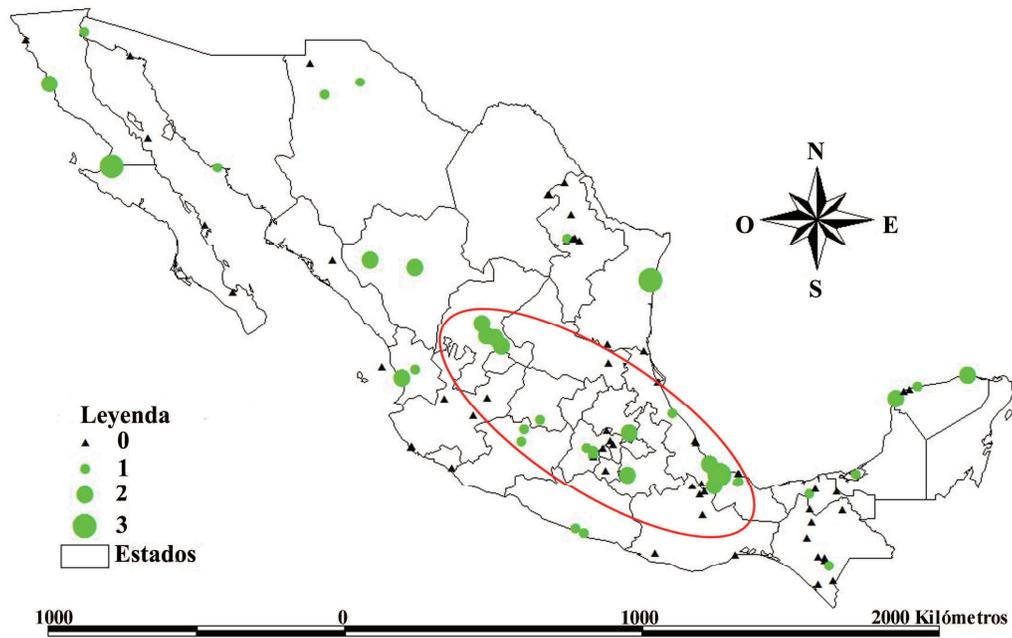


Figura 2. Presencia y número de especies de acantocéfalos de aves de México. El óvalo rojo indica las localidades con mayor número de especies de acantocéfalos colectados. El tamaño de los círculos verdes indica el número de especies de acantocéfalos en las diferentes localidades y los triángulos negros indican los sitios donde se han realizado estudios helmintológicos pero no se han reportado acantocéfalos.

lar, para ampliar el registro de los helmintos de las aves de todo el país, e incluso adicionar datos de diversidad de helmintos para un mejor análisis y obtener datos más completos, como los que se han realizado en *Phalacrocorax brasilianus*, *Ardea alba* y *Nictanassa violacea* en algunas lagunas costeras de Guerrero (Violante-González, Monks, Gil-Guerrero, Rojas-Herrera, Flores-Garza, y Larumb-Morán, 2011, 2012).

A pesar que aún no existen estudios que integren toda la información actual sobre la distribución de aves y acantocéfalos, este estudio contribuye al conocimiento de la distribución de aves y sus helmintos particularmente la de acantocéfalos en México. Además, brinda un panorama general sobre los patrones de distribución de algunas especies de aves, particularmente de las especies migratorias, por ejemplo, el patrón observado en la distribución de las especies de acantocéfalos de la familia Anatidae (patos principalmente) es en aguas interiores con mayores registros, en comparación con las zonas costeras, ésto debido posiblemente a que las aves de esta familia utilizan los cuerpos de agua del centro del país durante su ruta migratoria.

Los registros de helmintos en aves indican la presencia y distribución de algunos vertebrados e invertebrados (hospederos intermediarios) en áreas donde las aves son residentes, o se encuentran de paso, por ejemplo para el caso de las aves migratorias. Muchos de estos helmintos dependen de los hospederos intermediarios para completar

su ciclo de vida. Además, la presencia de estos helmintos puede indicar la calidad del ambiente en el que habitan sus hospederos; en aves (Barrera-Guzmán y Guillén-Hernández, 2008; Ortega-Olivares, Barrera-Guzmán, Haasová, Salgado-Maldonado, Guillén-Hernández y Scholz, 2008; Violante-González et al., 2011, 2012) o peces (García-Prieto, et al., 2010; Salgado-Maldonado, Aguilar-Aguilar, Cabañas-Carranza, Soto-Galera, y Mendoza-Palmero, 2005) y los factores que determinan la riqueza y la composición de sus especies de parásitos (Violante-González, Mendoza-Franco, Rojas-Herrera, y Gil-Guerrero, 2010). Por el contrario, la ausencia de acantocéfalos puede indicar algún tipo de disturbios en su hábitat, ya sea por perturbación o por contaminantes presentes en los ecosistemas, que afectan negativamente a estos organismos (Monks, Zárate-Ramírez y Pulido-Flores, 2005; Pulido-Flores, Monks y Gordillo-Martínez, 2005; Rodríguez-Amador, Monks, Pulido Flores, Gaytán Oyarzun, Romo-Gómez, y Violante González, 2012).

#### Agradecimientos

Al Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) como parte del proyecto colaborativo “Red temática de colaboración: Calidad ambiental y desarrollo sustentable; Inventario ambiental y establecimiento de indicadores regionales”, en el cual los autores participaron. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

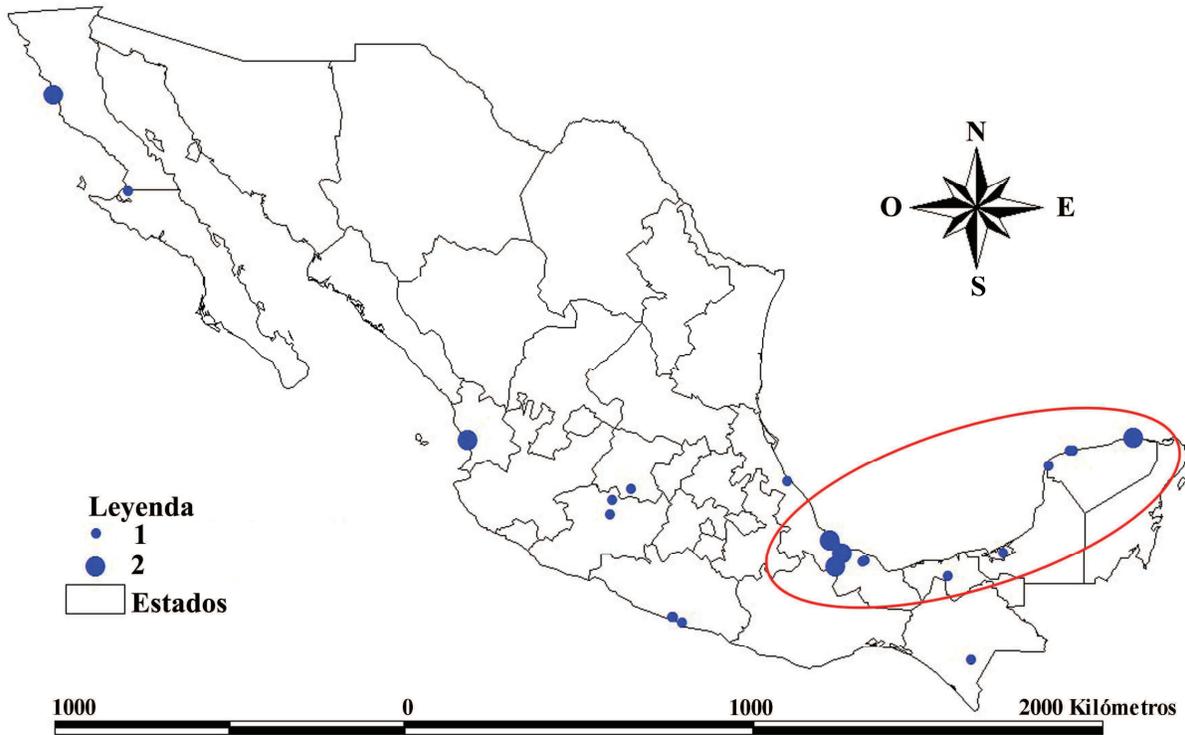


Figura 3. Presencia y número de especies de Acanthocephala en la familia Ardeidae. El óvalo rojo indica las localidades con mayor número de especies de acantocéfalos colectados en aves de esta familia. El tamaño de los círculos azules indica el número de especies de acantocéfalos en las diferentes localidades.

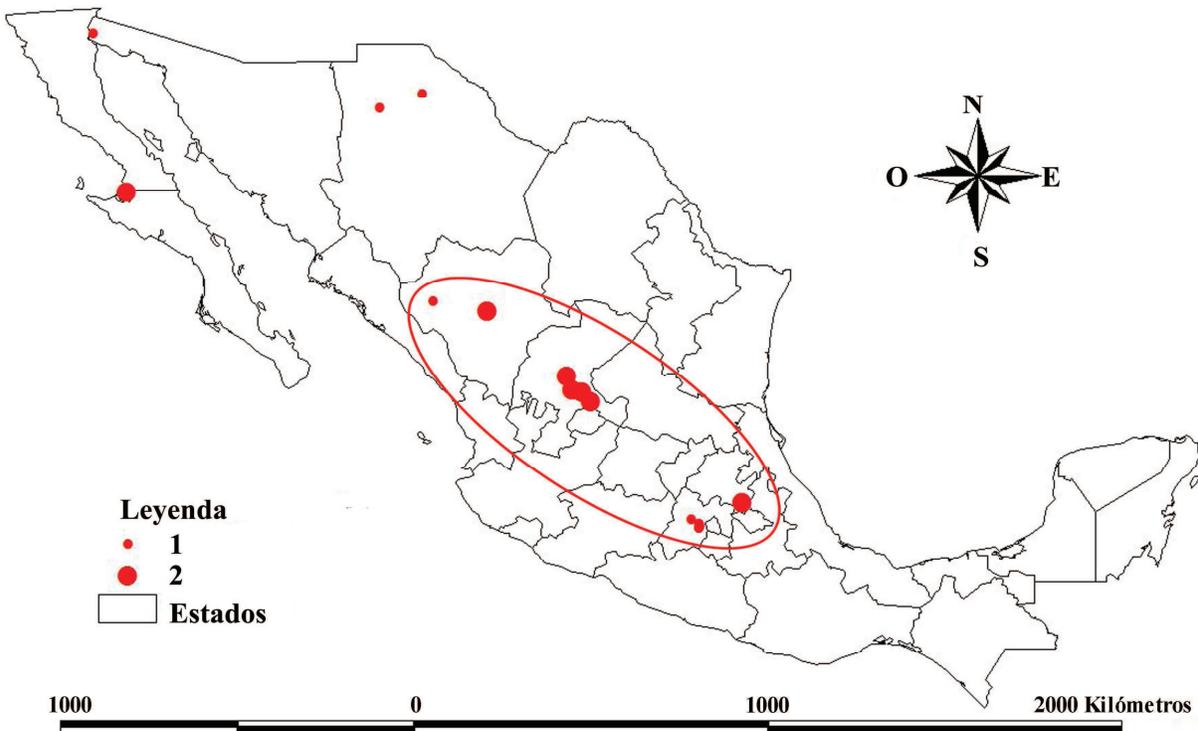


Figura 4. Presencia y número de especies de Acanthocephala en aves de la familia Anatidae. El óvalo rojo indica las localidades con mayor número de especies de acantocéfalos colectados en aves de esta familia. El tamaño de los círculos rojos indica el número de especies de acantocéfalos en las diferentes localidades.

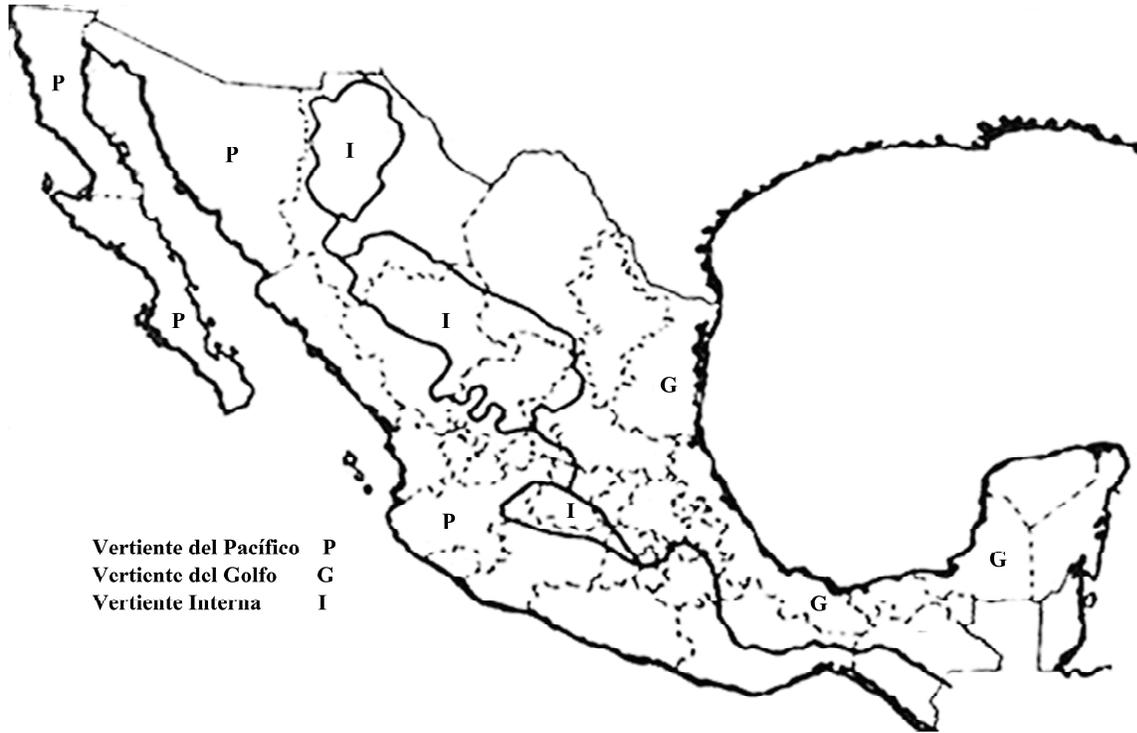


Figura 5. Vertientes de los ríos de México (inecc.gob.mx).

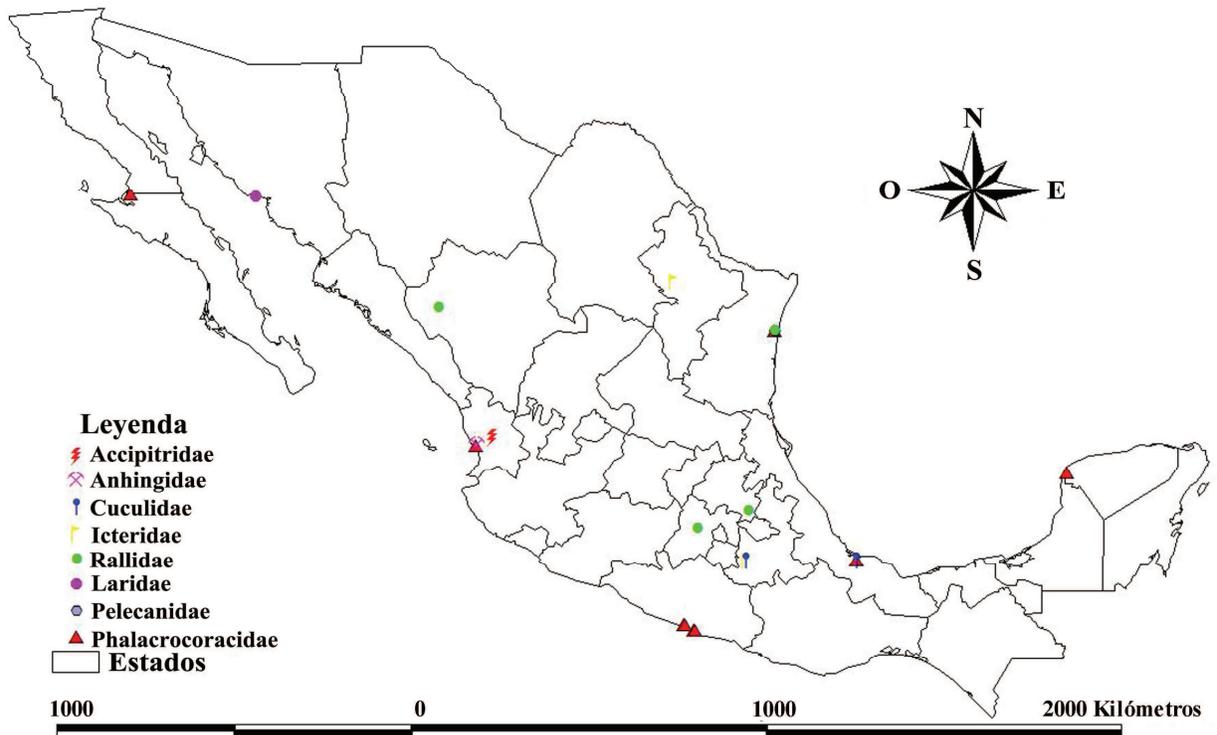


Figura 6. Acanthocephala registrados en aves de las familias Phalacrocoracidae, Pelecanidae, Rallidae, Laridae, Icteridae, Cuculidae, Anhingidae y Accipitridae.

## Anexo I. Registro helmintológico (Acanthocephala) de aves de México (Actualización hasta febrero 2014)

Especie de Ave	Familia de	Especie de Helminto	Localidad	Estado
<i>Botaurus lentiginosus</i>	Ardeidae	<i>Polymorphus brevis</i>	Bahía de San Quintín	Baja California
<i>Botaurus lentiginosus</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Bahía de San Quintín	Baja California
<i>Botaurus lentiginosus</i>	Ardeidae	<i>Polymorphus brevis</i>	San Quintín El Molino Viejo	Baja California
<i>Bucephala albeola</i>	Anatidae	<i>Pseudocorynosoma anatarium</i>	Ciénega de Santa Clara	Sonora
<i>Aythya affinis</i>	Anatidae	<i>Polymorphus obtusus</i>	Bahía Guerrero Negro	Baja California Sur
<i>Bucephala albeola</i>	Anatidae	<i>Pseudocorynosoma anatarium</i>	Bahía Guerrero Negro	Baja California Sur
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Bahía Guerrero Negro	Baja California Sur
<i>Phalacrocorax auritus</i>	Phalacrocoracidae	<i>Southwellina hispida</i>	Bahía Guerrero Negro	Baja California Sur
<i>Larus sp</i>	Laridae	<i>Plagiorhynchus rectus</i>	Bahía de Guaymas	Sonora
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Anatidae	<i>Pseudocorynosoma constrictum</i>	Galeana	Chihuahua
<i>Bucephala albeola</i>	Anatidae	<i>Polymorphus sp.</i>	Ojo Caliente	Chihuahua
<i>Fulica americana</i>	Rallidae	<i>Polymorphus trochus</i>	Laguna El Huizache	Sinaloa
<i>Anas clypeata</i>	Anatidae	<i>Pseudocorynosoma constrictum</i>	Laguna El Huizache	Sinaloa
<i>Nyctanassa violacea</i>	Ardeidae	<i>Hexaglandula corynosoma</i>	San Blas	Nayarit
<i>Anhinga anhinga</i>	Anhingidae	<i>Southwellina hispida</i>	Estero La Tovar	Nayarit
<i>Ardea herodias</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Estero La Tovar	Nayarit
<i>Butorides virescens</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Estero La Tovar	Nayarit
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Phalacrocoracidae	<i>Southwellina hispida</i>	Estero La Tovar	Nayarit
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Estero La Tovar	Nayarit
<i>Buteo lineatus</i>	Accipitridae	<i>Oligacanthorhynchus iheringi</i>	Presa de Aguamilpa	Nayarit
<i>Bucephala albeola</i>	Anatidae	<i>Pseudocorynosoma anatarium</i>	Nueva Ideal	Durango
<i>Aythya affinis</i>	Anatidae	<i>Pseudocorynosoma constrictum</i>	Nueva Ideal	Durango
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Anatidae	<i>Polymorphus boschadis</i>	Sistema de bordos de La UMA Los Jales	Zacatecas
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Anatidae	<i>Corynosoma sp.</i>	Sistema de bordos de La UMA Los Jales	Zacatecas
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Anatidae	<i>Polymorphus boschadis</i>	Bordo El Maguey	Zacatecas
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Anatidae	<i>Corynosoma sp.</i>	Bordo El Maguey	Zacatecas
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Anatidae	<i>Polymorphus boschadis</i>	Presa La Zacatecana	Zacatecas
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Anatidae	<i>Corynosoma sp.</i>	Presa La Zacatecana	Zacatecas
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Anatidae	<i>Polymorphus boschadis</i>	Bordo Matanuzka	Zacatecas
<i>Anas platyrhynchos diazi</i>	Anatidae	<i>Corynosoma sp.</i>	Bordo Matanuzka	Zacatecas
<i>Ardea alba</i>	Ardeidae	<i>Polymorphus brevis</i>	Lago de Pátzcuaro	Michoacán
<i>Egretta thula</i>	Ardeidae	<i>Polymorphus brevis</i>	Lago de Pátzcuaro	Michoacán
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Ardeidae	<i>Polymorphus brevis</i>	Lago de Pátzcuaro	Michoacán
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Ardeidae	<i>Polymorphus brevis</i>	Lago de Cuitzeo	Michoacán
<i>Egretta caerulea</i>	Ardeidae	<i>Polymorphus brevis</i>	Laguna de Yuriria	Guanajuato
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Icteridae	<i>Mediorhynchus sp.</i>	San Nicolás de los Garza Ciudad Universi-	Nuevo León
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Phalacrocoracidae	<i>Southwellina hispida</i>	Laguna de Coyuca	Guerrero
<i>Ardea alba</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Laguna de Coyuca	Guerrero
<i>Ardea alba</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Laguna de Coyuca	Guerrero
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Phalacrocoracidae	<i>Southwellina hispida</i>	Laguna de Coyuca	Guerrero

## Anexo I. (Cont.). Registro helmintológico (Acanthocephala) de aves de México (Actualización hasta febrero 2014)

Especie de Ave	Familia de Ave	Especie de Helminto	Localidad	Estado
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Phalacrocoracidae	<i>Southwellina hispida</i>	Laguna de Tres Palos, Guerrero	Guerrero
<i>Ardea alba</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Laguna de Tres Palos, Guerrero	Guerrero
<i>Nyctanassa violacea</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Laguna de Tres Palos, Guerrero	Guerrero
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Phalacrocoracidae	<i>Southwellina hispida</i>	Laguna de Tres Palos, Guerrero	Guerrero
<i>Oxyura jamaicensis</i>	Anatidae	<i>Pseudocorynosoma constrictum</i>	Estanque El Cerrillo	Estado de México
<i>Fulica americana</i>	Rallidae	<i>Pseudocorynosoma constrictum</i>	Estanque El Cerrillo	Estado de México
<i>Anas clypeata</i>	Anatidae	<i>Pseudocorynosoma constrictum</i>	Laguna de Chicahuapan	Estado de México
<i>Anas cyanoptera</i>	Anatidae	<i>Pseudocorynosoma constrictum</i>	Laguna de Chicahuapan	Estado de México
<i>Anas cyanoptera</i>	Anatidae	<i>Pseudocorynosoma constrictum</i>	Laguna de Atarasquillo	Estado de México
<i>Anas clypeata</i>	Anatidae	<i>Pseudocorynosoma constrictum</i>	Laguna de Almoloya	Estado de México
<i>Anas crecca</i>	Anatidae	<i>Pseudocorynosoma constrictum</i>	Laguna de Almoloya	Estado de México
<i>Anas discors</i>	Anatidae	<i>Pseudocorynosoma constrictum</i>	Ciénega de Lerma	Estado de México
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Icteridae	<i>Centrorhynchus microcephalus</i>	Izúcar de Matamoros	Puebla
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Cuculidae	<i>Mediorhynchus emberizae</i>	Izúcar de Matamoros	Puebla
<i>Anas discors</i>	Anatidae	<i>Pseudocorynosoma constrictum</i>	Lago de Tecocomulco	Hidalgo
<i>Anas discors</i>	Anatidae	<i>Polymorphus trochus</i>	Lago de Tecocomulco	Hidalgo
<i>Fulica americana</i>	Rallidae	<i>Polymorphus trochus</i>	Lago de Tecocomulco	Hidalgo
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelecanidae	<i>Andracantha gravida</i>	Laguna Madre Punta Piedra	Tamaulipas
<i>Phalacrocorax auritus</i>	Phalacrocoracidae	<i>Andracantha gravida</i>	Laguna Madre Punta Piedra	Tamaulipas
<i>Fulica americana</i>	Rallidae	<i>Polymorphus trochus</i>	Laguna Madre Punta Piedra	Tamaulipas
<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelecanidae	<i>Southwellina hispida</i>	Laguna Madre Punta Piedra	Tamaulipas
<i>Ardea herodias</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Río Tecolutla	Veracruz
<i>Eudocimus albus</i>	Ardeidae	<i>Southwellina dimorpha</i>	Lago Los Chivos	Veracruz
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Lago Los Chivos	Veracruz
<i>Nyctanassa violacea</i>	Ardeidae	<i>Hexaglandula corynosoma</i>	Laguna El Espino	Tabasco
<i>Egretta garcetta</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Laguna El Espino	Tabasco
<i>Egretta caerulea</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Laguna Alvarado	Veracruz
<i>Egretta thula</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Laguna Alvarado	Veracruz
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Cuculidae	<i>Centrorhynchus microcephalus</i>	Río Papaloapan Tlacotalpan	Veracruz
<i>Nyctanassa violacea</i>	Ardeidae	<i>Hexaglandula corynosoma</i>	Río Papaloapan Tlacotalpan	Veracruz
<i>Ardea alba</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Río Papaloapan Tlacotalpan	Veracruz
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Phalacrocoracidae	<i>Southwellina hispida</i>	Río Papaloapan Tlacotalpan	Veracruz
<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Río Papaloapan Tlacotalpan	Veracruz
<i>Nyctanassa violacea</i>	Ardeidae	<i>Hexaglandula corynosoma</i>	Catemaco La Victoria	Veracruz
<i>Egretta thula</i>	Ardeidae	<i>Polymorphus brevis</i>	Lago de Catemaco	Veracruz
<i>Ardea alba</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Laguna de Las Ilusiones	Tabasco
<i>Ardea alba</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Centro Acuícola Benito Juárez	Chiapas
<i>Egretta tricolor</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Laguna de Términos	Campeche
<i>Phalacrocorax auritus</i>	Phalacrocoracidae	<i>Andracantha gravida</i>	Celestún	Yucatán
<i>Ardea alba</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Celestún	Yucatán
<i>Ardea alba</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Chuburná	Yucatán
<i>Platalea ajaja</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Chuburná	Yucatán
<i>Egretta rufescens</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Ciénega de Chuburná	Yucatán
<i>Nyctanassa violacea</i>	Ardeidae	<i>Hexaglandula corynosoma</i>	Río Lagartos	Yucatán
<i>Ardea herodias</i>	Ardeidae	<i>Southwellina hispida</i>	Ciénega de Progreso	Yucatán

(CONACYT) por la beca (No. 256751) otorgada a EA-C para la realización de estudios de Doctorado en Ciencias en Biodiversidad y Conservación, y a los cazadores de Lago de Tecocomulco por la donación de las vísceras de las aves.

## Bibliografía

- Barrera-Guzmán, A. y Guillén-Hernández, S. (2008). Helminths intestinales en aves ciconiiformes de la ciénaga de Chuburná, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 79, 525-527.
- Brooks, D. R., León-Règagnon, V. y Pérez-Ponce de León, G. (2001). Los parásitos y la biodiversidad; in H. M. Hernández, A. García, F. Alvarez y M. Ulloa (Eds), *Enfoques contemporáneos para el estudio de la biodiversidad*. Instituto de Biología, UNAM-Fondo de Cultura Económica, México, 245-289.
- Díaz, V., Mañas, I., Campos, M. y Lozano, J. (2000). Contribución al conocimiento de los trematodos parásitos de túrdidos-zorzales - en Granada, España. *ARS Pharmaceutica*, 41, 379-381.
- Escalante, T., Martínez-Salazar, E. A., Falcón-Ordáz, J., Linaje, M. y Guerrero, R. (2011). Análisis panbiogeográfico de *Vexillata* (Nematoda: Ornithostrongylidae) y sus huéspedes (Mammalia: Rodentia). *Acta Zoológica Mexicana*, 27, 25-46.
- Figuroa-Lyra, M., Bianque-De Oliveira, J., De Brito-Cavalcanti, M. D., Soares-Leite, A., Santiago-Magalhaes, V., Alves-De Oliveira, R. y Evencio-Sobrino, A. (2002). Parásitos gastrointestinales de aves silvestres en cautiverio en el estado de Pernambuco, Brasil. *Parasitología Latinoamericana*, 57, 50-54.
- García-Prieto, L., García-Varela, M., Mendoza-Garfias, B. y Pérez-Ponce de León, G. (2010). Checklist of the Acanthocephala in wildlife vertebrates of Mexico. *Zootaxa*, 2419, 1-50.
- García-Prieto, L., García-Varela, M. y Mendoza-Garfias, B. (2014). Biodiversidad de Acanthocephala en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Suplemento 85, S177-S182.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2014, enero, 24). *Regionalización de las cuencas hidrográficas de México*. Obtenido de: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/639/regionalizacion.pdf>
- Linton, E. (1892). Notes on Avian Entozoa. *Proceeding of the United States National Museum*, 15, 87-113.
- Mercado-Reyes, M., Angulo-Castillo, S., Clemente-Sánchez, F., Hernández-Llamas, A., Gonzáles-Rojas, J. I., López-Torres, E. y Tavizón-García, P. (2010). Presencia de helmintos en el pato triguero (*Anas platyrhynchos diazi*) del Altiplano Zacatecano, México. *Agrociencia*, 44, 931-939.
- Monks S., Zárate-Ramírez V. R. y Pulido-Flores G. (2005). Helminths of freshwater fishes from the Metztitlán Canyon Reserve of the Biosphere, Hidalgo, Mexico. *Comparative Parasitology*, 72, 212-219.
- Ortega-Olivares, M. P., Barrera-Guzmán, A. O., Haasová, I., Salgado-Maldonado, G., Guillén-Hernández, S. y Scholz, T. (2008). Tapeworms (Cestoda: Gryporhynchidae) of fish eating birds (Ciconiiformes) from Mexico: New host and geographical records. *Comparative Parasitology*, 75, 182-195.
- Pérez-Ponce de León, G. y L. García-Prieto. (2001). Diversidad de helmintos parásitos de vertebrados silvestres de México. *Biodiversitas*, 37, 7-11.
- Pulido-Flores G., Monks S. y Gordillo-Martínez A. J. (2005). Monitoreo de bajo costo en la evaluación de la calidad ambiental. *Revista Internacional de Ciencias Ambientales*, 21, 578-583.
- Roberts, L., Janovy J. Jr. y Nadler S. (2013). *Foundations of Parasitology*. McGraw-Hill Higher Education; 9 edition, 688 p.
- Rodríguez Amador, R., Monks, S., Pulido Flores, G., Gaytán Oyarzun, J. C., Romo-Gómez, C. y Violante González, J. (2012). Metales pesados en el pez *Dormitator latifrons* (Richardson, 1884) y agua de la laguna de Tres Palos, Guerrero, México. *Ra Ximhai*, 8, 43-47.
- Salgado-Maldonado, G., Aguilar-Aguilar, R., Cabañas-Carranza G., Soto-Galera, E. y Mendoza-Palmero, C. (2005). Helminth parasites in freshwater fish from the Papaloapan river basin, Mexico. *Parasitology Research*, 96, 69-89.
- Violante-González, J., Mendoza-Franco, E. F., Rojas-Herrera, A. y Gil-Guerrero, S. (2010). Factors determining parasite community richness and species composition in black snook *Centropomus nigrescens* (Centropomidae) from coastal lagoons in Guerrero, Mexico. *Parasitology Research*, 107, 59-66.
- Violante-González, J., Monks, S., Gil-Guerrero, S., Rojas-Herrera, A., Flores-Garza, R. y Larumbe-Morán, E. (2011). Parasite communities of the Neotropical cormorant *Phalacrocorax brasilianus* (Gmelin) (Aves, Phalacrocoracidae) from two coastal lagoons in Guerrero state, Mexico. *Parasitology Research*, 109, 1303-1309.
- Violante-González, J., Monks, S., Gil-Guerrero, S., Rojas-Herrera, A. y Flores-Rodríguez, P. 2012. Helminth communities of two species of piscivorous birds, *Ardea alba* (Linnaeus) and *Nyctanassa violacea* (Gmelin) (Ciconiiformes: Ardeidae), in two coastal lagoons from Guerrero state, Mexico. *Parasitology Research*, 111, 309-315.



## La ambientalización curricular de los planes de estudio en la Universidad Autónoma de Guerrero. Caso Programa de Sociología

Ramón Bedolla Solano<sup>1\*</sup>

José Luis Aparicio López<sup>2</sup>

Columba Rodríguez Alviso<sup>2</sup>

Juana Beltrán Rosas<sup>3</sup>

Adriana Miranda Esteban<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Unidad Académica de Sociología, Universidad Autónoma de Guerrero. Paseo de la Cañada Esq. Con Andador Granizo Estacionamiento 1, Alta progreso. Acapulco, Gro CP. 39610. Tel. +52(744) 445-57-16.

<sup>2</sup>Unidad Académica de Desarrollo Regional. Universidad Autónoma de Guerrero. Calle Pino s/n Col. El Roble C.P. 39640. Acapulco, Gro CP. 39610. Tel. +52 (744) 4882957.

<sup>3</sup>Área de Formación Docente. Universidad Autónoma de Guerrero. Javier Mendez Aponte Num. 1. Col. Servidor Agrario, CP 39010, Chilpancingo, Gro. México. Tel. +52 (744) 4719310.

<sup>4</sup>Unidad Académica Facultad Ciencias de la Educación. Universidad Autónoma de Guerrero. Nicolás Catalán Núm. 7, Col. Centro, CP 39000, Chilpancingo, Gro. Tel. +52 (747) 4716418

\*Autor de correspondencia  
 rabedsol@hotmail.com

### Resumen

La transversalización del eje medio ambiente, se incorpora con el enfoque de la Educación Basada en Competencias y tiene su fundamento en el Modelo Educativo y Académico de la UAG del año 2004 y el Modelo Educativo UAGro 2013, en ambos, se incorpora en los ejes transversales de formación, específicamente en los contenidos transversales como tema transversal. El medio ambiente, se sitúa dentro de este apartado porque hace referencia a un contenido emergente o integrador, además cumple con el cometido educacional de abrir el currículum y la escuela a los grandes problemas sociales de tipo ambiental que la sociedad nacional e internacional está confrontando en la actualidad (La problemática ambiental que se presenta en el mundo por el desequilibrio de los sistemas naturales). La ambientalización curricular que se plantea, pretende buscar la vinculación entre el eje medio ambiente y perfil de egreso en el Programa Educativo de Sociología, identificando los criterios de sostenibilidad en las unidades de aprendizaje ya existentes con la finalidad de que los estudiantes desarrollen competencias básicas acordes con el desarrollo humano ambiental y socialmente sostenible. Una estrategia que han implementado los gobiernos en todo el mundo para mitigar la problemática ambiental es la Educación Ambiental, que trata de hacer conciencia en el ser humano sobre el cuidado y respeto de la naturaleza. Ésta es una investigación documental, donde se analizan los fundamentos de la Educación ambiental y el modelo educativo de la universidad con el propósito de comprender la ambientalización curricular del Programa Educativo de Sociología, se llegó a la conclusión que la vinculación entre el perfil de egreso y el eje de medio ambiente es mínimo, solo dos unidades de aprendizaje incorporan dichos elementos. Se recomienda que los comités de diseño curricular en la universidad consideren la ambientalización del currículum, porque es un tema elemental.

**Palabras clave:** Currículo, dimensión ambiental, sustentabilidad

### Como citar el artículo:

Bedolla-Solano, R., Aparicio-López, J. L., Rodríguez-Alviso, C., Beltrán-Rosas, J., y Miranda Esteban, A., (2014). La ambientalización curricular de los planes de estudio en la Universidad Autónoma de Guerrero. Caso Programa de Sociología. *Tlamati*, 5(3), 14-21.

## Abstract

Mainstreaming environmental focus is incorporated with an approach of Competence Based Education and has its basis in the Academic Educational Model UAG 2004, and educational model UAGro 2013, in both models, a transverse focus training is incorporated, specifically in the transverse content and topic. Environment is located within this section that refers to an emerging or content integrator, also meets an educational role of opening the school curriculum and major social problems of environmental type, that national and international society is facing today (environmental problems in the world presented by imbalance of natural systems). Curricular ambientalizacion proposed try to find a link between environment and profile graduation focus in Educational Sociology Program, identifying the sustainability criteria at existing academic units with the purpose that students develop basic skills according to environmental and socially sustainable human development. A strategy that governments have implemented worldwide to mitigate the environmental problem is known as Environmental Education, which tries to improve consciousness about care and respect for nature. This is a documentary research, where fundamentals of environmental education and educational model of the university, propose the aim of understanding curricular ambientalizacion of Educative Program of Sociology. It was concluded that the relationship between graduate profile and environment focus is minimal, only two learning units incorporate such elements. It is recommended that curriculum committees at the university consider curriculum greening because it is a common theme.

**Keywords:** Curriculum, environmental dimension, sustainability

## Introducción

La ambientalización curricular en los planes de estudio significa una parte muy importante para el desarrollo de competencias (conocimientos, habilidades, actitudes y valores), además aporta una dimensión fundamental a la formación que se imparte en las universidades, la dimensión socio-ambiental e implica a los futuros profesionistas en la búsqueda de soluciones a los problemas ambientales.

La Universidad Iberoamericana de la Ciudad de México, en su Programa de Medio Ambiente, manifiesta que la ambientalizacion curricular busca promover la incorporación transversal de la dimensión ambiental en los planes y programas de estudio, con el fin de contribuir a la formación de estudiantes que cuenten con las competencias necesarias para participar personal y profesionalmente en la construcción de la sustentabilidad (Universidad Iberoamericana de la ciudad de México [UIA], 2014).

Una de las razones de ambientalizar la curricula en la educación superior es por la problemática ambiental generada por la actividad humana, que tiene sus antecedentes a mediados del siglo XX. Mora-Penagos (2012), comenta que la situación de la emergencia planetaria generada por la actividad humana desde mediados del siglo XX, se ha manifestado en problemas ambientales, contaminación, agotamiento de recursos naturales, degradación de ecosistemas, pérdida de diversidad biológica y cultural; que tienen como causas evidentes el hiperconsumo, la explotación, y transición demográfica, las inequidades y desequilibrios humanos, la actividad de las organizaciones mafiosas, la actividad especuladora de las empresas transnacionales y la urbanización creciente y desordenada (Edward et al; 2004).

Siguiendo a Mora-Penagos (2012), afirma que en las

últimas tres décadas la necesidad de incluir la dimensión ambiental en la Educación Superior aparece más que una elección como un imperativo, en la que las instituciones de educación superior en todo el mundo deben dar respuesta efectiva de aplicación de modelos centrados en el desarrollo sostenible mostrando caminos y concreciones que apunten a la satisfacción de las necesidades básicas de la sociedad. De esta manera, ha aparecido la integración de lo ambiental a los Proyectos Educativos Institucionales de las Universidades y en concreto a sus funciones institucionales de gestión, investigación, extensión y docencia.

Una de las estrategias más significativas que se han considerado para resarcir el daño al medio ambiente fue la Educación Ambiental (EA), ya que con ella se pretende promover un sentido más crítico y responsable en el individuo, sobre el cuidado de los recursos que la naturaleza nos ofrece. Pero ¿Qué es la Educación Ambiental?, de acuerdo a Chagollán, López y Ávila (2006), manifiesta que esta, no es un campo de estudio como la química, física, biología, o ecología, que EA, es un proceso y que en realidad el término sería Educación para el Desarrollo Sostenible porque es más comprensible y específico. Con esto se comprende que al desarrollar una temática, un proyecto de investigación, una unidad de aprendizaje donde se incorpore lo socio-ambiental, en ese momento se pone en práctica la EA. La ambientalizacion curricular en los planes de estudio, es un proceso.

Gutiérrez-Pérez (2011), manifiesta que la EA ha calado los ámbitos universitarios, las actuales reformas de los planes de estudios de un número amplio de Universidades han incluido de forma sistemática asignaturas de reflexión sobre las problemáticas ambientales y las implicaciones educativas de este fenómeno.

En México, la EA tuvo un inicio tardío respecto a otros

países norteamericanos y europeos. En el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 y en el Programa de Medio Ambiente 1995 – 2000, se menciona como líneas de acción, el promover programas académicos de formación ambiental a nivel nacional (González-Gaudiano, 2000).

El Modelo Educativo y Académico de la Universidad Autónoma de Guerrero [UAGro] del 2004, plantea a la ambientalización curricular en los ejes transversales de formación y específicamente como contenidos transversales (UAGro, 2004). Los contenidos transversales incluyen temas y/o tópicos transversales que hacen referencia, preferentemente, a contenidos emergentes e integradores. Constituyen nuevos ámbitos curriculares que vienen a enriquecer la experiencia de los estudiantes. Cumplen con el cometido educacional de abrir el currículum y la escuela a los grandes problemas sociales, éticos, económicos, tecnológicos y culturales que la sociedad nacional e internacional está confrontando en la actualidad. Plantean, también, situaciones y problemas que los estudiantes confrontarán como resultado de los procesos de modernización. Así, por ejemplo: El medio ambiente. El Modelo Educativo, hacia una educación de calidad con inclusión social de la UAGro del 2013, ostenta que la ambientalización curricular en los ejes transversales como elemento de la estructura curricular que hace referencia al análisis de problemáticas que vinculan y conectan a todas las unidades de aprendizaje, con el objetivo de ofrecer una visión de conjunto; este enfoque transversal no niega la importancia de las disciplinas, sino que las conecta con los verdaderos problemas sociales, éticos y morales presentes y reales del entorno (UAGro, 2013).

El Diagnóstico y Plan de Desarrollo Institucional (UAGro, 2013) del Programa Educativo de la Licenciatura en Sociología, expone que una lectura atenta pone en evidencia que se requiere revisar el contenido de los conceptos teóricos que son usados tanto para fundamentar la formación de sociólogos como para explicar la situación social del país y del estado de Guerrero, todo eso con la finalidad de justificar el perfil de egreso idóneo para responder al

entorno socioeconómico. De esta manera, el propósito de este escrito es para comprender y analizar, si este plan, considera la dimensión ambiental, para ello se revisó el perfil de egreso y las unidades de aprendizajes que componen el mapa curricular del mismo.

### Materiales y métodos

El estudio que se realizó es de tipo cualitativo, con enfoque documental por el hecho de reunir, seleccionar y analizar datos que están en documentos y que en algunos casos ya están publicados para estudiar un fenómeno determinado. Así como también fue necesario emplear el análisis para corroborar la dimensión ambiental del Plan de Estudio de Sociología. La población corresponde a los Planes de Estudio de Nivel Licenciatura que se han actualizado del año 2011 al 2012, considerando el enfoque de competencias y el eje ambiental en la Universidad Autónoma de Guerrero, entre esos años se actualizaron treinta y tres programas que emplearon dicho enfoque, dentro de estos, se considera el Programa de Estudio que ofrece la Unidad Académica de Sociología.

Aparicio-López, Esquivel, E. y Bedolla, R. (2012), comentan que en el 2011, se reformaron 13 Programas Educativos (PE), que representan el 23%, mientras que en 2012 se aprobaron 20 PE, es decir el 35%, lo que de manera acumulada representa un avance del 58% (33 PE) respecto de total de PE de Licenciatura que oferta la Universidad Autónoma de Guerrero. Véase tablas 1 y 2.

Como se observa en los datos citados, el Programa de Sociología de la Comunicación y Educación, que ofrece la Unidad Académica de Sociología, fue actualizado el 4 de junio de 2012. El Diagnóstico y Plan de Desarrollo Institucional de la Unidad Académica de Sociología (UAGro, 2013), expone que este plan de estudio, está organizado en tres partes: la primera, de 10 páginas contiene la portada y el índice; la segunda parte tiene 62 páginas y contiene una introducción y seis capítulos; la tercera parte es una serie

Tabla 1. En el 2011 (Aparicio et al., 2012), para ser específicos el 2 de junio, se actualizaron trece programas:

Programa	
1. Ingeniería Civil	9. Licenciatura en Contaduría
2. Ingeniería en Computación	10. Licenciatura en Enfermería *(1)
3. Ingeniería en Construcción	11. Licenciatura en Enfermería *(2)
4. Ingeniería en Topografía y Geomática	12. Licenciatura en Enfermería *(3)
5. Licenciatura en Administración	13. Licenciatura en Enfermería *(4)
6. Licenciatura en Artes	
7. Licenciatura en Ciencias de la Comunicación	
8. Licenciatura en Ciencias de la Educación	

\*(1), (2), (3) y (4), corresponden a la numeración de las Unidades Académicas de Enfermería que dependen de la Universidad Autónoma de Guerrero en el Estado. De acuerdo al orden, Chilpancingo, Acapulco, Ometepec y Taxco de Alarcón.

Tabla 2. En el 2012 (Aparicio et al., 2012), entre el 29 y 30 de marzo se actualizaron seis y catorce el 4 de junio del mismo año

Marzo de 2012	Junio de 2012
1. Ingeniería en Producción Sustentable	7. Licenciatura en Biología
2. Ingeniería en Recursos Maderables y no Maderables	8. Licenciatura en Ciencias Ambientales
3. Ingeniería en Sistemas Ambientales	9. Licenciatura en Ciencias Políticas y Administración Pública
4. Licenciatura en Arquitectura	10. Licenciatura en Cirujano Dentista
5. Licenciatura en Diseño Gráfico	11. Licenciatura en Derecho
6. Licenciatura en Diseño Industrial	12. Licenciatura en Desarrollo Regional
	13. Licenciatura en Economía
	14. Licenciatura en Gestión Turística
	15. Licenciatura en Historia
	16. Licenciatura en Literatura Hispanoamericana
	17. Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia
	18. Licenciatura en Mercadotecnia
	19. Licenciatura en Sociología de la Comunicación y Educación
	20. Químico Biólogo Parasitólogo

como la dimensión ambiental en el Modelo Educativo y Académico de la Universidad Autónoma de Guerrero (op. cit) y el Modelo Educativo con Inclusión Social de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro, 2004), para comprender la ambientalización en los planes de estudio de licenciatura, de igual forma, se analizó la dimensión ambiental del Plan de Estudio de Sociología 2012 de la UAGro en Acapulco, para conocer si este aplica lo estipulado en el Modelo Educativo de la universidad y a la política en materia ambiental. Los materiales requeridos fueron, libros, artículos científicos, páginas de internet, que proporcionaron información importante sobre la problemática ambiental e incorporación de lo ambiental en los planes de estudio. También fue necesario contar con documentos como el Plan de Estudio y el Plan de Desarrollo Institucional de la Unidad Académica de Sociología, así como también, el Modelo Educativo de la Universidad Autónoma de Guerrero.

Se empleó un instrumento que evaluó la dimensión ambiental del Programa Educativo (PE) de Sociología, su objetivo fue conocer la presencia del eje medio ambiente, para Indicar en él, en qué grado se vincula este con el perfil de egreso, así mismo, se revisaron las Unidades de Aprendizaje que incorporan el eje mencionado; y en caso de que no existiera dicha vinculación, se requirió el nombre de las unidades de aprendizaje en donde se podría incluir ello. La variable principal fue de tipo cualitativa, ya que estuvo enfocada en los ejes transversales del modelo educativo y que hace referencia al eje medio ambiente con los criterios (conocimientos, habilidades, actitudes y valores), además este elemento se relacionó con el programa educativo (currículo), perfil de egreso y unidades de aprendizaje (véase tabla 3.).

#### *Variables:*

La sustentabilidad ambiental se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras. Uno de los principales retos que enfrenta México es incluir al medio ambiente como uno de los elementos de la competitividad y el desarrollo económico y social. Solo así se puede alcanzar un desarrollo sustentable. Desafortunadamente, los esfuerzos de conservación de los recursos naturales y ecosistemas suelen verse obstaculizados por un círculo vicioso que incluye pobreza, agotamiento de los recursos naturales, deterioro ambiental y más pobreza (Presidencia de la República Mexicana [PRM], 2006). Son muchos los problemas que aquejan al medio ambiente, por tal motivo, se requiere del cuidado y preservación de los recursos naturales.

El Programa Educativo, es un documento institucional que describe la misión y los objetivos del programa, su organización académico-administrativa, el plan y los programas de estudio, los estudiantes, los académicos, la infraestructura y el financiamiento que, en conjunto, sustentan la formación de recursos humanos en un campo disciplinario particular. En algunos programas educativos de nivel licenciatura, es escaso el eje medio ambiente (PRM, 2006).

El perfil de egreso, son las características en cuanto a conocimientos, habilidades, capacidades, actitudes, valores y rasgos esenciales de personalidad que se proponen sean alcanzados por los egresados a través del currículo, en base a las diferentes esferas cognoscitiva, afectiva y psicomotora. En algunos casos es escasa la relación entre el eje medio ambiente y el perfil de egreso (PRM, 2006).

Tabla 3. Instrumento (Aparicio, 2014)

Instrumento. Valoración por el Coordinador del Comité de Diseño Curricular (CDC) para diagnosticar la presencia del eje medio ambiente en el Programa Educativo (PE)							
Programa Educativo:		Fecha:			No. de entrevista		
Nombre del coordinador del CDC:		día	mes	año			
Perfil de egreso:		Instrucción: Lea los componentes del eje “medio ambiente” y señale con una $\surd$ en qué grado se vinculan con el perfil de egreso. En la penúltima columna escriba qué unidades de aprendizaje están incorporados; y si no lo están, escriba en la última columna en qué unidades de aprendizaje es factible su incorporación.					
Componentes del eje “medio ambiente”		Muy vinculado con el perfil de egreso (3 puntos)	Parcialmente vinculado con el perfil de egreso (2 puntos)	Poco vinculado con el perfil de egreso (1 punto)	No se vincula con el perfil de egreso (0 puntos)	Unidad (es) de aprendizaje en la (s) que se incluye el eje	Unidad (es) de aprendizaje en la (s) que se podría incluir el eje
CONOCIMIENTOS	Construye conocimientos sobre la interrelación del aire, agua, suelo y ecosistemas.						
	Construye conocimientos sobre los recursos naturales que tiene el estado de Guerrero, México y el mundo						
	Construye conocimientos sobre el aprovechamiento de los recursos naturales.						
HABILIDADES	Construye conocimientos sobre las causas y consecuencias de problemas ambientales.						
	Analiza situaciones relacionadas con el ambiente.						
	Evalúa el impacto ambiental.						
ACTITUDES Y VALORES	Desarrolla proyectos de desarrollo sustentable.						
	Aplica métodos para mitigar los efectos de los problemas ambientales.						
	Promueve el uso de tecnologías limpias (ecotecnias).						
Trabaja con creatividad y rigor científico en la solución de problemas ambientales.							
Valora la diversidad natural.							
Muestra respeto por la conservación y cuidado del medio ambiente.							
Posee actitudes de responsabilidad en la búsqueda de alternativas de solución de los problemas ambientales.							
Toma iniciativas en la construcción de soluciones colectivas.							
Subtotal					Total		
Muy vinculado	(36 - 52 puntos)	Parcialmente vinculado		(18 - 35 puntos)			
Poco vinculado	(1 - 17 puntos)	No se vincula		(0 puntos)			

Los criterios fueron de acuerdo al eje medio ambiente y se desglosaron en (conocimientos, habilidades, actitudes y valores), estos elementos forman parte de las competencias que marca el Modelo Educativo de la UAGro y que todo profesionista debe integrar para que se desempeñe de manera efectiva en el ejercicio de su profesión.

Para diagnosticar la transversalidad del eje medio ambiente, se consideraron los fundamentos de Galochet (2009), Delors (UNESCO, 1996) y los postulados de la educación integral (UAGro, 2004). Los componentes del eje medio ambiente se describen en la tabla 4 (PRM, 2006).

Los rasgos para evaluar los criterios fueron: Totalmente (con un valor de 3 puntos), Parcialmente (con un valor

de 2 puntos), Poco (con un valor de 1 punto) y Nada (Con un valor de 0 puntos).

*Evaluación:* Se analizó el grado de vinculación entre el eje medio ambiente con el perfil de egreso. Se examinaron los componentes del eje “medio ambiente” y se indicó en qué medida están incorporados en la competencia de las unidades de aprendizaje. El procedimiento fue a través del uso del Plan de Estudio de Sociología 2012, para lo cual, se revisó el mapa curricular, las competencias de las unidades de aprendizaje del programa y el perfil de egreso. El motivo por hacer este trabajo se debió a las necesidades de establecer la relación entre el Programa Educativo de la Unidad Académica de Sociología y el Modelo Educativo de la UAG, en lo que se refiere al punto de transeveralización curricular (dimensión ambiental).

Tabla 4. Componentes del Eje Medio Ambiente

Conocimientos	Habilidades	Actitudes y valores
Construye conocimientos sobre la interrelación del aire, agua, suelo y ecosistemas.	Analiza situaciones relacionadas con el ambiente.	Valora la diversidad natural.
Construye conocimientos sobre los recursos naturales que tiene el estado de Guerrero, México y el mundo.	Evalúa el impacto ambiental.	Muestra respeto por la conservación y cuidado del medio ambiente.
Construye conocimientos sobre el aprovechamiento de los recursos naturales.	Desarrolla proyectos de desarrollo sustentable.	Posee actitudes de responsabilidad en la búsqueda de alternativas de solución de los problemas ambientales.
Construye conocimientos sobre las causas y consecuencias de problemas ambientales.	Aplica métodos para mitigar los efectos de los problemas ambientales.	Toma iniciativas en la construcción de soluciones de tipo colectivo
	Promueve el uso de tecnologías limpias (ecotecnias).	
	Trabaja con creatividad y rigor científico en la solución de problemas ambientales.	

### Resultados:

La problemática ambiental y los programas educativos de nivel superior: Después de revisar los documentos que presentan información importante sobre la situación ambiental o mejor dicho socio-ambiental y que se citan en este documento, se llegó a la conclusión que la problemática ambiental a nivel mundial no para. El hombre hace caso omiso sobre las advertencias y sugerencias del cuidado sobre sustentar el medio ambiente. Como lo expone Mora-Penagos (2012), la dimensión ambiental debería ser un imperativo. Las problemáticas, se convierten en necesidades, la problemática ambiental en la sociedad está complicando las formas de vida de las personas. Las necesidades y problemáticas sociales son elementos que acatan los planes de estudios para que la universidad se vincule con la sociedad. Las universidades deben de orientar o reorientar sus planes de estudio considerando el método de la transversalidad para considerar la dimensión ambiental.

La Unidad Académica de Sociología en Acapulco, ofrece la Licenciatura de Sociología de la Comunicación y Educación que se cursa normalmente en ocho semestres, éste ha sufrido dos reformas con el enfoque de competencias (2009 y 2012); actualmente el plan vigente es el del 2012, este sustituyó al anterior. El perfil de egreso marca la de formar un sociólogo con las competencias respectivas en el campo de la sociología de la comunicación y educación, mas no en el campo de la Educación Ambiental, lógicamente porque no es una licenciatura con enfoque ambientalista, pero por el hecho de implementar lo sugerido por el Modelo Educativo de la UAGro, en lo que respecta

a la dimensión ambiental como eje transversal, éste debe apegar sus competencias y unidades de aprendizaje a esta línea. Después de haberse aplicado el instrumento para evaluar la dimensión ambiental en la curricula de sociología, se llegó a la conclusión que en el Plan de Estudio 2012, la cuestión ambiental es mínima, o está poco vinculado con el perfil de egreso, porque de 52 unidades de aprendizaje entre obligatorias, optativas y electivas que contempla el mapa curricular de este programa, solo cuatro contemplan el eje ambiental de manera transversal, esto representa un 5.1 por ciento. Cabe mencionar que una de sus competencias del perfil de egreso, establece el cuidado del medio ambiente, pero en la práctica solo en la Unidad de Aprendizaje de Métodos de Investigación I y II, Seminario de Investigación y Seminario Práctico de Competencias en Educación, es el único espacio en donde se tocan temas apegados a resolver problemáticas ambientales. La cuestión es tratar estos temas de manera transversal aplicando ello en las demás unidades de aprendizaje, en alguna situación de aprendizaje que se presente, como por ejemplo, textos de cultura ambiental en la unidad de aprendizaje de Inglés I y II, en el área de comunicación hacer algún documental sobre el calentamiento global, la separación de la basura o de los residuos.

En una investigación realizada y que tiene similitud con la que ahora se presenta, se refuerza la información presentada. A continuación se describe:

Es destacable que los programas de Ingeniero Topógrafo y Geomático, Ciencias de la Educación y Sociología estén colocados en la categoría de parcialmente o poco vinculados (eje ambiental y perfil de egreso). La carencia o ausencia de lo ambiental se explica si tomamos en conside-

Tabla 5. Valoración por el Coordinador del Comité de Diseño Curricular (CDC) para diagnosticar la presencia del eje medio ambiente en el programa educativo

Muy vinculado	Parcialmente vinculado	Poco vinculado	No se vincula
Ingeniería en Sistemas Ambientales	Enfermería 4 Enfermería 1	Ingeniero Topógrafo y Geomático	Ciencias Políticas y Administración
Ingeniería en Recursos Maderable y No Maderables	Artes	Ciencias de la Educación	
Ingeniería en Producción Sustentable		Sociología	
Desarrollo Regional			
Biología			

ración que fueron diseñados con fundamento en una educación tradicional que privilegiaba la compartición de conocimientos técnicos, teóricos y metodológicos sobre un aprendizaje sustentado en actitudes y valores (PRM, 2006), (véase tabla 5).

En el cuadro presentado, se aprecia que el Programa Educativo de Sociología vincula poco la relación del medio ambiente y el perfil de egreso, también se observa que hay programas que están muy bien vinculados, parcialmente vinculados y otros que no se vinculan. Lo que sí es importante decir, que el programa de enfermería le lleva ventaja en este rubro siendo un programa del campo de la salud. Los programas que están bien vinculados se debe a que las competencias no responden solo a ejes transversales, sino a competencias de formación específica, es decir, son programas que tienen por finalidad formar por completo a un profesionista en un área ambiental o del desarrollo socio-ambiental.

### Discusión y conclusiones:

Desde finales del siglo XX, la preocupación en el mundo han sido las problemáticas que han impactado de manera negativa en el medio ambiente, entre estas se mencionan, la sobreexplotación y mal uso de los recursos naturales, contaminación de suelos, ríos, aire, tráfico de animales. Éstos a su vez, ocasionaron otras problemáticas como son la destrucción de la capa de ozono, calentamiento de la tierra, desertificación, contaminación atmosférica, contaminación de los océanos, pérdida de la diversidad de algunas especies de animales, etc. En la actualidad estos problemas han ido evolucionando de manera constante y lo peor, es que el ser humano ha sido el actor principal, por diversas razones, una de ellas es seguir sobreviviendo en el mundo donde se encuentra, pero se vale justificar que tal vez estos hechos se han venido realizando de manera consciente o inconsciente, aunque en la actualidad tenemos que utilizar un sentido responsable, evitando así seguir afectando a nuestra casa, que es el planeta tierra. Una de las estra-

tegias más significativas que desde el primer momento se consideró para resarcir el daño al medio ambiente fue el promover un sentido más crítico y responsable en el individuo, de tal manera que este fuera más consciente en el cuidado de los recursos que la naturaleza nos ofrece. Para este fin, surge la Educación Ambiental. Pero ¿Qué es la Educación Ambiental?

De acuerdo a Chagollán, et al. (2006), refieren a la manera sobre cómo debe definirse la Educación Ambiental (EA) y menciona que esta no es un campo de estudio como la química, física, biología, o ecología. Que (EA), es un proceso y que en realidad el término sería Educación para el Desarrollo Sostenible porque es más comprensible y específico, lo cual evitaría confusiones, ya que indica claramente el propósito del esfuerzo educativo: educación sobre el desarrollo sostenible, el cual es en realidad la meta de la Educación Ambiental. La EA es una estrategia que han empleado varios países desde los años del surgimiento de esta disciplina, para contrarrestar los efectos adversos que han provocado deterioros ambientales y por esta razón en la Educación Formal o Institucionalizada se ha implementado en los Planes y Programas de Estudio, la dimensión ambiental. Uno de sus principios es su presencia en los planes y programas de estudio de todos los niveles, desde el Preescolar hasta la Universidad.

Los planes de estudio que anexan la dimensión ambiental en el mapa curricular (listado de unidades de aprendizaje) y el perfil de egreso, obedeciendo a los lineamientos que se marcan en el modelo educativo que los rige, aplican la Educación Ambiental. El abordar una temática, desarrollar un curso, un proyecto con enfoque socio-ambiental, es causa de poner en práctica la EA. Como lo expone Chagollán et al. (2006), la EA, no es una asignatura en sí, es un proceso que busca la sustentabilidad hoy en día. La sustentabilidad se dará cuando los seres humanos poseamos las competencias (conocimientos, habilidades, actitudes y valores) para conducirnos de manera responsable dentro del contexto social en el que nos encontramos. Ejemplo de ello es, desarrollar competencias

sobre la separación de basura, de la importancia de reciclaje, del excesivo consumo, etcétera, pero haciendo consciencia del impacto que esto ha de tener en el medio ambiente y en el aspecto social.

El medio ambiente es y ha sido siempre importante para que la vida exista en la faz de la tierra, los factores abióticos como el aire, la luz y el agua son los elementos fundamentales. Sin estos elementos, los seres humanos, plantas y animales, moriríamos. La alteración del medio ambiente repercute en las formas de vida en los que habitamos el planeta, si se contamina el suelo, se provoca la sequía o la desertificación, si se afecta el aire, se provoca el cambio climático, y así sucesivamente. Un ejemplo, con respecto al cambio climático, es cuando aquellas zonas que ostentaban un clima frío ahora presentan climas cálidos o temperaturas altas, y las personas que habitan en estas, sufren sus efectos. Temas de esta índole pueden ser tratados de manera transversal en las diferentes unidades de aprendizaje del programa educativo de sociología. La sustentabilidad se va a dar cuando se une lo ambiental y las cuestiones socioeconómicas pero de manera racionalizada, teniendo en cuenta que es necesario pensar antes de actuar, ejemplo de ello, “si corto un árbol, siembro otro”. La Educación Ambiental (EA) llega a ser una actividad de suma importancia. Tal vez el hecho de promover conciencia en las personas no resuelvan esta problemática, pero si al implementar conocimientos, habilidades destrezas y valores, estas personas logren promover conductas favorables, desarrollar estrategias y una cultura, en favor del medio ambiente y con ello se logre minimizar o en su caso erradicar algunos de esos problemas.

Las unidades académicas o instituciones de nivel superior de la Universidad Autónoma de Guerrero tienen el deber de vigilar que en sus planes de estudio se incorpore el eje ambiental, porque está establecido en el Modelo Educativo y Académico, éste a la vez debe ser tomado en cuenta por el equipo o grupo de diseño curricular que inicie la actualización o elaboración de un currículo. Las competencias ambientales (conocimientos sobre el cuidado y preservación de los recursos naturales), (habilidades para analizar situaciones relacionadas con el medio ambiente), (actitudes y valores sobre respetar la naturaleza), deben ser adquiridas por todos los profesionistas que se formen en esta universidad, llámese sociólogo, médico, psicólogo, químico, etcétera.

Debido a la escasa relación que existe entre la transversalidad ambiental y el perfil de egreso del Plan de Estudio de Sociología, se sugiere que el Comité de Diseño Curricular del Programa Educativo de esta institución, haga una revisión minuciosa de la currículo (competencias de perfil de egreso y unidades de aprendizaje), acate las disposiciones que emanan del Modelo Educativo de la Universidad, respecto al eje de medio ambiente, considere el contexto (necesidades y problemáticas), para que el sociólogo egrese con los conocimientos, habilidades, actitudes y valores y se desempeñe con

un sentido responsable en su vida diaria.

## Referencias

- Aparicio, J. (2014). *Propuesta metodológica para diagnosticar la transversalidad del eje medio ambiente en Programas Educativos de Nivel Superior: El caso de la UA-Gro.* Tesis de doctorado, Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional, Programa de Doctorado en Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero, 63-97.
- Aparicio-López, J., Esquivel, E., y Bedolla, R. (2012). Experiencia en la evaluación, diseño y actualización de Planes de Estudio de Licenciatura de la Universidad Autónoma de Guerrero. *Libro de memorias del II Congreso Internacional de Educación Superior, la formación por competencias.* Tuxtla Gutiérrez, Méx. 965-981.
- Chagollán, A. F, López A. I, y Ávila M. A. (2006). *Educación Ambiental*, Jalisco, Méx: Umbral.
- Edwards, M., Gil, D., Vilches, A., y Praia, J. (2004). La Atención a la Situación del Mundo en la Educación Científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (1), 1-17.
- Galochet, M. (2009). El medio ambiente en el pensamiento geográfico francés: fundamentos epistemológicos y posiciones científicas. *Cuadernos geográficos*, 44, 7-28.
- González-Gaudiano, E. (2000). La Educación Ambiental en México: Logros, perspectivas y retos de cara al nuevo milenio. *Memoria del III Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental*, Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y pesca, México D.F: 3.
- Gutiérrez, P.J. (2011). *La Educación ambiental: Fundamentos teóricos, propuestas de transversalidad y orientaciones extracurriculares.* Madrid, La Muralla S.A.
- Mora-Penagos, W. (2012). Ambientalización curricular en la educación superior: un estudio cualitativo en las ideas del profesorado. *Profesorado*, 16, 79-81.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (1996). *La educación encierra un tesoro. UNESCO, Colección: Educación y Cultura para el Nuevo Milenio.* México, UNESCO.
- Presidencia de la República Mexicana. (2006). *Plan Nacional de Desarrollo, (2006 -2012).* Gobierno de México
- Universidad Autónoma de Guerrero. (2004). *Modelo Educativo y Académico de la UAG, México.* Edición Especial, Gaceta Universitaria. 45-47p.
- Universidad Autónoma de Guerrero. (2012). *Plan de Estudios 2012.* Unidad Académica de Sociología. 20-27.
- Universidad Autónoma de Guerrero. (2013). *Diagnóstico y Plan de Desarrollo Institucional (2013-2022),* Unidad Académica de Sociología. 11-12.
- Universidad Autónoma de Guerrero. (2013). *Modelo Educativo: Hacia una educación de calidad con inclusión social, Chilpancingo*: UAG, 103-105p.
- Universidad Iberoamericana de la Ciudad de México (2014, Abril 26). *Programa de Medio Ambiente (PMA), ambientalización curricular.* Obtenido de: <http://www.uia.mx/web/site/tpl-Nivel2.php?menu=mgCooperacion&seccion=maAmbiCurri>



## Evaluación de la calidad del agua ante la enfermedad renal crónica en la Zona Oriente de Michoacán, México

María de Guadalupe Panduro Rivera<sup>1</sup>

Leonel Hernández Mena<sup>2\*</sup>

Alberto López López<sup>2</sup>

Mario Alfonso Murillo Tovar<sup>2</sup>

José de Jesús Díaz Torres<sup>2</sup>

Jorge del Real Olvera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (PICYT) del CONACYT.

<sup>2</sup>Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C. Av.

Normalistas No. 800, Colinas de la Normal, CP. 44270, Guadalajara, Jalisco, México. Tel. +52 (33-33455200, ext. 2125.

\*Autor de correspondencia

lhernandez@ciatej.mx

### Resumen

Actualmente en la población de la región oriente de Michoacán existe una alta incidencia y prevalencia de la Enfermedad Renal Crónica (ERC), problema de salud grave que se presenta en individuos jóvenes sin diabetes mellitus o hipertensión arterial (causas comunes de la ERC), sugiriéndose así un posible origen ambiental. Particularmente, el análisis de calidad del agua es de vital importancia por ser la vía de asimilación de diversos contaminantes tóxicos desencadenantes de enfermedades como la ERC. El presente estudio contempló el muestreo de fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano en dos temporadas (estiaje y lluvias) de seis municipios del oriente de Michoacán con mayor número de casos de ERC, analizando parámetros fisicoquímicos que determinan su calidad, así como la presencia de iones inorgánicos, metales pesados y elementos tóxicos. Los resultados se compararon con los límites permisibles establecidos en NOM-127-SSA1-1993, NOM-041-SSA1-1994 y OMS-2011. Además se realizó un análisis de correlación múltiple para todo el conjunto de datos utilizando coeficientes de correlación de *Spearman*. La comparación de los resultados con los límites permisibles reveló niveles bajos de pH y altos para turbiedad, color, Fe, Al, Mn y As en varios sitios de muestreo. Las correlaciones más importantes para este estudio fueron la del pH con Cr, As y Cd ( $r_s = -0.39, -0.42, -0.38$ , respectivamente con  $p < 0.05$ ) probablemente porque bajos niveles de pH podrían ocasionar disolución de estos metales tóxicos, y la correlación de As y  $\text{Na}^+$  ( $r_s = 0.50$  en estiaje y  $r_s = 0.58$  en lluvias,  $p < 0.05$ ) porque el As tal vez forme arsenito de sodio o arseniato de sodio, estos compuestos son muy tóxicos para el organismo por su alta biodisponibilidad. Aunque la mayoría de parámetros en varios sitios se encontraron dentro de norma se deben tomar acciones correctivas para los sitios que tuvieron algún parámetro fuera de ella.

**Palabras clave:** agua, enfermedad renal crónica, Michoacán.

### Como citar el artículo:

Panduro-Rivera, M. G., Hernández-Mena, L., López-López, A. Murillo-Tovar, M. A., Díaz-Torres, J. J., y del Real-Olvera, J. (2014). Evaluación de la calidad del agua ante la enfermedad renal crónica en la Zona Oriente de Michoacán, México. *Tlamati*, 5(3). 22-32

## Abstract

At present in the population of the east region of Michoacán, there is high incidence and prevalence of Chronic Kidney Disease (CKD), a serious health problem that occurs in young individuals without diabetes mellitus or hypertension (common causes of CKD), thus suggesting a possible environmental origin. Particularly, analysis of water quality is vital as it is the assimilation pathway of various toxic pollutants potential of diseases such as CKD. This study included sampling water sources for human consumption in two seasons (dry and rainy) from six municipalities in east of Michoacán having the largest number of cases of CKD, analyzing physicochemical parameters that determine its quality as well as the presence of inorganic ions, heavy metals and toxic elements. The results were compared to the permissible limits established in NOM-127-SSA1-1993, NOM-041-SSA1-1994 and WHO-2011. In addition, a multiple correlation analysis was performed for the total dataset using *Spearman* correlation coefficients. The comparison of the results with the permissible limits revealed low pH level and high levels of turbidity, color, Fe, Al, Mn y As in various sample sites. The most important correlations for this study were pH with Cr, As and Cd ( $r_s = -0.39, -0.43, -0.38$ , respectively with  $p < 0.05$ ) since low pH may allow the dissolution of these toxic metals, and As with  $\text{Na}^+$  ( $r_s = 0.50$  dry season y  $r_s = 0.58$  rainy season, both with  $p < 0.05$ ) because As could be found in the form of sodium arsenite or sodium arsenate, these compounds are highly toxic to the body because of their high bioavailability. Although most parameters on multiple sites were within standard, corrective actions must be taken in the sites that had some non-standard parameter.

**Key words:** water, chronic kidney disease, Michoacán

## Introducción

La ERC constituye un problema de salud pública a nivel mundial. Las cifras de morbilidad y mortalidad asociadas a este padecimiento son alarmantes en México, siendo considerada una enfermedad degenerativa y catastrófica por los crecientes casos (Treviño-Becerra, 2004). Actualmente en México se carece de un registro de pacientes con ERC por lo que se desconoce su número preciso, sin embargo en el 2010 se estimó una tasa de incidencia de 434 casos por millón de habitantes (pmh) y una tasa de prevalencia de 1,310 casos pmh (López-Cervantes, 2010). Para este mismo año en Michoacán se estimó una tasa de prevalencia de 1,289 casos pmh y una tasa de incidencia superior a la media nacional de 463 casos pmh (López-Cervantes, 2010). Hoy se sabe que ésta enfermedad afecta con mayor frecuencia a los habitantes de la región oriente de Michoacán, repercutiendo en la calidad de vida y el patrimonio de muchas familias de esta región (García-Reyes, 2013).

La ERC es multifactorial ya que puede ser originada por infecciones, enfermedades asociadas (diabetes mellitus e hipertensión arterial), fármacos, factores y condiciones ambientales, estilos de vida y enfermedades genéticas (Evans y Taal, 2011). Por lo tanto, el factor medio ambiente podría estar jugando un papel muy importante en el desarrollo de la ERC que afecta la región oriente de Michoacán debido a que esta enfermedad se presenta en individuos jóvenes y sin diabetes mellitus o hipertensión arterial (Rincón-Pedrero et al., 2013).

En particular, la calidad del agua ha cobrado un especial interés como un factor ambiental y de estilo de vida, puesto que muchos habitantes de la región consumen agua sin previa potabilización y/o purificación (comunicación

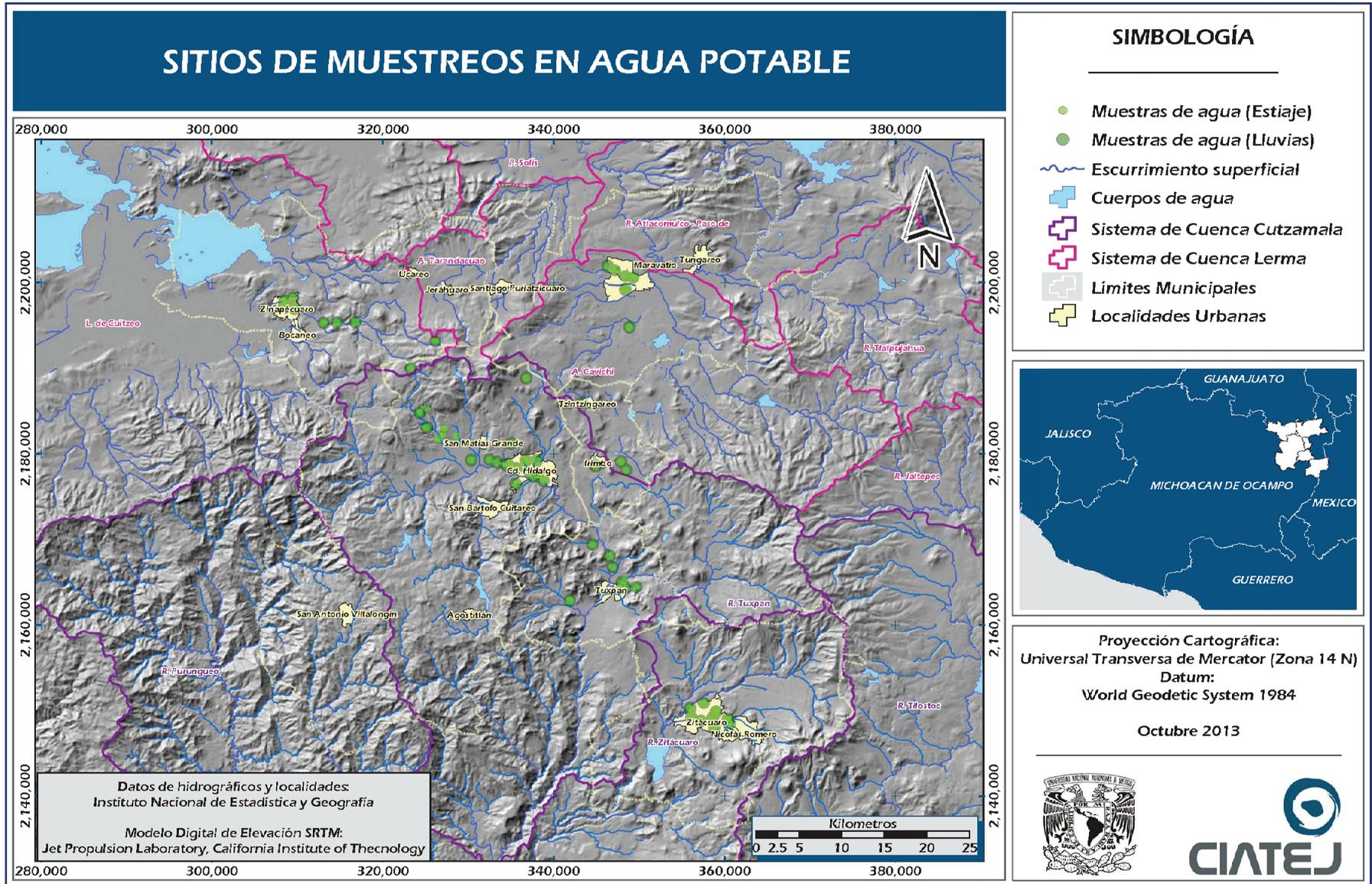
personal de habitantes). La presencia de compuestos contaminantes en fuentes de abastecimiento de agua pone en riesgo potencial la salud de las poblaciones o comunidades consumidoras de este líquido, en su forma directa o indirecta. De tal manera que diversos agentes contaminantes en el agua podrían ser causantes de la ERC (OMS, 2011).

Diversos estudios epidemiológicos han reportado que altos niveles de dureza en agua, así como la presencia de fluoruros, metales pesados (cromo, cadmio y plomo) y arsénico, se postulan como factores contribuyentes al desarrollo de la ERC, incluso a concentraciones muy por debajo de los niveles normales (Arreola-Mendoza et al., 2011; Bandara, 2008; Jayasumana et al., 2013; Johnson et al., 2012; Mishra y Mohanty, 2009; Sabath y Robles-Osorio, 2012; Yu et al., 2004). Asimismo, cadmio, plomo y arsénico se han asociado a la diabetes mellitus e hipertensión arterial que son las principales causas de la ERC (Arreola-Mendoza et al., 2011).

El presente estudio contempló el muestreo de fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, pozos, manantiales y lagunas, para evaluar su calidad con base en parámetros fisicoquímicos normados, así como determinar la presencia de iones inorgánicos, metales pesados y elementos tóxicos, esto en dos temporadas (estiaje y lluvias) entre 2012 y 2013 y en seis municipios del oriente de Michoacán con número alto de casos reportados de ERC, con respecto a la media nacional.

## Materiales y Métodos

La toma de muestras se realizó conforme a la NOM-014-SSA1-1993 en sitios de abastecimiento de agua potable de Zinapécuaro (ZIN, n=8), Cd. Hidalgo (HID, n=19; así como en la tenencia San Pedro Jácuaró, SPJ, n=19),



**Figura 1.** Mapa de ubicación de los sitios de muestreo en los seis municipios de estudio

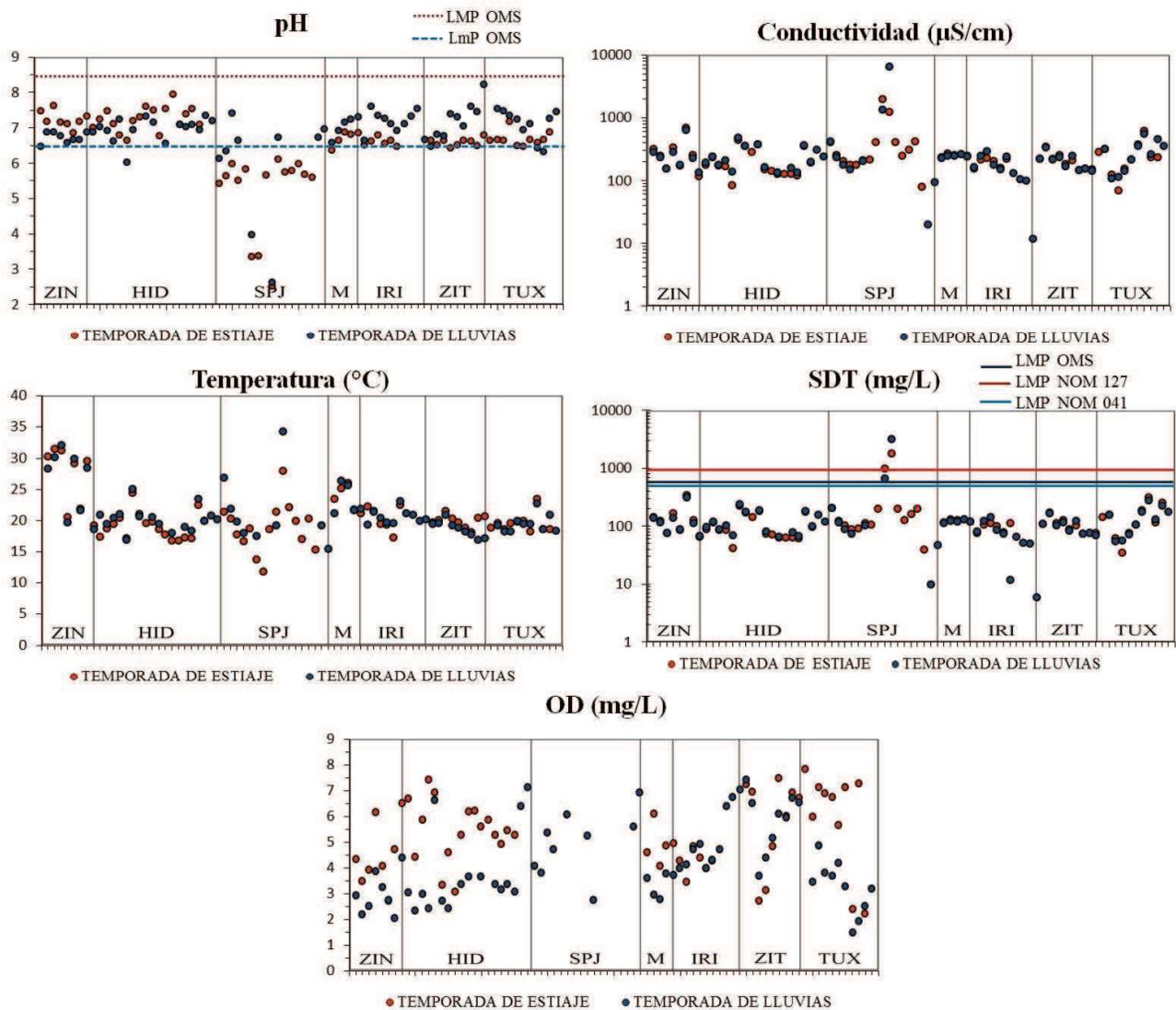


Figura 2. Gráficas de variación espacial de parámetros de campo por municipio. LMP: Límite Máximo Permisible, LmP: Límite Mínimo Permisible, ZIN: Zinapécuaro, HID: Cd. Hidalgo, SPJ: San Pedro Jácuar, M: Maravatio, IRI: Irímbo, TUX: Tuxpan, ZIT: Zitácuaro. Se emplearon escalas logarítmicas para conductividad y SDT.

Maravatio (M, n=5), Irímbo (IRI, n=2; así como en la tenencia Tzintzingareo, n=8), Zitácuaro (ZIT, n=9) y Tuxpan (TUX n=11), variando su número según la presencia o ausencia de las variables de estudio durante las temporadas de estiaje y de lluvias (n=69 y n=67, respectivamente). En la Figura 1 se presenta un mapa de la ubicación de los sitios de muestreo en los municipios ya referidos.

En el análisis en campo se empleó un GPS (Garmin, etrex H) para recabar datos de georeferenciación como latitud, longitud, y la altura sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) de los sitios de muestreo. También se usó un medidor multiparamétrico (HANNA, modelo HI9828) para obtener datos en campo de pH, temperatura, conductividad, sólidos disueltos totales (SDT) y oxígeno disuelto (OD) de las muestras de agua.

Los parámetros determinados en laboratorio y sus res-

pectivos métodos de análisis para aguas y aguas residuales siguieron los procedimientos y protocolos de validación y control de calidad establecidos por la American Public Health Association (APHA, 1998) para asegurar la confiabilidad de los resultados (Tabla 1).

Los resultados de los parámetros de calidad de agua fueron discutidos y comparados con los límites permisibles establecidos en normas oficiales mexicanas NOM-127-SSA1-1993 salud ambiental, agua para uso y consumo humano, NOM-041-SSA1-1994 agua purificada envasada, y en la guía internacional de la OMS-2011 para la calidad del agua potable.

Finalmente se llevó a cabo un análisis de correlación múltiple para todo el conjunto de datos y para cada temporada de muestreo mediante coeficientes de correlación de Spearman (Statgraphics Centurion XV.II), para establecer

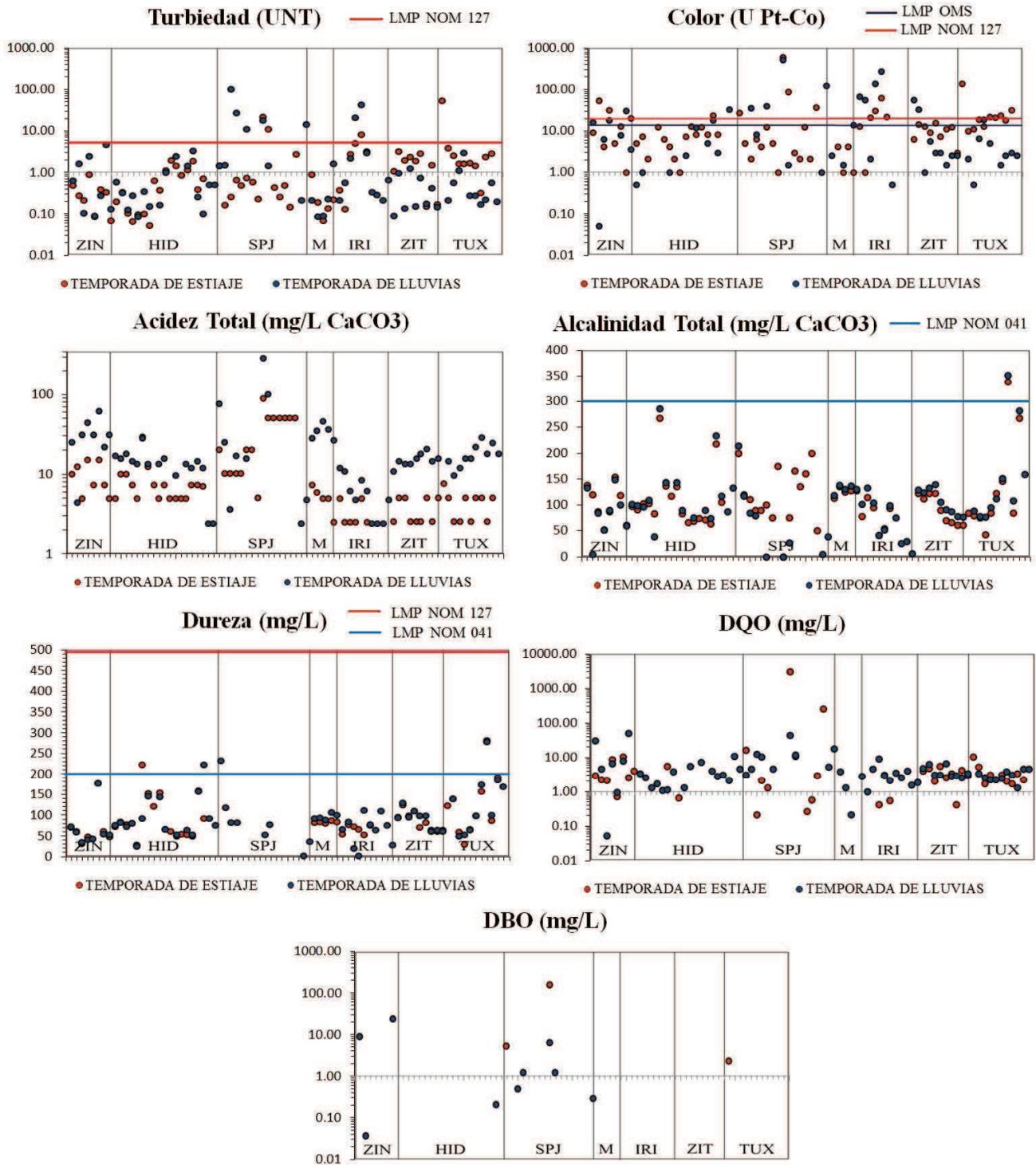


Figura 3. Gráficas de variación espacial de parámetros fisicoquímicos de calidad del agua por municipio. LMP: Límite Máximo Permisible, ZIN: Zinapécuaro, HID: Cd. Hidalgo, SPJ: San Pedro Jácuaro, M: Maravatio, IRI: Irimbo, TUX: Tuxpan, ZIT: Zitácuaro. Con excepción de alcalinidad total, se emplearon escalas logarítmicas.

el grado de asociación entre especies químicas que sugieran posibles fuentes en común. Para realizar este análisis sólo se consideraron sitios de abastecimiento de agua para consumo humano.

## Resultados

En lo que corresponde a parámetros de campo en el periodo de estiaje, el pH tuvo niveles por debajo de los límites mínimos permisibles (LMP) en 20 sitios de los 70 muestreados representando el 28.57%, y en el periodo de lluvias fueron 9 sitios de los 67 muestreados correspondientes al 13.43%, observándose una mayor frecuencia en sitios de SPJ. Las temperaturas, en ambas temporadas, fueron relativamente altas en la mayoría de los sitios de ZIN (cercanas a los 30°C) y en el sitio de Agua de Inyección de SPJ. Los valores de conductividad y SDT oscilaron dentro de lo normal para la mayoría de los sitios, no obstante dos ubicados en la tenencia de SPJ, Ciudad Hidalgo (Laguna Verde y Agua de Inyección que no son sitios de abastecimiento de agua para consumo humano), rebasaron los límites máximos permisibles (LMP) de ambos periodos de muestreo. También se obtuvieron niveles bajos de OD en sitios de ZIN, HID y TUX. En la figura 2 se presentan las gráficas de la variación por municipio de los parámetros medidos en campo.

En lo que concierne a parámetros de laboratorio, específicamente fisicoquímicos de calidad del agua, los valores de turbiedad en el periodo de estiaje sobrepasaron el LMP (NOM-127) en 4 sitios, y en el periodo de lluvias fueron 7 sitios, 5 pertenecen a SPJ y 2 a IRI. El LMP (OMS) de color en temporada de estiaje fue rebasado por 20 muestras (26.09%), y en temporada de lluvias por 16 muestras (25.37%). En algunos sitios de SPJ se encontraron altos niveles de acidez en los dos periodos de muestreo principalmente en Laguna Verde y Agua de Inyección. La alcalinidad en el sitio Agua Amarilla de TUX en ambas temporadas estuvo por arriba del LMP (NOM-041). La dureza, en temporada de estiaje, fue superior al LMP (NOM-041) en 2 muestras pertenecientes al Fresno (HID) y Agua Amarilla (TUX); mientras que en temporada de lluvias las muestras de los sitios 3 de Mayo (HID), Agua Ceniza (SPJ) y Agua Amarilla (TUX) sobrepasaron el LMP. Los valores de DQO y DBO estuvieron dentro de los rangos normales en la mayoría de las muestras, con excepción del sitio Laguna Verde (SPJ). En la Figura 3 se presentan las gráficas de la variación por municipio de dichos parámetros fisicoquímicos de calidad del agua.

En general, las concentraciones de los aniones y cationes estuvieron por debajo de los LMP normados, incluso  $\text{Li}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{Br}^-$  y  $\text{PO}_4^{3-}$  fueron inferiores al límite de detección, no obstante se destaca el sitio de Agua de Inyección de SPJ por las concentraciones altas de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Cl}^-$  que superan por mucho los LMP. También en el sitio de Pocitos de ZIN (en las dos temporadas) se obtuvieron valores de  $\text{NO}_3^-$  por encima del LMP de la OMS. Los niveles de  $\text{SO}_4^{2-}$  fueron más altos a los LMP en el sitio de La-

guna Verde (SPJ) en los dos periodos de muestreo. La Figura 4 muestra los resultados antes descritos.

En lo que se refiere a metales pesados y elementos tóxicos se destacan las concentraciones de Fe por rebasar el LMP (NOM-127) en 2 sitios del muestreo de la temporada de estiaje: Laguna Verde (SPJ) y La Cofradía (TUX), y en 11 sitios de la temporada de lluvias. El Al en 4 sitios se encontró por arriba del LMP (NOM-127) en el periodo de estiaje y en 20 sitios en el periodo de lluvias. Por su parte, el Pb en periodo de estiaje superó el LMP (OMS) sólo en La Cofradía (TUX). El LMP (OMS) del As en temporada de estiaje fue rebasado por 8 muestras, 5 pertenecientes a ZIN y 3 de SPJ, mientras que en temporada de lluvias también fue rebasado por 8 muestras de los mismos municipios. En cuanto al Mn, en el periodo de estiaje, 6 muestras rebasaron el LMP de la NOM-041, y en el periodo de lluvias sólo 4 de ellas lo superaron. Por último, cabe destacar que en el sitio de Agua de Inyección (SPJ) se encontraron niveles altos de Cr, Zn, Cd, Al, Pb, As, Sb, Ni y Se principalmente en el periodo de lluvias. En la Figura 5 se presentan las gráficas de variación por municipio de los metales pesados y elementos tóxicos.

Por último se describen los resultados de los análisis de correlación realizados a todas las variables de estudio. De manera general, tanto para temporada de estiaje como de lluvias, se mostraron correlaciones altas entre conductividad y SDT ( $r_s=1.00$  de estiaje y  $r_s=0.97$  de lluvias, con  $p<0.05$  en ambos casos). De igual forma la conductividad y los SDT se correlacionaron significativamente con  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Cl}^-$ , alcalinidad y dureza, en ambas temporadas de muestreo ( $p<0.05$  en todos los casos). En estiaje el pH se asoció negativamente (con  $p<0.05$  en todos los casos) con Cr ( $r_s=-0.39$ ), y de igual manera, en lluvias con As ( $r_s=-0.43$ ) y Cd ( $r_s=-0.38$ ). El oxígeno disuelto y la temperatura correlacionaron negativamente en los dos periodos (estiaje:  $r_s=-0.53$  y lluvias:  $r_s=-0.49$ , ambas con  $p<0.05$ ). El color se asoció significativamente ( $p<0.05$ ) con turbiedad ( $r_s=0.51$  en estiaje y  $r_s=0.43$  en lluvias, respectivamente), DQO ( $r_s=0.38$  en estiaje y  $r_s=0.39$  en lluvias), Fe ( $r_s=0.41$  en lluvias) y Al ( $r_s=0.43$  en lluvias). En temporada de lluvias la turbiedad también se relacionó con Fe y Al ( $r_s=0.52$  y  $r_s=0.64$ , respectivamente con  $p<0.05$ ). La acidez en estiaje se correlacionó principalmente con  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y As ( $r_s=0.52$ ,  $r_s=0.42$  y  $r_s=0.51$ , respectivamente con  $p<0.05$ ) y en lluvias con  $\text{Na}^+$ , Cd, As y Ni ( $r_s=0.41$ ,  $r_s=0.46$ ,  $r_s=0.36$  y  $r_s=0.37$ , respectivamente con  $p<0.05$ ). La alcalinidad tuvo correlaciones significativas con dureza ( $r_s=0.79$  en estiaje y  $r_s=0.72$  en lluvias, en ambos casos con  $p<0.05$ ),  $\text{Ca}^{+2}$  ( $r_s=0.68$  en estiaje y  $r_s=0.70$  en lluvias) y  $\text{Mg}^{+2}$  ( $r_s=0.79$  en estiaje y  $r_s=0.66$  en lluvias). De igual forma la dureza se relacionó significativamente ( $p<0.05$ ) con  $\text{Ca}^{+2}$  ( $r_s=0.87$  en estiaje y  $r_s=0.94$  en lluvias),  $\text{Mg}^{+2}$  ( $r_s=0.97$  en estiaje y  $r_s=0.93$  en lluvias). También se observaron asociaciones significativas entre aniones y cationes ( $p<0.05$  en distintos casos). Otra correlación destacada fue la del  $\text{Na}^+$  y As con  $r_s=0.50$  (estiaje) y  $r_s=0.58$  (lluvias) ambas con  $p<0.05$ . Cabe hacer mención que el Ni se asoció significativamente ( $p<0.05$ ) con la dureza ( $r_s=0.64$  en

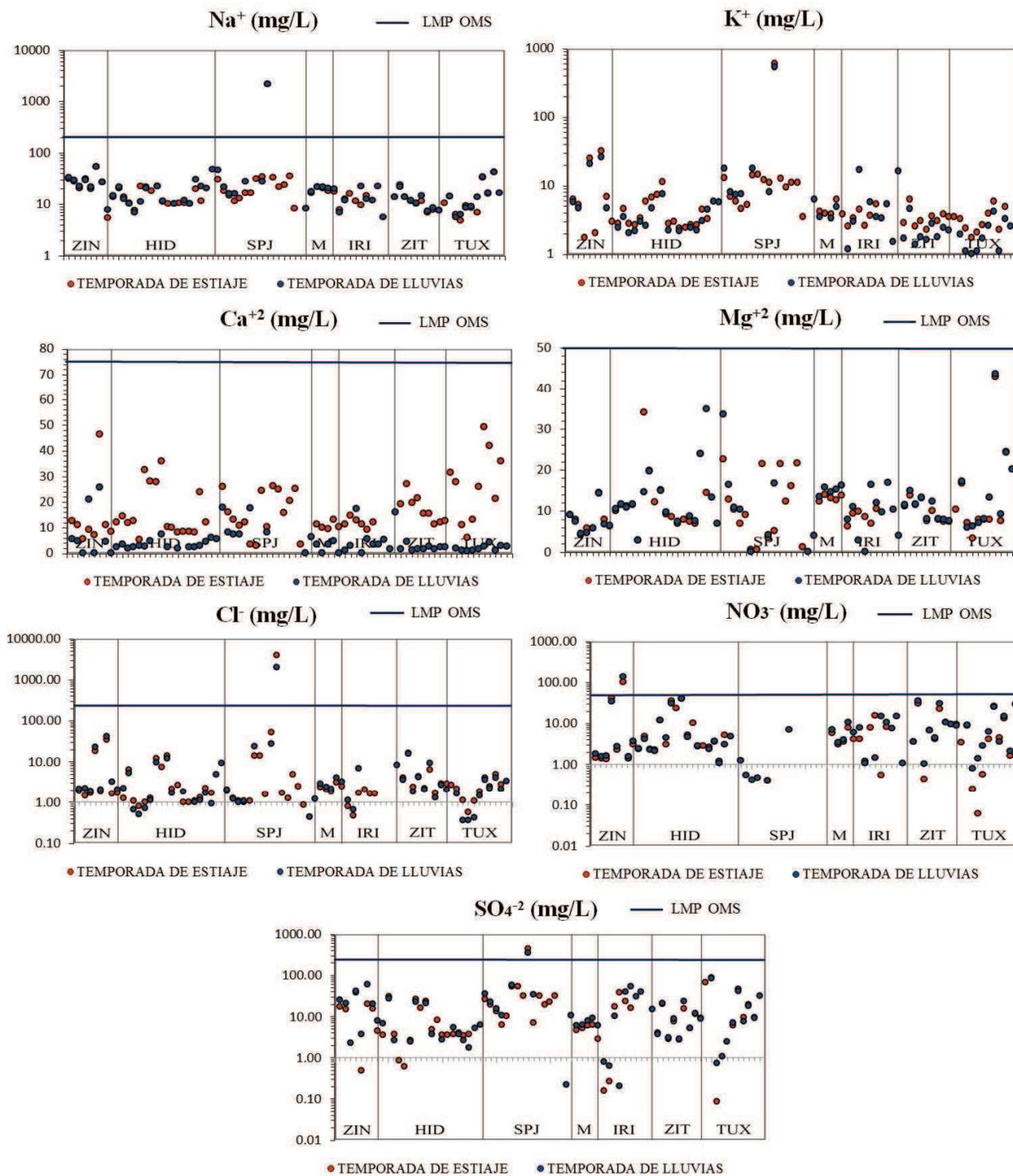


Figura 4. Gráficas de variación espacial de los principales aniones y cationes por municipio. LMP: Límite Máximo Permisible, ZIN: Zinapécuaro, HID: Cd. Hidalgo, SPJ: San Pedro Jácuaro, M: Maravatio, IRI: Irimbo, TUX: Tuxpan, ZIT: Zitácuaro. Con excepción de Ca<sup>+2</sup> y Mg<sup>+2</sup>, se emplearon escalas logarítmicas.

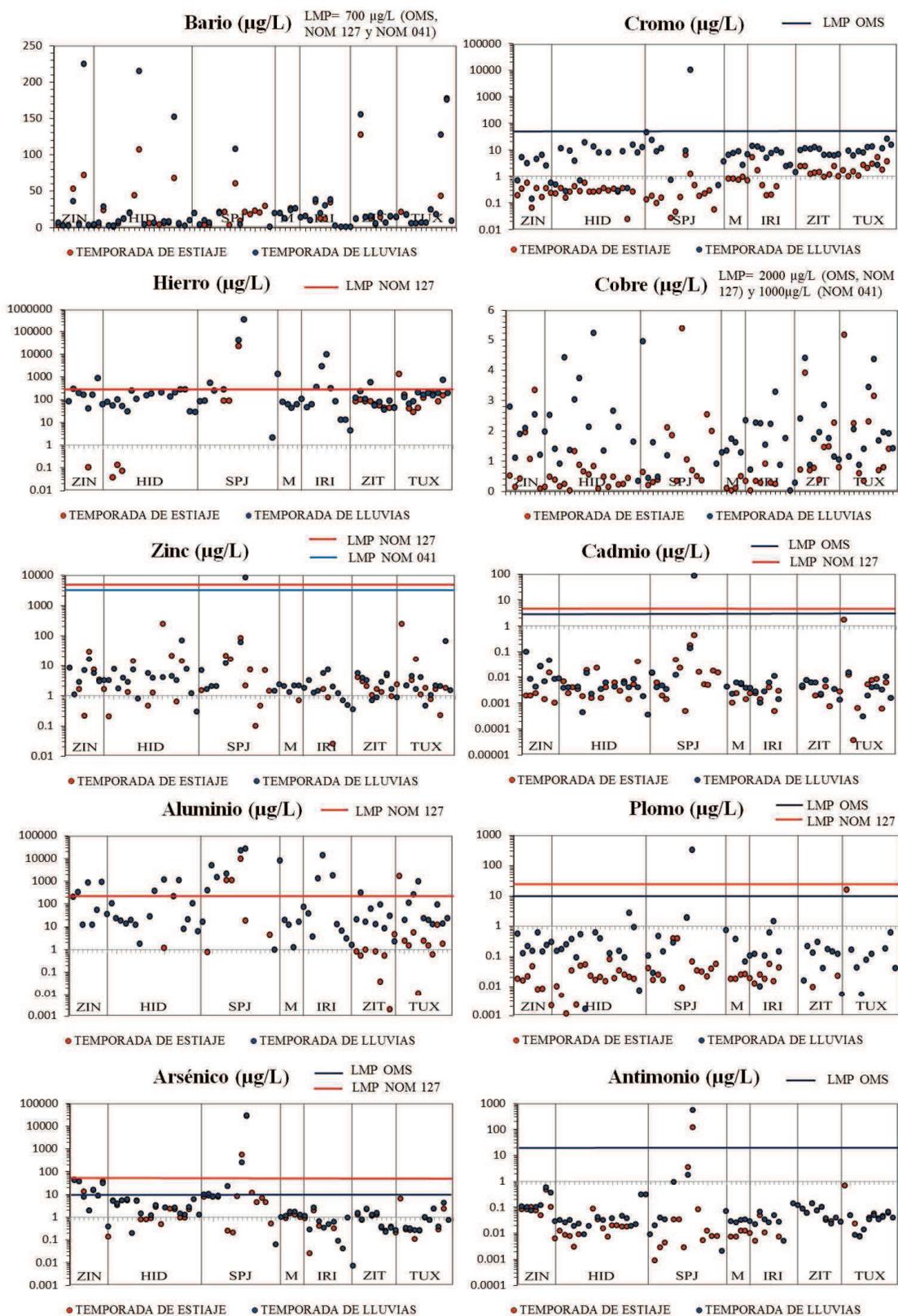


Figura 5. Gráficas de variación espacial de metales pesados y elementos tóxicos por municipio. LMP: Límite Máximo Permissible, ZIN: Zinapécuaro, HID: Cd. Hidalgo, SPJ: San Pedro Jácuar, M: Maravatio, IRI: Irimbo, TUX: Tuxpan, ZIT: Zitácuaro. Con excepción de Bario y Cobre, se emplearon escalas logarítmicas.

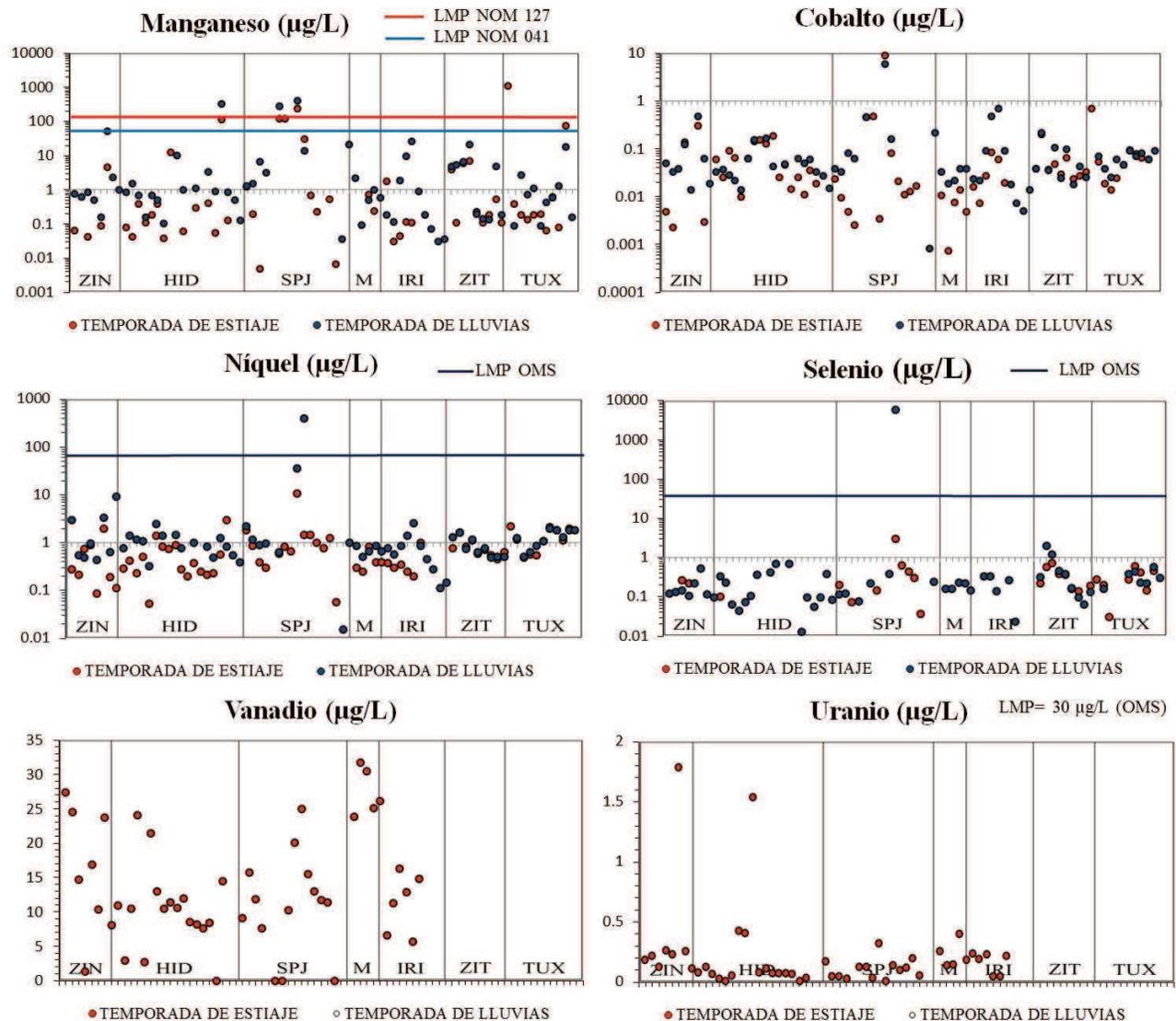


Figura 5 (Cont.). Gráficas de variación espacial de metales pesados y elementos tóxicos por municipio. LMP: Límite Máximo Permissible, ZIN: Zinapécuaro, HID: Cd. Hidalgo, SPJ: San Pedro Jácuar, M: Maravatio, IRI: Irímbo, TUX: Tuxpan, ZIT: Zitácuaro. Con excepción de Vanadio y Uranio, se emplearon escalas logarítmicas.

estiaje y  $r_s=0.52$  en lluvias),  $\text{Ca}^{+2}$  ( $r_s=0.60$  en estiaje y  $r_s=0.54$  en lluvias) y  $\text{Mg}^{+2}$  ( $r_s=0.60$  en estiaje y  $r_s=0.46$  en lluvias). El Ba se asoció principalmente con Co ( $r_s=0.36$  en estiaje y  $r_s=0.66$  en lluvias con  $p<0.05$ ) y Ni ( $r_s=0.56$  en estiaje y  $r_s=0.55$  en lluvias con  $p<0.05$ ). Y finalmente metales como As, Cr, Al, Cu, Fe Cd, Ni, Zn, Pb, Mn y Co mostraron correlaciones positivas y significativas entre sí ( $p<0.05$ ).

### Discusión y Conclusiones

Según las normas de referencia NOM-127, NOM-041 y OMS-2011, la mayoría de los parámetros de la calidad del agua que consume la población de la zona oriente de Michoacán se encuentran dentro de los límites establecidos

por dichas normas, sin embargo se destacan parámetros que por sus niveles pudieran tener efectos tóxicos o estar propiciando la ERC en la población. El pH bajo en algunos sitios podría ocasionar corrosión en sistemas de distribución del agua y contribuir con la disolución de metales potencialmente tóxicos para la población (OMS, 2011), esta probable disolución de metales se verifica con las correlaciones negativas entre pH y metales como el Cr, As y Cd, a los cuales se les ha vinculado con daño renal (Johnson et al., 2012; Mishra y Mohanty, 2009). En el caso de la turbiedad se destaca su asociación con el color pues se ha reportado que la presencia de bacterias ferruginosas confieren niveles altos de turbiedad y de color (OMS, 2011). También la turbiedad se ha correlacionado con Fe y Al ya que dichos metales pudieran estar unidos a ácidos

Parámetro	Métodos (APHA,1998)	Equipo
Acidez	2310B. Titulación	---
Alcalinidad	2320B. Titulación	---
Cationes y Aniones	4110 B. (aniones)	
Li <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> , Ca <sup>+2</sup> , Mg <sup>+2</sup> , F <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	ASTM D 6919-03 (cationes)	Cromatógrafo de Iones, Metrohm modelo 861 Compacto Avanzado con detector de conductividad
	Cromatográfico: estándar externo	
Color	2120C. Espectrofotométrico	Espectrofotómetro HACH DR 2800
DBO	5210B. Prueba de DBO al 5 día	Analizador BOD Trak II HACH con Incubadora INO 650V-9
DQO	5220D. Reflujo cerrado. Colorimétrico	Digestor HACH DR 8200
Dureza	2340B. Calculada con Ca <sup>+2</sup> y Mg <sup>+2</sup>	---
Metales y elementos tóxicos		Perkin Elmer ELAN 9000 ICP-MS
Ba, Cr, Fe, Cu, Zn, Cd, Al, Pb, As, Sb, Mn, Co, Ni, Se	3125 ICP-MS	
Turbiedad	2130B.Nefelométrico	Turbidímetro HACH 2100 ANIS

Tabla 1. Parámetros, métodos (APHA, 1998) y equipos utilizados para el análisis fisicoquímico y determinaciones analíticas de las muestras de agua.

húmicos (responsables de color en el agua) u otras partículas orgánicas, teniendo un riesgo para la salud de la población debido a que el pH ácido del estómago humano puede acelerar la liberación de iones metálicos (Marcó et al., 2004). Igualmente el color está asociado a las altas concentraciones de Fe (confirmado con el análisis de correlación) y sustancias húmicas. Cabe resaltar los resultados obtenidos en el sitio de Agua Amarilla (TUX) pues se encontraron niveles altos de dureza y alcalinidad que sobrepasaron los LMP en ambas temporadas de muestreo, la dureza pudiera ser perjudicial a la salud e incluso inducir la ERC, ya que contribuye a la formación de litos renales (Johnson et al., 2012).

Aunque la mayoría de aniones y cationes se encontraron debajo del LMP, el sitio Pocitos (ZIN) sobresale por sus altos niveles de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (en ambos muestreos), probable indicativo de contaminación fecal o agroquímicos, la presencia de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> se ha asociado en humanos con la metahe-moglobinemia, sobre todo en lactantes (OMS, 2011).

En cuanto a metales pesados y elementos tóxicos destacan las concentraciones de Fe, Al, Mn y As por rebasar el LMP de las normas en varios de los sitios de estudio, no obstante el único relacionado con ERC es el As (Arreola-

Mendoza et al., 2011; Jayasumana et al., 2013), debido a que no hay estudios suficientes que vinculen al Fe, Al o Mn con daño al riñón. Sin embargo no se deben dejar de lado a Mn y Al por sus efectos neurotóxicos (OMS, 2011). Además se subraya la asociación entre As y Na<sup>+</sup> sugiriendo que el As puede encontrarse en forma de arsenito o arseniato de sodio que son formas inorgánicas muy tóxicas puesto que tienen alta biodisponibilidad en el organismo (OMS, 2011); altas concentraciones de As se encontraron en la mayoría de los sitios de ZIN y en algunos sitios de SPJ. Cabe destacar también la presencia de Cr, Cd y Pb en la mayoría de sitios, y aunque inferiores a los LMP, muchos estudios reportan que la exposición crónica a muy bajas concentraciones de estos metales puede ocasionar daño renal y originar la ERC (Bandara, 2008; Mishra y Mohanty, 2009; Sabath y Robles-Ororio, 2012; Yu et al., 2004). En el caso del sitio La Cofradía (TUX) se deben tomar medidas de control inmediatas por sus altos niveles de Pb que rebasan el LMP (OMS). Es importante recalcar que metales como Cr, Al, Cu, Cd, Fe, As, Pb, Mn, Co, Zn y Ni se asociaron entre ellos por lo que es probable que estos elementos tengan un origen común. Y finalmente se debe destacar el sitio de Agua de

Inyección (SPJ), aunque no es una fuente de abastecimiento, se encontraron altos niveles de SDT, turbiedad, color, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, Cr, Zn, Cd, Al, Pb, As, Sb, Ni y Se que pudieran llegar a contaminar las fuentes de agua de zonas cercanas, debido a su altitud respecto de otros sitios y a que es reinyectada al subsuelo.

A partir de estos resultados se da una pauta que lleve a encontrar posibles causas de la ERC, dándole un seguimiento a parámetros de calidad del agua que estén vinculados según la literatura con esta enfermedad. Estudios epidemiológicos transversales en la zona de estudio pudieran ayudar a confirmar la correlación del factor calidad del agua con la ERC.

### Agradecimientos

Al Fomix Michoacán-CONACYT, 2011, por los recursos que permitieron financiar las actividades del proyecto Factores Ambientales Asociados a Insuficiencia Renal Crónica (IRC) en Catorce Municipios del Oriente de Michoacán. Al Dr. Malaquías López de la Unidad de Proyectos Especiales de la Facultad de Medicina de la UNAM por la invitación a colaborar en este proyecto.

A los funcionarios y servidores públicos de los municipios del Oriente de Michoacán, por el apoyo y facilidades en la toma de muestras.

### Referencias

- American Public Health Association (1998). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington D.C., EUA. 1120p.
- Arreola-Mendoza L, Del Razo L.M, Barbier O, Martínez-Saldaña C, Avelar-González F, Jaramillo- Juárez F y Reyes-Sánchez J.L. (2011). Potable water pollution with heavy metals, arsenic and fluoride and its relation to the development of kidney chronic illness in the infant population of Aguascalientes. En U. Oswald-Spring (Ed.), *Water Research in Mexico, Scarcity, Degradation, Stress, Conflicts, Management, and Policy*. Cuernavaca, MEX: Springer, 231-237.
- Bandara, J. M. R. S., Senevirathna, D. M. A., Dasanayake, D. M. R. S.V., Herath, V. y Bandara, J. M. R. P. (2008). Chronic renal failure in cascade irrigation systems in Sri Lanka associated with elevated dietary cadmium levels, rice and fresh water fish (Thilapia). *Environmental Geochemistry and Health*, 2 (30), 465-78.
- Evans, P. D. y Taal, M. W. (2011). Epidemiology and causes of chronic kidney disease. *Medicine*, 39 (7), 402-406.
- García-Reyes, V. (2013). Con punto de acuerdo, por el que se exhorta al gobernador y a la Secretaría de Salud de Michoacán a atender de forma prioritaria el problema de insuficiencia renal crónica que presentan los habitantes de la región oriente del estado. *Gaceta Parlamentaria, Cámara de Diputados*. VIII (3726). LXII Legislatura.
- Jayasumana, M. A. C. S., Paranagama, P. A., Amarasinghe, M. D., Wijewardane, K. M. R. C., Dahanayake, K. S., Fonseka, S. I., Rajakaruna, K. D. L. M., Mahamithawa, A. M. P., Samarasinghe, U. D., y Senanayake, V. K. (2013). Possible link of chronic arsenic toxicity with Chronic Kidney Disease of unknown etiology in Sri Lanka. *Journal of Natural Science Research*, 3 (1), 64-73.
- Johnson, S., Misra, S. S., Sahu, R. y Saxena, P. (2012). *Environmental contamination and its association with Chronic Kidney Disease of Unknown Etiology in North Central Region of Sri Lanka*. Obtenido de [http://www.cseindia.org/userfiles/sri\\_lanka\\_final\\_report.pdf](http://www.cseindia.org/userfiles/sri_lanka_final_report.pdf).
- López-Cervantes, M. (2010). *Enfermedad Renal Crónica y su Atención Mediante Tratamiento Sustitutivo en México*. México D.F., MEX: Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, 189p.
- Marcó, L., Azario, R., Metzler, C. y García, M.C. (2004). La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadoras a partir de fuentes superficiales. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 4, 74-82.
- Mishra, A. K. y Mohanty, B. (2009). Chronic exposure to sublethal hexavalent chromium affects organ histopathology and serum cortison profile os a teleost, *Channa punctatus* (Bloch). *Science of The Total Environment*, 407 (18), 5031-5038.
- Organización Mundial de la Salud. (2011). *Guidelines for Drinking Water Quality*. Geneva, SWI: World Health Organization, 541p.
- Rincón-Pedrero, R., Pacheco-Domínguez, R., López-Cervantes, M. y Correa-Rotter, R. (2013). Prevalence and risk factors associated to chronic kidney disease in a rural and suburban population of Jacuaro, Michoacan, Mexico: an epidemiologic survey in 2278 adult subjects, moderated poster session. *Epidemiology, Outcomes and Health Service Research in CKD*, Hong Kong, CHI: 1.
- Sabath, E. y Robles-Osorio, M. L. (2012). Medio ambiente y riñón: nefrotoxicidad por metales pesados. *Nefrología*, 32(3), 279-286.
- Secretaría de Salud. (1993). *NOM-014-SSA1-1993: Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados*. Diario Oficial de la Federación, México, 1-6 pp.
- Secretaría de Salud. (1993). *NOM-041-SSA1-1993: Bienes y servicios. Agua purificada envasada. Especificaciones Sanitarias*. . Diario Oficial de la Federación, México, 4-6 pp.
- Secretaría de Salud. (1994). *NOM-127-SSA1-1994: Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización*. Diario Oficial de la Federación, México, 3-4 pp.
- Treviño-Becerra, A. (2004). Insuficiencia renal crónica: enfermedad emergente, catastrófica y por ello prioritaria. *Cirugía y cirujanos*, 72 (1), 3-4.
- Yu, C. C., Lin, J. L. y Lin-Tan, D. T. (2004). Environmen-



## Indicadores para el manejo de los residuos sólidos urbanos en centros educativos de Ciudad Renacimiento y Llano Largo-Colosio de la ciudad de Acapulco, Guerrero, México

América Rodríguez Herrera<sup>1\*</sup>

Rocío López Velasco<sup>1</sup>

Alejo Lungo Rodríguez<sup>1</sup>

Branly Olivier Salomé<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Unidad de Desarrollo Regional, Universidad Autónoma de Guerrero Calle Pino s/n Col. El Roble  
CP. 39640. Acapulco, Gro Tel. +52 744 4876624

*\*Autor de correspondencia*  
*amerodriguez@gmail.com*

### Resumen

El estudio de los residuos sólidos urbanos en los centros educativos constituye una tarea fundamental, pues a la vez que las escuelas son espacios donde se concentra una importante población cuyas actividades generan importantes cantidades de residuos sólidos urbanos, son también lugares privilegiados para el impulso de una educación ambiental anclada a la práctica educativa formadora de valores, habilidades y competencias para un adecuado manejo del ambiente así también de los residuos sólidos en el ámbito local. Este estudio tiene como propósito generar indicadores que nos permitan conocer la capacidad de reciclaje de los principales subproductos generados en cinco centros educativos y la cantidad de residuos destinados al relleno sanitario de escuelas localizadas en espacios urbanos de la cuenca del Río de La Sabana en la ciudad de Acapulco.

Los indicadores se obtuvieron del examen de una base de datos obtenida en cinco escuelas de Ciudad Renacimiento y en el polígono Llano Largo-Colosio de la ciudad de Acapulco, que incluían datos sobre generación, peso volumétrico y la clasificación de los subproductos encontrados en las escuelas. Los indicadores más importantes son: el potencial de reciclaje 53.41% y los RSU cuyo destino es el relleno sanitario es de 46.59%. Sobre el primer indicador encontramos que los subproductos con potencial de reciclaje más importantes son el papel y cartón 40.57% y el plástico rígido 37.46%. En cuanto al segundo indicador los residuos de alimentos alcanzaron el 30.2%. Ambos indicadores muestran la importancia de introducir en el manejo de los RSU, la separación, el reuso y reciclaje, así también se sugiere la importancia de la educación ambiental para reducir la generación y lograr un manejo integral de los RSU.

**Palabras clave:** contaminación, reciclaje, disposición final.

### Como citar el artículo:

Rodríguez-Herrera, A., López-Velasco, R., Lungo-Rodríguez, A., y Olivier-Salomé, B. (2014). Indicadores para el manejo de los residuos sólidos urbanos en centros educativos de Ciudad Renacimiento y Llano Largo-Colosio de la ciudad de Acapulco, Guerrero, México. *Tlamati*, 5(3), 33-38

## Abstract

Study of municipal solid waste in schools is a fundamental task, since both are spaces where a large population is concentrated, and whose activities generate significant amounts of municipal solid waste. They are also prime locations for promoting environmental education anchored to forming educational practice of values, skills and competencies for proper management of environment, so solid waste at local level. This study seeks to generate indicators that allow us to determine the recyclability of main products generated in five schools and the amount of waste going to the landfill. These schools are located in urban areas of Rio de La Sabana at the City of Acapulco. Indicators were obtained from the study of a database obtained from five schools in Ciudad Renacimiento, and Llano Largo-Colosio in Acapulco, including data of generation, volumetric weight and a classification of products generated. The most important indicators are: potential for recycling 53.41% and MSW destined for the landfill is 46.59%. As first indicator, we found that products with major potential for recycling paper and cardboard are 40.57% and 37.46% rigid plastic. Regarding the second indicator, food waste reached 30.2%. Results show the importance of including management of solid waste, separation, re use and recycling, and importance of environmental education to reduce the generation and achieve integrated management of solid waste is also suggested.

**Keywords:** pollution, recycling, disposal.

## Introducción

Este estudio se enmarca en una investigación más amplia impulsada por el proyecto de investigación "Indicadores ambientales" de la Red Calidad Ambiental y Desarrollo Sustentable que inició en el año 2009 y que se encuentra en su tercer año de financiamiento, dentro de las Redes Temáticas de investigación del Programa de Mejoramiento del Profesorado PROMEP. En 2011 se realizó una investigación sobre los residuos sólidos urbanos generados en cinco escuelas públicas y privadas localizadas en Ciudad Renacimiento y el polígono Llano Largo-Colosio, asentamientos localizados en la cuenca del Río de la Sabana en la ciudad de Acapulco. En esa ocasión se obtuvo la generación *per capita*, peso volumétrico y la clasificación de los subproductos generados. Los datos mostraron que las escuelas estudiadas son micro y grandes generadores de RSU. Según la clasificación de la Ley 593 de Aprovechamiento y Gestión Integral de los Residuos Sólidos del Estado de Guerrero (LAGIREG), los grandes generadores, con base a lo establecido en los artículos 16 y 19 del reglamento de la misma ley, requieren de un plan de manejo con la finalidad de aminorar la presión sobre los sitios de depósito final de dichos residuos. De allí surgió la inquietud de generar indicadores que permitieran dar recomendaciones para el manejo de los RSU producidos en el sector educativo estudiado, para contribuir a la reflexión de políticas para un manejo integral en los aspectos relacionados con la separación, el reuso, el reciclaje, disminución de la contaminación y la presión de los RSU en el relleno sanitario, así como brindar información para el diseño de programas de educación ambiental y aportar a la discusión de las políticas educativas en el área de manejo de residuos sólidos.

## Materiales y Métodos

Para la elaboración de los indicadores partimos de los datos obtenidos en 2011, en los estudios sobre generación y clasificación de los RSU generados en planteles educativos de Ciudad Renacimiento y del polígono Llano Largo-Colosio localizados en la cuenca del río de La Sabana, zona urbana de la ciudad de Acapulco (véase figura 1).

La base de datos incluyó a tres escuelas públicas y dos privadas, una de estas últimas incluía guardería. En Ciudad Renacimiento se estudiaron los siguientes centros educativos: CETIS 90, Secundaria No. 9 y el colegio particular Thomas Alba Edison; en Llano Largo-Colosio se estudió la Escuela Primaria Federal Luis Donaldo Colosio y el Colegio Simón Bolívar.

Los estudios fueron hechos durante los meses de enero y febrero de 2011, tomando en cuenta los pasos metodológicos para el estudio de la generación y clasificación de los RSU contemplados por la Norma Mexicana NMX-AA-22-1985; en cada plantel educativo se dio un seguimiento de la generación durante una semana. La obtención de la muestra se realizó de acuerdo a la NMX-AA-15-1985, para posteriormente seleccionar los subproductos y cuantificar su porcentaje en peso respectivamente, de acuerdo a lo establecido en la NMX-AA-22-1985. También se obtuvo el peso volumétrico considerando la NMX-AA-19-1985.

Los datos expresaron la producción total y peso volumétrico por semana, mes y año escolar de cada centro educativo; así también una clasificación de los subproductos recolectados en cantidades y porcentajes durante el período de estudio. Con base en estos datos procedimos a la determinación de indicadores tomando en cuenta la ubicación geográfica, producción total y tipo de subpro-

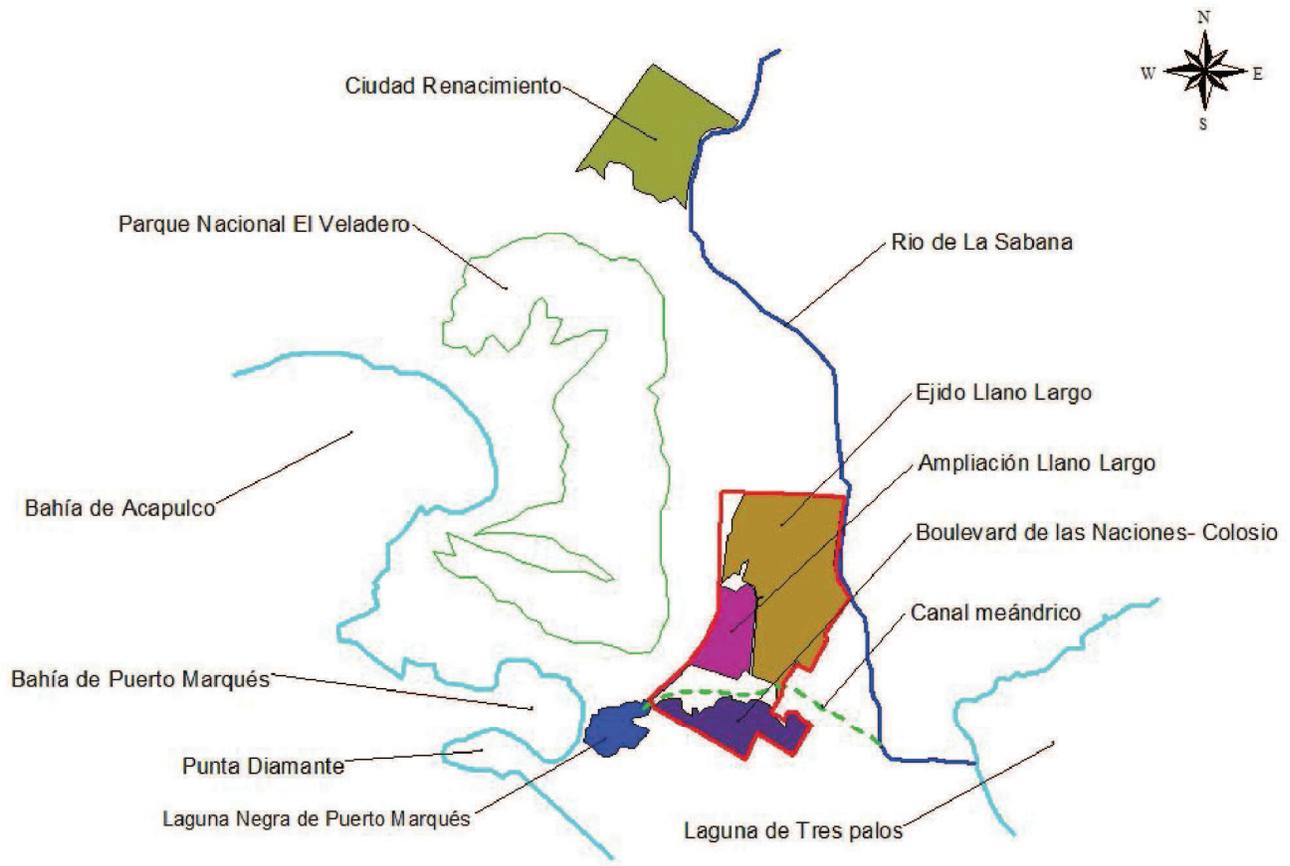


Figura 1. Área de estudio

ductos generados en los planteles.

Para calcular los indicadores se tomó como referencia a la Comisión Económica para América Latina [CEPAL] (2009) que propone una guía metodológica para elaborar indicadores ambientales. El porcentaje es la unidad de medida mencionada en esa guía, pues es un indicador que mide la relación entre dos o más variables (Sánchez y Cruz, 2007) (véase tabla 1).

## Resultados

### *Generación de RSU en centros educativos de Ciudad Renacimiento y Llano Largo.-Colosio.*

La generación total de RSU en los sitios estudiados es de 837 kg/día, de los cuales, el 58 % corresponde a los centros educativos del primer sitio y el 42% a centros educativos del segundo. La comunidad escolar de los centros educativos en los sitios estudiados corresponde a 5855 personas, 4135 ubicados en Ciudad Renacimiento y 1720 en Llano Largo-Colosio. La producción per cápita es de 0.12 Kg/ día y 0.20 en Llano Largo-Colosio, que sumados

hacen un total de 0.32 Kg/día, es decir, que para Ciudad Renacimiento corresponde el 36% y en Llano Largo- Colosio corresponde el 64% (véase tabla 2).

### *Potencial de reciclable por subproductos y por sitio estudiado.*

Los residuos reciclables encontrados en las escuelas estudiadas son: papel y cartón 181.4 kg, vidrio 10.7 kg, residuos de jardinería 87.5 kg y plástico rígido 167.5 kg, todos juntos aportan un total de 447.1 kg. En términos de porcentaje el papel y cartón representa el 40.57%, el vidrio el 2.39%, los residuos de jardinería el 19.57% y el plástico rígido el 37.46%. Ciudad Renacimiento tiene una producción de 98.8 kg/día de papel y cartón, vidrio 7.3kg/día, residuos de jardinería 60.5kg/día y plástico rígido 117kg/día, suman un total de 283.6 kg/día, es decir, en términos de porcentaje en Ciudad Renacimiento el 22.1% corresponde a papel y cartón, vidrio el 1.63%, residuos de jardinería 13.53% y plástico rígido 26.17%, juntos hacen un total de 63.43%. Por su parte Llano Largo-Colosio, localizada en la cuenca baja genera papel y cartón 82.6 kg/día, vidrio 3.4 kg/día, residuos de jardinería 27 kg/día y plásti-

Tabla 1. Hoja Metodológica de los indicadores generados en los centros educativos en las localidades de Ciudad Renacimiento y Llano Largo-Colosio

Nombre de Indicador	Descripción Indicador	Dirección	U de medida	Fórmula de Cálculo del Indicador:
Generación de RSU en centros educativos de Ciudad Renacimiento y Llano Largo.-Colosio.	Se tendrá una visión general de la generación de los RSU en centros educativos por sitio estudiado.	El valor de este indicador deberá tener una tendencia a la reducción.	%	$\%GRSUL = \frac{GRSULi}{GTRSU} \times 100$ % GRSUL: Porcentaje de RSU en centros educativos. GRSULi: Generación de RSU sitio i. GTRSU: Generación total de RSU en sitios estudiados.
Potencial de reciclable por subproductos y por sitio estudiado.	Permitirá conocer el porcentaje de los residuos que son susceptibles de reciclaje y su distribución por sitio.	El valor de este indicador deberá tener una tendencia a la reducción.	%	$\%RSUSRL = \frac{RSULi}{TRSU} \times 100$ % RSUL: Porcentaje de RSU con potencial de reciclaje en centros educativos. RSULi: RSU con potencial de reciclaje en sitio i. TRSU: Total de RSU con potencial de reciclaje en sitios estudiados.
RSU para depósito final en relleno sanitario por sitios estudiados.	Proporciona información sobre la cantidad de residuos sólidos que por sus cualidades su destino final es el relleno sanitario.	El valor de este indicador deberá tener una tendencia a la reducción.	%	$\%RSURSL = \frac{RSULi}{TRSU} \times 100$ % RSURSL: Porcentaje de RSU para depósito final en relleno sanitario en centros educativos. RSULi: RSU para depósito final en relleno sanitario en sitio i. TRSU: Total de RSU para depósito final en relleno sanitario en los sitios estudiados.

co rígido 50.5 kg/ día, todo lo cual suma 163.5kg/día. Es decir que en este mismo lugar se genera un 18.47% de papel y cartón, 0.76% de vidrio, 6.4% de residuos de jardinería y 11.29% de plástico rígido, que sumados representan un 36.56% del total (véase tabla 3).

*RSU para depósito final en relleno sanitario por sitios estudiados.*

Los residuos sólidos cuyo destino final es el relleno sanitario son: residuo fino que pasa la criba 52.9 kg/

día, envase de cartón encerado 27.5 kg/día, plástico de película 52 kg/día, poliuretano 18.7 kg/día, residuos alimenticios 122.1 kg/día y pañales desechables 31.9 kg/día, todos los cuales suman 305.1 kg/día. Expresado en porcentajes encontramos un 17.34%, un 9.01%, un 17.04%, un 6.13%, un 40.02%, y 10.45% respectivamente. En el caso de Ciudad Renacimiento encontramos una generación de 27.9 kg/día de residuo fino que pasa la criba, de 11.3 kg/día de envase de cartón encerado, de 27.6 kg/día de plástico de película, 12.4 kg/día de poliuretano, de 69.9 kg/día

Tabla 2. Generación de RSU en centros educativos de Ciudad Renacimiento y Llano Largo.-Colosio

Sitios/Sector de la cuenca	Generación kg/día	% de Generación	Población escolar	Generación per capita kg	%
Ciudad Renacimiento	485	58	4135	0.12	36
Llano Largo- Colosio	352	42	1720	0.20	64
Totales	837	100	5855	0.32	100

Fuente: Datos sobre generación y clasificación de RSU en Llano Largo y Renacimiento durante 2011

Tabla 3. Potencial de reciclable por subproductos y por sitio estudiado.

Residuos Reciclables	Total kg	% del total	Ciudad Renacimiento kg/día	% reciclables Ciudad Renacimiento	Llano Largo-Colosio kg/día	% reciclables Llano Largo-Colosio
Papel y Cartón	181.4	40.57	98.8	22.1	82.6	18.47
Vidrio	10.7	2.39	7.3	1.63	3.4	0.76
Residuos de jardinería	87.5	19.57	60.5	13.53	27	6.04
Plástico Rígido	167.5	37.46	117	26.17	50.5	11.29
Total	447.1	100	283.6	63.43	163.5	36.56

Fuente: Datos sobre generación y clasificación de RSU en Llano Largo y Renacimiento durante 2011

de residuos alimenticios, y 0 kg/día de pañales desechables, en total encontramos 149.1 kg/día. Estos valores representados en porcentajes son 9.14%, 3.7%, 9.05%, 4.06%, 22.91%, 0% respectivamente, juntos constituyen el 48.87% del total de los residuos generados en la zona estudiada. En cuanto al sector Llano Largo-Colosio encontramos la generación de 25 kg/día de residuo fino que pasa la criba, 16.2 kg/día de envase de cartón encerado, 24.4 kg/día plástico de película, 6.2 kg/día de poliuretano, 55.2 kg/día de residuos alimenticios y 31.9 kg/día de pañales desechables, todo lo cual suma 159 kg/día. Estos valores representados en porcentajes son 8.19%, 5.31%, 7.99 %, 2.08%, 18.09%, 10.45% respectivamente; el total de residuos destinados al relleno en Llano Largo-Colosio suman un 52.11% (véase tabla 4).

### Discusión y Conclusiones

*Generación de Residuos sólidos Urbanos en escuelas de Ciudad Renacimiento y Llano Largo-Colosio.*

La mayor cantidad de RSU se genera en Ciudad Renacimiento con un 58%, no obstante la generación per cápita es mayor en Llano Largo-Colosio donde se genera un 64% per cápita del total producido.

*Potencial de reciclaje y o reuso de subproductos generados.*

El total de RSU generados es de 837 Kg (véase tabla 2)

Tabla 4. RSU para depósito final en relleno sanitario por sitio estudiado

Residuos para el depósito final relleno sanitario/ segmento de cuenca	Total kg	% del total	Ciudad Renacimiento /segmento medio kg/día	% de residuos para relleno sanitario Ciudad Renacimiento	Llano Largo-Colosio/ segmento bajo kg/día	% de residuos para relleno sanitario Llano Largo-Colosio
Residuo fino que pasa la criba	52.9	17.34	27.9	9.14	25	8.19
Envase de cartón encerado	27.5	9.01	11.3	3.7	16.2	5.31
Plástico de película	52	17.04	27.6	9.05	24.4	7.99
Poliuretano	18.7	6.13	12.4	4.06	6.3	2.06
Residuos alimenticios	122.1	40.02	69.9	22.91	55.2	18.09
Pañales desechables	31.9	10.45	0	0	31.9	10.45
Total	305.1	100	149.1	48.87	159	52.11

Fuente: Datos sobre generación y clasificación de RSU en Llano Largo y Renacimiento durante 2011

por lo que 447.1kg equivale al 53.41% del total de la generación de RSU, es decir que, predomina la generación de los subproductos con potencial de reciclaje. Los subproductos más frecuentes son el papel y cartón, que alcanza porcentajes de 40.57%, el plástico rígido con un 37.46% y los residuos de jardinería con un 19.57%.

Ciudad Renacimiento es la que genera más subproductos reciclables con un 63.43%, de éstos el 26.17% es plástico rígido, papel y cartón 22.1%, residuos de jardinería 13.53%; Llano Largo-Colosio aporta el 36.56%, de los cuales papel y cartón son el 18.47%, el plástico rígido 11.29% y residuos de jardinería 6.04%.

El potencial de reciclaje de los subproductos papel, cartón y plástico rígido mostrado en los sitios estudiados es consistente con los resultados de otros estudios realizados en centros educativos, en unidades académicas de la Universidad Veracruzana en Xalapa, Veracruz (Cabrera 2008) muestran que el papel y el cartón es un rubro importante en los residuos sólidos generados en este ámbito escolar, pero también estos subproductos fueron encontrados de manera significativa en un estudio realizado en un ámbito domiciliario en el municipio de Buenos Aires (Instituto de Ingeniería Sanitaria 2003), para este autor la organización comunitaria y el estudio de los mercados de estos productos se vuelve de particular interés en la construcción de una alternativa de manejo integral de los RSU.

Por otro lado, la separación de subproductos aporta al reuso y reciclaje y con ello a disminuir el volumen de residuos enviados al relleno sanitario, esto ha sido demostrado por Maldonado (2006) en la ciudad de Mérida, mediante un programa de separación en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, en Mérida, (CINVESTAV-Mérida) durante el año 2003, con las acciones desarrolladas se logró reducir en un 67% el volumen de residuos enviados al relleno sanitario en dicha ciudad. En el caso estudiado el reciclaje podría ser una actividad fundamental que podría también contribuir a aminorar la presión de los RSU en el relleno sanitario.

Subproductos cuyo destino final es el relleno sanitario. El total de productos destinados al relleno sanitario fue de 389.9 Kg en toda la zona, lo que equivale al 100% de este tipo de productos producidos en las dos zonas estudiadas. Cabe señalar que el total de RSU generados es de 837 Kg (véase tabla 2) por lo que 389.9 Kg equivale al 46.58% del total de la generación de RSU, es decir, que, aunque es comparativamente menor el porcentaje de RSU

no reciclables, éste se presenta cercano a la mitad de lo producido y ésta es la cantidad que inevitablemente tiene que ser depositadas en el relleno sanitario. Sobre el tipo de residuos no reciclables que se generan en las escuelas estudiadas el subproducto más frecuente es, restos alimenticios con un 40.02%, seguido por residuo fino que pasa la criba con un 17.34%, plástico de película con un 17.04%, pañales desechables 10.45%, envase de cartón encerado 9.01% y poliuretano 6.13%.

Algunos de estos subproductos, tanto los objetos de reciclaje como también los destinados al relleno sanitario, pueden ser disminuidos mediante programas de educación ambiental actividad estratégica para el impulso de una propuesta de manejo integral, que podría también disminuir la generación per cápita y contribuir a disminuir los indicadores registrados en Llano Largo-Colosio (véase tabla 2). La educación ambiental abarcaría a estudiantes, profesores, personal de intendencia, cooperativas escolares y otros que operan al interior de las escuelas, e incluso podría proyectarse sobre ámbitos comunitarios, fortaleciendo estrategias de vinculación y proyección del sector educativo sobre el comunitario.

## Referencias

- Cabrera J. 2008. *Prospección de la generación de residuos sólidos urbanos en la Universidad Veracruzana, Región Xalapa*. Tesina, Licenciatura en Biología, Facultad de Biología Universidad Veracruzana. 74 p.
- Maldonado L. (2006). Reducción y reciclaje de residuos sólidos urbanos en centros de educación superior: Estudio de caso. *Revista Ingeniería*, 10-1, 59-68.
- Instituto de Ingeniería Sanitaria. Facultad de Ingeniería Universidad de Buenos Aires. (2003) Escenarios para un programa de reciclaje de RSU en la ciudad de Buenos Aires. Estudio de calidad y gestión de RS de la ciudad de Buenos Aires. *Revista Ingeniería Sanitaria y Ambiental* No 66, 17.
- Comisión Económica para América Latina CEPAL (2009) Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe. Serie Manuales 1-129, Santiago de Chile.
- Sánchez Toro Diana y Cruz Cerón Gabriel. (2007). Marco conceptual para el desarrollo de indicadores de sustentabilidad. *Agronomía*. 15 (1) 63-88. Universidad de Caldas. España.



## Caracterización de olote tratado para obtener sus potencialidades de un carbón activado y emplearlo en invernaderos de Tehuacán, Puebla, México

José Luis Martínez Suárez<sup>1</sup>

Persi Shacht Hernández<sup>2</sup>

Abraham Pérez Delgado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Tehuacán, Prolongación 1 sur No. 1101 San Pablo Tepetzingo, Tehuacán Puebla. C.P. 75859. Tel. +52 (238)3803100.

<sup>2</sup>Instituto Mexicano del Petróleo, Av. Cien Metros No. 152 Delegación Gustavo A. Madero, Ciudad de México.

*\*Autor de correspondencia*

*luis.martinez@uttehuacan.edu.mx*

### Resumen

El municipio de Tehuacán ubicado en el estado de Puebla, México cuenta con una economía que se basa principalmente en la agricultura en la cual parte de estos procesos son realizados en invernaderos. Por otro lado el agua de riego de la junta auxiliar San Pablo Tepetzingo perteneciente a dicho municipio presenta metales pesados según estudios de la Benemérita Universidad de Puebla y la Universidad Tecnológica de Tehuacán.

Tehuacán es conocida como la cuna del maíz. En dicho municipio se produce en su mayoría agrícola el maíz en la que al subproducto (olote) no se le da un valor agregado y puesto que este tiene propiedades lignocelulósicas (característica propia de materiales precursores del carbón activado) se estudió la posibilidad de emplear este subproducto como material adsorbente y en un futuro emplearlo para el agua de riego de Tehuacán. Para ello se modificó el material para que tuviera propiedades adsorbentes. Se logró obtener un material modificado por medio de un tratamiento térmico y corroborar la temperatura por medio de un análisis térmico diferencial. A este material se le realizó la caracterización física (área superficial, volumen total, diámetro de poro) y observar la estructura transformada. Con base a los resultados se concluyó que este subproducto agrícola es un potencial adsorbente. Cabe mencionar que a partir de estos estudios se procederá a realizar en futuras investigaciones los tratamientos adecuados para la transformación del olote en un carbón activado.

**Palabras Clave:** Olote, invernaderos, termogravimétricos, carbón activado, microscopía electrónica, isoterma.

### Abstract

Place of interest is the town of Tehuacan, State of Puebla, México which is mainly sustained on agriculture. Part of these processes are greenhouses. Water from San Pablo Tepetzingos' city council supplies, according to Benemerita Universidad de Puebla and Universidad Tecnologica de Tehuacan contains heavy metals.

### Como citar el artículo:

Martínez-Suárez, J. L., Shacht-Hernández, P. y Pérez-Delgado, A. (2014). Caracterización de olote tratado para obtener sus potencialidades de un carbón activado y emplearlo en invernaderos de Tehuacán, Puebla, México. *Tlamati*, 5(3), 39-44

Tehuacan also known as the birthplace of maize (INAH, 2013). The olote is a byproduct of maize whereby has interesting properties as ligno-cellulosic. This feature it is inherent from precursor materials of powdered activated carbon, this is why the material was modified so which have adsorbent properties and to gaining an alternative and interesting byproduct.

The project obtained a modified material heat-treated chromoly, and this data was corroborated through a differential thermal analysis. This material was characterized (surface area, total volume, pore diameter) and the material was observed with a structure transformed. This work was based on results obtained, and concluded that this byproduct agricultural is a potential adsorbent. It should be noted that from now, this study will be studied as a right treatment for transforming olote to activated carbon.

**Keywords:** Olote, greenhouses, thermogravimetric, activated carbon, electronic microscopy, isotherm

## Introducción

El municipio de Tehuacán se ubica a 130 Km del estado de Puebla, una de las principales fuentes económicas de este municipio es la agricultura, de la cual se destinan 10112.4 hectáreas para riego y 4260.2 para temporal. Principalmente para el riego se extrae agua de pozo profundo y la cantidad es de 42.05 miles de metros cúbicos diarios (INEGI, 2009), del total de 257.3 millones de m<sup>3</sup>/año extraídos de acuíferos el 78% corresponde al área agrícola y un 18% al público urbano. El agua en la junta auxiliar de San Pablo Tepetzingo contiene metales pesados según estudios de la Benemérita Universidad Autónoma y la Universidad Tecnológica de Tehuacán (Puebla noticias, 2013). Aunado a esto en la zona de interés se emplean invernaderos, en la que grandes empresas tratan el agua mediante osmosis inversa, la almacenan y posteriormente se le suministran los nutrientes y fertilizantes como es el caso de Harvest Pride. Lamentablemente en la región no se cuenta con empresas tan grandes por lo que no recurren al tratamiento de aguas y por ende tienen problemas al contaminar el cultivo. Dentro de los tratamientos se encuentran los físico-químicos en el cual se emplean materiales adsorbentes como son el carbón activado, las zeolitas, el gel de sílica, entre otros (Geankopolis, 1998), los cuales pueden

no ser de fácil obtención para pequeñas comunidades, por lo que es importante explorar el potencial potabilizador de un material como el olote de maíz, que es de fácil acceso y que puede tratarse para adquiera propiedades similares a las de los adsorbentes comerciales.

## Materiales y métodos

### Material a emplear y su obtención.

El material a estudiar como potencial adsorbente fue el olote, el cual es un subproducto de desecho agrícola del maíz blanco criollo (*Zea mays*) que fue adquirido en el Municipio de Tehuacán, el cual está ubicado en la parte Sureste del Estado de Puebla, a una altitud de 1640 msnm (INEGI, 2009), debido a que los agricultores lo utilizan para quemarlo y no tiene un valor agregado.

### Tratamiento térmico.

- Carbonizar el material. Por lo que fue necesario conocer la temperatura adecuada del olote de maíz. El carbón obtenido es llamado carbón primario (Luna, 2007). Debido a que la composición del olote es similar a la madera, se tomó como parámetro la temperatura de ignición de esta última la cual es de 300°C (Ritter, 1956). Con base a este parámetro e realizó una metodología propia para obtener el punto de ignición del olote.
- Se determinó el punto de ignición del olote.
- Se seleccionaron olotes poco deteriorados por envejecimiento o degradación biológica.
- Se obtuvo el bagazo por medio del rallado de la superficie del olote.
- Se utilizó una estufa para evaporar la humedad residual del bagazo a 55°C durante 24h para tener peso seco del material antes del tratamiento y pasarlo al desecador durante 30 min.
- Se desarrollaron tratamientos térmicos del bagazo, por medio de un horno eléctrico a 180° (durante una hora), 210 y 245°C (25 min para estos valores), para verificar el grado de modificación obtenido por aplicación de calor. Se tomó la lectura de las tempe-

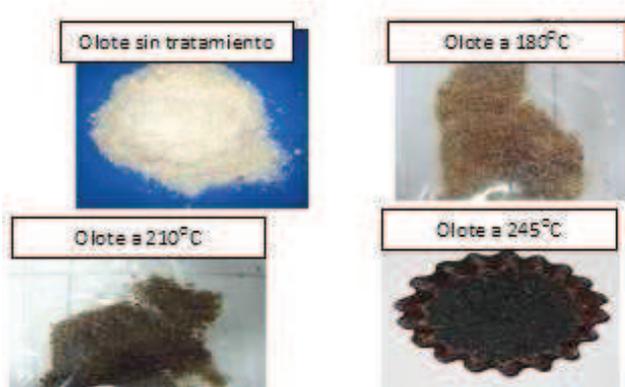


Figura 1. Comparación del olote sin tratamiento, con el tratado a 180°C, a 210°C y a 245°C.

Tabla 1.. Tratamientos térmicos del bagazo

Temperatura °C	Peso inicial en gramos	Peso después de tratamiento en gramos	Porcentaje de material disponible
180	4.251	4.1367	98.016
210	4.2512	3.7687	88.65
245	4.2523	1.6508	38.82

raturas con un control digital y su termopar. Se determinó el peso final después de cada tratamiento térmico para obtener las pérdidas de masa.

- Se almacenó el material obtenido en bolsas herméticas debidamente identificadas.

#### Análisis térmico diferencial.

Se realizaron estudios DTG (termogravimétricos). La termogravimetría (TG) se basa en la medición de la variación de la masa de una muestra cuando es sometida a un programa de temperatura en una atmósfera controlada. La variación de masa puede de ser pérdida o ganancia (Quiminet, 2010). Los experimentos se realizaron en un Analizador térmico diferencial Perkin Elmer modelo DTA-7; Intervalo de a 1000°C a 10°C/min; Atmósfera: aire extra seco pureza 19.5-23.5% volumen de oxígeno; flujo-20 ml/min, bajo la norma ASTM E-794.

#### Análisis BET.

A partir de las muestras del tratamiento térmico a 245°C (carbón de olote) se evaluó el área superficial, volumen y diámetro de poro, con ello se logró compararlo con un car-

bón activado comercial. La técnica se basa en la adsorción de un gas inerte a baja temperatura sobre una superficie sólida, y permite evaluar la superficie total de la muestra (González, 2005). Esto fue determinado por medio de la normas ASTM D-3663-03, ASTM D-4222-03, ASTM D-4641-94 (ASTM American Society for Testing and Materials). El equipo empleado fue un analizador de área superficial ASAP-2405, marca Micrometrics, Temperatura de Nitrógeno líquido -196.16°C, calibrado y verificado con estándares vigentes de trazabilidad.

#### Análisis TEM.

El carbón activado es un adsorbente que presenta un elevado y variado grado de porosidad, una considerable superficie interna y un cierto contenido de grupos químicos superficiales; estas características son las responsables de sus propiedades adsorbentes (Moreno, 2007). Se realizó un análisis cualitativo de la modificación de los material por medio de un análisis por *Transmission Electron Microscopy* (TEM) del carbón tratado térmicamente a 245°C, para conocer la superficie y los poros de la muestra, esta metodología fue realizada por el método convencional del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP). El equipo empleado fue

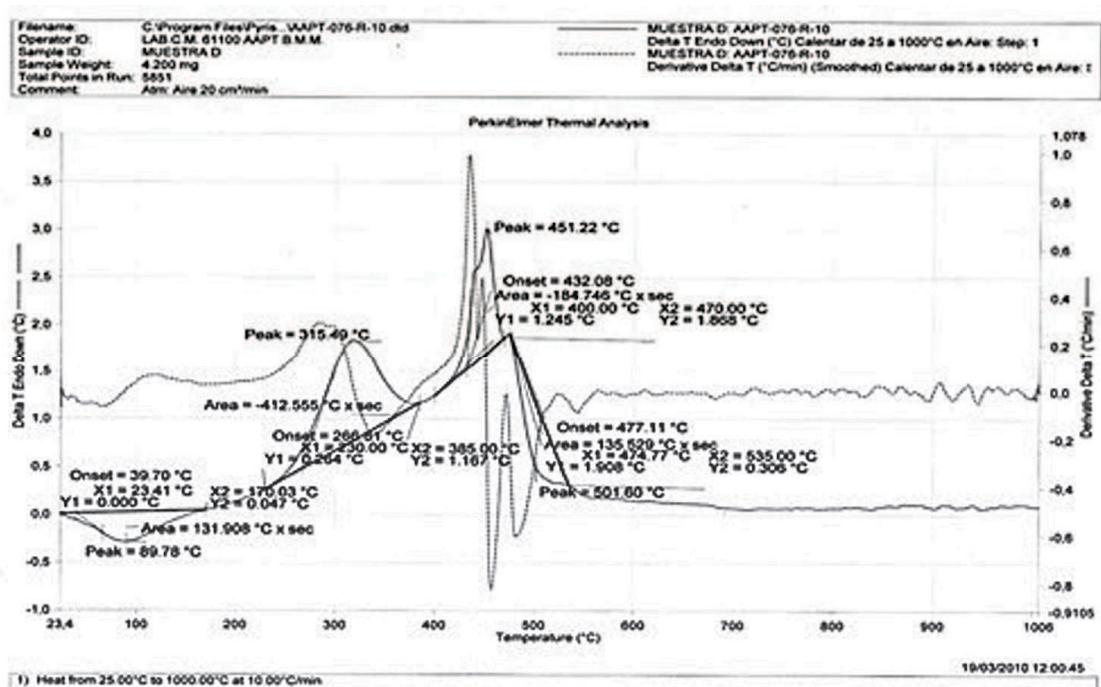


Figura 2. Termograma de olote fresco

Tabla 2. Etapas del olote a intervalos de temperatura

Etapas	Intervalo de temperatura, °C
Secado	20 – 240
Volátiles	240 – 390
Última etapa	Mayor a 390

un microscopio de barrido.

## Resultados y discusión

### Tratamientos térmicos

En la tabla 1 se muestran los resultados de la aplicación de cada tratamiento térmico a diferentes temperaturas al olote de maíz.

Con base a la tabla 1 se muestran las conclusiones de cada tratamiento térmico

- *Tratamiento a 180°C.* El porcentaje medio de material disponible, es decir el rendimiento de material después de aplicar calentamiento del olote a 180°C, fue de 98.016%. El material cambió en su color, al menos a simple vista, como se muestra en la figura 1.
- *Tratamiento a 210°C.* El rendimiento fue de 88.65%. En este tratamiento el material empezó a cambiar considerablemente (a simple vista), como se muestra en la figura 1.
- *Tratamiento a 245°C.* El rendimiento fue de 38.32%. El material se carbonizó. Se muestra en la Figura 1 la comparación del material sin tratamiento y el tratado a 245°C, en el cual se puede ver que el material obtenido es carbonizado.

### Análisis térmico diferencial

Con este análisis se deseaba conocer las etapas que se llevan a cabo antes de la ignición del olote (carbonización), es decir conocer el punto exacto en el que el olote es sometido a una combustión incompleta. Se desarrollaron las pruebas térmicas en horno eléctrico para obtener el carbón tratado térmicamente a 245°C. Para corroborar los datos obtenidos, con respecto a la temperatura adecuada para el tratamiento térmico. Se efectuó, entonces, la determinación del análisis térmico de la muestra de olote sin tratar. Cada etapa en las curvas de termogravimetría (TG) está representada en forma de picos y el área bajo ésta es proporcional a la variación de masa absoluta de la muestra de olote

fresco, encontrándose en cada etapa a que temperatura, el proceso ocurre con mayor velocidad (Meter, 2001). Según los datos obtenidos de la figura 2, se determinaron las características basados en Aendlant, 1987, las cuales se muestran en la tabla 2 y se interpreta:

La primera etapa se cauteriza primero por una zona donde ocurre la evaporación de la humedad libre, existiendo una pérdida apreciable de masa, acorde a la humedad inicial de la muestra y otra zona (170-230 °C) donde se produce la desaparición de la humedad higroscópica que ocurre con mayor dificultad. Estas dos zonas se diferencian por la velocidad de pérdidas de masa y ambas son altamente endotérmicas. Esta etapa la denominamos de secado y se sitúa debajo de la curva (Gonzales, 1985).

La segunda etapa se caracteriza por un aumento grande en la velocidad de pérdida de masa tiene como consecuencia un aumento en la velocidad afectación de los enlaces. Se produce un máximo en la velocidad de pérdida de masa y la curva térmico diferencial se desplaza hacia la zona positiva, por encima de la línea de base, lo que corrobora el carácter exotérmico de los procesos que se llevan a cabo, esta etapa se denomina de salida de volátiles.

La tercera etapa se caracteriza por pequeñas variaciones en la velocidad de pérdida de masa. Todas las reacciones que ocurren son altamente exotérmicas. Esta es la última etapa y se encuentra arriba de la curva, y llegando a 475°C, se convierte en endotérmica quedando únicamente las cenizas.

Con ello se comprobó que la temperatura de 245°C, usada durante los ensayos de obtención de los carbones, está dentro del intervalo adecuado para evitar la ignición total del material lignocelulósico, que era el objetivo perseguido.

### Análisis BET

La eficacia del carbón activo en la purificación del agua depende de varios factores que incluyen el área superficial disponible (cantidad de superficie referida al conjunto de los poros del carbón), volumen de poro (suma de los macro, meso y microporos, en un carbón activado, o sea su volumen total) y el tamaño de poro (La correcta distribución del tamaño de poros es necesaria para facilitar el proceso de adsorción, suministrando los sitios de adsorción, los poros finos, y los canales de transporte adecuados para el manejo del adsorbato) (Greenfield, 2000). En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos comparándose con un carbón activado comercial. El área superficial de los materiales obtenidos indica que la cantidad de superficie, referida al conjunto de los poros del carbón, es hasta 20 veces menor al carbón activado comercial. Del análisis

Tabla 3. Características de los materiales modificados y un carbón comercial.

Muestra	Área Superficial en (m <sup>2</sup> /g)	Volumen total de poro (cm <sup>3</sup> /g)	Diámetro promedio de poro (Å)
Carbón de olote	2.5881	0.006769	26.0833
Carbón activado comercial	768	0.4	20.7

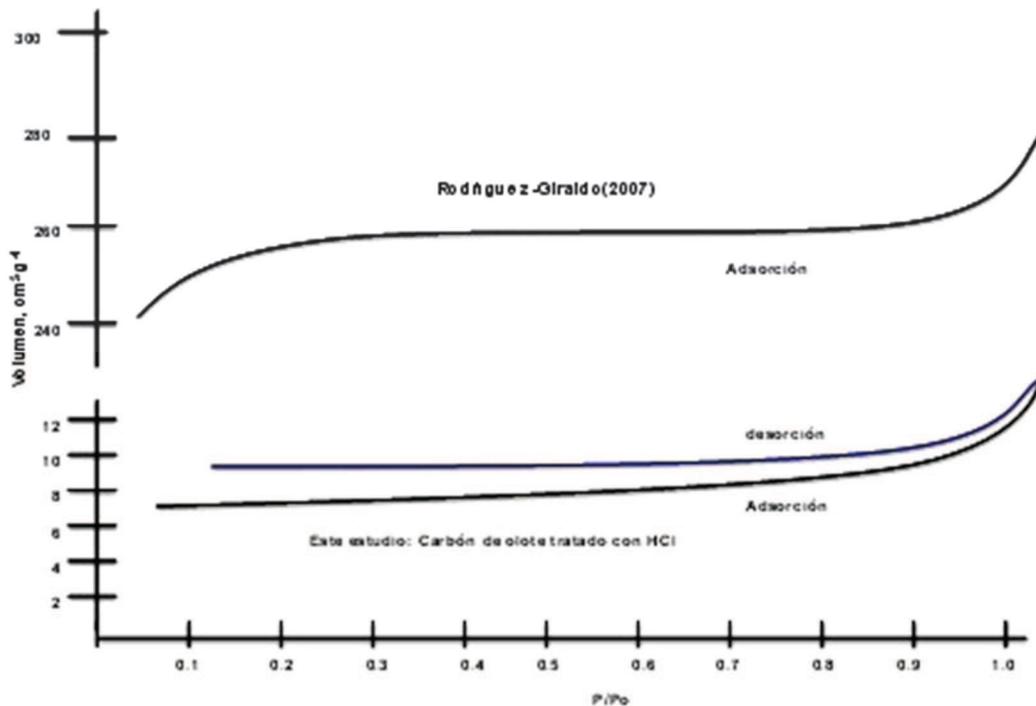


Figura 3. Comparación de las isothermas obtenidas por Rodriguez-Giraldo (2007) por el presente estudio para el carbón de olote

BET se obtuvo una Isotherma de adsorción-desorción de  $N_2$  a  $77^\circ K$ , en el material obtenido, el cual se muestra en la tabla 4, en la que el olote tratado térmicamente es el más próximo al carbón activado pero el valor obtenido está por debajo en un 95%, lo que indica pocos espacios vacíos en el interior de la partícula. Los valores obtenidos se compararon con los graficados en la isoterma de Rodríguez 2007 para un carbón activado, elaborado a partir de residuos textiles de algodón. Dicha comparación se muestra en la Figura 3 en la que se observa que el volumen por unidad de masa en función de la presión parcial, produce valores muy bajos de relación volumen/masa para el carbón de olote. Con lo que respecta al fenómeno de adsorción-desorción se observó que coincide con el carbón activado comparado. Con ello se logró concluir que el material tiene potencialidad adsorbente, además de que aún le falta activarse.

Tabla 4. Valores obtenidos de la isoterma de  $N_2$  A  $77^\circ K$  para el carbón de olote

Presión relativa	Volumen adsorbido $g/cm^3$
0.06	7.7
0.12	8.2
0.16	8.5
0.84	10.3
0.98	14.1

#### Análisis TEM

En la figura 4 el olote tratado térmicamente muestra porosidad, sin embargo no tan grande como la de un carbón activado, esto va en función de su área superficial esto se puede mejorar dándole un tratamiento termo-químico para convertirlo en carbón activado.

#### Discusión y conclusiones

Se obtuvo un carbón a partir de un material no convencional, como el olote de maíz de la región de Tehuacán. Este carbón fue estudiado para ver sus propiedades adsorbentes.

Se logró determinar tanto el tamaño de poro como el área disponible por gramo de adsorbente. Resulta claro que la relación 1:20 en área superficial del carbón obtenido con respecto a los activados comerciales, es enorme, sin embargo con un tratamiento termoquímico se puede activar el material. La caracterización Termo gravimétrica corroboró la suposición de la temperatura utilizada para los tratamientos, además se trató térmicamente en un horno para ver las características del material. Esto dio las evidencias suficientes para deducir que los tratamientos fueron parcialmente exitosos. La evidencia fotográfica muestra que la estructura del material fue parcialmente transformado y que el control de las condiciones operativas del tratamiento es fundamental para la obtención de materiales adsorbentes.

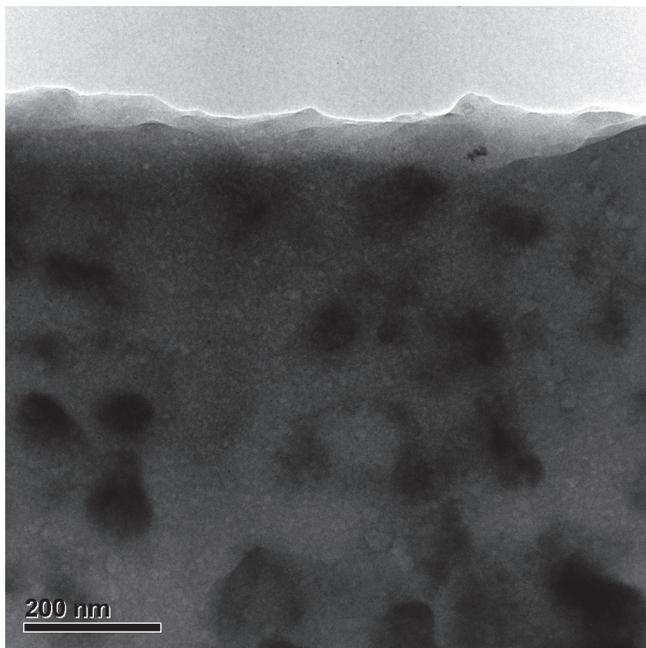


Figura 4. Olote tratado térmicamente, con resolución de 200 nm.

#### Agradecimientos

El presente trabajo es en memoria del Dr. José Heladio Mendoza Ramírez, el cual fue un factor importante para esta investigación.

#### Referencias

- Aendlant, U. (1987). *Metodos termicos de analisis*. Moscu, RU. Editorial Mir.
- Geankopolis, C. J. (1998). *Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias*, México, MX. CECSA.
- Gonzales, A. A. (1985). *Análisis térmico diferencial y otras técnicas termoanalíticas*. La Habana, CU. Editorial Científico Técnica.
- Greenfield, R., y Straughan, B. (2000). Activated Carbon. *British Marine Aquarists Association Journal*
- Instituto Nacional de Antropología e Historia. (2013, Octubre 12). *Muestra gastronómica del maíz*. Obtenido de <http://www.inah.gob.mx/boletin/5-actividades-culturales/1723-muestra-grastronomica-del-maiz>
- Instituto Nacional de Geografía e Informática. (2009). Anuario estadístico de Puebla 2009, Tomo I, pp. 1-39
- Luna, D., y González A, (2007). Obtención de carbón activado a partir de la cáscara de coco. *Revista contactos*, 23.
- Metter Toledo. (2001, Septiembre, 12). *Información para usuarios de sistemas de análisis*. Obtenido de: [http://mx.mt.com/dam/mt\\_ext\\_files/Editorial/Generic/4/TA\\_UserCom14\\_01455823710252341\\_files/tauserc14s.pdf](http://mx.mt.com/dam/mt_ext_files/Editorial/Generic/4/TA_UserCom14_01455823710252341_files/tauserc14s.pdf).
- Moreno J., Navarrete L., Giraldo L., y García V. (2007). Adsorción de Fenol y 3-Cloro Fenol sobre Carbones Activados mediante Calorimetría de Inmersión. *Rev. Información tecnológica*. 18(3).
- Ortiz, L. (Septiembre 12, 2008). *Pretratamiento de la biomasa lignocelulósica para la producción de biocombustibles: Aspectos Técnicos y económicos*. Universidad Autónoma Metropolitana. Obtenido de <http://www.icq.uia.mx/webicq/pdf=irmene.pdf>
- Puebla noticias. (2013, Octubre, 12). UTT Y BUAP impulsan proyecto para tratar agua residual. Obtenida de <http://pueblanoticias.com.mx/noticia/utt-y-buap-impulsan-proyecto-para-tratar-aguas-residuales-37240/>
- Quiminet. (2010). *El análisis termogravimétrico (TG) y térmico diferencial (DTA)*. Obtenida de [http://www.quiminet.com/ar0/ar\\_bcBuadvcadddsa-el-analisis-termogravimetrico-tg-y-termico-diferencial-dta.htm](http://www.quiminet.com/ar0/ar_bcBuadvcadddsa-el-analisis-termogravimetrico-tg-y-termico-diferencial-dta.htm)
- Ritter, H. (1956). *Introducción a la química*. Editorial Reverte.
- Rodríguez, G., y Giraldo, L. (2007). Preparación y caracterización de telas de carbón activado. Influencia del material precursor de algodón. *Revista colombiana de química*.
- Universidad de Sevilla. (2009, Septiembre, 12). *Manual del carbón activado*. Obtenido de: <http://www.aguapedia.net>



## Sistema de producción de biodiesel con calidad ASTM a partir de aceite vegetal residual

Juan Antonio Alfonso Álvarez<sup>1</sup>

Ana Karina Veliz Zamorano<sup>1</sup>

Juan Guillermo Hernández Pérez<sup>1</sup>

Patricia Alvarado Morán<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Química Área Tecnología Ambiental, Universidad Tecnológica de Tijuana Km 10 carretera Tijuana-Tecate. Fracc. 01(664)9694700. El Refugio CP. 22253, México

\*Autor de correspondencia

juan.alfonso@uttijuana.edu.mx

### Resumen

En el presente documento se hace referencia a la implementación y puesta en marcha de una planta piloto de biodiesel con una capacidad de producción de 150,000 litros mensuales de calidad ASTM en la empresa ENREMEX S. de R. L. de C. V. La materia prima considerada para la elaboración de biodiesel es aceite vegetal usado. La empresa contaba con una planta de producción de biodiesel con capacidad de 100,000 litros mensuales. El reactor utilizado para la transesterificación no contaba con un sistema de control de temperatura y debido a la mala distribución de las resistencias utilizadas para alcanzar la temperatura de reacción se producía una ineficiencia en la formación biodiesel y una mayor pérdida de metanol. El sistema de purificación del biodiesel estaba compuesto por tres filtros que en su interior contenían aserrín compactado, haciendo ineficiente la purificación del biodiesel. La planta contaba con un sistema independiente para el mezclado del metanol y el catalizador hidróxido de potasio (KOH). Dado que la empresa se encuentra en la constante búsqueda de alternativas para mejorar su proceso de obtención de biodiesel se decidió que la mejor opción era adquirir una nueva planta para aumentar la capacidad de producción en un 50%, y una reducción del 15% en los costos de operación de la planta que incluye un ahorro en el consumo de la electricidad y en la mano de obra, así como la reducción en  $\frac{3}{4}$  del tiempo del tiempo de procesamiento de un lote de aceite, en comparación con la planta anterior. Esto se logró mediante cambios en el sistema de reacción y purificación de biodiesel. Para asegurar la calidad del biodiesel se realizaron pruebas analíticas mediante el uso de la norma ASTM D 6751 que establece los límites máximos permisibles para el biodiesel B100. El biodiesel se encuentra dentro de los límites máximos permitidos para los parámetros determinados.

**Palabras clave:** biodiesel, ASTM, metanol

### Abstract

This study aims to the implementation and set up of a pilot biodiesel plant with a monthly production capacity of 150 thousand liters fulfilling ASTM quality at ENREMEX S. de R.L. de C.V. Vegetal oil was used as main raw

### Como citar el artículo:

Alfonso-Álvarez, J. A., Veliz-Zamorano, A. K., Hernández-Pérez, J. G., y Alvarado-Morán, P. (2014). Sistema de Producción de biodiesel con calidad ASTM a partir de aceite vegetal residual. *Tlamati*, 5(3), 45-50

material for biodiesel production. This company was formerly accountable for running a biodiesel production plant with a monthly capacity of 100 thousand liters. The reactor used in this case for transesterification did not have a temperature control system, and due to bad distribution of resistors used to achieve reaction temperature, this process was inefficient for manufacturing biodiesel, with a major loss of methanol. Biodiesel purification system consisted of three filters that contained in its interior compacted wood dust, making this process more inefficient. The plant had an independent system for mixing methanol, and catalytic potassium hydroxide (KOH). Giving the fact that the company is in constant search for better alternatives for improving their biodiesel production process, it was decided that the best option was to acquire a brand new plant, in order to increase their production by 50% and reducing 15% of operation costs, These costs includes savings in electrical power consumption, as well as labor cost and cut in production time to  $\frac{3}{4}$  of its original time for process one lot of vegetal oil. These objectives were achieve by changing the reaction and purification systems. In order to assure biodiesel quality, several analytical tests were done pledging to the ASTM D 6751 standard, which establishes the maximum permissible limits for B100 biodiesel. This biodiesel was found within the maximum permissible limits for such parameters.

**Keywords:** biodiesel, ASTM, methanol

### Antecedentes

La importancia de los bioenergéticos (combustibles obtenidos a partir de biomasa como: aceites vegetales, grasa animal, residuos agrícolas y aceites usados) se debe principalmente al agotamiento del oro negro o petróleo en un futuro no muy lejano, ya que este combustible es un recurso no renovable. El uso de combustibles fósiles genera una gran cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero ( $\text{CO}_2$  y  $\text{CO}$ ) hacia la atmósfera, además de producir óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y óxidos de azufre ( $\text{SO}_x$ ) como resultado de la combustión. La extracción de los combustibles fósiles también provoca derrames de petróleo y combustibles en el mar abierto causando un impacto negativo al medio ambiente. Por estas razones, la obtención de combustibles alternativos ha recobrado un interés económico, social y ambiental a nivel mundial. Mediante la búsqueda de técnicas sustentables que permitan la obtención de bio-combustibles a bajo costo y con parámetros de calidad aceptables por la comunidad mundial, se hace necesario mejorar el proceso de producción de biodiesel a partir de aceites residuales de origen vegetal, mediante la selección y aplicación de técnicas enfocadas en lograr un mayor rendimiento en la producción de biodiesel y que permitan el cumplimiento de las normas de la *American Society for Testing and Materials* [Sociedad Americana para pruebas y materiales] (ASTM, 2007) que establecen los parámetros para el biodiesel. Este proyecto de investigación surge por la necesidad existente de buscar alternativas energéticas capaces de sustituir o minimizar el consumo de combustibles fósiles, como consecuencia de la escasez de este tipo de combustibles. Otra de las razones para realizar el proyecto se debe a que los combustibles fósiles generan una gran cantidad de contaminantes atmosféricos, causantes del cambio climático y lluvia ácida.

La importancia de producir biodiesel radica en la reducción de las emisiones generadas por la combustión. Con este procedimiento, se tienen reducciones netas de

$\text{CO}_2$  del 100%, además de reducciones de  $\text{SO}_x$  cercanas al 100% debido a la ausencia de azufre en el biodiesel, de hollín entre 40-60%; de  $\text{CO}$  entre 10-50%; de  $\text{HC}$  entre 10-50%; y de aldehídos y compuestos poliaromáticos en torno a 13%.

### Metodología.

Para llevar a cabo la implementación y puesta en marcha de la planta piloto, la metodología seguida se dividió en 4 fases; Rediseño de la planta, instalación, puesta en marcha y caracterización del biodiesel mediante el uso de normas ASTM. En la primera fase, se decidió que el reactor de transesterificación debería estar elaborado a base de acero inoxidable (Barriga Moreno, 2011) con una capacidad de 370 galones (1406 L) de forma cónica con la finalidad de acelerar la separación del biodiesel de la glicerina, además el sistema de reacción debería estar forrado con  $\frac{1}{4}$  de pulgada de fibra de vidrio de aislamiento cerámico para mantener la temperatura de reacción y lograr un ahorro en el consumo de energía. Para verificar el nivel o volumen de la materia prima en el tanque de reacción se adicionó al diseño un indicador visual. El sistema de calentamiento debería estar integrado por una resistencia interna de aleación de acero inoxidable de 220VAC y 9000 Watt. Para asegurar un mezclado correcto se propuso la instalación de una bomba de recirculación dentro del sistema, para asegurar un mayor contacto entre el aceite y el metóxido de potasio mediante la recirculación del producto generado por la reacción de transesterificación. Al reactor se le adicionó un sistema de recuperación de metanol para evitar pérdidas de metanol como consecuencia del calentamiento del aceite integrado columna de recuperación y un condensador a base de agua para convertir el vapor de metanol en líquido, que después es reinyectado al sistema de mezclado del metanol con hidróxido de potasio. Al reactor se le integró un sistema de mezclado de metanol y catalizador con una capacidad 304 litros, elaborado a base de polietileno de alta densidad (HDPE), equipado con un mezclador con un

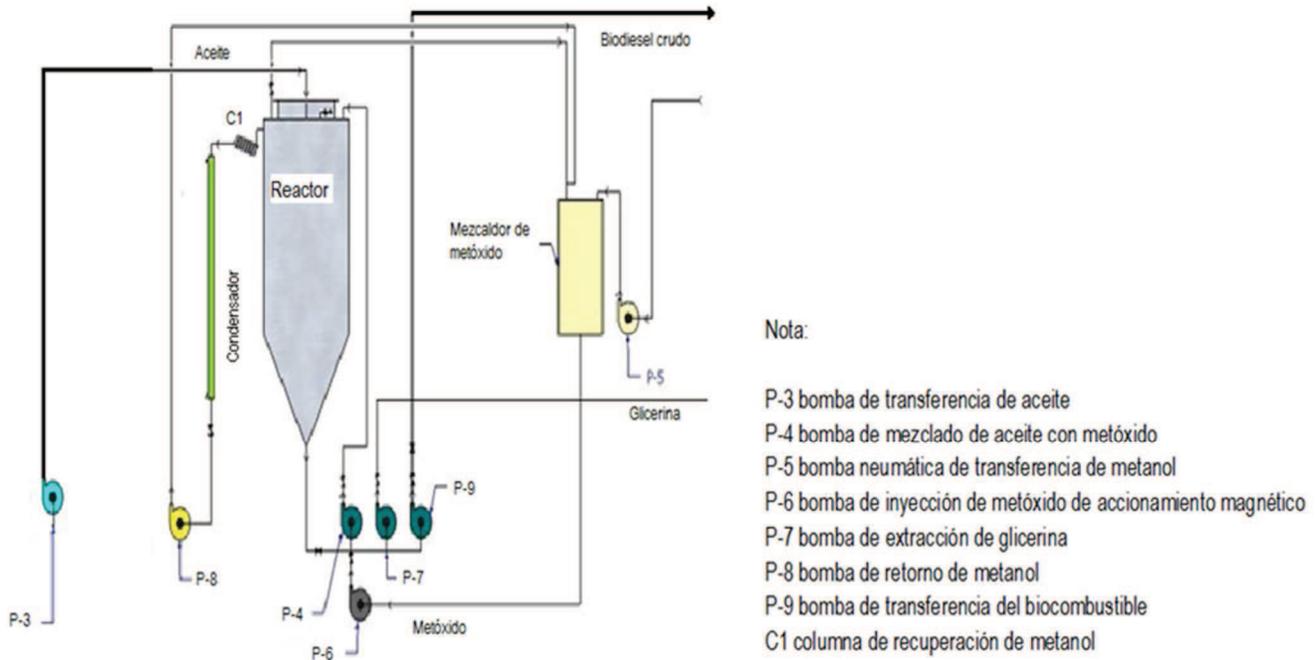


Figura 1. Sistema de reacción para la producción de biodiesel

eje de acero inoxidable de alta velocidad y un motor de tipo TEFC de 220VAC de  $\frac{1}{2}$  hp, para asegurar un perfecto mezclado entre el metanol y el KOH. A la entrada del sistema de reacción se colocó un pre-filtro (WVO) de acero al carbón del número 4 de 400 micras a base de polipropileno para eliminar sólidos disueltos al aceite. Para realizar las transferencias de las materias primas y de los productos generados en la reacción se propuso el uso de 6 bombas de características similares, 220VAC y  $\frac{1}{2}$  hp. En la figura 1 se muestra un diagrama que ilustra el nuevo sistema de reacción.

Para el rediseño del sistema de purificación del biodiesel crudo proveniente del proceso de transesterificación se propusieron tres columnas de lavado en seco de acero al carbón, equipadas en su interior con resinas de intercambio iónico. Al sistema se le adicionó una bomba TEFC de 220VAC y  $\frac{1}{2}$  hp para asegurar que el biodiesel crudo alcanzará la presión necesaria para poder pasar a través de las columnas. Al sistema de lavado también se le adicionó un tanque de almacenamiento de acero al carbón, y al final del proceso se colocó un filtro de 5 micras a base de polipropileno, para quitar algún resto de contaminación que pudiera haber quedado en el biodiesel, ver figura 2.

Con el equipo de trabajo se determinó que el sistema debería de ser semiautomático controlado por un panel de control, con botones que se iluminan cuando la etapa a la pertenece está en proceso. Con la finalidad de que un operador se encargue del manejo de la planta.

Para llevar a cabo la segunda fase que consistió en la instalación de la planta piloto planta se realizaron las adecuaciones necesarias para su colocación, iniciando con la instalación de la corriente de 220V en el lugar selecciona-

do por ENREMEX. La planta anterior ocupaba un área de 20 metros cuadrados y la actual ocupa un área de  $3.71 \text{ m}^2$ , la planta se colocó en el lugar donde se encontraba el recuperador de metanol de la planta anterior. En la figura 3 se muestra el lugar y como quedó instalada la planta de producción de biodiesel.

En la ejecución de la tercera fase dedicada a la puesta en marcha se realizaron tres corridas para validar el proceso de transesterificación (Demirbas, 2009) y purificación del biodiesel. En cada una de las pruebas se utilizaron 1000L de aceite residual, 9 kilogramos de KOH y 208 litros de metanol. Para acelerar el proceso de transesterificación, el aceite residual se precalentó antes enviarlo al proceso. Una vez que el aceite alcanzó los  $60^\circ\text{C}$  se hizo pasar por el filtro de 400 micras a base de polipropileno con la finalidad de eliminar sólidos suspendidos que pudieran afectar el rendimiento del proceso de transesterificación. La transferencia del aceite a través del filtro y al tanque de reacción se realizó mediante una bomba de 220V de corriente al terna (AC) y  $\frac{1}{2}$  hp. Transferidos los 1000L de aceite residual al tanque de reacción, se accionó el sistema de calentamiento del tanque y se esperó que la temperatura alcanzara nuevamente los  $60^\circ\text{C}$ . Anterior a este proceso se disolvió el catalizador hidróxido de potasio (KOH) en el metanol mediante el sistema de mezclado, compuesto por un tanque de polipropileno de alta densidad (HDPE) y que resiste altas temperaturas generadas en el proceso de mezclado, debido a que el KOH es exotérmico.

La agitación utilizada para acelerar el proceso de mezclado se realiza mediante una rueda de paletas de acero inoxidable (para evitar la corrosión y la posible contaminación del catalizador), equipada con un motor (TEFC) de

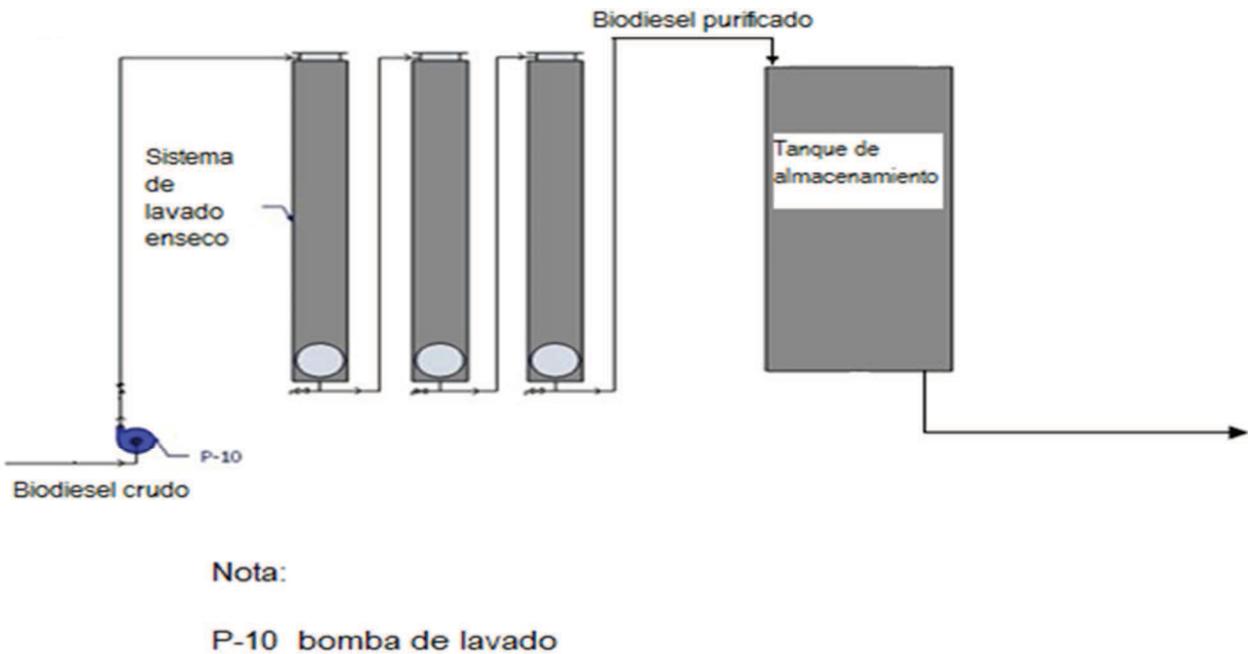


Figura 2. Sistema de purificación de Biodiesel

220VAC y  $\frac{1}{2}$  hp de potencia.

Una vez alcanzada la temperatura deseada en el tanque de reacción, se pone en marcha la bomba de mezclado de aceite y óxido de metilo que permite recircular el aceite con el metóxido, asegurando un perfecto mezclado y una mejor superficie de contacto entre ambos. Inmediatamente se abre la válvula de inyección manual y se acciona la bomba de inyección de óxido de metilo a la corriente de la bomba del proceso, dando inicio a la reacción de transesterificación (Alfonso Alvarez, Balderas López, Alvarado, Hernández Pérez, & Veliz Zamorano, 2013), este proceso de inyección tiene una duración aproximada de 45 a 60 minutos, una vez transferido todo el óxido de metilo se cierra la válvula de inyección y la bomba de inyección se apagará. La bomba de proceso (mezclado) seguirá funcionando durante 1 hora más para asegurar que todo el metóxido reaccione con el aceite. Si se genera vapor de metanol durante la reacción el vapor se dirige a la columna recuperación de metanol que tiene adicionado un condensador a base de agua cuya función es convertir el vapor en líquido para regresarlo al tanque de mezclado de metanol y catalizador. Transcurrido el proceso de transesterificación se deja reposar los productos generados durante la reacción alrededor de 2 a 2 horas y  $\frac{1}{2}$ , a efecto de que el biodiesel crudo se separe de la glicerina. Una vez transcurridas las 2 horas de reposo se verifica que la separación sea correcta mediante el indicador de nivel que tiene el reactor. El siguiente paso consistió en drenar la glicerina a un tanque de almacenamiento mediante una bomba (TEFC) de 220VAC y  $\frac{1}{2}$  hp, con finalidad de quedarnos sólo en el proceso con biodiesel crudo, el cual se hizo pasar por un

sistema de calentamiento para alcanzar una temperatura de 70°C y así recuperar el metanol que pudo haber quedado disuelto en el biodiesel. El calentamiento está conectado al sistema de recuperación de metanol. Finalmente, el biodiesel se hizo pasar por otra bomba (TEFC) de 220 VAC,  $\frac{1}{2}$  hp para que alcanzara la presión necesaria (5 a 6 psi) y realizar el proceso de lavado en seco. Este proceso consiste en enviar el biodiesel a través de tres columnas de acero al carbón, equipadas con resina de intercambio iónico que permiten eliminar restos de jabón, glicerina, metanol, humedad etc. Cada columna contienen 352 Lb de resina y tienen una capacidad de retención ideal de 152,000L.

Por último, el biodiesel limpio y seco se envía a un tanque de almacenamiento de acero al carbón, equipado con una mirilla para poder visualizar el nivel de volumen dentro del tanque de almacenamiento y observar el producto final. Finalmente, el biodiesel purificado que proviene del tanque de almacenamiento se hace pasar por un filtro para asegurar su perfecta limpieza y se envía a un tanque de polipropileno para ser llevado a su destino final (cliente). Es importante mencionar que estas son las actividades que se realizaron de forma general en cada corrida.

Para realizar la última etapa, correspondiente a la caracterización del biodiesel se tomaron tres muestras para cada corrida, asegurando una perfecta limpieza del recipiente que contendrá la muestra, después las muestras se trasladaron al laboratorio de la UTT. Para poder establecer si el biodiesel (B100, biodiesel sin mezcla 100% puro) producido en la nueva planta piloto cumplía con los parámetros establecidos por la norma ASTM D 6751 que establece los límites máximos permisibles para el biodiesel B100 (Bejumbea Hernández, Agudelo Santamaría, & Ríos, 2009).



Figura 3. Planta instalada

## Resultados

Mediante los cambios en la ingeniería del proceso se logró mejorar el proceso de producción de biodiesel en la empresa ENREMX. Estos cambios permiten recuperar el metanol tanto en la reacción de transesterificación como después del proceso, mantener un control en la temperatura de reacción de transesterificación, un mayor contacto del óxido de metilo con la materia prima mediante el proceso de mezclado por recirculación, y una mejor purificación del biodiesel mediante el proceso de lavado en seco; además, se tiene una reducción en tiempo de procesamiento de un lote.

Con respecto a la caracterización del biodiesel, en la

tabla 1 se muestran los parámetros determinados, la norma ASTM de referencia, límite máximo permitido y el resultado obtenido (Standard, 2007).

Con base en los resultados obtenidos, se puede confirmar que el biodiesel obtenido se encuentra dentro de los límites máximos permitidos por la norma ASTM D 6751, para los parámetros determinados en este proyecto como lo son: agua y sedimentos, densidad, número ácido, cenizas y viscosidad.

## Discusión y conclusiones

Mediante la elaboración de este proyecto se logró la implementación de una nueva planta de biodiesel en la

Tabla 1. Resultados de la caracterización del biodiesel

Parámetro	Método de prueba	Límite máximo permitido	Resultado de la prueba
Agua y sedimentos (% v/v)	ASTM D2709	$\leq 0.05$	0.019
Densidad a 15°C, g/ml	ASTM D1298	0.860 – 0.900	0.888
Número ácido mgKOH/g muestra	ASTM D664	$\leq 0.80$	0.427
Ceniza(% peso)	ASTM D482	0.01 máx.	0.013
Viscosidad cinemática a 20°C (mm <sup>2</sup> /s)	ASTM D 445	6.5 - 9	6.94

empresa ENREMEX, con una capacidad instalada de 150,000L mensuales. En comparación con la planta anterior se tiene un aumento del 50% en la producción. El procesamiento de un lote se realizaba aproximadamente en 24 horas y con el nuevo proceso tarda tan solo 8 horas, teniendo una reducción de  $\frac{3}{4}$  del tiempo en comparación con la planta anterior. La implementación del nuevo proceso a raíz de la adquisición de la nueva planta genera una reducción en el costo de procesamiento de un lote en un 15%. El costo de producción por litro del biodiesel del proceso anterior era de \$2.85 pesos y del nuevo proceso es de \$2.40, el ahorro se debe a una disminución en el consumo de la electricidad y la mano de obra dado que sólo se necesita a una persona para operar la planta, así como al aumento de la capacidad de producción aumentando su capacidad de producción. Esto se logró mediante cambios en el sistema de reacción y purificación de biodiesel. Para mejorar el sistema de reacción se propuso que el tanque de reacción fuera de forma cónica elaborado a base de acero inoxidable y que contara con un sistema de recirculación para el mezclado del aceite y óxido metílico, además de un sistema de recuperación de metanol y un sistema de lavado con tres columnas de intercambio iónico que permiten un lavado en seco del biodiesel, generando un menor impacto ambiental del proceso de producción de biodiesel debido a que no se utiliza agua para su lavado.

Con la selección de las técnicas de mejora seleccionadas se logró cumplir el objetivo establecido, dado que las pruebas realizadas al biodiesel muestran que se encuentra dentro de los límites máximos permisibles establecidos en

la norma ASTM D 6751, para los parámetros determinados en este proyecto.

### Agradecimientos

Se agradece a la empresa ENREMEX, por confiar en la Universidad tecnológica de Tijuana para realizar este proyecto mediante coordinación con el CINVESTAV Saltillo mediante fondos CONACYT.

### Bibliografía

- Alfonso Alvarez, J. A., Balderas López, S. M., Alvarado, M. P., Hernández Pérez, J. G., y Veliz Zamorano, K. (2013). Obtención de biodiesel a partir de *Jatropha curcas*. *Universo de la Tecnológica*, 15, 7-10.
- Barriga Moreno, E. A. (2011). Diseño del módulo de transesterificación de una planta piloto para producción de biodiesel a partir de aceites usados de cocina. *Ingeniero mecánico*. Lima, PE: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Bejumbea Hernández, P. N., Agudelo Santamaría, J. R., y Ríos, L. A. (2009). *Biodiésel: Producción y calidad*. Editorial Universidad de Antioquia.
- Demirbas, A. (2009). Progress and recent trends in biodiesel fuels. *Energy Conversion and Management*, 50, 14-34.
- American Society for Testing and Materials (2007). Standard Specification for Biodiesel Fuel (B100) Blend Stock Distillate Fuels.



## **Turismo gastronómico tradicional rural local. Propuesta para la conservación del patrimonio biocultural, al sur del Estado de México, México**

**Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo<sup>1+</sup>**

**Miguel Ángel Balderas Plata<sup>1</sup>**

**Elsa Mireya Rosales Estrada<sup>1</sup>**

**José Isabel Juan Pérez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México; Cerro de Coatepec s/n Ciudad Universitaria, Toluca, Estado de México, C.P. 50100. Tel +52 (722) 2150255.*

<sup>2</sup>*Instituto de Estudios sobre la Universidad, Universidad Autónoma del Estado de México Avenida Paseo Tollocan poniente, No. 1402, Cerro de Coatepec, Ciudad Universitaria, C. P. 50110, Toluca, Estado de México. Teléfonos y fax: +52 (722) 214-53-51 y 283-15-16.*

**\*Autor de correspondencia**  
*jggc1321@yahoo.com.mx*

### **Resumen**

La localidad de Progreso Hidalgo se ubica al sureste del Estado de México, pertenece a la región fresera, en una zona de ecotono y presenta características específicas en sus componentes físicos y biológicos con respecto a otras regiones del territorio estatal. Desde el punto de vista fisiográfico el territorio del Estado de México presenta una zona de transición ecológica que parte del Altiplano Central y desciende, caracterizada por la presencia de climas cálidos y semicálidos y por una alta biodiversidad derivada de estas condiciones fisiográficas y climáticas.

El objetivo principal de este trabajo es: Analizar y gestionar la factibilidad de implementación de un Sistema Agroalimentario Localizado (SIAL) basado en Turismo Gastronómico Tradicional Rural Local, como Estrategia para la Conservación del Patrimonio Biocultural en la localidad de Progreso Hidalgo, en el municipio de Villa Guerrero, al sur del Estado de México.

Desde el marco metodológico de la Planeación Estratégica y Geográfica, previa caracterización ambiental, económica y social, así como el diagnóstico de potenciales y limitaciones, el método incluyó: 1) Determinar las especies vegetales y animales usadas como alimento, las formas de preparación y platillos específicos que se consumen; 2) Analizar las condiciones ambientales propicias para desarrollo de las especies; 3) Determinar la frecuencia y estacionalidad en el consumo de cada platillo, su importancia y significado cultural; 4) Analizar las condiciones de vida de los habitantes locales, acerca del nivel, medios y calidad de vida y las formas de organización social; 5) Determinar la infraestructura y equipamiento disponible para el proyecto de turismo gastronómico y el desarrollo de un SIAL; 6) Construir escenarios deseados, tendencial y estratégico a nivel local y regional; y 7) Realizar el análisis de rentabilidad, viabilidad y factibilidad del proyecto; y 8) Elaborar y gestionar una propuesta estratégica para la activación de un Sistema Agroalimentario Localizado (SIAL) basado en Turismo Gastronómico Tradicional

---

### **Como citar el artículo:**

Gutiérrez-Cedillo, J. G., Balderas-Plata, M. Á., Rosales-Estrada, E. M., y Juan-Pérez, J. I. (2014). Turismo gastronómico tradicional rural local. Propuesta para la conservación del patrimonio biocultural, al sur del Estado de México, México. *Tlamati*, 5(3), 51-64

## Rural Local .

El sustento teórico del trabajo se basa en el enfoque SIAL, el turismo rural y el turismo gastronómico.

La caracterización, el Diagnóstico, la Prospectiva y la Propuesta Estratégica, están concluidos; se encuentran en proceso el análisis de rentabilidad, viabilidad y factibilidad del proyecto

## Abstract

The town of Progreso Hidalgo is located southeast of the State of Mexico, it is located at the strawberry producer region, in the ecotone zone. This town presents specific characteristics in their physical and biological components, compared with other regions of the state territory. From the physiographic point of view, the territory of the State of Mexico presents an ecological transition zone that begins from Central Plateau, it is characterized by the presence of warm and semi warm weather and high biodiversity, derived from these physiographic and climatic conditions.

The main objective of this study is to analyze and negotiate the feasibility of instrumentation and management of a Located Agro alimentary System (LAAS), based on Traditional Gastronomic Tourism, as a strategy for the Conservation of the Bio cultural Patrimony, at Progreso Hidalgo, Villa Guerrero municipality, south of the State of México.

From strategic and geographic planning methodological framework, as previous environmental, economic and social characterization; as well as diagnosis about its potentials and limitations, methodology included: 1) Determinate vegetal and animal species employed as food, preparation varieties, and specific dishes that people consumes; 2) Analyze the environmental suitable conditions for species growing and development, looking for seasonality, life cycles and growing habits; 3) Determinate frequency and seasonality of each dish consumption, its importance and cultural mean; 4) Analyze the inhabitants life conditions, about their life level, means and quality and social organization forms; 5) Determinate available infrastructure and equipment for gastronomic tourism project and a LAAS development; 6) Construct desired tendencies and strategic sceneries at local and regional level; 7) To develop profitability, feasibility and viability analysis and 8) Elaborate and negotiate an strategic proposal for activation of a Located Agro Alimentary System based on Traditional Rural Local Gastronomic Tourism.

This study founds theoretical support over the SIAL approach, rural tourism and gastronomic tourism. Characterization, diagnosis, prospective and proposal are concluded; there are in process profitability, feasibility and viability analysis.

**Key Words:** Bio Cultural Patrimony, Conservation, Located Agro Alimentary System, South of the State of Mexico, Traditional Rural Local Gastronomic Tourism.

## Introducción

En la escala local, el manejo que las sociedades hacen de su ambiente y recursos naturales, depende de las actividades y valores humanos (según la psicología hedonística asociacional), que como elementos socioculturales merecen ser definidos y caracterizados, ya que el efecto que provocan determina la calidad de los ecosistemas y su capacidad para brindar bienes materiales y servicios ambientales a la sociedad local (Mc Rae, *et al.*, 1990). En este sentido, el valor ecológico y el bienestar humano adquieren relevancia (Lipton y Longhurst, 1989).

Una forma de intervención relevante de las sociedades hacia su ambiente local es la actividad agropecuaria. Una modalidad de los métodos y técnicas agrícolas, es el turismo rural. Nuestro propósito en este trabajo es reforzar la propuesta de que el Turismo Gastronómico Tradicional puede contribuir a mejorar la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios, tanto en sus componentes ambientales

(recursos naturales), como sociales (productores rurales) para de esta manera activar un Sistema Agroalimentario Localizado (SIAL) a nivel regional.

El turismo rural incorpora a la agricultura los ya mencionados conceptos de estabilidad, resiliencia y adaptabilidad, además de los vigentes sobre productividad, eficiencia y eficacia en la producción. El propósito es mejorar el bienestar, la calidad de vida y la equidad entre los agricultores (Toledo, 2000). Con el diseño y gestión de un SIAL es posible mejorar la economía rural, ya que este proyecto puede ser un generador que contribuya a elevar el empleo y la calidad de vida de los habitantes locales en Progreso Hidalgo, Municipio de Villa Guerrero, Estado de México; así como un estrategia relevante para la conservación del patrimonio biocultural local y regional.

De los objetivos planteados el general es: Analizar y gestionar la factibilidad de implementación de un Sistema Agroalimentario Localizado (SIAL) en la localidad. Los objetivos particulares incluyen: A nivel Local y regional,

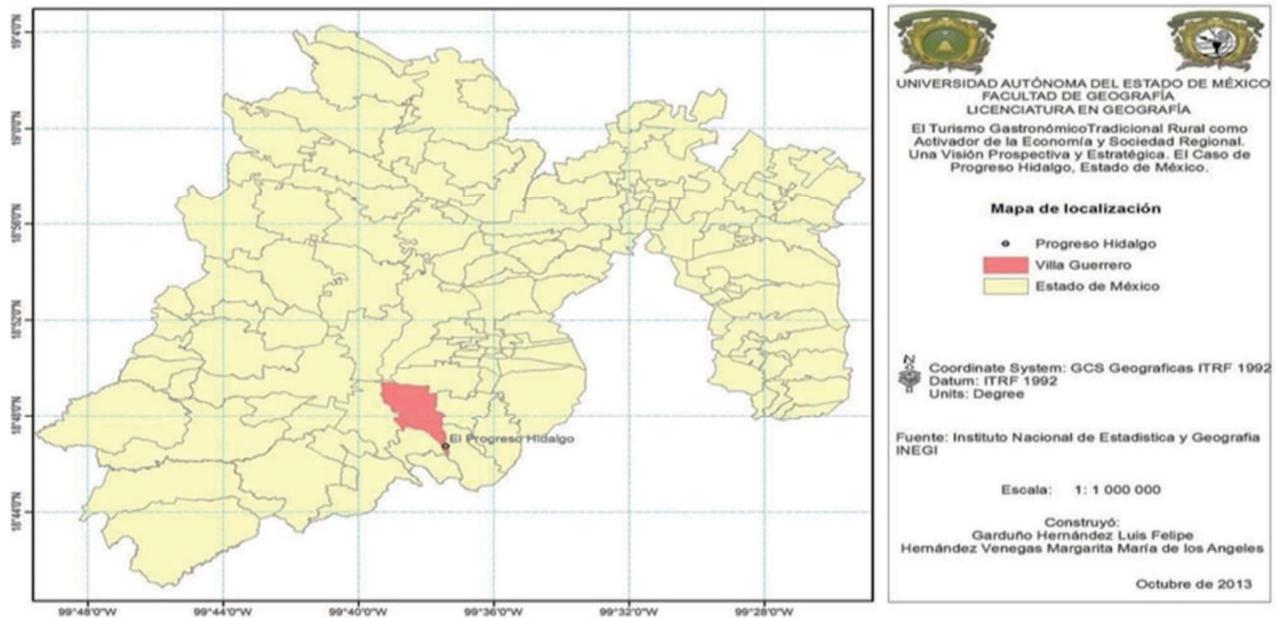


Figura 1. Ubicación de Progreso Hidalgo en el contexto del Municipio de Villa Guerrero, y del Estado de México. Fuente: Elaboración Propia, 2014

con base en un Diagnóstico Geográfico Integral a nivel local y regional sobre la situación actual en aspectos sociales, económicos y ambientales que puedan favorecer u obstaculizar la gestión de un SIAL a nivel regional: 1) Elaborar una visión prospectiva a nivel local y regional mediante la construcción de escenarios deseados, tendenciales y estratégicos sobre los impactos económicos y sociales de la gestión de un proyecto de Turismo Gastronómico Tradicional Rural (TGTR), a nivel local y sobre la gestión de un SIAL a nivel regional; 2) Realizar el análisis de rentabilidad, viabilidad y factibilidad del proyecto; y 3) Realizar una propuesta estratégica coyuntural multiescalar para el desarrollo de un SIAL a nivel regional basada en las cualidades turísticas y gastronómicas tradicionales de la localidad y la región.

### Materiales y Métodos

La metodología incluyó una primera fase de acercamiento, en la segunda fase de diagnóstico, desde enfoques ambiental, sociocultural y socioeconómico, se realizó un diagnóstico geográfico integral a nivel local para la comunidad de Progreso Hidalgo, con el fin de identificar los potenciales y limitaciones para la gestión de un proyecto de TGTR y se realizó un diagnóstico geográfico integral a nivel regional incluyendo los municipios de Ixtapan de la Sal, Tonatico, Villa Guerrero y Zumpahuacán, con el fin de identificar los potenciales y limitaciones para el desarrollo de un SIAL a nivel regional basado en el proyecto local de TGTR.

La tercera fase fue de prospección: en el ámbito de la prospectiva, se construyeron los escenarios deseados para

la comunidad y para la región; se elaboraron los escenarios tendenciales para la comunidad y la región; se diseñó el escenario estratégico o Imagen Objetivo en relación con la gestión de un SIAL a nivel regional basado en un proyecto de TGTR a nivel local. Se realizó el análisis de rentabilidad, viabilidad y factibilidad del proyecto a partir de la metodología NAFIN (1999), para la formulación y evaluación de proyectos de inversión.

Durante la fase de propuesta: A nivel regional se procedió a identificar y caracterizar los atractivos turísticos, gastronómicos y artesanales que actualmente existen en los siete municipios que hemos definido como integrantes del Circuito Turístico del Sur del Estado de México, para integrarlos en la propuesta.

Durante la fase de gestión: Se diseñaron y gestionaron estrategias para fomentar el desarrollo de nuevas oportunidades de negocio en los principales sectores económicos locales, impulsando los proyectos en los sectores emergentes, con base en el turismo culinario y la gestión de un SIAL a nivel regional, como estrategia para conservación del patrimonio biocultural local y regional.

### Resultados

La localidad de Progreso Hidalgo municipio de Villa Guerrero posee una posición geográfica estratégica en la región sur del Estado de México, favorecida por la disponibilidad y el manejo del agua proveniente del Nevado de Toluca, así como un suelo fértil para la realización de actividades agrícolas que constituyen el sustento de las familias campesinas del lugar. La comunidad está asociada a un sistema de barrancas perteneciente al sistema volcánico

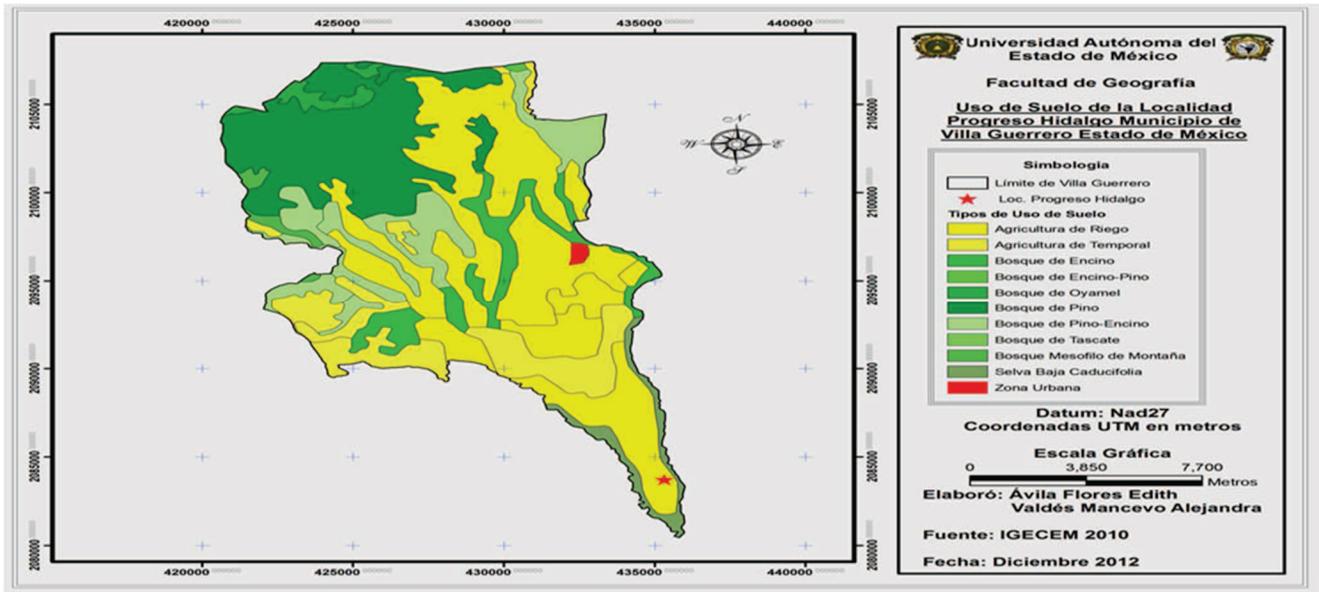


Figura 2. Uso de suelo en la localidad Progreso Hidalgo, Villa Guerrero, Estado de México. Fuente: Elaboración propia con base a la cartografía de IGECEM 2014.

transversal y se encuentra en una zona de transición ecológica, que desde el punto de vista biogeográfico, reparte al territorio del Estado de México en dos reinos: el Neotropical, localizado al Sur y el Neártico al Norte (INEGI, 2002).

Entre los dos reinos se localiza el ecotono o zona de transición, que de acuerdo con las condiciones geológicas, edafológicas, climáticas y de vegetación, presenta una gran agrobiodiversidad con características que hacen posible la diversidad cultural y agrícola: que se aprovecha para la agricultura tradicional de subsistencia y agricultura convencional con fines comerciales (véanse figura 1 y figura 3).

Desde la perspectiva política y administrativa, Progreso Hidalgo se asienta al sur del municipio de Villa Guerrero, desde la tenencia de la tierra, pertenece al Ejido de Santa Ana Xochuca, y se caracteriza por ser una comunidad productora de fresa de importancia regional.

La selección de la comunidad para este estudio se basa en las características ambientales y condiciones de adaptación sociocultural, generadas por sus pobladores para el manejo del espacio, sus recursos y agrobiodiversidad, estrechamente ligados a una economía agrícola, sustentada en la diversidad y combinación de cultivos de autoconsumo (maíz, frijol y verduras) con cultivos comerciales (fresa, gladiola, tomate y camote); la combinación de agricultura tradicional y convencional, así como el manejo de los recursos naturales, permiten la subsistencia de la población y genera formas de colaboración e intercambio entre las familias campesinas, los vecinos de la comunidad y pobladores de la región.

La organización familiar, la fuerza de trabajo asalariada, la ayuda mutua, el conocimiento de sus diversos ambientes y el manejo de los recursos naturales, permiten a los pobladores satisfacer sus necesidades básicas durante

el año; el conocimiento refinado que tienen del manejo de su ambiente y los recursos naturales, permite a los campesinos subsistir, ya que al igual que los cultivos, están expuestos a riesgos ambientales y económicos. La recolección de flores, frutos, tallos, hojas, semillas, tubérculos, la pesca de ranas, mojarra, ajolotes y la cacería de herbívoros y aves, en el sistema de barrancas adyacente a sus campos de cultivo, juegan un papel fundamental en la dieta alimentaria y vida cotidiana de los habitantes. En esta localidad es muy relevante la forma en que los campesinos se adaptan socioculturalmente a las condiciones geográficas, ambientales, ecológicas y socioeconómicas (véase figura 2).

Progreso Hidalgo posee una amplia diversidad de especies florísticas tanto silvestres, como inducidas y cultivadas. La vegetación natural es característica del Bosque Tropical Caducifolio que se desarrolla entre 0 y 1900 msnm, pero es más frecuente por debajo de la cota de los 1500 msnm. En este tipo de bosque los árboles pierden las hojas durante los meses de estiaje y se cubren nuevamente de follaje al principio de la temporada de lluvias.

En este bosque se identifican tres estratos florísticos: el arbóreo, el arbustivo y el herbáceo. Los árboles poseen una altura que oscila entre 5 y 15 metros, siendo más frecuente entre 8 y 12 m y comúnmente forman un techo de altura uniforme. El diámetro de los tallos es menor de 60 cm, frecuentemente están retorcidos y tienen ramificaciones a corta altura o desde la base. La corteza de muchas especies arbóreas es de colores llamativos y superficie brillante. El follaje es de color verde claro y predominan las hojas compuestas. Las especies de árboles más representativas son tepehuaje, amate, palo blanco, cazahuate, guaje, huizache y mezquite, se encuentran solamente en las zonas abruptas y en las barrancas. Son importantes para la confección de herramientas agrícolas y en el manejo de algunas plantacio-

Tabla 1. Especies vegetales y animales usadas en la culinaria en Progreso Hidalgo

<i>Especies vegetales</i>		<i>Especies animales</i>	
<i>Silvestres y Aromáticas</i>	<i>Cultivos</i>	<i>Caza</i>	<i>Ganado y Crianza</i>
Cilantro	Calabaza	Ardilla	Borrego
Colorín	Camote	Armadillo	Caballo
Epazote	Cebolla	Conejo	Cerdo
Huaje	Chile	Güilota	Gallina
Orégano	Fresas	Tejón	Mojarra
Quelite	Frijol	Venado	Rana
Rosa de Castilla	Jícama	Colibríes	Vaca
Verdolagas	Maíz	Zopilotes	Carpa
Pápalo	Tomate	Paloma Arroyera	
Nopal	Pepino	Gallina Silvestre	
Chilacayotes	Haba	Codorniz	
	Chayotes	Pato Silvestre	
		Ajolote	
		Cangrejo de Río	

Fuente: Elaboración propia, 2014.

nes como el frijol de vara.

Los árboles inducidos presentan una diversidad de especies muy amplia; es común observarlas en las orillas de las carreteras y caminos, en los límites de los terrenos, en calles, solares y patios de las casas, en las asociaciones vegetales en cercos vivos que tienen fines alimentarios, estéticos, medicinales y ornamentales (Rzendowski, 1978; Gonzalez, 2000; Martínez, 1979). Los habitantes obtienen plantas de buen tamaño y a corto plazo, mediante técnicas de propagación vegetativa, como las estacas, estolones y esquejes. En contraparte la composición del bosque ha sido y cada día es deteriorada, por efecto de las actividades que realizan los pobladores locales y los de áreas adyacentes (véase figura 4)

Los animales representativos corresponden al bosque tropical caducifolio; se observan murciélagos, zorrillos, zorras, coyotes, tejones y hurones. Los reptiles más representativos son la víbora de cascabel, los mazacuates, corallillos, escorpión y lagartijas. En el grupo de los anfibios se encuentran las ranas, sapos y ajolotes que habitan en las presas, ríos, estanques, canales, arroyos y bordos. Las carpas y mojarra son los peces más abundantes y representan una fuente importante en la dieta de muchas familias. En la vegetación ornamental y frutal de las casas, en los terrenos de cultivo y en las barrancas existe una diversidad de aves como gavián, aguililla, lechuza, güilota, codorniz, tordo, petirrojo, tortolita, gorrión, paloma y calandrias.

La fauna local se complementa con especies domésticas que incluyen ganado vacuno, equino, asnal, ovino, caprino y porcino, que según la especie puede ser utilizado como fuerza de trabajo, transporte, fines alimentarios, o

para “engorda” como apoyo a la subsistencia familiar. Existen también aves de corral como gallinas, guajolotes y patos. Otros animales que se observan en la comunidad son perros, gatos y ratas.

El uso del suelo predominante en la localidad es agrícola; se observa también el uso de asentamientos humanos de carácter rural con viviendas, centros escolares, instalaciones deportivas, capillas y establecimientos comerciales. Otro uso del suelo y muy relacionado con la agricultura es el que ocupan los cuerpos de agua, cuyo volumen es variable en función del deshielo en la pendiente sur del Volcán Nevado de Toluca, el caudal de los ríos, las aguas subterráneas e intensidad y frecuencia de la precipitación pluvial durante la época de lluvias (véanse figura 2 y figura 4).

En la comunidad, la actividad económica más importante es la agricultura, en sus modalidades de riego y de secano. Para el primer caso con cultivos de fresa, gladiola y la asociación de fresa con maíz; para la segunda modalidad el cultivo específico de diversas variedades de maíz. La diversidad de cultivos es posible, además de las condiciones agrícolas, debido a los rasgos hidrográficos, el relieve, la vegetación y la situación de la región dentro de una Zona de Ecotono, por lo que la agricultura está muy relacionada con la diversidad de ambientes (véase figura 5)

#### *Agro y Biodiversidad Local*

La actividad económica más importante en la localidad es la agricultura. Los cultivos predominantes en las parcelas son de riego, pero la agricultura de temporal es relevante ya que su destino es el autoabasto de las familias. Las

Tabla 2. Platillos que se preparan en Progreso Hidalgo con Cultivos

Calabaza	Calabacitas con pollo: La calabacita cortada, los granos de maíz y el chile picado		
Camote	Se consume generalmente como fruta cristalizada o como postre	Frito en rebanadas delgadas para hacer frituras. Se emplea en pucheros y pasteles, en dulce, como relleno para empanadas	Hecho puré para elaborar cremas y postres; picado y combinado con verduras cocidas o fritas
Cebolla	Puede ingerirse asada, guisada, salteada o cruda	Si se asa a fuego lento se endulza y se torna melosa	Cebolla caramelizada la cebolla cortada en juliana y el azúcar
Chile	Salsa de chile jalapeño	Ensaladas como condimento	Pastas condimento o "Especia" en comidas
Fresas	Mermelada de fresa casera	Fresas con crema	Yogurts y gelatinas
Frijol	Frijoles negros de olla		
Jícama	Se consume como fruta fresca	Pico de gallo cilantro picado, chile molido y sal	
Maíz	Pan de elote		
Tomate	Albóndigas en salsas de tomate		
Pepino	Agua de Pepino		
Haba	Sopa de habas		
Chayotes	Chayote relleno		

Fuente: Elaboración propia, 2014

especies cultivadas en las parcelas son diversas, las más importantes son: maíz, frijol, calabaza, fresa, camote, tomate, cebolla, pepino, chile; y flores como nardos, aster, flor de terciopelo, gladiola, rosas (en invernadero) y el árbol del dólar. (véase figura 6).

Las especies vegetales cultivadas, son utilizadas como alimentos ó como ingredientes de recetas de medicina rural. De las especies destaca la fresa ya que es el principal cultivo de la localidad y su producción se destina a la comercialización. Dentro de las especies vegetales encontramos tanto leguminosas (frijol y haba), hasta tubérculos (cebolla y jícama), estos últimos se desarrollan en forma de bulbos. Cuando se requiere fijar nitrógeno al suelo, el cultivo de frijol es una buena alternativa.

Muchos de los cultivos no resisten las bajas temperaturas que se presentan en invierno. Por lo que es recomendable que se siembren en primavera y verano. Dentro de los cultivos de hortalizas encontramos al pepino y a la cebolla.

Además de los cultivos agrícolas en la comunidad se presentan diversas especies de plantas silvestres que utilizan los habitantes locales para la preparación de alimentos, la construcción de viviendas, como combustible, como forraje para los animales domésticos, para el tratamiento y curación de enfermedades y con diversos fines ceremoniales y rituales (Nowak, 1991). Como ejemplo se cita al pericón (*Tagetes florida*), planta herbácea, con cuyas hojas y flores amarillas forman una cruz; que es colocada durante

las primeras horas de la noche del 28 de septiembre, en las puertas de las casas, en la parte anterior de los vehículos y en el centro de los cultivos, con fines de protección.

En la tabla 1 se enlistan las especies vegetales silvestres y aromáticas (once) y cultivos (doce), así como las especies animales silvestres (catorce) y domésticas (ocho) que son usadas como alimento en la localidad de Progreso Hidalgo. De ellas fue posible describir, las condiciones ambientales para el crecimiento y desarrollo (estación, suelos y temporada), así como el ciclo de vida de las mismas y los hábitos de crecimiento.

Las especies vegetales silvestres y aromáticas, se usan como condimento y medicinales. En cuanto se refiere al pápalo esta especie es la única que se come cruda y se le da uso decorativo en diversos platillos. Semillas de diversas especies son utilizadas también en la culinaria, tal es el caso de las semillas de cilantro las cuales se consumen maduras e inmaduras. La mayoría de estas especies se consumen en forma fresca, deshidratada, seca o congelada. Las especies descritas son utilizadas en la culinaria tradicional de la localidad de Progreso Hidalgo, son sembradas en huertos familiares, es decir se producen a nivel casero; aunque algunas especies son silvestres, tal es el caso de las verdolagas y el nopal.

Las condiciones ambientales para el desarrollo de gran parte de estas especies requieren del clima cálido presente en la localidad y de suelos profundos y fértiles, el suelo

Tabla3. Platillos que se preparan en Progreso Hidalgo con especies vegetales silvestres y aromáticas

Cilantro	Sopa de cilantro.	
Colorín	Capeada en forma de tortita	Con salsa de jitomate o de pipián. Se sumerge en un buen caldo de chile pasilla o adobo
Epazote	Champiñones con epazote	Los champiñones al vapor y Epazote
Huaje	El huaxmole (guiso de huaje)	Preparado a base de carne de res, se sumerge en una salsa hecha de chile y huaje
Orégano	Se usa para: ensaladas, cebollas, setas, calabazas, aves y pescados	Se utiliza en último momento para que no pierda su sabor y sus propiedades
Quelite	Los retoños verdes, ricos en proteínas, minerales y vitaminas	Se cuecen o fríen ligeramente y Se combinan con sopas, tacos, quesadillas, pinole o esquites
Rosa de Castilla	Agua fresca de piloncillo, se añade la flor de rosa de castilla y la pulpa de la lima. Se le agrega una pequeña cantidad de anís y canela. Se sirve bien fría	Se pueden usar como saborizante en pastelería y para elaborar vinagre
Verdolagas	Puede consumirse fresca como ensalada, o cocinada como espinaca, es buena para sopas, se cocina con carne de cerdo y salsa verde	Las hojas se pueden cocer como si fueran una verdura más, o freír, solas o en tortilla, se pueden añadir a los frijoles pintos
Pápalo	Las hojas de pápalo se pueden usar para dar sabor a sopas, ensaladas, frijoles, guisos, guacamole y salsas, inclusive se usa como sustituto del cilantro	El guacamole se puede hacer con pápalo. Se sirve con totopos y tacos y se le agrega jugo de limón. (Para que no se ponga negro)
Nopal	Se puede usar en ensaladas, sopas, guisos, asados, en fin en una amplia gama de aplicaciones y la fruta se emplea principalmente en dulces y jaleas	Ensalada de nopal
Chilacayotes	Se consumen como verdura y se usan para preparar dulces regionales, los frutos maduros se utilizan como forraje para ganado y aves de corral	También se emplea el fruto inmaduro, pelado y hervido. Las semillas son el ingrediente principal de típicos postres del cual destacan las palanquetas

Fuente: Elaboración propia, 2014

debe tener un buen drenaje y buena retención de humedad. Las especies vegetales alcanzan mayor tamaño en las riberas de los ríos que se encuentran al fondo de las barrancas. En el verano existe mayor diversidad de especies herbáceas y arbustivas, ya que corresponde a los meses de mayor precipitación en la localidad. La gran mayoría de las especies no sobreviven a las temperaturas menores que se presentan en invierno.

De las especies descritas el árbol de colorín, el árbol del huaje y la rosa de castilla, son de uso ornamental, aportan elementos estéticos al paisaje, y fueron plantados para ese fin. En el caso del árbol del colorín tiene una presencia protagónica en la jardinería, como estructurante del espacio, focalizador para delimitar zonas y brindar sombra.

Las actividades relacionadas con la ganadería no son relevantes, pero todas las familias poseen diversas especies de animales: ganado mayor, ganado menor y aves. Los animales de ganado menor viven en pequeños corrales contruidos con tabique o madera, aunque otros son amarrados en las parcelas que recientemente han terminado su ciclo de producción, en parcelas que están en descanso y en las orillas de los bordos, canales y caminos. Los pobla-

dores de la localidad alimentan al ganado básicamente de pastos, aunque pueden comer gran variedad de materia vegetal (hojas, ramas, herbáceas), aún la más fibrosa, ya que poseen un sistema digestivo que les permite digerir algunas suculentas en ambientes extremos (Nowak, 1991).

La crianza de animales como en el caso de la gallina de la que se aprovecha tanto la carne como los huevos y la vaca de la que se aprovecha su carne y la leche que esta produce. Del cerdo se dice que es el único animal que nunca muere de viejo, debido a que su destino es en muchos casos la matanza. Del cerdo se aprovecha todo, ya que se usan en la cocina incluso las partes que en otros animales siempre se han desechado: patas, morro, orejas, intestinos, testículos, órganos internos (riñones, hígado, pulmones y corazón). En la localidad se cuenta con bordos y presas en las cuales se encuentran mojarra y ranas, con las que se preparan alimentos distintivos, como el delicioso caldo de mojarra y las ancas de rana.

Los animales silvestres, de los grupos de mamíferos, reptiles, aves, peces, anfibios e insectos son utilizados por las familias como complemento en su alimentación. Entre los mamíferos silvestres, se utilizan el zorrillo y el coyote



Figura 3. Paisaje de Progreso Hidalgo

con fines medicinales, pues se les atribuyen ciertas propiedades curativas para el tratamiento de enfermedades. El venado cola blanca es cazado por el sabor de su carne. Entre los reptiles, un recurso para los pobladores es la víbora de cascabel, cuya carne es considerada con propiedades para el tratamiento de enfermedades como el cáncer y la diabetes.

Entre las aves existe enorme variedad de especies consideradas útiles, desde los pequeños colibríes hasta los grandes zopilotes. Algunas familias capturan y cazan especies como la paloma arroyera, gallina silvestre, codorniz, güilota y patos; cuya carne complementa la alimentación durante la época de escaso trabajo en los pueblos.

La pesca de mojarra y carpas, se realiza de noviembre a abril, aunque de forma esporádica se pesca durante todo el año. Prefieren las mojarra por su tamaño y porque tienen menos espinas en comparación con la carpa. También se capturan ranas y ajolotes, las cuatro especies

son un alimento importante en los días de cuaresma y en los meses de escasez de trabajo y de dinero. En menor proporción se capturan crustáceos como los cangrejos de río utilizados con fines medicinales.

La captura y caza de especies animales, ya sea con fines alimentarios o medicinales, también se realiza como recreación o deporte. Generalmente se capturan y cazan venados, liebres, conejos, armadillos, víboras de cascabel y diversas especies de aves. Por las noches se organizan grupos de hombres y niños que preparados con escopetas y rifles se dirigen a las barrancas y ríos para capturar y cazar animales. El uso que se les da a los animales criados por las familias es el de coadyuvar al sustento familiar.

Respecto a las especies animales silvestres, se destacan las condiciones ambientales propicias para el crecimiento de las especies de caza. La mayoría de las especies descritas se pueden encontrar en el campo, en lugares abiertos y

Tabla 4. Platillos que se preparan en Progreso Hidalgo con Animales de Ganado y Crianza

Borrego	Barbacoa de borrego:	
Caballo	Cecina con cebolla caramelizada	
Cerdo	Carnitas de puerco	Pepeto
Gallina	Caldo Tlalpeño	
Mojarra	Caldo de mojarra	
Rana	Ancas de rana	
Vaca	Milanesas de res sazonadas	

Fuente: Elaboración propia, 2014



Figura 4. Bordo en la Comunidad de Progreso Hidalgo

en las barrancas que se encuentran en la localidad. Para poder consumir estas especies los pobladores esperan varios meses, hasta que las especies llegan a su madurez y con ello fomentan en sus hijos la conservación de las especies.

El agua es un factor condicionante en la presencia y supervivencia de las especie de caza, que precisan vivir en las proximidades de los ríos que se encuentran en las barrancas o arroyos que cuenten con presencia constante de agua. Al llegar el invierno existe menor posibilidad de que se encuentren las especies, ya que muchas de ellas invernan en sus madrigueras y es más difícil el aprovechamiento para llegar a consumirlas. Cuando no se llegan a consumir todas las partes de la especie en su totalidad, las amas de casa optan por congelar la carne y con ello poderla aprovechar después.

#### *Riqueza Culinaria y Diversidad de los Platillos*

En la comunidad de Progreso Hidalgo, aparte de las fiestas de Semana Santa, Día de Muertos, Navidad y Día de la Virgen de Guadalupe, celebran a la Virgen de la Merced, cuando acuden a la iglesia que se encuentra en la comunidad, y de esta forma las familias llevan comida, y conviven, a través de la misa, la propia comida, algunos bailes y jaripeos que se realizan a las afueras del centro de la comunidad.

Para este tipo de celebraciones, tanto religiosas como XV años, bautizos, bodas o alguna festividad especial, las familias preparan platillos típicos como: arroz, frijoles, mole, tamales, y dependiendo de la estabilidad económica de las personas, platillos hechos con carne de cerdo o añadiéndole algunas verduras, como chilacayotes o algunas hojas verdes (véanse tablas 2, 3, 4 y 5). Fue posible identi-

Tabla 5. Platillos que se preparan en Progreso Hidalgo con especies Animales de Caza

Ardilla	Ardilla con nopales
Armadillo	Armadillo a la parrilla: asado sobre una parrilla a fuego lento
Conejo	Conejo en mole de tres chiles
Güilota	Mole de güilota
Tejón	Tejón Enchipotlado
Venado	Venado asado y sazonado con sal y pimienta

Fuente: Elaboración propia, 2014



Figura 5. Cultivo de fresa en Progreso Hidalgo, Villa Guerrero, Estado de México

ficar 22 platillos y formas de preparación con los cultivos locales, 23 con plantas silvestres y aromáticas que crecen en la localidad, ocho con animales de ganado y crianza de las familias locales y seis con animales silvestres que cazan los hombres.

La frecuencia de los platillos, depende principalmente de la estabilidad económica estacional; los frijoles son el alimento más consumido, que todas las familias tienen a la mano, debido a su cultivo accesible y a su precio al alcance popular. En contraparte, los platillos hechos con carne de cerdo, sólo pueden ser consumidos ocasionalmente hasta una vez por semana. Así mismo la preparación de tortillas a mano, reduce la compra de éstas, y con ciertos ani-

males como el pollo, que acostumbran criar, aprovechan sus beneficios tales como la producción de huevo. Cuando el animal deja de ser productivo, lo sacrifican para consumo humano.

El “Pepeto”, es el platillo local por excelencia, se elabora a base de carne de cerdo (codillo), chilacayotes picados, granos de elotes tiernos, habas peladas, cebollas, epazote y chile manzano, al servirse se le agrega queso rallado, orégano y un poco de aceite de oliva. Este platillo es tradicional e imprescindible en toda reunión y su época es de junio a noviembre.

El pipián rojo con chilacayotes se prepara utilizando la semilla de calabaza para hacer esta deliciosa salsa espesa

Tabla 6. Percepción sobre el Equipamiento, los Servicios Públicos y el Comercio

Equipamiento	Instalaciones Educativas en buenas condiciones	50%
	Equipamiento Deportivo adecuado	46%
	Equipamiento de Salud en buenas condiciones	18%
	Agua Potable y Agua para Riego de calidad y disponible	86%
	Energía Eléctrica en buenas condiciones y continuidad	46%
Servicios Públicos	Aprovisionamiento de Gas Doméstico constante y adecuado	38%
	Servicio de Drenaje y Saneamiento adecuado	38%
	Servicio de Recolección de Basura de calidad	16%
	Servicio de Transporte Público bueno	30%
Comercio	Comercios pequeños, integrados en las viviendas	

Fuente: Elaboración propia, 2014



Figura 6. Bordo y Parcelas de Maíz en la Comunidad de Progreso Hidalgo

que tradicionalmente se combina con carnes de cerdo, pollo y res. El mole rojo con guajolote es un platillo que se utiliza en festividades como XV años o bodas en la localidad. Es muy recurrente ya que el alimento base es el guajolote. La sopa de setas es un platillo típico de la localidad. El dulce de pepitas de calabaza y el mole negro de huitlacoche son otras delicias culinarias, típicas de la localidad.

La enseñanza de los platillos ocurre de generación en generación, a través de las madres que les enseñan a las hijas y éstas también llegan a aprender de sus abuelas, ésto debido a la interacción familiar y social durante la preparación de desayunos, almuerzos, comidas y cenas, ya que las niñas desarrollan su habilidad para la preparación de alimentos viendo a sus madres cocinar y ayudándolas en algunas labores.

Las personas no le otorgan gran importancia a los platillos en relación con su identidad, ya que no ven su riqueza culinaria desde la perspectiva cultural, se limitan solo al

hecho de consumir los platillos, en ocasiones especiales por costumbre y otras para su alimentación básica. No han logrado percibir el significado cultural o religioso de sus alimentos preparados, ya que la mayoría de las personas solo preparan platillos por la enseñanza de sus parientes y no tanto por buscar un significado a lo que estén consumiendo.

Los habitantes locales han manifestado que los platillos les dan una identidad cultural, a pesar de que en esta comunidad no la comprendan o hayan analizado para identificarse; sin embargo mencionan que es una característica propia y distintivo del lugar.

La identidad culinaria mediante sus platillos, será de gran importancia para la activación del turismo gastronómico, debido a la importancia cultural y preparación culinaria propia y original de la comunidad. Estas particularidades sobre la riqueza de especies y platillos pueden constituir en el futuro el eje de desarrollo de un SIAL basado

Tabla 7. Percepción sobre las Organizaciones Sociales

Agrupaciones de Carácter Político que funcionan bien	26%
Organizaciones Educativas que trabajan en buenas condiciones	70%
Organizaciones Comerciales que funcionan bien	58%
Organizaciones Religiosas que son de importancia	30%
Condiciones de la Organización Ejidal que son favorables	48%
Organización adecuada con Fines Culturales	20%
Son las Mujeres Campesinas quienes se encargan de la Gestión para solicitar apoyos ante las dependencias competentes	

Fuente: Elaboración propia, 2014

Tabla 8. Percepción de efectos potenciales derivados de la activación del SIAL basado en Turismo Gastronómico Tradicional Rural

Efectos Negativos	Posible Contaminación Ambiental
	Aumento de Turistas y Paseantes
	Mayor Demanda y Consumo de Productos
	Aumento en la Generación de Basura
	Posible Mejora de Infraestructura
	Mejores Formas de Comunicación
	Mejora de los Servicios de Transporte
	Desarrollo de Edificaciones de Mayor Calidad
	Mayor Disponibilidad de Apoyos del Gobierno
	Empleo a la Población
Efectos Positivos	Efecto Comercial Positivo
	Elaboración de Productos Propios de la Comunidad
	Desarrollo Familiar para Cada Hogar
	La generación de ingresos se distribuirá aún más entre todos los miembros de la familia, y así mismo los beneficios derivados de ello
	Diversificación de sus actividades y fuentes de ingresos con la participación de toda la familia
	Mejor aprovechamiento de su ambiente
	Potencial para dar algunos servicios turísticos debido al paisaje que se tiene y a las zonas naturales
	Efectos culturalmente positivos, ya que el aumento de turistas gastronómicos, significará que ciertas costumbres no se pierdan, que estén presentes como atractivo turístico
	La calidad de vida de la población aumentará en proporción al turismo que puedan recibir.

Fuente: Elaboración propia, 2014

en turismo gastronómico tradicional proporcionando platos especiales únicos a nivel regional.

*Percepción sobre las condiciones sociales y económicas de la comunidad.*

La percepción que tienen los habitantes respecto al impacto de un SIAL sobre su calidad de vida, lo consideran satisfactorio, y opinan que el agroturismo les permitirá una capacidad de actuación y funcionamiento en su vida, que les permitirá mayor bienestar a través del manejo y aprovechamiento de sus recursos disponibles (véase tabla 6).

Ellos consideran que esto puede verse reflejado en ingresos disponibles, posición en el mercado de trabajo, mejoramiento de su salud, o nivel de educación. Y consideran que esto puede mejorar también algunas características en la comunidad, tales como la presencia y acceso de servicios, el grado de seguridad, el transporte, la movilidad y la habilidad para servirse de nuevas tecnologías.

La participación de la población en la promoción y acción es fundamental, ya que el aumento de turistas implicará desarrollo en aumento que necesariamente debe ser

participativo. En lo que se refiere a la organización social se observó aceptación de las personas residentes en la localidad para asociarse con empresas o personas que puedan impulsar algún negocio y les brinde viabilidad para consolidar su economía con base en productos locales (véase tabla 7).

Los programas de desarrollo suelen ser percibidos con poca frecuencia e importancia. Al ser una comunidad rural y con pocos habitantes, suelen ser los mismos pobladores quienes generan sus propios sistemas de apoyo y desarrollo. Conocen sólo: Programas de apoyos de la SEP (Educación), la SEDESOL (Desarrollo Social); y el Programa PRONABES (Becas).

Para mejorar el manejo de los recursos, los pobladores están de acuerdo en tomar talleres que pueden beneficiarlos en capacitación y aprendizaje sobre actividades importantes para su desarrollo económico. Esta forma de organización deberá contar con seguimiento, para participar en la conservación de las tradiciones propias de la comunidad. Esto es de suma importancia ya que para establecer la activación del SIAL por medio del TGTR, es necesario tener una distribución de las actividades que se realizarán y

de esta manera, todos los factores, sociales, culturales y ambientales, tengan eficiencia y sean aprovechados de manera correcta y de una forma segura (véase tabla 8).

### Discusión y Conclusiones

Respecto a la agro y biodiversidad presente en la localidad, se identificaron las especies vegetales silvestres y aromáticas (once) y cultivos (doce), así como las especies animales silvestres (catorce) y domésticas (ocho) que son usadas como alimento en la localidad de Progreso Hidalgo. De ellas fue posible describir, las condiciones ambientales para el crecimiento y desarrollo (estación, suelos y temporada), así como el ciclo de vida de las mismas y los hábitos de crecimiento. Las condiciones ambientales para el desarrollo de gran parte de estas especies requieren del clima cálido presente en la localidad la mayor parte del año y de suelos profundos y fértiles, el suelo debe tener un buen drenaje y buena retención de humedad. Las especies vegetales alcanzan mayor tamaño en las riberas de los ríos que se encuentran al fondo de las barrancas. En el verano existe mayor diversidad de especies herbáceas y arbustivas, ya que corresponde a los meses de mayor precipitación en la localidad. La gran mayoría de las especies no sobreviven a las bajas temperaturas que se presentan en invierno.

Respecto a la riqueza culinaria, fue posible identificar 22 platillos y formas de preparación con los cultivos locales, 23 con plantas silvestres y aromáticas que crecen en la localidad, ocho con animales de ganado y crianza de las familias locales y seis con animales silvestres que cazan los hombres. Los habitantes locales han manifestado que los platillos les dan una identidad cultural, a pesar de que en esta comunidad no la comprendan o hayan analizado para identificarse, sin embargo mencionan que es una característica propia y distintivo del lugar.

La identidad culinaria mediante sus platillos, será de gran importancia para la activación del turismo gastronómico, debido a la importancia cultural y preparación culinaria propia y original de la comunidad. Estas particularidades sobre la riqueza de especies y platillos pueden constituir en el futuro el eje de desarrollo de un SIAL basado en turismo gastronómico tradicional proporcionando platillos especiales únicos a nivel regional y una estrategia viable para la conservación de la biodiversidad local.

La percepción que tienen los habitantes respecto al impacto de un SIAL sobre su calidad de vida, lo consideran satisfactorio, y opinan que el agroturismo les permitirá una capacidad de actuación y funcionamiento en su vida, que les permitirá mayor bienestar a través del manejo y aprovechamiento de sus recursos disponibles. Ellos consideran que esto puede verse reflejado en ingresos disponibles, posición en el mercado de trabajo, mejoramiento de su salud, o nivel de educación. Y consideran que esto puede mejorar también características en la comunidad, como la presencia y acceso de servicios, el grado de seguridad, el transporte, la movilidad y la habilidad para servirse de nuevas tecnologías; y así conservar su patrimonio biocultural.

La participación de la población en la promoción y acción es fundamental, ya que el aumento de turistas implicará desarrollo en aumento que necesariamente debe ser participativo. En lo que se refiere a la organización social se observó aceptación de las personas residentes en la localidad para asociarse con empresas o personas que puedan impulsar algún negocio y les brinde viabilidad para consolidar su economía con base en productos locales.

Los programas de desarrollo suelen ser percibidos con poca frecuencia e importancia. Al ser una comunidad rural y con pocos habitantes, suelen ser los mismos pobladores quienes generan sus propios sistemas de apoyo y desarrollo. Para mejorar el manejo de los recursos, los pobladores están de acuerdo en tomar talleres que pueden beneficiarlos en capacitación y aprendizaje sobre actividades importantes para su desarrollo económico. Esta forma de organización deberá contar con seguimiento, para participar en la conservación de las tradiciones propias de la comunidad.

Esto es de suma importancia ya que para establecer la activación del SIAL por medio del TGTR, es necesario tener una distribución de las actividades que se realizarán y de esta manera, todos los factores, sociales, culturales y ambientales, tengan eficiencia y sean aprovechados de manera correcta y de una forma segura.

De acuerdo al análisis en campo y a información recabada por medio de encuestas que se aplicaron a la comunidad, se observó que las condiciones son favorables para implementar un SIAL, ya que el ámbito físico en su relación con los actores del territorio que son los habitantes de esta comunidad, muestran armonía y no intervienen en conflictos para la adecuada implementación de un sistema como el que se propone. Así se constituirá una estrategia sustentable para la conservación del patrimonio biocultural de la localidad en beneficio de la región.

Los productos que se pueden aprovechar para impulsar este sistema son suficientes en la zona, para abastecer y utilizar, tanto en la propia población como en negocios para el mercadeo. Los habitantes locales muestran conocimiento sobre la elaboración y preparación de distintos alimentos y diversos productos comestibles a base de la vegetación y fauna locales. Un proyecto de SIAL tiene a su favor condiciones para que en la localidad de Progreso Hidalgo, sea implementado y con ello desarrollar su economía, a elevar el empleo y la calidad de vida, que beneficiará a la mayor parte de la población local y muestra perspectivas favorables para impulsar el desarrollo regional.

En el marco del destino la gastronomía destaca por su importancia, pues forma parte de la cultura que lo define; sin su gastronomía, el destino queda incompleto como producto turístico; asimismo, las tendencias actuales del turismo buscan tener una relación más directa con las comunidades que se visitan y vivir sus costumbres, en este tenor, la gastronomía es un factor determinante. México es un país de una extraordinaria riqueza gastronómica; cada estado, cada región y cada pueblo de esta República cuentan con una amplia lista de platillos únicos ya que conforme va cambiando el medio geográfico y el paisaje, los

olores y sabores nos ofrecen distintos picores, dulzuras, espesores, temperaturas, olores, sabores y colores lo que permite tener una gran variedad de platillos y, a la vez, poseer una configuración gastronómica propia.

### Agradecimientos

A todos los colaboradores y tesisistas relacionados con esta línea de investigación, en particular: Edith Ávila Flores, Alejandra Valdés Mancevo, Luis Felipe Garduño Hernández y Rosalinda Martínez Aldana.

### Referencias

- Blanco, M. (2006). *Las rutas alimentarias, una herramienta para valorizar los productos de las agroindustrias rurales. El caso de la ruta del queso Turrialba*. Segunda Edición ed. Costa Rica: s.n.
- Boucher, F. (1998). *Globalización y evolución de la AIR en América Latina: Los Sistemas Agroalimentarios Localizados*, Caracas, Venezuela: s.n.
- Boucher, F. (2003). *Los Sistemas Agroalimentarios Localizados. Una opción para fortalecer las agroindustrias rurales en el marco de la globalización..* D.F, México: CIRAD.
- Cascante, M. (2006). *Efectos de un estudio SIAL: potencialidades de desarrollo y movilización local*. Toluca Mexico: Editorial UAEM.
- Correa, C., 2004. *Como activar los Sistemas Agroalimentarios Localizados en América Latina*. Toluca México: UAEM.
- Cuesta, J. G. (1996). El turismo Rural como factor diversificador de rentas en la tradicional economía agraria. *Estudios Turísticos*, Issue 122, pp. 45-59.
- Lipton, M. y Longhurst, R. (1989), *New seeds and poor people*, Baltimore, MD John Hopkins University Press.
- Mc Rae, R.J. *et al.* (1990), Farm scale agronomic and economic conversion from conventional to sustainable agriculture. en *Adv. Agronomy*, num. 43.
- Muchnik, J. (2004). *Territorios y sistemas agroalimentarios locales*. Primera edición ed. Colombia: Unibiblos.
- Requierd-Desjardins, D. (1999). Agroindustria Rural y Sistemas Agroalimentarios Localizados. *Revista Conmemorativa*, X (4), p. 17.
- Requierd-Desjardins, (2002). *Multifuncionalidad y Sistemas Agroalimentarios Localizados*. Paris: s.n.
- Rodríguez-Borray, G. (2002). *La diversificación productiva como estrategia de activación de sistemas agroalimentarios locales: el caso de la agroindustria panelera colombiana..* Colombia: Montpellier.
- Rodríguez, G. (2004). *La multifuncionalidad de los sistemas agroalimentarios locales en zonas rurales de oasis en desarrollo: el caso de la agroindustria panelera colombiana*. Toluca, México: Montpellier.
- Salas, I. (2006). Agroindustria Rural y Liberación Comercial Agrícola: el rol de la guía metodológica para la activación de Sistemas Agroalimentarios Localizados. *Revista Agroalimentaria*, I(22), pp. 13-20.



## Diagnóstico de la situación ambiental en 10 unidades académicas de la Universidad Autónoma de Guerrero, México

Nancy Dalia Garza Moreno<sup>1\*</sup>

Eugenio Castro Solís<sup>1</sup>

Mario Treviño y Díaz Barriga<sup>1</sup>

Saúl Flores Valdez<sup>2</sup>

Silvia Alemán Mundo<sup>3</sup>

Juan José Dimas Mojarro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Unidad Académica de Ecología Marina. Gran Vía Tropical No. 20. Fracc. Las Playas. C. P. 39390. Acapulco, Gro., México. Tel. +52 (744) 483 2780

<sup>2</sup>Unidad Académica de Ciencias Ambientales. Gran Vía Tropical No. 20. Fracc. Las Playas. C. P. 39390. Acapulco, Gro., México. Tel. +52 (744) 483 5805

<sup>3</sup>Unidad Académica de Filosofía y Letras. Av. Lázaro Cárdenas s/n. C.U. Zona Sur. C. P. 39087. Chilpancingo, Gro., México. Tel. +52 (747) 472 8846

**\*Autor de correspondencia**  
 garza\_moreno@hotmail.com

### Resumen

Se presentan resultados del diagnóstico ambiental realizado en el 2012 a 10 unidades académicas de nivel superior de la zona sur de la Universidad Autónoma de Guerrero, con la finalidad de valorar el estado actual que prevalece sobre el uso y manejo de los recursos naturales. El análisis constituye un marco de referencia para todas aquellas unidades que busquen certificarse como escuela limpia mediante el aseguramiento de la calidad ambiental a través de la Procuraduría federal de Protección al Ambiente [PROFEPA]. Éstos indicadores son un referente para la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) propio o colectivo. Con la colaboración de prestadores de servicio social y de prácticas profesionales, se realizaron inspecciones *in situ*, aplicando las guías de autoevaluación de cumplimiento ambiental de la PROFEPA. Actualmente el desarrollo de las diversas actividades, productos y servicios en las unidades académicas analizadas, tienen lugar sin considerar criterios ambientales, lo cual, se hace patente en incumplimientos de lo que establece la normatividad federal, estatal y municipal. Es necesario que la universidad, institucionalice una política ambiental que involucre la incorporación de la dimensión ambiental a nivel de la gestión universitaria, particularmente en el cumplimiento de la normatividad ambiental y en el manejo responsable y eficiente de los recursos naturales, lo cual le permita consolidar su responsabilidad social como una institución ambientalmente responsable.

**Palabras clave:** *dimensión ambiental, manejo ambiental, conciencia ambiental*

### Como citar el artículo:

Garza-Moreno, N. D., Castro-Solís, E., Treviño-y-Díaz-Barriga, M., Flores-Valdez, S., Alemán-Mundo, S. y Dimas-Mojarro, J. J. (2014). Diagnóstico de la situación ambiental en 10 unidades académicas de la Universidad Autónoma de Guerrero, México. Tlamati, 5(3). 65-71

## Abstract

This study aims to results of environmental diagnosis developed in 2010 at 10 academic units (undergraduate schools), at Autonomous University of Guerrero, with the purpose to evaluate the actual situation related with natural resources management. Analyses constitute part of reference for all academic units in process to certification as a clean school, through the fulfillment of environment quality requirements indicated by PROFEPA. These indicators were used as reference for implementation of a particular or collective environmental management system (EMS). With the participation of social service trainees, and professional practices students, inspections *in situ* were made, using the PROFEPA's Checklist about environmental auto evaluation guides. Nowadays, development of activities, products and services are made without consideration about environmental criteria, revealing a non-compliance of rules established by federal, state, and municipal normative. It is necessary that the University institutionalize environmental management politics, and those must includes an environmental dimension and an institutionalized management practices, particularly focused on fulfill environmental normative, and responsibility, and effective management of natural resources, which incite consolidation of social responsibility 6as an institution environmentally responsible.

**Key Words:** environmental dimension, environmental management, environmental awareness

## Introducción

La auditoría ambiental es un método que evalúa los procesos de una empresa respecto a la contaminación, el riesgo ambiental, el cumplimiento de la normatividad aplicable y de buenas prácticas de operación. Es una acción voluntaria por parte de la empresa que promueve la identificación de oportunidades de mejora, así como la instrumentación de proyectos que reduzcan la contaminación. En las auditorías se revisan dos aspectos: el cumplimiento de la ley y la implementación de buenas prácticas ambientales.

En México, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) particularmente la Subprocuraduría de Auditoría Ambiental, certifica no solo empresas sino ciudades e instituciones educativas en diferentes aspectos como son el manejo integral de residuos, incluyendo recolección y disposición final de residuos sólidos urbanos (RSU), el manejo integral del agua y el manejo de sus recursos naturales.

Por otro lado los Sistemas de Gestión Ambiental (SGA) constituyen el instrumento que permite definir y aplicar la normatividad ambiental y ecológica a que deben sujetarse las actividades humanas y consta de tres componentes: la auditoría, el plan de gestión y los indicadores de desempeño; por lo que se pretende promover cuestiones como el ahorro de costos (luz, agua, papel etc.), el aumento de la seguridad e higiene laboral, la promoción de buenas prácticas y el establecimiento y cumplimiento de la legislación ambiental en lo referente a emisiones. En las instituciones mexicanas de educación, los SGA han sido establecidos en forma desigual, generalmente con iniciativas parciales y desarticuladas y a veces con enfoques más integrales.

Actualmente prevalece la tendencia en todas las institu-

ciones educativas, a incorporar la dimensión ambiental al currículo como un medio para contribuir al desarrollo sustentable. Estas acciones tienen su origen en el seno de un amplio movimiento ambiental, que despunta a partir de la célebre Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo Suecia en 1972; en el cual, se debatía de manera más amplia la necesidad de incorporar la dimensión ambiental al modelo de desarrollo, Bravo (2005).

En este sentido, la introducción de la problemática ambiental en el currículo y gestión universitaria, ha transitado durante décadas con diferentes grados de profundidad, amplitud y éxitos en su aplicación. Las experiencias revisadas y señaladas por Gutiérrez y González (2005), denotan que el tratamiento dado a la problemática ambiental, va desde el informativo de temas puramente ecológicos, hasta abarcar esta temática de un modo global, tocando tanto aspectos curriculares como de gestión universitaria.

Actualmente la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), transita hacia la implementación de un nuevo modelo académico y educativo basado en competencias con un enfoque socioconstructivista. En ésta perspectiva como lo señala Díaz Barriga (2011) confluye la importancia de la labor escolar y del trabajo docente en proveer espacios que permitan que el estudiante, a partir de su acercamiento a objetos cognitivos, vaya construyendo su propio andamiaje de información y el reconocimiento del contexto del aprendizaje que demanda pensar en una situación de la vida cotidiana y desde ahí articular los conceptos.

Por lo anteriormente señalado consideramos que la institucionalización de un SGA por parte de la UAGro, constituirá una plataforma necesaria para la construcción de saberes ambientales significativos, además de fortalecer su compromiso como institución educativa responsable para con la sociedad y el ambiente.

Tabla 1. Mediciones de la intensidad de sonido emitido por dos compresores de aire en la UA de Odontología. Frecuencia A: para programas ambientales de protección del oído. Frecuencia C: Análisis de sonido de máquinas, motores etc. Mayo 2012. Fuente: Elaboración propia.

ÁREA	(dB) EMITIDOS POR COMPRESORES PARA LAS FRECUENCIAS		ESCALA UTILIZADA EN LA MEDICION DE SONIDO
	A	C	
Compresor 1 Lado izquierdo del edificio	84	91.2	60
Compresor 2 Detrás de las escaleras	91.1	95.7	80

ÁREA	SONIDO EN (dB) PERCIBIDOS DE DOS COMPRESORES PARA LAS FRECUENCIAS		ESCALA UTILIZADA EN LA MEDICION DEL SONIDO
	A	C	
PLANTA BAJA			
Baños lado izquierdo del edificio.	68.5*	77.8**	60
Acceso a la escalera	81.6	87.4	60
Lado derecho del edificio	66.8	76.1	60
1ra. PLANTA			
Lado izquierdo del edificio	70.5	76.5	60
Acceso a la escalera	80.0	86.4	60
Lado derecho del edificio	69.5	77.8	60
2da. PLANTA			
Lado izquierdo del edificio	67	74.2	60
Acceso a la escalera	80.8	85.7	60
Lado derecho del edificio	66	75.3	60

Notas.

Distancia hacia el ala derecha al compresor 1: 28 mts.

Distancia hacia el ala izquierda al compresor 1: 18 mts.

\* Medición con el compresor 1 trabajando

\*\* Medición con los 2 compresores trabajando (solo incluyen los 2 compresores del ala izquierda)

Frecuencia A: para programas ambientales de protección al oído

Frecuencia C: Análisis de sonido de máquinas, motores etc.

Los indicadores ambientales que se presentan constituyen, un marco de referencia para las unidades académicas (UAs) que busquen certificarse como escuela limpia mediante el aseguramiento de la calidad ambiental a través de la PROFEPA. A su vez, estos indicadores pueden ser utilizados como parte de un SGA a nivel de cada unidad académica o de toda la universidad.

El presente informe aporta elementos que permiten conocer el estado actual de la gestión universitaria en relación al cumplimiento ambiental en 10 UAs de la Universidad Autónoma de Guerrero: Comercio y Administración, Matemáticas, Turismo, Ecología Marina, Ciencias Socia-

les, Psicología, Medicina, Odontología, Enfermería No. 2 y el Instituto Internacional de Estudios Políticos Avanzados (IIEPA-IMA).

### Materiales y métodos

Para conocer cómo se desarrollan las actividades, procesos y servicios con relación al cumplimiento previsto en la legislación y normatividad ambiental y con el apoyo de prestadores de servicio social, tesis y de prácticas profesionales de los programas educativos de Ecología Marina y Ciencias Ambientales, se realizaron análisis respectivos

Tabla 2. Estimación de la generación de RS por ciclo escolar en 10 UAs de la zona sur de la UAGro. Fuente: Elaboración propia. Ciclo escolar Agosto 2011-Julio 2012 (200 días hábiles).

UNIDADES ACADÉMICAS	RSU Toneladas ciclo escolar <sup>-1</sup> 2012
Enfermería No. 2	18.186
Medicina	19.502
Comercio y Administración	44.114
Turismo	17.178
Psicología	17.374
Ciencias Sociales	31.150
Odontología	09.520
Ecología Marina	04.718
IIEPA-IMA	03.626
Matemáticas	04.746
TOTAL	170.114

con diversos documentos de verificación así como recorridos en las 10 UAs contempladas en el proyecto, recorriendo todos los espacios físicos de los inmuebles para la identificar la situación ambiental que prevalece en cada una de ellas, aplicando las guías de autoevaluación de cumplimiento ambiental de la PROFEPA, la cual incluye los requisitos legales a cumplir en materia de: Agua, Aire, Residuos, Ruido, Suelo y Subsuelo, Riesgo, Impacto Ambiental, Sistemas de Gestión Ambiental y Registro de Emisiones.

## Resultados y discusión

*Análisis de las actividades, productos y servicios mediante la guía de autoevaluación de cumplimiento ambiental de la PROFEPA.*

En lo referente al Capítulo Agua, la principal fuente de abastecimiento para todas las UAs es la red municipal, así como en la emisión de sus aguas de desecho a través del sistema de alcantarillado, operado por el municipio local. Dentro de este capítulo los incumplimientos son resultado del retraso en los pagos por el suministro de agua y en la emisión de residuos tóxicos al sistema de alcantarillado de acuerdo a lo establecido en el art. 14 fracciones IX, XI y XVI de la Ley de Aguas Nacionales (Honorable Congreso de la Unión [HCD], 2012). Cabe mencionar que este último incumplimiento es debido al vertimiento de reactivos químicos en aquellas UAs que hacen uso de laboratorios las cuales, corresponden al 30%.

De acuerdo a la disposición del art. 92 de la Ley Gene-

ral del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA), otro incumplimiento, es la ausencia de programas que promuevan el ahorro y el uso eficiente del agua entre los alumnos y el personal que labora en las UAs (HCD, 1992).

El indicador ambiental relacionado con el consumo de agua no fue posible determinarlo ya que la administración central se encontraba en un proceso de reestructuración de su deuda con el organismo operador "Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Acapulco" (CAPAMA). Por esta razón no se contó con los recibos para verificar los consumos de agua.

En lo referente al Capítulo Suelo y Subsuelo, no fue posible determinar si se produce contaminación debido a las actividades de generación, manejo y disposición final de materiales o residuos peligrosos que se llevan a cabo en las instalaciones de las UAs, debido a que no hay registro de estas actividades.

Mientras, en el Capítulo de Aire y Ruido, no se observaron actividades que sean fuentes de emisiones a la atmósfera en las 10 UAs, ya que el giro de la empresa es el educativo en donde no se genera este tipo de contaminantes.

En lo referente a la emisión de ruido, solamente en la unidad académica de Odontología se observó y evaluó la intensidad de sonido mediante un medidor digital de nivel de sonidos, marca EXTECH, modelo 407730, ya que para la realización de sus prácticas en sus clínicas se utilizan dos compresores de aire. (véase tabla 1).

Los requisitos legales, criterios o normas de referencia aplicables, son la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición, considerando que la emisión de ruido proveniente de fuentes fijas, alterando el bienestar del ser humano con motivo de la exposición, dependerá de la magnitud por unidad de tiempo de los desplazamientos temporales del umbral de audición. Por ello, resulta necesario establecer los límites máximos permisibles de emisión de éste contaminante, las referencias aplicables son: NMX-AA-40 Clasificación de ruidos, NMX-AA-43 Determinación del nivel sonoro emitido por fuentes fijas, NMX-AA-59 sonómetros de precisión, NMX-AA-62 Determinación de los niveles de ruido ambiental. Los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A" emitido por fuentes fijas, son en un horario de 6 a 22 hrs., 68 Db (A) y de 22 a 6 hrs., 65 Db (A).

La sanción aplicable será conforme a lo dispuesto por la LEGEEPA y demás ordenamientos jurídicos aplicables. Por lo que se recomienda establecer un Programa de conservación de la audición y protección a los estudiantes y maestros, promoviendo el uso de material acústico absorbente para vibraciones, colocar ductos y celosía acústica que complementen los confinamientos de las máquinas o equipos ruidosos, así como silenciadores de atenuación del ruido y barreras acústicas, todo esto utilizando materiales nacionales.

En lo que respecta al Capítulo de Residuos y Residuos Peligrosos (RP), se observó que las UAs no cuentan con

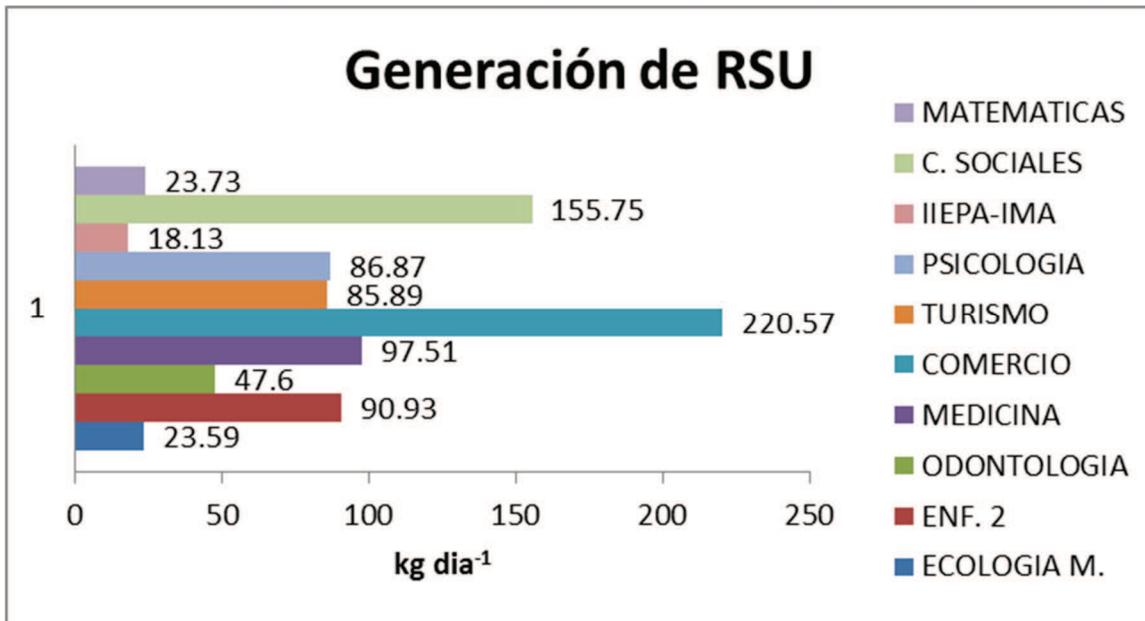


Fig. 1. Estimación de la generación de RSU, en 10 UAs de la zona sur de la Universidad. 2012. Fuente: Elaboración propia

estudios de generación y aprovechamiento de residuos, ni con un plan de manejo de Residuos de Manejo Especial (RME), como lo establece el art.16 de la Ley de Aprovechamiento y Gestión Integral de los Residuos (LAGIR) del estado de Guerrero. Por lo anterior no se realizan los reportes de entrega recepción con las empresas responsables de su disposición final como lo establece el art. 65 de la LAGIR (HCD, 1992) a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Guerrero (SEMAREN).

En relación a Residuos Peligrosos (RP), las UAs no cuentan con el registro ante la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), como micro generadores de RP, ni son almacenados en recipientes identificados, considerando sus características de peligrosidad e incompatibilidad, con lo cual podrían generarse fugas, derrames, explosiones e incendios como lo señala el art. 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (HCD, 2012).

Los RP contemplados como tal, son fármacos caducos, lámparas fluorescentes, objetos punzocortantes, residuos no anatómicos, residuos patológicos, cultivos-cepas y sangre, los cuales se encuentran en el listado del art. 31 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) como RP (HCD, 2012). Para el caso específico de los fármacos caducos y lámparas fluorescentes son generados en la totalidad de las UAs, mientras, que el resto de los RP, sólo se generan en el 30% de las UAs y las autoridades responsables de estas últimas demostraron parcialmente realizar actividades relacionadas con la recolección y transporte de los residuos que contienen agentes infecciosos conforme a las determinaciones de los artículos 52 y 85 del RLPGIR.

La generación de residuos sólidos urbanos (RSU) per

cápita se estimó con base al factor de 0.07 kg persona<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> reportado para centros educativos del nivel superior por Jiménez (2001). La generación de RS por UAs oscila entre 23.59 y los 220.57 kg día<sup>-1</sup> (véase la figura 1).

De acuerdo a estas estimaciones las 10 UAs, generan alrededor de 170 toneladas de RSU por ciclo escolar. De las cuales: Enfermería No.2, Medicina, Comercio y Administración, Turismo, Psicología y Ciencias Sociales generan cada una, más de 10 ton ciclo escolar<sup>-1</sup>, por lo que de acuerdo a la LGPGIR y la Ley de Aprovechamiento y

Tabla 3. Población que albergan las UAs del nivel superior de la zona sur de la Universidad 2011. Fuente: SASE, UAGro

UNIDADES ACADÉMICAS	POBLACIÓN
Ecología Marina	337
Medicina	1393
IIEPA-IMA	259
Matemáticas	339
Odontología	680
Enfermería No. 2	1299
Turismo	1227
Comercio y Administración	3151
Psicología	1241
Ciencias Sociales	2225

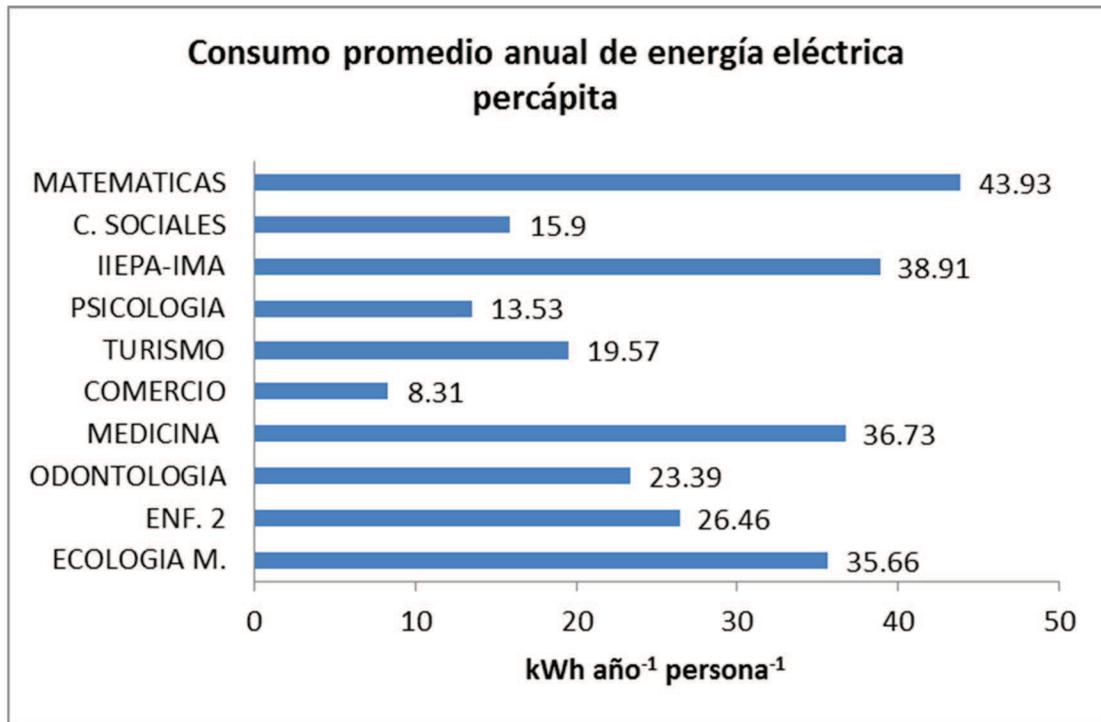


Fig. 2. Consumo promedio anual de energía eléctrica per-cápita en 10 UAs de la zona sur de la UA-Gro. 2011. Fuente: Elaboración propia

Gestión Integral de los Residuos del Estado de Guerrero (LAGREG), estas UAs pueden ser catalogadas como grandes generadores y sus RSU adquieren la categoría de residuos de manejo especial (Gobierno del Estado de Guerrero [GEG], 2008), (véase la tabla 2).

En el capítulo de Riesgo Ambiental (RA), los incumplimientos observados en las visitas a las 10 UAs son: ausencia de capacitación para personal responsable en el manejo de gas LP (licuado de petróleo) y reactivos químicos principalmente, así como en el uso de hojas de seguridad de estos últimos, como lo establece la norma oficial mexicana NOM-018-STPS-2000, con el propósito de disminuir las posibilidades de accidentes y riesgos ambientales. Cabe mencionar que la utilización de gas LP no solo se consideran las UAs que realizan actividades de laboratorio, sino también en todas aquellas que poseen comedores universitarios.

En lo que respecta al Plan de Contingencia ante sismos, huracanes, amenazas de bomba etc., autorizado por la Subsecretaría de Protección Civil, establecido en Art. 40 Ley de Protección Civil del Estado de Guerrero Número 488, así como al equipo de seguridad, PC002., Art. 41,42 y 43 (GEG, 2012) y unidades internas de respuesta inmediata ante los riesgos de emergencia (Art. 42 de esta misma Ley), se observaron que todas las UAs presentan evidencias en cuanto señalizaciones, puntos de encuentro, extinguidores, comités de respuesta ante sismos etc., sin embargo, es necesario responsabilizar a las autoridades locales de darle seguimiento puntual, mantenimiento, registro de

planes de acción, realización de simulacros etc., y así poder evidenciar todo lo relacionado a este punto.

Para el capítulo de Impacto Ambiental (IA) se observa que en todas las UAs, durante los procesos de construcción, ampliación y/o remodelación de su infraestructura física, no cuentan con su respectivo manifiesto de impacto ambiental, por lo que no se sabe el grado de desequilibrio ecológico causado por estas obras, ni se toman las medidas de mitigación pertinentes.

Los indicadores ambientales per cápita, relacionados con el consumo de Energía Eléctrica (EE) en cada UAs, se determinó con base al consumo mensual promedio durante un año, el número de docentes, trabajadores administrativos e intendencia y el número de estudiantes legalmente inscritos durante un ciclo escolar.

El número de estudiantes se determinó tomando como fuente de información al Sistema de Administración y Seguimiento Escolar (SASE) de la UAGro., y el número del personal docente, administrativo e intendencia a través de los anuarios respectivos.

Los indicadores quedaron expresados de la siguiente manera: Consumo de energía eléctrica (kWh). Número de personas que integran la UA<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> = kWh persona<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Lográndose observar 3 grupos de UAs con comportamientos similares. (véase tabla 3).

Primer Grupo: Las UAs de Ecología Marina, Medicina, IIEPA-IMA y Matemáticas mostraron consumos promedios anuales per cápita entre 35.66 y 43.93 kWh año<sup>-1</sup> persona<sup>-1</sup>, con una población entre 259 y 337 personas, excepto la UA de Medicina que tiene una población de

1393 estudiantes.

Segundo Grupo: Las UAs de Odontología, Enfermería No. 2 y Turismo, con consumos promedios anuales per cápita entre 19.57 y 26.46 kWh año<sup>-1</sup> persona<sup>-1</sup>, y poblaciones que van desde los 680 a 1299 estudiantes.

Tercer Grupo: Las UAs de Comercio y Administración, Psicología y Ciencias Sociales con consumos promedios anuales per cápita entre 8.51 y 15.9 kWh año<sup>-1</sup> persona<sup>-1</sup>, siendo éstas UAs con mayor población excepto Psicología, con una población parecida a las del segundo grupo. (véase figura 2).

El comportamiento del consumo de energía per cápita mostró un patrón heterogéneo en cuanto al número de estudiantes que conforman cada UA, tal es el caso de Medicina y Psicología, en el primer y tercer grupo respectivamente. Por lo que tal comportamiento refleja en gran medida el uso de la misma per cápita y si existen equipos de laboratorio, aparatos de aire acondicionado y equipo de cómputo que demandan altos consumos de energía eléctrica..

### Conclusiones

Los resultados obtenidos, evidenciaron la inexistencia de una buena gestión ambiental por parte de las autoridades escolares por lo que es urgente que la UAGro., desarrolle e implemente un SGA institucional incorporado al conjunto de UAs que les permita cumplir con todas las regulaciones ambientales aplicables a sus actividades, productos y servicios, e institucionalice una política ambiental, que involucre no solo la incorporación de la dimensión ambiental a nivel de la gestión universitaria sino también a nivel de la estructura curricular, particularmente, en el cumplimiento de la normatividad ambiental y en el manejo responsable y eficiente de los recursos naturales, que le permita consolidar su responsabilidad social como una institución ambientalmente responsable..

### Agradecimientos

A las y los aprendientes, prestadores de Servicio Social

y de Prácticas Profesionales de las Licenciaturas de Ecología Marina y de Ciencias Ambientales de la UAGro.

Los resultados forman parte del proyecto financiado por PROMEP en 2011-2012, desarrollado por el Cuerpo Académico Ecología Marina y Recursos Ambientales CA-67 UAGro.

### Referencias

- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (1992). *Ley de Aguas Nacionales. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1° de diciembre de 1992*. México. Secretaría General. Secretaría de Servicios Parlamentarios. 17p.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2011). *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*. México. Secretaría General. Secretaría de Servicios Parlamentarios. 126p.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2012). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México. 50p.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2006). *Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Nuevo Reglamento*. México. Secretaría General. 62p.
- Gobierno del Estado de Guerrero. (2008). *Ley Número 593 de Aprovechamiento y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Guerrero*. México. 64p.
- Gobierno del Estado de Guerrero. (2012). *Ley de protección civil del estado de Guerrero, número 488*. México, GEG.
- Procuraduría Federal del Medio Ambiente. (2012). *Guía de autoevaluación ambiental*. México. PROFEPA.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2000). *Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000. Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo*. México. STPS. 59p.
- Universidad Autónoma de Guerrero, (2012). *Anuario estadístico 2010 – 2011*. México. Dirección General de Planeación y Evaluación Institucional. 130p.



## El demonio como personaje

Silvia Guadalupe Alarcón Sánchez<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Guerrero. Unidad Académica Filosofía y Letras. C.U. Zona Sur, Av. Lázaro Cárdenas s/n. Col. Haciendita. CP. 39070, Chilpancingo, Gro. Tel. +52 (747 472 8846

\*Autor de correspondencia  
silviaalarcon23@hotmail.com

### Resumen

La literatura hagiográfica tuvo una importancia vital desde la Edad media en Europa y durante dos siglos y medio en la América española. El objetivo de este trabajo es definir la implicación que tuvo el Demonio como representante del mal en una sociedad fervorosamente religiosa. La metodología hermenéutica, conducida por teorizaciones literarias, dirige la descripción de un tipo de literatura que se nutrió de la experiencia sobrenatural. Su función fue didáctica. Sus protagonistas representaron el bien y el mal definiendo una delgada línea que existió entre lo real y lo sobrenatural. Dios y el Demonio fueron los personajes que estuvieron en constante pugna siendo parte cotidiana de la vida colonial del siglo XVII.

**Palabras clave:** hagiografías, didáctica, demonio, sobrenatural.

### Abstract

Hagiographic literature had a vital importance since middle ages in Europe, and for two centuries and a half in Spanish America. Objective of this article is to define the involvement that was as representative of the evil demon in a fervently religious society. Hermeneutic methodology driven by literary theorizations, direct description of a type of literature that drew on the supernatural experience. Its function was didactic. Their players represented the good and evil by defining a thin line that existed between reality and supernatural. God and the demon are characters that were in constant struggle, and they were everyday actors of the colonial life at 17th. century

**Keywords:** hagiographies, didactics, demon, supernatural.

### Como citar el artículo:

Alarcón Sánchez, S. G. (2014). El demonio como personaje. *Tlamati*, 5(3), 72-76.

Durante la época medieval en Europa se registraron sucesos extraños que fueron recogidos en relatos de vida llamados hagiografías. Los personajes eran seres divinos o maléficos que influían en las vidas terrenales. Posteriormente los españoles los trasladarían a tierras americanas y se lograría un sincretismo que definiría parte de la cultura durante dos siglos y medio, en este espacio y tiempo, el Demonio será parte sustancial de una escritura edificante y a la vez conducto de promoción y apoyo difundido a través de mensajes subliminales.

Desde mediados del siglo XV los espacios europeos se poblaron de criaturas fantásticas, brujas, magos, demonios, estas creencias vinculadas a los pecados continuaron en el siglo XVII agregándose rasgos prehispánicos y de los negros; se relaciona con la idea que se tuvo de pecado en América suponiéndolo fuera del hombre, pero que en un momento dado podía introducirse en el cuerpo por medio de poderes malignos.

El número de casos de intromisión diabólica en la vida cotidiana europea fue muy grande. En toda biografía de santo, beato, convento, aldea, libro de piedad, o sermón, existía esta intrusión. Se vivía en una época en que fue frecuente la figura del demonio y se transmitió al entorno virreinal asimilándose con la vida cotidiana, es decir las actividades de la vida diaria conventual tuvieron que ver con presentaciones diabólicas o bien con éxtasis místicos. En varias obras literarias el objetivo fue poner en imágenes la figura demoníaca, otorgándole una visión humana, haciendo más concreto al diablo, más presente y temible.

Había escritos que sirvieron para mostrar los pecados en los que incurría el hombre, como por ejemplo aquél donde un verdugo al estrangular a un secuaz del demonio:

[...] vio salir cerca del hombro derecho y de la oreja de uno de ellos a un demonio en forma de moscardón del tamaño de una nuez, que al pasar sobre la horca zumbando, arrastraba una pequeña cola en forma de humo y al verla, el verdugo exclamó ‘¡Jesús!’. La horca comenzó a temblar y eso lo vieron más de 2000 personas, mientras se oía en el aire un murmullo en forma de trueno. (Muchembled, 2002, pp. 165)

Situaciones como ésta que presentan hechos sobrenaturales fueron aceptadas como parte del mundo donde la rivalidad entre el bien y el mal modeló la vida cotidiana, mientras, en los conventos femeninos la presencia del demonio fue copartícipe de las actividades edificantes.

Otro tipo de mística en el que participaba la mujer, tenía que ver con los tormentos autoinfligidos, derivándose algunos en una depravación sexual. La misma situación pasaron las monjas del virreinato español, el demonio fue adyuvante para lograr las visiones y delirios que las condujeron al tormento pero también a éxtasis amorosos. La representación de Satanás cambió con la incorporación de otras culturas europeas, musulmanas, bizantinas, chinas y el demonio se volvió polimorfo. Su cuerpo se asoció con el rojo y con el fuego, tomó los cuerpos del lobo, del macho cabrío, del mono; le salieron alas de murciélago, patas de cabra o de ave, hocico de cerdo y rabo; la serpiente fue ahora un dragón alado. A los santos se les aparecían demonios sexuales como súcubos o íncubos. En la época virreinal cuando el Diablo es representado por medio de la figura de un negro se está refiriendo a la alteridad, al Otro que simboliza el mal; no se concibe representado en alguien parecido a mi yo, y como la palabra de autoridad

estaba en los españoles y criollos, la designación tenía que recaer en alguien distinto a ellos.

Es erróneo pensar en una imagen del diablo paralizada en la eternidad. Lo que para nosotros es oscuro fue comprensible en otras épocas. El hombre al ir creando sus propios miedos va dando forma a lo que más teme, al mismo tiempo que va cambiando su percepción, uno de ellos fue la figura del diablo. En este sentido se debe tener presente que la distinción entre lo real y lo imaginario es una convención donde la imaginación tiene un papel importante; aun y cuando se tenga la idea de que los diablos no existen, debe encontrarse una explicación de por qué algunos creían en su poder. En la América virreinal la percepción del mal tuvo diferencias de acuerdo con sus antecedentes culturales, el demonio tuvo una presencia dominante como representante del mal y como adyuvante en algunos menesteres. Estuvo presente en los relatos hagiográficos con detalles que narraron torturas y tentaciones, lo curioso es que no sólo sufrieron estos embates las falsas beatas, las alumbradas, sino aquellas que pudieron haber sido canonizadas, es decir, las monjas; el acoso del demonio sirvió para mitigar los pecados ocasionados por la carne o para brindar apoyo a causas amorosas o a curas inesperadas, de ahí que fuera tan difícil para las autoridades eclesiásticas deslindar lo verdaderamente santo de aquello que no lo era y mucho más complicado para quienes padecían esos trances convencidos fervientemente de la incursión de lo sobrenatural en la vida cotidiana; el demonio fue una figura de poder. Las posesiones tuvieron vital importancia en el siglo XVII español y sus seguidores fueron muchos. Sin la obsesión constante de los pecados de la carne, el demonismo no se hubiera desarrollado como sucedió en la América virreinal.

Para la comprensión del concepto del demonio y de lo diabólico, es preciso tener en cuenta dos procesos: “El primero es una tendencia hacia la introspección e interiorización en la espiritualidad cristiana, que se puede ligar con un marcado cambio de énfasis en la teología moral medieval: de un sistema basado principalmente en los siete pecados capitales a otro fundamentado en los diez mandamientos.” (Cervantes 1997: 143) Según John Bossy en su libro *Christianity in the West*, citado a su vez por Fernando Cervantes, la consideración de los siete pecados capitales, promovió una “ética social y comunitaria” y los diez mandamientos una ética más introspectiva e individualista.

Después de que el demonio fue introducido en América, se dio un enfrentamiento entre concepciones diferentes en torno al mal: en el español, se generaron angustias y miedos que se proyectaron en el negro. Por parte del español surgió “la necesidad de recurrir a los sistemas de coerción para mantener la homogeneidad y la pureza de su grupo ante el desarraigo. El debilitamiento de la voluntad y la inestabilidad del yo desembocaron directamente en el fortalecimiento de la culpa”. (Cervantes 1997:161-162)

Según Jaime Borja, el hecho de estar en tierras ajenas hizo que los españoles estigmatizaran al negro, relacionándolo con el demonio y por su parte el negro asimiló y manipuló esa asociación estableciendo tradiciones propias dentro de un mundo hostil. Para el negro la concepción de la muerte era “la existencia transcurrida simultáneamente en dos planos, el mundo o universo físico habitado por seres naturales y en otro mundo abstracto, infinito e ilimitado.” (1997: 156) Y para el español la muerte se relacionaba con el demonio y éste con el negro. También se le identifi-

có con la muerte y el estiércol.

Había una profunda preocupación por la muerte, debido a ello lo que se hacía en esta vida influía mucho para la salvación eterna; se creía en un Dios severo y omnipotente, pero también en un Demonio poderoso. En este sentido el demonio, el infierno y la muerte alcanzaron una importancia desmesurada. Para lograr una imagen infernal que intimidara, los religiosos recurrieron a la presentación de los castigos con una intención didáctica y moralizante en sus sermones, en la redacción de vidas de santos y en relatos de visiones del más allá.

Los antecedentes que hicieron posible la creencia de lo extraordinario se sitúan en la España del siglo XVII y se derivan de la relación que tenían con lo religioso, a pesar de no ser aceptados por las autoridades eclesiásticas surgieron por doquier, la presencia y la intervención de Dios y del Demonio en asuntos terrenales era tema aceptado y su influencia fue determinante en los conventos.

Cada tiempo histórico define su límite entre lo que considera admisible y lo que no. En la época que nos corresponde, la Iglesia y sus representantes poseían la verdad, atribuyendo a la intervención divina los acontecimientos sobrenaturales ocurridos en las religiosas o las demoníacas que Dios permitía. En estos trances se presentaban las visiones que contenían imágenes demoníacas, impregnadas de elementos visuales que reforzaron dogmas que la Iglesia había creado como el purgatorio; en otras visiones se mostraban figuras celestiales de la Virgen o Cristo, de esta manera la mujer lograba un reconocimiento y su realización; sin duda los éxtasis, las visiones, las revelaciones provenientes de Dios o del Demonio, constituían transgresiones que hacían dudar a las autoridades eclesiásticas. Estas experiencias fueron recogidas en escritos biográficos o autobiográficos, ahí se representaban hechos sobrenaturales que acompañaban el nacimiento de la biografiada.

La metáfora y la alegoría se utilizaron para representar el mal, y fue a través del cuerpo, cuya existencia como receptáculo del deseo y de fuerzas oscuras propiciaba el pecado, lo que condujo a la negación y a su anulación para terminarlo. En este sentido el diablo aparecía como coadyuvante del plan divino para tentar a las religiosas, para probarlas, era el enemigo que estaba siempre vigilante para hacer el mal.

El diablo no sólo era portador del mal, también con él se podía hacer tratos. La sociedad virreinal no otorgó crédito a una magia popular que no tenía un discurso legitimador e institucional y que vino a ocupar el lugar del Otro. Si bien la mujer estuvo menos asociada a la cultura en relación con los varones, también es verdad que su figura se vinculaba con la naturaleza, con el poder de profetizar y de curar o perjudicar, pero debe observarse que no sólo las monjas transgredieron los cánones de la Iglesia, también lo hicieron mujeres del pueblo que ostentaban poder curativo como las hechiceras. Estas prácticas ocultas que resultaban de la intervención de alguna amiga o conocida, ya ocurrían en España, siendo las personas crédulas en estos asuntos. Lo curioso resulta cuando el Santo Oficio no daba mucha importancia a ello por considerarlo “cosas vanas y supersticiosas,” aunque las relaciones que sostenían las religiosas con el demonio eran creíbles o cuando menos aceptables.

En la mayoría de ocasiones el diablo fue representado de color negro, con figura humana como un mulato, y esta forma adoptó para varias religiosas, entre ellas para María

de San José, a quien en una ocasión el Demonio se le presentó como juez y acusador y se exhibió junto a Dios, quien dio oportunidad de que se llevaran a cabo los tormentos. (Myers 1983: 189-190) El diablo también suele aparecer como una serpiente a quien podían aplastar -o matar con dientes y manos como lo hizo Úrsula Suárez, monja chilena. El demonio atormentaba a las religiosas pero lo hacía en la medida en que Dios lo permitía,

Isabel de Jesús, quien tuvo tentaciones del Demonio: “Veía muchas representaciones de hombres y mujeres deshonestas y con tan grande deshonestidad que conocía ya claramente que era astucia de Satanás para inclinarme a aquel mal vicio.” (Francisco, 1670, Cap. XXXVI). A ella se le catalogó como una mujer que escribió bajo los dictados del diablo.

En algunas ocasiones tenemos que aceptar que no son sólo los personajes divinos o diabólicos quienes causaban una impresión de perplejidad, sino también el ambiente, los lugares donde se llevaron a cabo esas representaciones, como las celdas vacías y desiertas de las religiosas en medio de una oscuridad que no sólo era producida por la noche sino por la iluminación tenue o por la penumbra; el enfrentamiento solitario hacia el mal personificado en el demonio, el sonido de ruidos extraños de los que no era posible saber su procedencia, voces de ultratumba que pertenecían a ánimas que vagaban por sus pecados, ciertamente todo esto condujo a crear una atmósfera donde predominó el temor a lo desconocido.

Como las apariciones divinas tenían riesgo de ser consideradas herejías se cuidaban indicando que lo que ellas podrían haber oído o visto tal vez fuera verdad o mentira y lo consultaban siempre con su confesor o padre espiritual. No todas las visionarias recibían ese don de Dios, había algunas que lo tomaron del Diablo, por lo que era preciso que se hiciera una investigación por parte de la autoridad religiosa para discernir la verdad.

Algunas como Juana de la Cruz, religiosa de la orden tercera de penitencia de San Francisco en Madrid, podía ver a los demonios en otras personas, incluso en niñas muy pequeñas, se menciona el caso de una que tenía siete meses y la razón por la que estaba poseída era por los pecados de los hombres. Religiosas como Úrsula Suárez y Margarita María de Alacoque, esta última monja de la orden de la Visitación en Francia, se referían al demonio como ‘monstruo’. Las narradoras tuvieron que recurrir en muchas ocasiones a términos conocidos, a referentes de la vida real para describir aquello que no podían hacer como señalar la apariencia del diablo, de ahí que apelaban a animales o al color negro como ya se dijo, para representar su malignidad. Otra representación animal que tuvo fue a través de monos y gatos negros. Algunas mujeres observaron una variedad como Catharina de San Juan, a quien los demonios que la acosaban se le presentaban en distintas formas: como frailes o ermitaños que la mal aconsejaban, como varones jóvenes que la provocaban, como soldados que la despedazaban, también se aparecían como poblanos; veía en ellos a demonios rodeados de serpientes y de bestias, algunos incluso le jugaban bromas; curiosamente y a pesar de que el color de la piel de esta mujer no era blanca, visualizaba al demonio como lo hicieron las demás, las españolas y criollas, es decir de color negro. (Maza 1971: 78, 83) Para otras, como la madre Anna de Guerra, religiosa guatemalteca, el demonio apareció rodeado de fuego como se

había representado en varios textos: “Sucedióle esto mismo en otras ocasiones que poniéndose a su vista en la figura de un animal muy feroz y monstruoso que despidiendo fuego de sí se le acercaba con ademanes de quererle hacer algún grave daño.” (Siria, 1716, pp.239). Ella misma tuvo la facultad de ver a su madre en el purgatorio donde dos negros la atormentaban; en otra ocasión pasó junto a ella y su familia una figura de fuego que lo relacionaron con el demonio que intentaba matarla. A la madre Hipólita de Jesús y Rocaberti religiosa de la orden de Santo Domingo en el monasterio de Nuestra Señora de los Ángeles en la ciudad de Barcelona, el demonio la acometió en forma de leones y de perros rabiosos a quienes con oraciones ahuyentó. La Madre Isabel de Jesús lo vio en forma de cuervo: “Apenas llegué, cuando me salió al encuentro un espantoso demonio, vino en figura de cuervo muy terrible, comenzó a batir sus alas sobre mí, bajándose tanto que casi me daba con ellas, yo (como dejo dicho atrás) tenía grandísimo miedo...” (Francisco, 1670, Cap. IX) También se le aparecen como personas pecadoras, algunos sin cabeza y en forma de perro, pero todos negros; el infierno también se le presentó con las consabidas llamas, las almas pecadoras boca abajo y un demonio se apareció en forma de dragón. Como ya se observó, la mayoría representaba al diablo como un animal símbolo del mal, pero también hubo otros que encarnaban el bien, como más adelante se verá. A la madre Marina de la Cruz del Convento Real de Jesús María, se le apareció en forma de indio, con ropa de los sirvientes, como ‘feísimo etiope’ haciendo gestos que le provocaron risa; en alguna ocasión se convirtió en conejo, y también le era posible entrar en las iglesias; otras veces acometía el demonio contra ella golpeándola: “...eran tales los golpes que descargaba sobre ella, que solía quedar privada de sentido por muchas horas...” Sigüenza 1995: 172) También se le presentaba como un apuesto galán que rondaba por las torrecillas de su celda. A María de Jesús se le presentó como un negro deforme, como un toro feroz y como un caballo que arrojaba fuego. En cambio, para los mulatos y negros el diablo tuvo una representación distinta de la de las religiosas y se aproxima a la imagen que ahora conocemos: con cuernos, cola de serpiente, patas con uñas de gallo, en sí era temible y no se relacionaba con aquél que veían las monjas, cuya representación fue hasta cierto punto más benévola. Pero en general la presencia del demonio se relacionó con animales negros y feroces aunque en algunas ocasiones fue representado con aspecto agradable, y se precavía que también podría presentarse a través de la belleza y fuera no sólo identificable a través de su fealdad.

El diablo acosaba a Isabel de Jesús para que no ingresara en el convento. Sor Isabel, como varias religiosas, relacionó a los hombres con el diablo; todas las maldades, desobediencias, catástrofes, desgracias, fueron atribuidas al demonio, incluso actitudes y acciones propias de las personalidades de las narradoras, o bien cuando en otra ocasión su confesor le dijo que algunas palabras se las ha había dicho el diablo por las malas acciones que había realizado.

Las paredes del convento no fueron protección segura contra el demonio, quien entraba en él y provocaba no sólo desconcierto sino también sucesos físicos tales como vientos fuertes. La creencia del demonio estaba arraigada en las mentes de blancos y negros, como bien dio cuenta la narración de la religiosa Úrsula Suárez, pues cuando dijo que se

le había aparecido, siendo ella niña, personas mayores como las criadas negras de inmediato creyeron en esta visión y también su madre, quien pensó en alejarla de ahí; incluso su abuelo creía en el demonio, aunque no estaba seguro de que se le hubiera aparecido a ella, pues dijo que a quien se encontraba, lo mataba. La descripción que hace del diablo es minuciosa, va de lo general a lo particular, de la cabeza a los pies. El color negro del diablo es imputable no por ser maligno, sino porque con él relaciona a los esclavos.

La presencia del Diablo no era sólo en espíritu, también se presentaba materializado, se podía escuchar su voz e incluso podía tocarlas o causarles tormento, asimismo fue un ser con el que se hablaba y al que se dominaba, como lo hizo la madre Marina de la Cruz. La presencia demoníaca fue cotidiana y aparecía en los actos de la vida diaria, como cuando dos casados peleaban y en medio se encontraba el demonio quien los había estado azuzando a reñir, siendo este caso presentado en la narración de la madre Isabel de Jesús: “Vi por estos ojos que se han de comer la tierra, sobre la mesa de dos casados un demonio que les estaba incitando que fuesen mal casados. Estaba a la mesa para comer y con grandísimo enojo se decían el uno al otro malas palabras, y si malas las decía el uno peores las decía el otro, instigados de aquel demonio que estaba sobre su mesa...” (Francisco, 1670, pp. 210) La figura del diablo representó no sólo lo malo, en ocasiones también tuvo una función positiva, si se acepta que con su ayuda las religiosas alcanzaban la santidad, o asimismo cuando las mujeres del pueblo conseguían su ayuda para sus necesidades. Se le dotó de un poder omnímodo, antítesis de Dios hacedor de maravillas, fuerza sobrenatural proveniente de otro tipo de fuerza maligna, pero con poderes ilimitados sobre los hombres.

Todos los místicos han sufrido el acoso del demonio, pues los quiere perder, desea que sufran la misma suerte que él tuvo. El demonio se aparecía a las elegidas en momentos en que su vida llevaba un curso diferente al esperado por Dios, o bien a las que estaban en vías de santidad como la madre María de Jesús, por lo que la aparición del diablo sirvió para encauzarlas. En los conventos tenía fácil entrada y se le podía ver en los coros, en los lugares de las monjas que no habían acudido a rezar. Estos eventos proporcionaban un gran interés no sólo para la comunidad religiosa, sino también para la sociedad, y no era propiamente mal visto, ya que se tenía presente que Dios permitía tales actos o posesiones a sus elegidas para ser reconocidas.

Las religiosas poseídas que lograban dominar al demonio obtenían prestigio y respetabilidad. Las autoridades religiosas decidían si una mujer sufría o no de posesiones, las resoluciones dependían de sus intereses. Viene al caso señalar que la Inquisición difundió la idea de que la mujer era presa fácil de la melancolía y por lo tanto lo era del diablo, esta melancolía estuvo relacionada con las posesiones. Algunas tentaciones del demonio fueron pruebas para que las mujeres dieran testimonio de su fuerza y lograran su ejemplaridad. No cualquiera que sufriera de posesión demoníaca se podía ver como signo de santidad, en realidad había una distinción precisa en cuanto a estos síntomas, para ello en 1631 Gaspar Navarro hizo una distinción (Deleito y Piñuela, 1952, pp. 252) entre las poseídas, las obsesas y las que sufrían influencias demoníacas como angustia, melancolía, ascos, dolores o sugerencias de pecado y vicio. Fray Andrés Olmos en su Tratado de hechice-

rias y sortilegios resume algunas ideas curiosas por las que las mujeres eran presa fácil del demonio, asimismo da cuenta de la idea que se tenía de la mujer en esa época: las calificó de embaucadoras, fáciles de engañar, querían saber los secretos de los demás, hablaban mucho, se dejaban dominar por la ira, el enojo, eran celosas y envidiosas.

Otra manera de lograr la santidad fue a través de las flagelaciones y mortificaciones, que confirmaron el camino de dolor que las religiosas debían llevar como carga por los pecados del mundo. Junto a las posesiones, los autotortmentos, los castigos infligidos al cuerpo, como los padecidos por Francisca de los Angeles, religiosa novohispana, así como por muchas más, un estado físico de dolor, náuseas y vómitos eran acompañados de debilidad mental que las aproximaba peligrosamente hacia la visión demoníaca.

Diego de Lemus representó a los demonios en la biografía de la madre María de Jesús, como animales, ya sea un toro, un caballo, o bien como seres humanos negros. Al toro se le relacionaba con la fuerza y con su carácter salvaje, al caballo también con la fuerza y vitalidad, aún superior a la del toro, y también se le vinculaba con la soberbia y la lujuria; el color negro desde antaño se ha identificado con lo oscuro, con lo maligno, con las tinieblas.

En la biografía de la madre Anna Guerra de Jesús escrita por el padre Antonio de Siria, aparece otro animal representativo del símbolo del mal, la culebra, que también es representación del demonio, al que la religiosa venció siendo niña.

El demonio, como personaje portador del mal y como actante importante de las biografías y autobiografías, tuvo trascendencia en la vida de la sociedad virreinal y en particular en la de las religiosas, pues si bien fue depositario del pecado, también coadyuvó en la obtención de la santidad. La figura del demonio fue fundamental en el imaginario virreinal y en el español. Sin él no es posible explicar las posesiones, los pecados, las maldades, la santidad de las mujeres, pues al vencer al demonio conseguían virtud y, por ende, sus experiencias tenían posibilidad de escribirse. Viéndolo así, este personaje resultó ser vehículo para el

reconocimiento femenino y para la ejemplaridad y dominio en los reinos de ultramar.

## Referencias

- Borja Gómez, Jaime Humberto. (1997) Demonios y nuevas redes simbólicas: blancos y negros en Cartagena, (1550-1560) en García Ayluardo, Clara y Ramos Medina, Manuel (coords.), Manifestaciones religiosas en el mundo colonial americano. D.F. MÉX: INAH/Condumex/UIA. 360 p.
- Cervantes, Fernando (1997). El demonismo en la espiritualidad barroca novohispana, en García Ayluardo, Clara y Ramos Medina, Manuel (coords.), Manifestaciones religiosas en el mundo colonial americano. D.F. MÉX: INAH/Condumex/UIA. 360 p.
- Deleito y Piñuela, José (1952). La vida religiosa española bajo el cuarto Felipe: santos y pecadores, Madrid, ES: Espasa-Calpe. 384 p.
- Francisco, I. (1670). Vida de la Ven. Madre Isabel de Jesús recoleta Agustina en el convento de San Ivan Baptista dictada por ella misma y añadido lo que faltó de su dichosa muerte (Vol. I). Madrid: Francisco Sanz en la Imprenta del Reyno.
- Maza, Francisco de la, (1971). Catarina de San Juan, princesa de la India y visionaria de Puebla. D.F. MEX: Libros de México, 119 p.
- Muchembled, Robert (2002). Historia del diablo. Siglos XII-XX. D.F. MÉX: F.C.E. 360 p.
- Myers, Katleen. (1983) Word from New Spain. The Spiritual Autobiography of Madre María de San José (1656-1719), Liverpool, ING: University Press. 234 p.
- Sigüenza y Góngora, Carlos de (1995). Paraíso occidental. D.F. MÉX: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, 331 p.
- Siria, A. (1716). Vida admirable y prodigiosas virtudes de la venerable Sierva de Dios Doña Anna Guerra de Jesús, sacada de lo que ella misma dejó escrito por orden de sus confesores. s/e