



ISSN 1665-0514

KUXULKAB'

REVISTA DE DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas

• Volumen XVII • Número 31 • Julio - Diciembre 2010 •

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



XV Aniversario

2010 / AÑO BIODIVERSIDAD

REVISTA DE DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Kuxulkab' Voz chontal - tierra viva, naturaleza

CONSEJO EDITORIAL

Dra. Lilia Gama
Editor en jefe

Dr. Randy Howard Adams Schroeder
Dr. José Luis Martínez Sánchez
Editores Adjuntos

Lic. Celia Laguna Landero
Editor Asistente

COMITÉ EDITORIAL EXTERNO

Dra. Silvia del Amo
Universidad Veracruzana

Dra. Carmen Infante
Servicios Tecnológicos de Gestión Avanzada
Venezuela

Dr. Bernardo Urbani
Universidad de Illinois

Dr. Guillermo R. Giannico
Fisheries and Wildlife Department,
Oregon State University

Dr. Joel Zavala Cruz
Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Publicación citada en:

- El índice bibliográfico PERIÓDICA., índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias.
Disponible en <http://www.dgbiblio.unam.mx>
<http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab>

KUXULKAB' Revista de Divulgación de la División Académica de Ciencias Biológicas, publicación semestral de junio 2001. Número de Certificado de Reserva otorgado por Derechos: 04-2003-031911280100-102. Número de Certificado de Licitud de Título: (11843). Número de Certificado de Licitud de Contenido: (8443). Domicilio de la publicación: Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco. C.P. 86039 Tel. y fax (93) 54 43 08. Imprenta: Morari Formas Continuas, S.A. de C.V. Heróico Colegio Militar No. 116. Col. Atasta C. P. 86100 Villahermosa, Tabasco. Distribuidor: División Académica de Ciencias Biológicas Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco.

Nuestra Portada

Diseño de Portada por:

Lilianna López Gama
Diseño y comunicación visual
FES Cuautitlán

Estimados lectores de Kuxulkab´:

Durante lo que va del 2010 hemos presenciado un sin número de acciones y eventos relacionados con la protección de la Biodiversidad llevados a cabo no solo por organismos internacionales sino por instituciones de investigación, de educación y por la sociedad civil. Con este número cumplimos 15 años de contribuir a la divulgación de la ciencia uniéndonos con artículos referentes a la biodiversidad a eventos como la “Semana Nacional de la Ciencia y la Tecnología” y la 16ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático junto con la 6ª Conferencia de las Partes que se llevaron a cabo en Cancún, y que tuvieron como su temática o como un eje de discusión la Biodiversidad.

Hoy la biodiversidad no solo está amenazada el avance de las actividades humanas sino por los cambios en la temperatura, la precipitación y otras variables ambientales. Los científicos documentan estas consecuencias adversas sobre muchas especies de plantas, animales y ecosistemas así como los cambios que se están registrando en patrones de floración y comportamiento de las especies. Junto con la pérdida de sistemas naturales por deforestación el cambio climático y la contaminación como impactos causan graves crisis que pone en peligro a la biodiversidad. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, ha señalado que alrededor del 50% de las especies que han sido estudiadas ya han sido afectadas por él y muchas se encuentran amenazadas. Las pérdidas son ya irreparables, por lo que es necesario divulgar la importancia de conocer nuestros recursos y protegerlos como un compromiso social.

Kuxulkab´ cumple con la misión de divulgar las actividades de investigación, no solo para nuestra comunidad sino como una contribución a la divulgación de las ciencias así como generar una cultura de protección. Los temas son contribuciones que nos envían las cuales de forma sencilla dan datos de los recursos naturales, además de temas relacionados a la atención a problemas ambientales. En este número se publican diez artículos y tres notas entre los cuales tenemos cinco que tocan directamente aspectos de la biodiversidad y el uso y manejo de los recursos naturales.

Como siempre esperamos sus manuscritos, recordándoles que esta “nuestra revista” es un producto de las aportaciones de todos nosotros en la División Académica de Ciencias Biológicas. Por último, agradecemos a los colegas que desinteresadamente colaboran en el arbitraje que nos permite mantener la calidad de los trabajos.

Lilia Gama
Editor en Jefe

Wilfrido Miguel Contreras Sánchez
Director



Agroquímicos utilizados en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla: Una afectación indirecta para el Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*)

Aarón Córdova-Carrillo¹

Eunice Pérez-Sánchez²

Fernando Rodríguez-Quevedo³

Natalia Ovando-Hidalgo⁴, Carolina Zequeira-Larios⁴

¹Estudiante Graduado de Licenciatura en Ingeniería Ambiental

²Responsable Técnico del Proyecto Moreletii RBPC

³Responsable del Programa Cocodrilo, ⁴Colaboradora del Programa Cocodrilo
División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Villahermosa, Tabasco, México

aroniverson_1211@hotmail.com y/o feroedque@live.com.mx

Resumen

Una de las características significativas del humedal es que está periódicamente cubierto con agua, esto determina el desarrollo del sustrato y tipos de flora o fauna que ocupan este hábitat, como el Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*). Actividades humanas como el uso de agroquímicos dañan el ecosistema y representan un peligro; mediante factores físicos o ambientales, estos pueden bioacumularse en organismos que habitan tal ecosistema y pueden acarrear una afectación adversa. Un ejemplo, son los cocodrilos presentes en hábitats con presencia de agroquímicos, estos manifestaron daños fisiológicos y/o reproductivos, en algunos casos, hasta mortandad abatible a la supervivencia de las poblaciones silvestres. Por ello, el presente trabajo se basa en la realización de una encuesta apoyada en la metodología de la Evaluación Rápida Participativa, para identificar la presencia de agroquímicos en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, que consecuentemente puedan afectar a las poblaciones silvestres de *C. moreletii*.

Introducción

Las actividades antropogénicas dañan severamente al medio ambiente, por lo que representan un peligro para la flora y fauna. La agricultura y la ganadería son ejemplos de tales actividades, pero es el uso de los agroquímicos (plaguicidas, herbicidas, insecticidas) quienes tienen el mayor impacto en el ecosistema (Córdova, 2008). Los agroquímicos son sustancias usadas para controlar la proliferación de organismos que atacan el alimento u otros productos o materiales esenciales para los seres humanos, el cual de

manera adversa pueden afectar la salud pública (Wikipedia, 2009; Córdova-Carrillo *et al.*, 2009). Después de su uso en el medio agrario, sobre suelos o vegetación, los agroquímicos pueden ser incorporados a los cuerpos de agua por escorrentía superficial, debido a las lluvias, así como por infiltración en los acuíferos, aunque algunas veces la erosión produce arrastres. Por otro lado, la aplicación de herbicidas en las orillas de los ríos y canales de agua así como el tratamiento masivo de insecticidas en zonas pantanosas, provoca evidentemente, una incorporación directa de sustancias. La incorporación de tales sustancias a los cuerpos de agua depende principalmente de su solubilidad (Seoanez, 1999); esto es importante cuando el vertido de los agroquímicos se realizan en zonas de interés para la conservación de la biodiversidad, como es la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC) en el estado de Tabasco, México (Córdova-Carrillo *et al.*, 2009).

La RBPC representa para el país uno de los humedales con mayor importancia debido a su productividad biológica (Barba-Macias *et al.*, 2006; Guerra-Martínez & Ochoa-Gaona, 2008), desafortunadamente la afectación de los agroquímicos en los humedales no sólo se refiere al daño biológico, sino también al daño ecológico y económico en términos de pérdida de biodiversidad y a la reducción de bienes y servicios (Howard, 1999). Este daño puede ser de gran impacto, debido a las consecuencias de la utilización que estas sustancias acarrear como el envenenamiento directo o indirecto de seres humanos, animales domesticados, la disminución de enemigos naturales de plagas y la reducción de la polinización, provocando pérdidas de cosechas y cubierta vegetal natural, así como pérdidas en las

pesquerías y en la vida silvestre (Edwards, 1971). En cuanto al efecto de los plaguicidas sobre la biota se encuentra la disminución de funciones fisiológicas, alteraciones neurotóxicas y reproductivas, malformaciones congénitas, entre otros (Peña, 2002).

En los cocodrilianos el efecto de los agroquímicos puede ser devastador. En aligátors (*Alligator mississippiensis*) del lago Apopka en Florida expuestos al pesticida Dicofol (Keltano) que contiene DDT (Dicloro Difencil Tricloroetano) se observó que la población había descendido significativamente, había aumentado la mortalidad en los huevos y la mitad de las crías nacidas languidecían y morían antes de los diez días; por otro lado, las hembras presentaron anomalías severas en ovarios, así como niveles dos veces más alto de lo normal de estrógenos en sangre; los machos estaban fuertemente feminizados, presentaban penes anormalmente pequeños y al igual que las hembras los niveles de estrógenos estaban elevados (Guillette *et al.*, 2000). Otros efectos en la fisiología reproductiva por efectos adversos de los agroquímicos han sido descritos también por Milnes *et al.* (2002), Gunderson *et al.* (2004) y Rooney *et al.* (2004), en donde describen los cambios en las concentraciones de esteroides en plasma analizados de *A. mississippiensis*, en relación al tamaño de los genitales, edad y tamaño corporal.

Pepper y colaboradores (2004) analizaron pesticidas organoclorados en la membrana corioalantoica (CAM) de huevos de *Crocodylus moreletii* ubicados al norte de Belice, encontrando que la membrana de dichos huevos presentaban altas concentraciones de plaguicidas organoclorados. Rauschenberger y colaboradores (2004) mediante un experimento de exposición de *A. mississippiensis* a plaguicidas organoclorados (DDE, Toxafeno, Dieldrin y Clordano) descubrió que las hembras producían huevos con altas concentraciones de plaguicidas organoclorados, por lo que estos mostraban una disminución en cuanto a su viabilidad comparada con los aligátors no tratados. Por otro lado, se han registrado efectos adversos de plaguicidas en el músculo esquelético y el sistema nervioso central; en 1985 fue colectado de un lago de Florida (USA) muestras de músculo de *A. mississippiensis*, encontrándose concentraciones de DDE, Dieldrin y Lindano (USGS, 2008). Honeyfield y colaboradores (2008)

hallaron en el Lago Griffin ejemplares de *A. mississippiensis* que presentaban efectos adversos en el tejido neuronal por diversos contaminantes.

El describir, explicar o predecir el comportamiento de un ecosistema sin conocer como sus componentes se distribuyen en el espacio y tiempo, su relación entre ellos, así como las relaciones y procesos que explican su distribución y comportamiento, no es fácil; sin embargo, el conocimiento de la distribución espacial, las interrelaciones existentes y la capacidad de hacer predicciones fiables necesarias para la gestión ambiental, se puede apoyar mediante la realización de metodología de la Evaluación Rápida Participativa. Este trabajo se planteó con el objetivo de identificar, de manera rápida y económica, los agroquímicos utilizados y las razones principales de su empleo por los pobladores de la RBPC, por consiguiente, las comunidades que tienen el mayor uso de ellos. Esto permite describir, de manera general, las posibles zonas en las que el cocodrilo de pantano (*C. moreletii*) pudiese presentar en un futuro alteraciones anatómicas o fisiológicas, como ha sucedido con otras especies de cocodrilianos.

Materiales y métodos

La determinación de los agroquímicos utilizados por la población asentada en la RBPC se realizó a través del levantamiento de una encuesta semiestructurada (Briones, 2002) basada en la metodología de la Evaluación Rápida Rural (Pérez-Sánchez *et al.* 2005, 2006a, 2007, 2008). Este instrumento de trabajo enfatiza la importancia de conocer con rapidez y de manera directa, implica identificar conocimientos, conseguir información y perspectivas de la población local utilizando una serie de instrumentos y métodos interactivos (Jackson & Ingles, 2004). Tal instrumento formó parte del trabajo de investigación del proyecto denominado: "Evaluación y Diagnóstico de las Poblaciones del Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla; Villahermosa Tabasco, México", conocido como Proyecto Moreletii RBPC (Rodríguez-Quevedo, 2008).

Esta encuesta fue diseñada de tal manera que las preguntas que se aplicaron a los pobladores fueran las más apropiadas para obtener la información de interés, tal encuesta fue dividida en varias secciones, una de ellas abarcó la recopilación

de datos generales como la identificación geográfica y datos socioeconómicos del entrevistado; otra fue la recopilación de datos sobre agroquímicos y otras sustancias tóxicas en donde se solicitaba a los entrevistados que mencionaran el agroquímico o sustancia que utilizaban, su uso específico, frecuencia y la dilución de su aplicación (Pérez-Sánchez *et al.*, 2006b); la última sección, abarcó la recopilación de información acerca del conocimiento de la especie (*C. moreletii*) por parte de los entrevistados (Córdova, 2008).

Para la aplicación de las encuestas se tomó en cuenta el tamaño de la población de cada comunidad (Tabla 1) (Ovando, 2008), de manera que los tres municipios que conforman la Reserva (Centla, Jonuta y Macuspana) se encontrasen representados. Durante el transcurso de la investigación (Proyecto Moreletii RBPC), se realizó un levantamiento aleatorio de encuestas dentro de la mayoría de las comunidades que integran la RBPC (zonas núcleo y zona de amortiguamiento), teniendo un número total de encuestas aplicadas de 1534 y un mínimo de 374 encuestas a través de la formula descrita por López Romo (1998):

$$n = \frac{Npq}{\left[\frac{Me^2}{Nc^2} (N - 1) \right] + pq}$$

Donde:

- n: Tamaño de la muestra,
- N: Tamaño del universo,
- p: Probabilidad de ocurrencia,
- q: Probabilidad de no ocurrencia,
- Me: ± probabilidad margen de error,
- Nc: Nivel de confianza, expresado como valor Z

$$n = \frac{14861(0.5 \cdot 0.5)}{\left[\frac{0.05^2}{1.96^2} (14861 - 1) \right] + (0.5 \cdot 0.5)} = 374.02$$

Por lo tanto:

Aquella información relacionada sobre el área de estudio, como las características de la población, localidades, características físicas y biológicas, entre otras, se consultó información (impresa y/o electrónica) del Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática (INEGI) y del

Localidad	Número de habitantes
Colonia Revolución	203
Arroyo Polo 1ª Sección	465
Arroyo Polo 2ª Sección	80
Ribera Alta 1ª Sección	518
Ribera Alta 3ª Sección	717
Las Tijeras	31
Chichicastle 1ª Sección	1301
Chichicastle 2ª Sección	327
Chichicastle 3ª Sección	79
Ribera Alta 2ª Sección	446
Salsipuedes 2ª Sección	162
Quintín Arauz	1526
Tres Brazos	554
Las Palmas	76
San José	714
Francisco J. Mujica	189
San Miguel	9
Elpidio Sánchez Pérez	106
La Bendición de Dios	41
Ribera Baja	172
José María Pino Suárez	828
Zaragoza	1913
Chilapa 1ª Sección	630
Chilapa 2ª Sección	459
Los Ídolos	323
Boca de Chilapa 2ª Sección	675
Bitzal 7ª Sección	211
Itzal 6ª Sección	294
Bitzal 5ª Sección	538
Lázaro Cárdenas 2ª Sección	293
Bitzal 4ª Sección	106
Bitzal 1ª Sección	231
Paso Tabasquillo	179
Tabasquillo 1ª Sección	465
Total	14861

Tabla 1. Habitantes por comunidades.

Fuente: Córdova-Carrillo (2009).

Agroquímico (nombre comercial)	Ingrediente activo	Vida media	Persistencia	Tipo toxicológico	Uso	Clasificación
Folei	Paratión Metílico	14 días	1	1	Autorizado	Organofosforado
Lindano	Lindano	730 días	4	2	Restringido	Organoclorado
Folinasa	Paratión Metílico	14 días	1	1	Autorizado	Organofosforado
Sanfosato	Glifosato	60 días	1	4	Autorizado	Fosfometilglicina
Herbipol	2,4-D	7 días	1	3	Autorizado	Clorofenoxi
Hierbamina	2,4-D	7 días	1	3	Autorizado	Clorofenoxi
Esteron	2,4-D	7 días	1	3	Autorizado	Clorofenoxi
Bravo 720	Clorotalonil	65 días	2	4	Autorizado	Aromático Policlorado
DDT	Dicloro Difetil Tricloroetano	10950 días	4	2	Restringido	Organoclorado
Fulmina	2,4-D	7 días	1	3	Autorizado	Clorofenoxi
Belfosfato	Glifosato	60 días	1	4	Autorizado	Fosfometilglicina
Rival	Glifosato	60 días	1	4	Autorizado	Fosfometilglicina
Malation	Malatión	42 días	1	4	Autorizado	Organofosforado
Forcuato	Paraquat	1095 días	4	2	Restringido	Bipiridilo

Tabla 2. Agroquímicos presentes en la RBPC

Fuente: Córdova-Carrillo (2009).

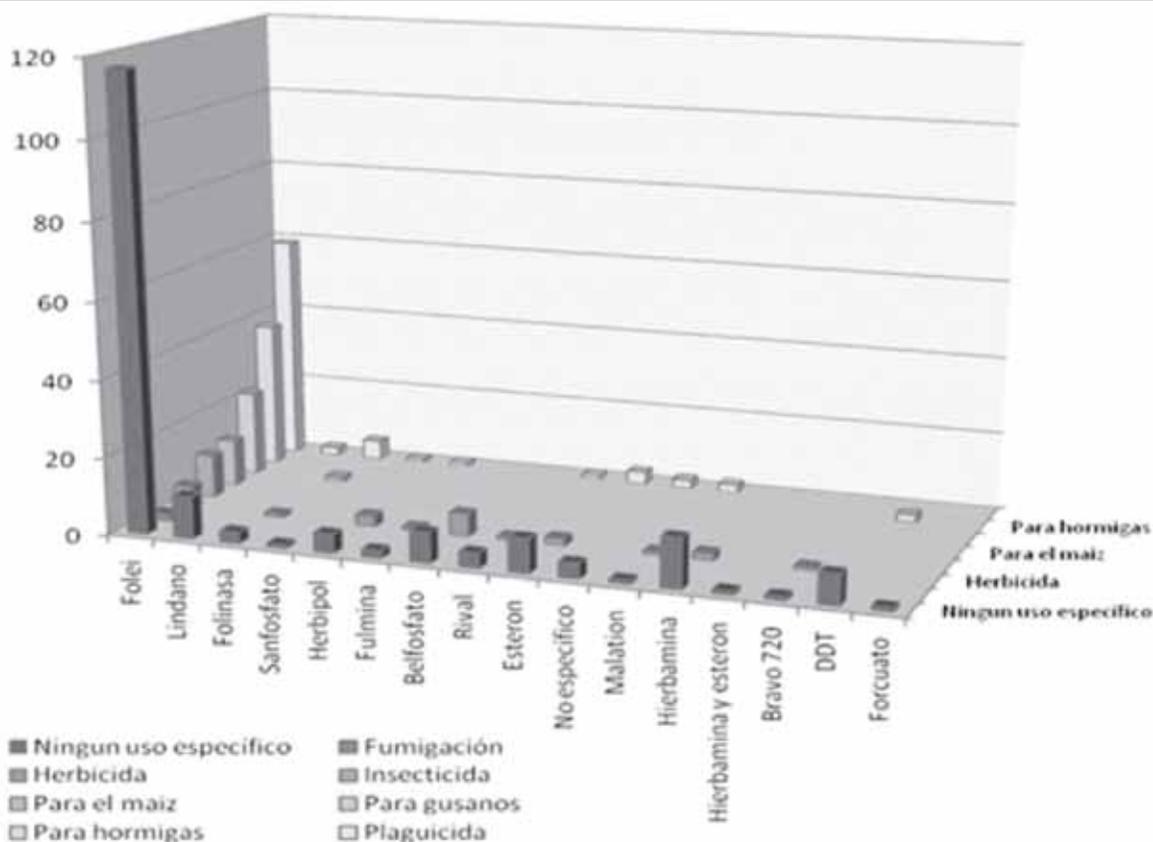
Programa de Conservación y Manejo de la RBPC. Sobre los agroquímicos y su uso dentro de la Reserva se consultó la base de datos del Instituto Nacional de Ecología de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (INE-SEMARNAT) así como del Programa de Conservación y Manejo de la RBPC, esto para identificar las propiedades fisicoquímicas de los agroquímicos mencionados con el propósito de determinar el efecto potencial de cada una de las sustancias.

El manejo de la información se fundó en la elaboración de una base de datos teniendo como interfaz el programa informático "Statistics Package for the Social Sciences" (SPSS® Ver. 11.0), esto por su factibilidad de manejo y administración de información. Con este programa, se analizó la información en base a cuadros de frecuencia y gráficas (Córdova, 2008).

Resultados

Las actividades agropecuarias fueron identificadas como la fuente principal de agroquímicos; en el caso de la RBPC estos son utilizados mayormente para el

control de malezas o plagas, el mantenimiento de senderos o canales para la travesía de ganado o de personas en cayucos o lanchas. Por medio de la encuesta se identificaron 14 tipos de agroquímicos de acuerdo a su nombre comercial (Tabla 2), tres de ellos son de uso restringido dos organoclorados (Lindano y DDT) y un bipiridilo (Paraquat); el Lindano y el Paraquat son altamente persistentes (categoría 4); el resto de los agroquímicos están autorizados para su uso según el Diario Oficial de la Federación (1991). Se identificaron dos organofosforados (Paratión Metílico y Malatión) con una alta toxicidad en el ambiente (categoría 1), uno de la familia de la fosfometilglicina (Glifosato) poco persistente (categoría 1) y ligeramente tóxico (categoría 4). Igualmente se identificó uno de la familia de los clorofenoxi (2,4-D) con poca persistencia (categoría 1) y moderadamente tóxico (categoría 3) y finalmente, un aromático policlorado (Clorotalonil) muy tóxico para organismos acuáticos aunque clasificado, según el INE (2007), como ligeramente tóxico (categoría 4) y poco persistente (categoría 2).



Gráfica 1: Frecuencia del uso de Agroquímicos en Base a su Aplicación en la

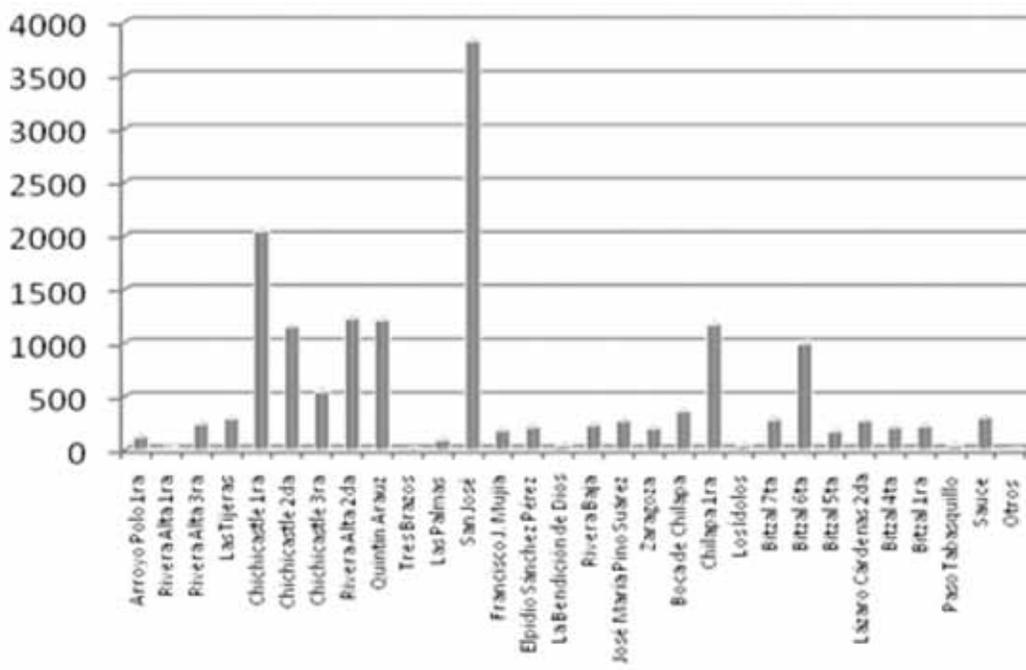
Gráfica 1: Frecuencia del uso de Agroquímicos en Base a su Aplicación en la RBPC.

El uso de los plaguicidas es diversificado. Las razones principales de uso fueron para los maizales, como fumigación del hogar (hormigas principalmente), como herbicida y para la eliminación de gusanos. El Folei (Paratión Metílico) es el más utilizado en diferentes actividades domésticas y agrícolas. En la gráfica 1 se muestra la frecuencia por tipo de uso de los diferentes plaguicidas por los pobladores de la Reserva. A continuación se describen algunas características toxicológicas de los plaguicidas de acuerdo a su ingrediente activo mostrados anteriormente (tabla 2).

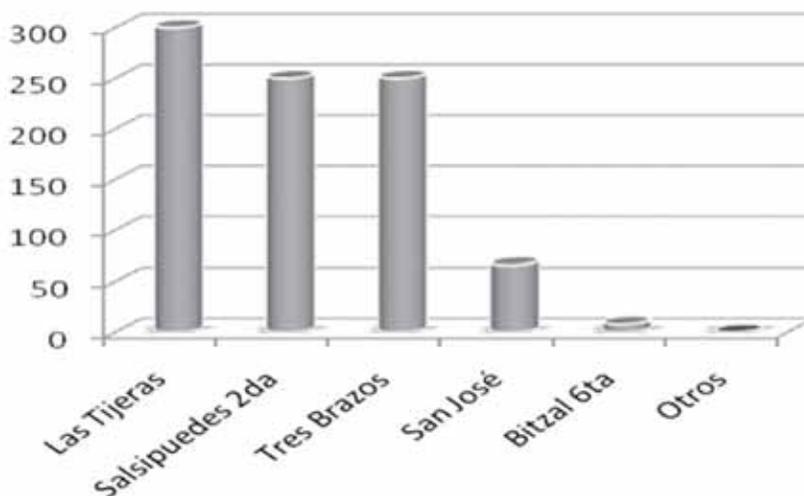
Paratión Metílico: De acuerdo a los resultados este agroquímico es aplicado por el 16.4 % de los encuestados, de los cuales 93 no indicaron la dilución para su aplicación y, por lo tanto, se asume que lo aplican sin alguna preparación previa. En base a las localidades, en el San José se observó el mayor uso con un volumen total de 3 826 ml aplicado por mes. Otras localidades también muestran un volumen significativo, tal es el caso de Chichicastle

1a Sección con 2 050 ml y Rivera alta 2a Sección con 1 235 ml (Gráfica 2). La presentación comercial que más utilizan los pobladores es el Folei (Paratión Metílico); este agroquímico pertenece al grupo de los organofosforados y su vida media es de menos de un mes aproximadamente (INE, 2007); aun así la Organización Mundial de la Salud (OMS) lo clasifica en el grupo de extremadamente peligroso, mientras que la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST) lo clasifica en la primera categoría toxicológica, como extremadamente tóxico.

Paraquat: El uso de este agroquímico fue reportado solamente por una persona en la localidad denominada Quintín Arauz, el cual indicó que aplica un volumen de 200 ml por mes. El Paraquat es un herbicida no selectivo que pertenece al grupo de bipyridilos. Es una sustancia con una alta toxicidad (DL50 de 3 a 5 mg/kg para humanos) y de una alta persistencia (más de 5 años), está incluido en la docena sucia y en los plaguicidas altamente persistentes (Iserning, 2006).



Gráfica 2: Volumen (ml) aplicados por mes del paratión metílico en las localidades de la RBPC.



Gráfica 3: Volumen (ml) aplicados por mes del lindano en las localidades de la RBPC.

Lindano: Este es aplicado por 16 personas (1.07 %), de las cuales 6 no indicaron su dilución, por lo que igualmente se asume que lo aplican de forma directa. En el poblado Las Tijeras se reportó el mayor uso de esta sustancia con 300 ml aplicado por mes (gráfica 3), aunque esta concentración uso es baja, la peligrosidad es alta, ya que el Lindano es un agroquímico muy persistente (de 3 a 10 años) y presenta una toxicidad de moderada a alta con

(DI50 de 55 a 480 mg/kg) por administración oral dependiendo de la especie según la OMS en un estudio realizado en 1991. La vía de exposición más común para el ser humano, al igual que para otros compuestos organoclorados, son los alimentos, por lo que existe una importante relación entre el consumo de productos animales y pescado y las concentraciones de Lindano en leche materna así como de grasa corporal; además es tóxico para

peces, aves y abejas. Hay evidencia de efecto acumulativo (Galli, 2002).

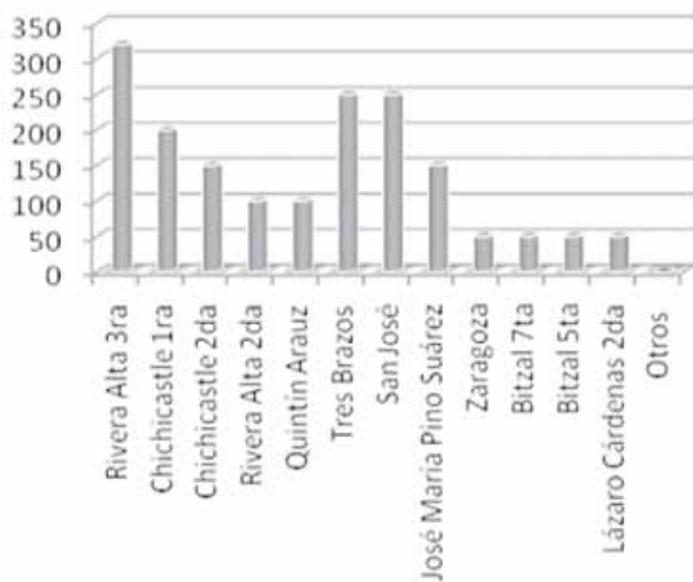
Por lo tanto, podemos estimar que si en esta localidad se continúa aplicando este volumen por mes por año, el volumen aplicado alcanzaría los 3 600 ml y si su persistencia es de 3 a 10 años, este agroquímico podría llegar a bioacumularse significativamente en el tejido graso de peces y aves, así como en los sedimentos con alto contenido de materia orgánica, lo cual representa un alto peligro no sólo para los pobladores, sino para la fauna silvestre, entre ellos, el Cocodrilo de Pantano (*C. moreletii*).

Glifosato: Sólo el 1.84 % de la población encuestada usa este agroquímico. El reporte mayor uso fue en el poblado de Rivera Alta 3a Sección con 320 ml por mes (gráfica 4). Aunque al principio de su comercialización el Glifosato se catalogó como ligeramente tóxico y sin daños para el medio ambiente, estudios recientes indican que puede provocar daños genéticos. Se adhiere a partículas orgánicas, persistiendo en el agua de 12 a 60 días y en sedimentos hasta 120 días (Maldonado, 2004). Tiene un efecto toxicológico significativo en peces, aves y pequeños mamíferos, en los cuales, se han registrado cambios de comportamiento que alteran su capacidad de defensa, alimentación, migración y reproducción (Nivia, 1995). Por lo tanto, puede causar cambios dramáticos en la estructura de las

comunidades, afectando las poblaciones de las cuales se alimenta el Cocodrilo de Pantano (*C. moreletii*).

2,4-D (2,4 diclorofenoxiacético): El 2,4-D fue reportado por 45 personas. Los volúmenes de uso más altos se reportaron en Chichicastle 1a Sección con 1 300 ml, Las Tijeras con 1 000 ml y Chichicastle 2a Sección con 1 200 ml (gráfica 5). Aunque el 2,4-D se encuentra autorizado en México bajo la clasificación de moderadamente tóxico. De acuerdo al Instituto Nacional de Cáncer de los Estados Unidos de Norteamérica y el Laboratorio Central para el Control de Enfermedades de Canadá está asociado con un tipo de cáncer llamado el linfoma de no-Hodgkin (Sierra Club of Canada, 2005).

Clorotalonil: Su uso fue reportado sólo por dos personas en Chichicastle 1a y Chichicastle 3a Sección, una de ellas indico el volumen usado para su aplicación (250 ml al mes). Este agroquímico es fungicida de contacto preventivo y curativo que afecta a cultivos de hortalizas, cereales, cítricos y frutales. Es extremadamente tóxico para peces (0.14 mg/L), y no se recomienda su uso a menos de 50 m de cualquier cuerpo de agua. El clorotalonil es moderadamente móvil en suelos arenosos y su metabolito 4-hidroxi lo es también en la mayoría de los suelos. Su vida media en el suelo es de 1.5 a 3 meses, dependiendo del contenido de humedad y de la temperatura (Proficol, 2007).



Gráfica 4: Volumen (ml) aplicados por mes del glifosato en las localidades de la RBPC.

DDT: Fue reportado por 10 personas de los cuales 9 lo aplican de forma directa, es decir, sin diluir. El único reporte de dilución fue en el poblado Francisco J. Mujica con un uso de 20 gr/10 L. Esta concentración puede ser muy pequeña, sin embargo, el reporte de uso en diferentes zonas de la RBPC nos da un indicador de que los agroquímicos restringidos y dañinos para el ambiente se siguen usando, lo cual implica un alto peligro tanto para *Crocodylus moreletii* como para la demás fauna silvestre y la población asentada en la Reserva, por sus propiedades descritas a continuación.

El DDT es altamente tóxico, estable, persistente y tiene una duración de décadas antes de degradarse. Se evapora y se desplaza a largas distancias a través del aire y el agua, pudiendo acumularse en el tejido graso de seres humanos y las especies silvestres. Los efectos adversos para la salud de los animales incluyen fallos en la reproducción y en el desarrollo, posibles efectos en

el sistema inmunitario, hepáticos y renales. En sistemas acuáticos reduce la producción primaria hasta un 50 % y es letal para organismos acuáticos a dosis mayores de 10 mg/L (Beard, 2005).

Malatión: Los resultados mostraron que su uso es poco frecuente (6 personas). De los encuestados que reportaron su uso, 3 personas no indicaron el volumen aplicado. La localidad con mayor volumen (1 000 ml) fue Chilapa 1ª Sección (gráfica 6). El Malatión en los sistemas acuáticos inhibe el crecimiento de algas, afectando por lo tanto a la producción primaria de estos. En otras especies, como peces e invertebrados acuáticos puede ser letal a concentraciones menores de 12 mg/L. En el

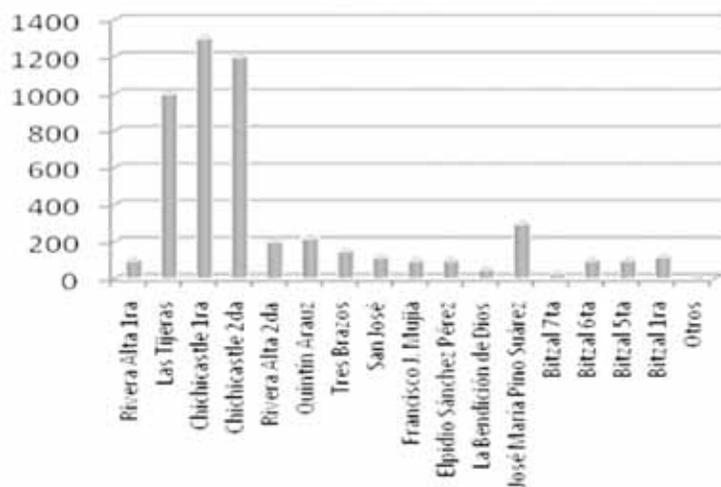
cuerpo de los animales el Malatión se degrada en 24 horas y es expulsado por vía urinaria. Su vida media en el agua es de unos 11 días y depende del pH (Environmental Protection Agency, 2006).

Discusión y conclusión

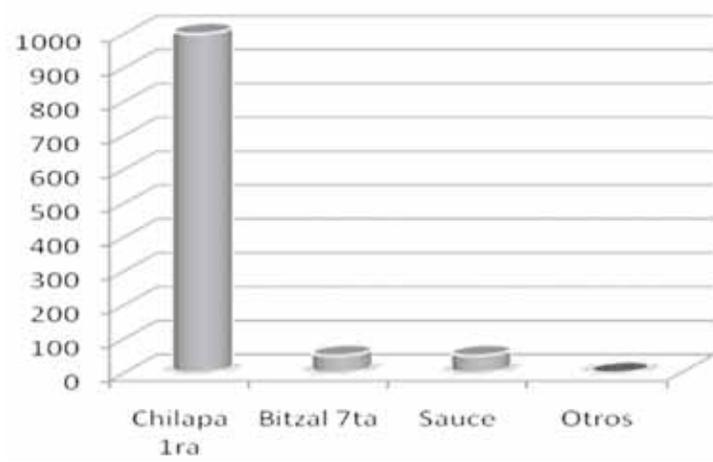
Dentro de la RBPC, el aumento del desarrollo agrícola es cada vez mayor, por otro lado, el análisis de las encuestas mostró que el uso así como el volumen de agroquímicos es relativamente bajo; sin embargo, esta pudiera aumentar considerablemente en los próximos años, a modo que la bioacumulación sería mayor debidamente a su presencia, frecuencia y persistencia. Desafortunadamente el uso de estas sustancias es trascendental en el control de plagas que afectan las actividades productivas en la RBPC; aunque es importante mencionar que son preferibles los agroquímicos de corta vida media o que dejan residuos mínimos, siendo los más valiosos aquellos que resultan más específicos para los invasores atacados (Howard, 1999). El método de aplicación de agroquímicos más frecuente por los encuestados fue la dispersión por aspersión; esto conlleva a considerables problemas de manipulación y efectos sobre especies distintas de las atacadas.

Por lo anterior, es necesario mencionar que el uso de agroquímicos tal como los organoclorados (Lindano y DDT) o como el bupiridilo (Paraquat), indican un alto potencial de peligrosidad para la fauna silvestre, de manera particular para el Cocodrilo de Pantano (*Crocodylus moreletii*) el cual se encuentra en sitios donde la aplicación es frecuente. La persistencia del DDT en los suelos ha causado numerosos problemas, debido a su potencial de bioacumulación y transporte. García (2002) menciona que el Lindano presenta igualmente las características antes mencionadas del DDT.

En lo que se refiere a los demás agroquímicos reportados, el Paratión Metílico al igual que los organoclorados, representa un alto peligro potencial, debido a su alta frecuencia de uso (16.4 %); pertenece a la familia de los organofosforados y es un agroquímico de elevada toxicidad. En cuanto a efectos agudos esto representa un peligro para las poblaciones de *C. moreletii*, aunque para los efectos crónicos no hay estudios que indiquen el efecto que este tipo de sustancia tiene sobre la fauna silvestre,



Gráfica 5: Volumen (ml) aplicados por mes del 2,4-d en las localidades de la RBPC.



Gráfica 6: Volumen (ml) aplicados por mes del malatión en las localidades de la RBPC.

ya que son poco persistentes y se degradan rápidamente. La frecuencia de uso del Clorotalonil en la RBPC es mínima, por lo que puede considerársele como un peligro exiguo dentro de este análisis. Sin embargo, Seoanez (1999) lo considera como un agroquímico muy tóxico para los organismos acuáticos; lo cual conlleva a recomendar un estudio más detallado sobre esta sustancia. El 2,4-D presentó una frecuencia de uso significativa en las localidades encuestadas, pero su toxicidad es muy baja (Sierra Club of Canada, 2005), lo cual representa un potencial de peligro bajo para *C. moreletii*. Los demás plaguicidas reportados, aunque presentan toxicidad elevada como el caso del Malatión, por su frecuencia de uso, no representa un peligro potencial para la especie.

En el contexto de la Convención de Ramsar el manejo de amenazas a la biodiversidad y a la integridad ecológica de los humedales, debe integrar un manejo y control apropiado de agroquímicos, ya que los efectos económicos y sociales de los impactos provocados por estos en tales ecosistemas pueden ser drásticos, incluso aquellos que no tienen un impacto significativo a corto plazo, pues pueden haber consecuencias importantes al paso del tiempo. Howard (1999) recomienda que para realizar un manejo de plagas a través del uso de agroquímicos debe generarse a los gestores y ejecutores conciencia del problema, conocimiento y disposición para vigilar, así como también la capacitación e información de la población involucrada con la finalidad de hacer frente a las plagas de los humedales, el uso y aplicación de sustancias menos dañinas para el medio ambiente y los efectos que ambas producen en ellos y, de esta manera, promover un mejor desarrollo de las comunidades y la protección de la biodiversidad.

Cabe mencionar que en México existen leyes que regulan el uso de agroquímicos, sin embargo, es necesario fortalecer la observación de esta legislación, ya que el uso de sustancias persistentes se registro en comunidades muy apartadas dentro de la RBPC, lo cual indica que hay muy poco conocimiento y un control deficiente en el uso de estas sustancias.

El empleo de desarrollar la encuesta permitió obtener una aproximación del volumen promedio de agroquímicos utilizados en predios cercanos a cuerpos de agua dentro de la RBPC, de igual

manera, la utilización de este método proveyó de un indicador suficiente para determinar si la biota presente en este ecosistema se encuentra en peligro adverso por exposición (directa o indirecta), principalmente en el caso de *C. moreletii*. Por otro lado, este método permitió presentar un análisis de manera rápida, de bajo costo y confiable; considerando que la objetividad del análisis depende del control y la calidad de los datos manejados. En conclusión, es necesario promover la investigación en base a la determinación de los niveles de agroquímicos en campo (agua, sedimento y biota), con la finalidad de conocer la dinámica y los niveles en cada compartimento ambiental de estos contaminantes en la RBPC; así como establecer el riesgo para especies sensibles que se encuentran en la cadena trófica de *Crocodylus moreletii*.

Agradecimientos

De manera personal agradecemos al Fondo Mixto del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT); a las Autoridades del Gobierno del Estado relacionadas a la RBPC; a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y a las Comunidades de la RBPC, por su financiamiento, apoyo logístico y confianza para la realización de este estudio.

Literatura citada

Barba-Macías, E.; Rangel-Mendoza, J.; & Ramos-Reyes, R. 2006. Clasificación de los humedales de Tabasco mediante Sistemas de Información Geográfica. *Universidad y Ciencia*, 22(2): 101-110.

Beard, J. 2005. DDT and human health. *Science of the Total Environment*, 355(1-3): 78-89.

Briones, Guillermo. 2002. Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales. En: *Especialización en teoría, métodos y técnicas de investigación social*. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. Bogotá, Colombia. 217 p.

Córdova Carrillo, A. (2008). *Identificación del peligro potencial por plaguicidas en el hábitat de "Crocodylus moreletii" en los Pantanos de Centla*. Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 54p.

Córdova-Carrillo, A.; Pérez-Sánchez, E.; Rodríguez-Quevedo, F.; Zequeira-Larios, C. & Ovando-Hidalgo, N. 2009. Distribution of Pesticides in "*Crocodylus moreletii*" habitat: Centla Swamps, Mexico. *Crocodile Specialist Group - Newsletter*, 28(3): 14-16.

Diario Oficial de la Federación. 1991. Relación de plaguicidas prohibidos para su importación, fabricación, formulación, comercialización y uso en México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos México DF. Pp: 14.

Edwards, J.G. 1971. Effects of DDT. *Chem. Eng. News*, 49 p.

Environmental Protection Agency. 2006. Registration Eligibility Decision (RED) for Malathion Case 0248. United States Environmental Protection Agency. EPA 738-R-06-030. 195 p. Case 0248. United States Environmental Protection Agency. EPA 738-R-06-030. 195 p.

Galli, C. 2002. Lindano. *Desarrollo Sostenible - Desarrollo Económico Respetuoso del Ambiente Natural y Social*. Revisado el 08/Sep/2008. [www.dsostenible.com.ar/tecnologias/lindano1.htm l]

García Gambero J.P. 2002. *Estado actual de la contaminación por metales pesados y pesticidas organoclorados en el Parque Natural de Monfragüe. Tesis Doctoral.* Universidad de Extremadura, Facultad de Veterinaria. 344 p.

Guerra-Martínez, V. & Ochoa-Gaona, S. (2008). Evaluación del programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla en Tabasco, México. *Universidad y Ciencia*, 24(2): 135-146.

Guillette, L.J.; Crain, D.A.; Gunderson, M.P.; Kools, S.A.E.; Milnes, M.R.; Orlando, E.F.; Rooney, A.A. & Woodward, A.R. 2000. Alligators and Endocrine Disrupting Contaminants: A Current Perspective. *Amer. Zool.*, 40: 438-452.

Gunderson, M.P.; Bermudes, D.S.; Bryan, T.A.; Degala, S.; Edwards, T.M.; Kools, S.A.E.; Milnes, M.R.; Woodward, A.R. & Guillette, L.J. 2004. Variation in sex steroids and phallus size in juvenile American alligators (*Alligator mississippiensis*) collected from 3 sites within the Kissimmee-Everglades drainage in Florida (USA).

Chemosphere, 56(4): 335-345.

Honeyfield, D.C.; Perran, R.J.; Carbonneau, D.A.; Terrell, S.P.; Woodward, A.R.; Schoeb, T.R.; Perceval, H.F. & Hinterkopf, J.P. 2008. Pathology, physiologic parameters, tissue contaminants, and tissue thiamine in morbid and healthy central Florida adult American Alligators (*Alligator mississippiensis*). *Journal of Wildlife Diseases*, 44(2): 280-294

Howard, G. 1999. *Especies invasoras y humedales: La Convención sobre Humedales Ramsar*. Revisado el 03/SEP/2008. [www.ramsar.org/cop7/cop7_doc_24_s.htm]

INE. 2007. Los plaguicidas y su transporte en el ambiente. *Instituto Nacional de Ecología*. Revisado el 15/NOV/2007 [www.ine.gob.mx/dgicurg/plaguicidas/]

Isenring, R. 2006. *Paraquat riesgos inaceptables para la salud de los usuarios*. Reporte para la Declaración de Berna y el Pesticide Action Network. 95 p. Revisado el 08/Sep/2008. [www.rapaluruaguay.org/paraquat/EvB_Paraquat_S .pdf]

Jackson, W.J. & Ingles, A.W. 2004. *Técnicas Participativas para Actividades Forestales Comunitarias: Manual de Campo*. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, RU y Fondo Mundial para la Naturaleza, Gland, Suiza. 128 p.

López Romo, H. 1998. La metodología de encuesta. En: (Galindo Caceres L.J Ed), *Técnicas de Investigación en Sociedad, Cultura y Comunicación*. 1 ed. Pearson Educación de México. ISBN: 968-444-262-9. México DF. Pp: 33-74. Revisado el 10/AGO/2008. [http://books.google.com.mx/books?id=5a0Jdv7lp9oC&printsec=frontcover&source=gbs_v2_summar y_r&cad=0#v=onepage&q=&f=false]

Maldonado, A. 2004. Daños genéticos en la frontera de Ecuador por las fumigaciones del Plan Colombia. *ECO PORTAL.NET - el directorio ecológico y natural*. Ecuador. Revisado el 03/Sep/2008. [www.ecoportall.net/content/view/full/26782/]

Milnes, M.R.; Woodward, A.R.; Rooney, A.A. & Guillette, L.J. 2002. Plasma steroid concentrations

in relation to size and age in juvenile alligators from two Florida lakes. *Comp Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.*, 131(4): 923-930.

Nivia, E. 1995. Efectos sobre la salud y el ambiente de herbicidas que contienen glifosato. Information Ventures, Inc. under U.S. Forest Service Contract. Revisado el 08/Sep/2008. [www.agro.uba.ar/users/dsorlino/Dano%20del%20glifosato.doc]

Ovando Hidalgo, N. 2008. *Estudio de la relación hombre-cocodrilo dentro de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla (RBPC) en el Estado de Tabasco, México.* Tesis de Licenciatura. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 56 p.

Peña, L.S. 2002. *Estudio y modulación del metabolismo del Glutathión en la tolerancia al estrés oxidativo generado por plaguicidas en organismos acuáticos de interés comercial.* Tesis Doctoral. Universidad de Valencia. España. 147 p. Revisado el 04/SEP/2002. [www.tdx.cat/TDX-0324104-175802] Universidad de Valencia. España. 147 p. Revisado el 04/SEP/2002. [www.tdx.cat/TDX-0324104-175802]

Pepper, C.B.; Rainwater, T.R.; Platt, S.G.; Dever, J.A.; Anderson T.A. & McMurry S.T. 2004. Organochlorine pesticides in chorioallantoic membranes of Morelet's Crocodile eggs from Belize. *Journal of Wildlife Diseases*, 40(3): 493-500.

Pérez-Sánchez, E.; Rodríguez-Quevedo, F.; Zequeira-Larios, C. & Cruz-Vera, J. 2005. *Evaluación y Diagnóstico de las Poblaciones del Cocodrilo de Pantano (Crocodylus moreletii) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla; Villahermosa Tabasco, México: 1er Reporte Técnico.* Fondos Mixtos-Gobierno del Estado de Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa Tabasco, México. 45 p.

Pérez-Sánchez, E.; Rodríguez-Quevedo, F.; Zequeira-Larios, C. & Cruz-Vera, J. 2006a. *Evaluación y Diagnóstico de las Poblaciones del Cocodrilo de Pantano (Crocodylus moreletii) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla; Villahermosa Tabasco, México: 2do Reporte Técnico.* Fondos Mixtos-Gobierno del Estado de Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa Tabasco, México. 63 p.

Pérez-Sánchez, E.; Rodríguez-Quevedo, F.; Zequeira-Larios, C. & Cruz-Vera, J. 2007. *Evaluación y Diagnóstico de las Poblaciones del Cocodrilo de Pantano (Crocodylus moreletii) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla; Villahermosa Tabasco, México: 3er Reporte Técnico Parcial.* Fondos Mixtos-Gobierno del Estado de Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa Tabasco, México. 38 p.

Pérez-Sánchez, E.; Rodríguez-Quevedo, F.; Zequeira-Larios, C. & Cruz-Vera, J. 2008. *Evaluación y Diagnóstico de las Poblaciones del Cocodrilo de Pantano (Crocodylus moreletii) en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla; Villahermosa Tabasco, México: Informe Técnico Final.* Fondos Mixtos-Gobierno del Estado de Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa Tabasco, México. 32 p.

Pérez-Sánchez, E.; Rodríguez-Quevedo, F.; Zequeira-Larios, C.; Cruz-Vera, J. & Ovando-Hidalgo, N. 2006b. Las Comunidades Rurales del Cocodrilo de Pantano "Crocodylus moreletii" en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. *KUXULKAB', XI(22):* 29-34.

Proficol. 2007. *Hoja de seguridad Odeon 720 SC.* Revisado el 08/Sep/2008. [www.proficol.com.co/productos/pdf/FUNGICIDAS/ODEON%20720%20SC%20HOJA%20DE%20SEGURIDAD.pdf]

Rauschenberger, R.H.; ; Buckland, J.E.; Smith, J.T.; Sepúlveda, M.S. & Gross, T.S. 2004. Achieving environmentally relevant organochlorine pesticide concentrations in eggs through maternal exposure in *Alligator mississippiensis*. *Mar. Environ. Res.*, 58(2-5): 851-856.

Rodríguez-Quevedo, F.; Pérez-Sánchez, E.; Zequeira-Larios, C. & Cruz-Vera, J. 2008. Moreletii RBPC Project: Tabasco, Mexico. *Crocodile Specialist Group - Newsletter*, 27(4): 08-10.

Rooney, A.A.; Crain, D.A.; Woodward, A.R. & Guillete, L.J. 2004. Seasonal variation in plasma sex steroid concentrations in juvenile American alligators. *General and Comparative Endocrinology*, 135(1): 25-34.

Seoanez Calvo, M. 1999. *Ingeniería Medioambiental Aplicada.* Editorial Mundiprensa. 2a

Edición. ISBN: 8471147068. México D.F.

Sierra Club of Canada. 2005. *Overview of the toxic effects of 2,4-D*. Sierra Club of/du Canada. Ottawa, ON. 9 p. Revisado el 08/Sep/2008.

[www.sierraclub.ca/national/programs/health-environment/pesticides/2-4-D-overview.pdf]

USGS. 2008. Biological and ecotoxicological characteristics of terrestrial vertebrate species residing in estuaries: American Alligator (*Alligator mississippiensis*). U.S. Geological Survey. Revisado el 15/Abr/2008.

[<http://www.pwrc.usgs.gov/bioeco/amallig.htm>]

Wikipedia. 2009. Plaguicida. *Wikipedia, la enciclopedia libre*. Revisado el 08/Sep/2009.

[<http://es.wikipedia.org/wiki/Plaguicida>]

CONTENIDO

Las tortugas de agua dulce: Patrimonio zoológico y cultural de Tabasco GRACIELA BEAUREGARD SOLÍS, CLAUDIA ELENA ZENTENO RUIZ, RICARDO ARMIJO TORRES, ELVIS GUZMÁN JUÁREZ	5
Estructura y composición florística de vegetación inundable en la División Académica de Ciencias Biológicas, Villahermosa, Tabasco ISABEL VÁZQUEZ NEGRÍN, DIANA LÓPEZ PÉREZ, HUGO ENRIQUE MONTALVO URGEL, CASIANO ALBERTO MÉNDEZ SÁNCHEZ, OFELIA CASTILLO ACOSTA	21
Agroquímicos utilizados en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla: una afectación indirecta para el Cocodrilo de Pantano (<i>Crocodylus moreletii</i>) AARÓN CÓRDOVA CARRILLO, EUNICE PÉREZ SÁNCHEZ, FERNANDO RODRÍGUEZ QUEVEDO, NATALIA OVANDO HIDALGO, CAROLINA ZEQUEIRA LARIOS	31
La biodiversidad de Tabasco SILVIA CAPPELLO GARCÍA, EDMUNDO ROSIQUE GIL, GUADALUPE RIVAS ACUÑA, ANGELES GUADARRAMA OLIVERA, OFELIA CASTILLO ACOSTA, STEFAN ARRIAGA WEISS, LOURDES TREJO, MANUEL PÉREZ DE LA CRUZ, SALOMÓN PÁRAMO DELGADILLO, JAQUELINA GAMBOA AGUILAR, LUIS JOSE RANGEL RUIZ, MARÍA DEL ROSARIO BARRAGÁN VÁZQUEZ, MIRCEA GABRIEL HIDALGO MIHART.	43
Variación reproductiva en hembras silvestres de chucumite <i>Centropomus parallelus</i> mediante el empleo del diámetro de ovocitos MARÍA DE JESÚS CONTRERAS GARCÍA, WILFRIDO M. CONTRERAS SÁNCHEZ, ALEJANDRO MCDONAL-VERA, ULISES HERNÁNDEZ VIDAL, JUAN MANUEL VIDAL LÓPEZ, CARLOS A. ÁLVAREZ GONZÁLEZ, SALOMÓN PÁRAMO DELGADILLO	49
“Juchimán Verde y Oro”. Experiencia de un lustro en la construcción del plan ambiental de una universidad pública del trópico húmedo EDUARDO S. LÓPEZ HERNÁNDEZ, CARLOS DAVID LÓPEZ RICALDE, HEBERTO ROMEO PRIEGO ÁLVAREZ, JULIO CÉSAR ÁLVAREZ RIVERO	55
Las escifomedusas bola de cañon <i>Stomolophus meleagris</i> especie de gran interés en el mercado internacional ARTURO GARRIDO MORA, PAVEL ALEKSEI CASTILLO ENRIQUEZ, FRANCISCO JAVIER FÉLIX TORRES	69
Estructura y función de los sistemas moleculares de determinación sexual en dípteros JULIA MARÍA LESHEN GORDILLO, RENÉ FERNANDO MOLINA MARTÍNEZ, RAYMUNDO HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, ARMANDO ROMO LÓPEZ	75
De los “Matalis”, “Señoritas embarcadas” y otras Commelinas en Tabasco MARÍA DE LOS ÁNGELES GUADARRAMA OLIVERA	79
Almidón modificado de plátano: Posible uso en el tratamiento de lixiviados provenientes de rellenos sanitarios JOSÉ ALIPIO ORTEGA DOMÍNGUEZ, JOSÉ RAMON LAINES CANEPA, MARÍA ADELFA APARICIO TRÁPALA	87
NOTA	
El Ave del Bicentenario: Símbolo nacional en peligro de extinción GRACIELA BEAUREGARD SOLÍS	97
Reseña histórica de la Revista de Divulgación (Kuxulkab’) a 15 años de haber iniciado CELIA LAGUNA LANDERO	103
Crónica de la expedición botánica al Cerro de las Flores en la comunidad Villa de Guadalupe, Huimanguillo, Tabasco, México PEDRO DÍAZ JIMÉNEZ, TRINIDAD MAGAÑA RAMÍREZ, ANDRÉS MANUEL DE LA CRUZ LÓPEZ	111
Proyectos de investigación en desarrollo con financiamiento externo	119
Eventos Académicos 2010	127
Avisos	131
Instrucciones para publicar en Kuxulkab’	



ISSN - 1665 - 0514