



# KUXULKAB'

REVISTA DE  
**DIVULGACIÓN**

División Académica de Ciencias Biológicas

• Volumen XIX • Número 36 • Enero-Junio 2013 •

**Universidad Juárez Autónoma de Tabasco**



# KUXULKAB'

ISSN – 1665-0514

## REVISTA DE DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas  
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

*Kuxulkab' Voz chontal - tierra viva, naturaleza*

### CONSEJO EDITORIAL

Dra. Lilia Ma. Gama Campillo  
**Editor en jefe**

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

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo  
**Editor Asistente**

### COMITÉ EDITORIAL EXTERNO

**Dra. Silvia del Amo**  
Universidad Veracruzana

**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 Teléfono Conmutador: 3581500 ext.6400 Teléfono Divisional: 3544308, 3379611. Dirección electrónica: <http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab> Imprenta: M.A. Impresores, S.A. de C.V. Av. Hierro No. 1 Mza. 3 Ciudad Industrial C. P. 86010 Villahermosa, Tabasco. Distribuidor: División Académica de Ciencias Biológicas Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86039 Villahermosa, Tabasco.

### **Nuestra Portada**

Ejemplar de Ajolote (*Ambytosma mexicanum*); anfibio endémico mexicano de la zona lacustre de Xochimilco y Chalco-Tláhuac, en la ciudad de México.

### **Diseño de:**

Lilianna López Gama y María Cristina Sarao Manzanero.

### **Fotografías:**

María Celia Zapata Gutiérrez y Luis Guillermo Solís Juárez; estudiantes de la Licenciatura en Biología de la DACBiOL-UJAT.

## Estimados lectores:

La Universidad Juárez Autónoma de Tabasco hoy ha asumido un reto que la lleve a tener todos los indicadores de calidad, mejorando no solo los programas de estudio de los diferentes niveles que los lleven o mantengan acreditados. Dentro de estos indicadores se busca tener productos de excelencia en todos los temas que cubre la universidad como son las publicaciones periódicas. Por lo mismo nuestra revista de Divulgación está encaminada a atender este proceso de revisión de procesos, actualización y modernización que realiza la institución, para asumir los nuevos compromisos que la UJAT tiene con el Estado y la región, así como con la sociedad con la que se vincula. Estos procesos de reflexión han permitido generar estrategias e ideas dirigidas a realizar cambios que nos permitan mejorar, las que están siendo generadas por los profesores de nuestra División Académica y que pronto compartiremos con ustedes. Este año, se han tenido interesantes eventos, que muestran la consolidación que tienen ya varios de nuestros grupos de investigadores tanto local, como regional y nacionalmente.

Tenemos un comité trabajando para proponer una serie de innovaciones con el que se está transformando nuestra revista, que nos permita identificar mejores opciones y aprender no solo de nuestra experiencia sino de nuestras revistas hermanas en la Universidad que es lo que se busca lograr.

Como podrán corroborar en este número se empiezan a reflejar algunos cambios que se están preparando para una nueva imagen de nuestra revista. En este número se presenta una recopilación de cinco artículos que representan reportes de investigaciones tanto de cuerpos académicos de nuestra División, como de estudiantes de maestría, lo que reflejan el reto que se ha asumido en la División Académica de Ciencias Biológicas de divulgar sus resultados en este espacio. Además se incluyen siete notas de temas que sin duda son de actualidad entre las que se encuentran dos asociadas al Congreso Mexicano de Ecología realizado en Villahermosa en 2013 y que nos permite tener información para reflexionar en las tendencias actuales de la investigación científica, además de los intereses de desarrollo de la región.

Desde esta sección queremos agradecer a los interesados en realizar contribuciones a esta revista, así como a los investigadores que han asumido la responsabilidad de apoyarnos en la revisión del material que recibimos. Aprovechamos también para reiterar la invitación a seguir considerando esta opción para publicar no solo por ser la revista de nuestra División, y esperamos que los alumnos tanto de maestría como de licenciatura no olviden este espacio para hacernos llegar sus contribuciones y reiterar que está abierto a todos los miembros de la comunidad universitaria.

**Lilia Gama**  
Editor en Jefe

**Rosa Martha Padrón López**  
Directora



---

## Axolotl: el auténtico monstruo del Lago de Xochimilco

**María Celia Zapata Gutiérrez & Luis Guillermo Solís Juárez**

*División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco  
Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas entronque a Bosques de Saloya. CP. 86039.*

*Villahermosa, Tabasco, México  
chela\_11@hotmail.com*

### Resumen

**E**l Ajolote Mexicano es un anfibio (vertebrado que puede vivir tanto en tierra como sumergido en el agua) con adaptaciones asombrosas, como la capacidad de conservar sus características larvarias aun cuando madura sexualmente, además de branquias, posee sacos pulmonares. No mudan de piel al contrario de lo que les pasa a otros anfibios, come pequeños peces, renacuajos, insectos acuáticos, lombrices, crustáceos, moluscos de agua dulce y en caso de que este en cautiverio pueden comer pollo. Cuando son larvas pequeñas (*Ambystoma mexicanum*), se alimentan de zooplancton (organismos microscópicos, como crustáceos y pequeñas larvas que a su vez sirven de alimento para otros organismos). Son tímidos, buscan siempre lugares donde protegerse. La capacidad de regeneración del ajolote lo ha llevado a estar en peligro de extinción, por su explotación desmedida para fines medicinales.

### Introducción

En el gran imperio antiguo del valle de México, entre bosques y aguas, los mexicas se establecieron a orilla de los lagos y ahí cultivaron, pescaron y cosecharon en abundancia. Un extraño monstruo que vivía en los canales, llamo su atención, el cual lo hicieron leyenda donde se decía que un Dios con cabeza de perro (axolotl) temía ser asesinado por otros dioses. Desde el principio, la historia de nuestra nación ha estado vinculada a la del ajolote, (axolotl en náhuatl), pero en la actualidad ¿qué tanto sabemos del ajolote de Xochimilco? ¿Se trata de una salamandra o renacuajo?



**Figura 1.** Regeneracion de un miembro

El *Ambystoma mexicanum*, mejor conocido como ajolote, es una especie de anfibio endémico mexicano (exclusivo de una determinada zona, es decir; que se distribuye en un ámbito geográfico reducido y que no se encuentra de forma natural en otras partes del mundo), lo cual ha ido tomando importancia debido a diferentes factores como lo son en su estado crítico-ecológico, sus características fisiológicas, entre otras. Para saber el motivo por el que estas características han adquirido importancia en las investigaciones científicas y en los activistas ambientales, es necesario conocer al ajolote, partiendo de sus características generales a las particulares.

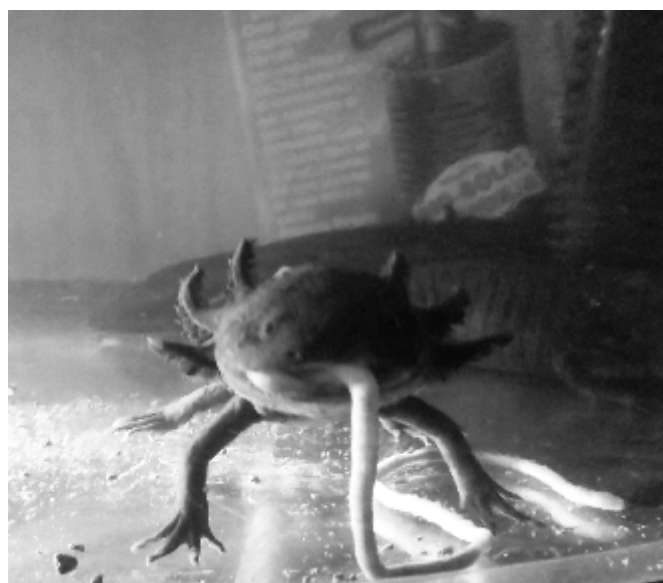
Desgraciadamente son pocas las investigaciones que se han realizado en México acerca de estos interesantes anfibios y su estatus de conservación es deplorable (lamentable), pues varias especies se encuentran al borde de la

extinción (especie cuya supervivencia es poco probable de continuar, si se mantienen los factores que causan su desaparición) y otras en muy mal estado.

### Características que lo hacen único

A simple vista, ¿Por qué el ajolote nos puede parecer un renacuajo sobre desarrollado? Pues este interesante anfibio, mide en promedio de 25 y 30 cm de la cabeza a la cola dependiendo de su longevidad (duración de vida), su piel es lisa pero a veces puede ser un poco rugosa y húmeda, este presenta una membrana que empieza en el dorso y termina en su larga cola, formando una especie de aleta lo cual lo hace parecer casi un pez. Sin embargo, sus patas anteriores y posteriores (las cuales tienen cuatro y cinco dedos respectivamente) lo acercan más anatómicamente a las salamandras (anfibios urodelos, con aspecto de lagarto y piel lisa), sus parientes genéticos.

Sin duda la característica física más representativa son sus branquias por que a simple viste se pueden observar sus tres pares externos laterales, las cuales dotan al ajolote una apariencia singular, como si estuviera usando un penacho en su cabeza. A pesar de que estas branquias son funcionales, este anfibio también presenta un par de sacos pulmones, que también puede utilizar para respirar siempre y cuando salga a la superficie. Su cabeza es ancha y plana al igual que su boca, lo que contrasta con sus ojos pequeños. Genéticamente, posee una amplia gama de colores que pueden expresarse en su pigmentación; gris, café, verde pardo, anaranjado, blanco, amarillo, albino dorado y albino blanco, casi negro o negro.



## Xochimilco y el ajolote: hogar, dulce hogar

Actualmente, el ajolote es endémico de la zona lacustre de Xochimilco y Chalco-Tláhuac, en la ciudad de México. Originalmente, se distribuía en parte de un gran lago que data del Pleistoceno tardío, formado cuando la actividad tectónica bloqueó el drenaje del valle de México hacia el sur (Molina, 1997; Molina, 2009). La cuenca cerrada recibía agua principalmente de ríos y manantiales, así como agua de deshielo de los volcanes Iztaccíhuatl y Popocatepetl, y en ella se formaban lagos relativamente someros, bien delimitados, que tras la conquista de México, en 1521, fueron subdivididos más o menos arbitrariamente como mínimo en siete sectores, cada uno reconocido como un lago: Zumpango, Texcoco, México, Xaltocan, Xochimilco, Chalco y Mixquic. El ajolote (*A. mexicanum*) fue reportado como endémico para las tres últimas zonas, y hoy en día está restringido a los pequeños sistemas de canales de la zona lacustre de Xochimilco y, en menor proporción, de Chalco-Tláhuac.

## El súper poder del ajolote, la regeneración

*Ambytosma mexicanum* es catalogado científicamente como una especie neoténica (fase larvaria), es decir, que biológicamente presenta neotenia. ¿Qué es la neotenia? Vázquez-Molina (2010) lo define como un fenómeno biológico en el cual el animal no sufre metamorfosis y aún al llegar a su etapa adulta conserva características larvianas, como lo son las branquias, una cola serpenteante, la ausencia de párpados, un sistema de excreción amoniotélico (excretan el exceso de nitrógeno en forma de amoniaco, es decir que aquellos animales que pueden disponer de grandes cantidades de agua para diluirlo pueden excretar los desechos nitrogenados de esta forma) y un sistema óseo constituido principalmente por tejido cartilaginoso. Específicamente, *A. mexicanum* se trata de un neoténico inducible u obligado, ¿Cuál es la razón? por qué se encuentra bajo condiciones de laboratorio y en cautiverio (Ortega *et al.*, 1990).

Tal vez sea este estado larvario el que le proporciona al ajolote sus inusuales capacidades regenerativas, con las cuales CONABIO (2011) afirma que éste es capaz de regenerar sus extremidades, cola, mandíbula, piel, órganos, e incluso tejido cardíaco y neuronal.

Muneoka *et al.* (1992) explica cómo se pretende implementar la regeneración del ajolote para aplicarla en humanos; realizando un mapeo del genoma del anfibio y compararlo con el del ratón (similar genéticamente al ser humano), para “deducir qué es lo que falta y qué material genético se correlaciona con una respuesta no regenerativa”. Explica que el proceso de curación después de perder un miembro o extremidad es similar en las salamandras; para los últimos y otros mamíferos, fibroblastos es una célula común que sintetiza y mantiene a la matriz extracelular produciendo colágeno y proteínas fibrosas en zonas que hay herida, formando tejido nuevo para cicatrizar. Al mismo tiempo, los fibroblastos (sintetiza y mantiene la matriz extracelular produciendo: colágeno, proteínas etc.) de la salamandra detienen su producción una vez que el tejido ha vuelto a la normalidad, sin la necesidad de producir en exceso. Posteriormente, las salamandras forman un blastema, un “conjunto de células” que se convertirán en el nuevo miembro. Las células en el blastema (masa de tejido embrionario formado por células indiferenciadas que dará lugar a un órgano determinado.) son similares a aquellas encontradas en los embriones de la salamandra, lo cual indica que el proceso de regeneración es “esencialmente una recapitulación de la formación de miembros que tomó lugar durante el desarrollo original del animal”. Por lo tanto, la clave para los científicos es determinar cómo prevenir que nuestro cuerpo produzca tejido de cicatriz y en su lugar forme blastemas.



Figura 2.1. Cuemanco



Figura 2.2. Zona de conservación



Figura 2.3. Conservación integral



Figura 2.4. Zona de conservación de zanjas



Figura 2.5. Control de depredación para los Axolotl.  
El peligro a la vuelta de la esquina



Varias amenazas han llevado al ajolote al borde de la extinción, entre ellas Casas *et al.* (2004) identifica: la contaminación y pérdida de su hábitat, la competencia contra especies introducidas (principalmente por la *Cyprinus carpio*, *Oreochromis niloticus*), su resistencia ante flora exótica y su captura ilegal para su uso como especie de ornato y medicinal.

Vázquez-Molina (2010) señala que hasta 1920 los lagos de Chalco y Xochimilco eran alimentados por profundos manantiales, cerca de treinta o cuarenta, pero debido al crecimiento urbano la ciudad de México requería una mayor cantidad de



agua para su manutención y Xochimilco se convirtió en uno de sus principales proveedores, entubando sus manantiales, que en 1930 fueron secados casi completamente. En 1958, para evitar la disminución del nivel de los canales, se comenzaron a verter aguas semitratadas de la planta de Cerro de la Estrella, lo cual ha continuado con aguas negras y grises, provocando la degradación del ecosistema y su hipereutroficación (cambios físicos, químicos y biológicos, sumamente fuertes e impactantes), lo cual facilita el crecimiento de flora acuática dañina para el ajolote.

Además, con la finalidad de generar una actividad de acuicultura para los habitantes locales, CONABIO (2011) expone la introducción en Xochimilco por parte del gobierno de especies de peces exóticas incluyendo la carpa (*Cyprinus carpio*), la tilapia (*Oreochromis niloticus*), la lobina negra (*Micropterus salmoides*), entre otras. Estas especies se comen a las crías del ajolote y compiten con éste por otros alimentos. Desde hace aproximadamente dos décadas el ajolote ha sido catalogado legalmente para su protección, y en el 2010 la Norma Oficial Mexicana-059-ECOL-2010 lo designó como especie en peligro de extinción.

### **¡Al rescate del axolotl!**

Varias estrategias, tanto nacionales como internacionales, han sido implementadas con el objetivo de salvaguardar esta maravillosa, interesante y frágil especie. Referenciando a Vázquez-Molina (2010), de enero de 2004 a octubre de 2008, el gobierno de la delegación Xochimilco invirtió un monto aproximado de seis mil pesos en la extracción de 14,614 toneladas de lirio acuático (*Echornia krassipess*), una plaga que fue introducida aproximadamente en 1870. En el mismo periodo invirtió un monto cercano a cuatro millones de pesos para la extracción de aproximadamente 400 toneladas de peces también introducidos (carpa y tilapia principalmente).

En 2006, se publicó el programa de manejo del área natural protegida con carácter de zona de conservación ecológica “Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco” donde es obligatoria la conservación y manejo del ajolote mexicano. En estado silvestre, se ha designado una iniciativa para su cultivo con fines de reintroducción, como el

proyecto “Conservación del ajolote (*Ambystoma mexicanum*) mediante su cultivo y siembra en el Parque Ecológico de Xochimilco”.

A nivel nacional, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ha cooperado para la conservación de este anfibio endémico: el Laboratorio de Restauración Ecológica del Instituto de Biología está trabajando junto con los chinamperos en un proyecto para generar refugios, con la intención de crear áreas de crecimiento de huevos y larvas de ajolote, y también apoya al Grupo de Investigación del Ajolote en Xochimilco (GIA-X). Internacionalmente, la fundación Darwin Initiative de la Gran Bretaña ha apoyado la formación del GIA-X desde el 2005, y un equipo científico recibió 6.25 millones de dólares por parte del Departamento de Defensa de EE.UU. para el estudio del ajolote y sus habilidades regenerativas.

### **Conclusión, un “monstro” para salvar vidas**

El *Ambystoma mexicanum* está en peligro de extinción debido a la destrucción y contaminación de su hábitat y a los depredadores introducidos en los canales de Xochimilco (carpas y tilapias). El Laboratorio de Restauración Ecológica del Instituto de Biología de la UNAM y PIMVS (predios o instalaciones que manejan vida silvestre) actualmente lleva a cabo estudios acerca de la importancia de estos organismos en las redes tróficas y sobre la calidad del agua de los canales de Xochimilco para posibilitar su futura repoblación con esta especie. Como se mencionaba, su organismo tiene una capacidad de regeneración de tejidos impresionante; no sólo puede desarrollar una nueva cola o un nuevo miembro sino también regenerar células del cerebro o del corazón. Por estas características, se utilizan hoy en día para investigar la regeneración, metamorfosis y trasplantes de tejidos.

El axolotl es muy apreciado como alimento en nuestro país y se usa tradicionalmente para aliviar afecciones respiratorias como el asma y la bronquitis aunque los efectos del tratamiento no están demostrados científicamente. Es una especie única en el mundo y depende de nosotros conservar su hábitat y evitar su extinción. El ajolote cuenta con protección especial, según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994 y Norma Oficial

Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo.

### Agradecimientos

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo de nuestros padres y a la información adquirida del Biólogo Arturo Vergara por parte del Centro de Investigaciones Biológicas y Acuícolas de Cuernavaca (CIBAC) y al señor Leonardo Medina.

### Literatura citada

**CONABIO.** 2011. Fichas de especies prioritarias. Ajolote Mexicano (*Ambystoma mexicanum*). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F.

**Casas Andreu, G.; Cruz Aviña, R. y Aguilar Miguel, X.** 2004. Un regalo poco conocido de México al mundo: el ajolote o axolotl (*Ambystoma*: Caudata: Amphibia): con algunas notas sobre la crítica situación de sus poblaciones. *Ciencia Ergo Sum*, 10(3): 304-308

**Molina, A.** 2009. *Obtención de parámetros demográficos de la población silvestre del ajolote "Ambystoma mexicanum" (Amphibia: Urodela) en la zona lacustre de Xochimilco, México, D.F.* Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México.

**Molina Blas, R.** 1997. El Ajolote Mexicano. *Especies*, 6(4): 9-10

**Muneoka, K. and Sassoon, D.** 1992. Molecular aspects of regeneration in developing vertebrate limbs. *Dev. Biol.*, 152: 37-49

**Ortega E., Rodríguez E., & Osorio C.** 1990. Activity of the hypothalamus-pituitary ovarian axis in hypothyroid rats with or without triiodothyronine replacement. *Life Sci.*, 46: 391-395

**Vázquez-Molina, A.** 2010. El Ajolote de Xochimilco. Universidad Nacional Autónoma de México. *Ciencias*, 98: 54-59



# CONTENIDO

<b>Estimación y valorización de residuos electrónicos generados en Tabasco</b> .....	5
MARÍA ANTONIETA ZARDÁN ALBAREZ & CHRISTIAN ALEJANDRA VIDAL SIERRA	
<b>Validación de métodos analíticos en laboratorios de ensayo de aguas residuales</b> .....	11
MELINA DEL CARMEN URIBE LÓPEZ, ROCÍO LÓPEZ VIDAL & CLAUDIA PALOMA RAMOS MAYO	
<b>Tratamiento de las aguas residuales de la DACBiol-UJAT mediante lagunas de estabilización</b> .....	19
SALVADOR CANTO RIVERA & GASPAR LÓPEZ OCAÑA	
<b>Inducción a la síntesis de vitelogenina plasmática en machos de pejelagarto (<i>Atractosteus tropicus</i>) Mediante el uso de 17 <math>\beta</math> Estradiol</b> .....	27
RAFAEL MARTÍNEZ GARCÍA, ULISES HERNÁNDEZ VIDAL, ARLETTE HERNÁNDEZ FRANYUTTI, WILFRIDO MIGUEL CONTRERAS SÁNCHEZ & CARLOS ALFONSO ÁLVAREZ GONZÁLEZ	
<b>Manejo integral de pilas y baterías agotadas en la División Académica de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco</b> .....	31
ISRAEL ÁVILA LÁZARO, JOSÉ RAMÓN LAINES CANEPA, ROSA MARTHA PADRÓN LÓPEZ & RUDY SOLÍS SILVAN	
<b>Axolotl: el auténtico monstruo del Lago de Xochimilco</b> .....	41
MARÍA CELIA ZAPATA GUTIÉRREZ & LUIS GUILLERMO SOLÍS JUÁREZ	
<b>Tratamiento de aguas residuales mediante humedales artificiales</b> .....	47
OSCAR MANUEL SIERRA PECH & GASPAR LÓPEZ OCAÑA	
<b>Importancia del análisis de la interacción espacio-temporal de la expansión urbana y los eventos de inundación en el municipio del Centro, Tabasco</b> .....	57
VIOLETA CABALLERO POTENCIANO & EUNICE PÉREZ SÁNCHEZ	
<b>Poliestireno Expandido (EPS) y su problemática ambiental</b> .....	63
CRYSTELL MARTÍNEZ LÓPEZ & JOSÉ RAMÓN LAINES CANEPA	
<b>Ciencias Biológicas de la UJAT: dimensión humana y manejo de los recursos naturales</b> .....	67
JOSÉ A. OSEGUERA PONCE	
<b>Reflexiones sobre el futuro de la ecología en México: discurso a la entrega de la Medalla al Merito en Ecología de la SCME</b> .....	79
ARTURO GÓMEZ-POMPA	
<b>IV Congreso Mexicano de Ecología: conocimiento ecológico para la toma de decisiones</b> .....	81
ROSA MARTHA PADRÓN LÓPEZ & FERNANDO RODRÍGUEZ QUEVEDO	



ISSN - 1665 - 0514