



ISSN 1665-0514

KUKULKAB'

REVISTA DE
DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas

• Volumen XVII • Número 33 • Julio - Diciembre 2011 •

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



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

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 Teléfono Conmutador: 358 15 00 ext. 6400 Teléfono Divisional: 354 43 08, 337 96 11. Dirección electrónica: <http://www.publicaciones.ujat.mx/publicaciones/kuxulkab> 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

Instalaciones del Centro de Investigación para la Conservación y Aprovechamiento de Recursos Tropicales "CICART" (DACBiol - UJAT).

Diseño de Portada por:

Lilianna López Gama

Fotos:

Lilly Gama

Estimados lectores de Kuxulkab' :

Durante el transcurso del 2011 se realizó una importante cantidad de eventos ambientales en los que profesores y estudiantes de nuestra División participaron divulgando las actividades que realizamos, lo que refleja la dinámica que se tiene de trabajo.

Kuxulkab' es otro medio más de divulgación importante en nuestra División, el objetivo de nuestra revista es hacer llegar a nuestros lectores de forma sencilla y agradable temas de interés general además de darles a conocer las líneas de investigación y actividades que se hacen en nuestra División como una contribución a la divulgación de las ciencias ambientales en la universidad, el estado y la región, entre los documentos que nos envían, seleccionamos temas que les comuniquen cual es la situación de los recursos naturales en especial de nuestro Estado, además de algunos otros temas que describan problemas ambientales locales. Este número contiene una colección de once artículos y tres notas. Los temas de los artículos se relacionan a asuntos ambientales de preocupación local y regional como es las especies y su uso y aprovechamiento, el manejo de residuos así como el uso y aprovechamiento del agua y la energía solar. Los artículos incluidos destacan investigaciones que se llevaron a cabo en nuestra escuela tanto por alumnos como por profesores/investigadores en los que comparten resultados de cursos, investigaciones ambientales y estudios realizados entre nuestra población estudiantil con lo que refrendamos nuestro compromiso en tener una puerta abierta para que todos los que realizan actividades es nuestra División tengan un espacio de comunicación. Nuestros artículos divulgan resultados de investigación de campo o bibliográficas que se desarrollan en los laboratorios, cursos de licenciatura y posgrado, así como resultados de investigaciones realizadas como tesis o en los proyectos de investigación que los profesores/investigadores llevan a cabo en nuestra escuela.

Les invitamos a seguir enviándonos sus manuscritos, haciendo una especial invitación a que cada vez más estudiantes se incorporen a la divulgación de temas que consideren serán de interés a sus compañeros y cuyos resultados de sus investigaciones comparten con nosotros. Como siempre agradecemos a los colaboradores interesados en la divulgación y que comparten con nosotros temas de interés general así como los resultados de sus proyectos. Con un sincero reconocimiento a los colegas que desinteresadamente colaboran en el arbitraje que nos permite mantener la calidad de los trabajos.

Lilia Gama
Editor en Jefe

Rosa Martha Padrón López
Directora

División Académica de Ciencias Biológicas
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



Una ventana al estudio del genoma del *Chrysobalanus icaco* L.

**Manuel Enrique Jiménez García, Emir Santiago Méndez Badal,
Julia María Lesher Gordillo, Rene Fernando Molina Martínez y
Raymundo Hernández Martínez.**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
División Académica de Ciencias Biológicas
Km. 0.5 Carretera Vhsa. - Cárdenas entronque Bosques de Saloya.
Villahermosa, Tabasco.
emislike_37@hotmail.com

Introducción

El *Chrysobalanus icaco* L. se encuentra distribuido en las dos costas del sureste Mexicano, conocida con los nombres de hicaco o caco en Chiapas, ciruela de paloma en Yucatán y Pe-pe en Oaxaca. En otras regiones del mundo se le ha denominado: Zicaque (Antillas), Icacillo (Venezuela), Caramio (Guyana), Koenatepie (Surinam), Ajurú-branco, Cajurú, Goajurú, Oajurú (Brasil), en idiomas como el inglés se ha reconocido como Coco-plum, Icaque ponne, Pork-fat-apple, Zicate y en francés como Prunier de cacao (Prance, 1972; Vargas *et al.*, 2000; Francis, 2003). La planta, como muchas otras, es cultivada principalmente con fines de ornato, al que se suman sus propiedades medicinales astringentes y como inhibidor del virus de HIV-1 (Maldonado *et al.*, 2004).

El rango de distribución de *C. icaco* es desde Tamaulipas hasta Yucatán, Quintana Roo, Guerrero, Chiapas y Tabasco (Vargas, 1998). Su reproducción natural es por medio de semillas y su madurez reproductiva puede alcanzarse hasta después de los cinco años. Un medio para acortar dicho proceso es a través de propagación asexual,

particularmente mediante estacas con hojas (Vargas *et al.*, 1992).

Es un arbusto que crece y se desarrolla en la costa, puede presentarse como un árbol bajo y achaparrado que puede ser de 1.5 a 7 m de altura y de 5 a 20 cm de diámetro. También puede presentarse como rastrero (Little *et al.*, 1974). El fruto es globoso a oval de 2 a 4 cm de largo de color rosa, rojo o púrpura oscuro, con una pulpa blanca y algodonosa que se adhiere alrededor de la semilla (Fig. 1) (Maldonado *et al.*, 2004).

En el estado de Tabasco se pueden apreciar variantes fenotípicas (variaciones en la apariencia del organismo que pueden apreciarse a simple vista en sus frutos) de la especie. Tiene una amplia plasticidad para establecerse en diversas asociaciones vegetales como selvas bajas, manglares y vegetación de playa (Espinosa *et al.*, 2002).

El *Chrysobalanus icaco* L. es una especie poco estudiada a nivel molecular y nivel citogenético. Sin embargo representa un recurso potencial de acuerdo a una serie de investigaciones que se han



Fig. 1 Fenotipos del fruto de *Chrysobalanus icaco* L.

realizado, estudios a nivel alimenticio, medicinal, industrial por los aceites que se sacan de las semillas (Pio Corrêa, 1926; Braga, 1960; Ferrão 1999; Ugent & Ochoa, 2006).

Con ayuda de los trabajos citogenéticos realizados en los últimos veinte años se han concentrado principalmente en el estudio de la estructura y evolución del genoma de diferentes especies vegetales, tanto silvestres como cultivados (Herrera, 2007). Ya que esta disciplina se encarga de estudiar las implicaciones genéticas de la estructura y el comportamiento de los cromosomas con ello dar una pauta para realizar estudios moleculares y conocer el genoma de especies vegetales. Los estudios cariológicos en las plantas nos ayudan a entender muchos procesos a diferentes niveles, que van desde lo morfológico hasta lo molecular. Y gracias al trabajo citogenético ha facilitado grandemente el entendimiento de la organización y estructura de los genomas, además permite evaluar la diversidad y variabilidad genética, a través del análisis y técnicas de genomas en distintos niveles de complejidad (Barrios, 2005). El conocimiento de la diversidad genética de especies ampliamente distribuidas es importante para su conservación, distinción genética y fenotípica, pues generalmente muestran variación morfológica, fisiológica y en la estructura genética de sus poblaciones (Wen y Hsiao, 2001).

Usos de *Chrysobalanus icaco* L

El icaco es una especie semicultivada, tradicionalmente usada como alimenticia por su fruto comestible, medicinal y ornamental; sin embargo, dado su estado de poca domesticación, los estudios que se han hecho sobre esta especie son pocos (Vargas *et al.*, 1999). Su fruto es consumido en fresco, en jaleas y en mermeladas, su semilla es rica en aceites. (Maldonado *et al.*, 2004). Los estudios en *Chrysobalanus icaco* L. se enfocan en su mayoría a caracterizar su descripción morfológica y al análisis preliminar de antocianinas que se encuentran en sus frutos (Vargas *et al.*, 2002).

Estudios para el conocimiento de la especie

Las investigaciones en esta especie han estado centradas en caracterización morfológica, reproducción y composición química, sin embargo, hasta este momento no existen antecedentes

previos de investigaciones sobre estudios cariológicos y estudios moleculares, para la constitución genética de esta especie (Prance, 1972; Espinosa, 2002). La importancia de llevar a cabo estudios con marcadores moleculares para esta especie, es demostrar si las variaciones fenotípicas que presenta, están asociadas a variaciones en el genoma de la misma. Los estudios de los cromosomas proporciona la plataforma del conocimiento de la especie para posteriores investigaciones más especializadas. Hasta la fecha con los estudios cariológicos que se están haciendo de esta especie son conteos cromosómicos para la elaboración del cariotipo que será una herramienta de gran uso para conocer la constitución genética de la especie. Y poder comparar los estudios moleculares con respecto al estudio cariológico.

¿Cómo saber si una especie está cambiando?

La clasificación en plantas, y en general en los seres vivos, está basada en evidencias. Al igual que un detective descubre pistas para resolver un misterio, los investigadores deben basarse en las características propias de cada especie para poder clasificarla. Esos caracteres que hacen únicas a las especies, sirven para distinguirlas de otras. De este modo, existen tantas formas de diferenciación como características se pueden tener, las cuales van desde las propias del organismo hasta las relacionadas a sus interacciones con individuos de su misma especie o de distintas especies y el medio donde se desarrollan: color, forma, compuestos químicos, cromosomas, células, ADN (ácido desoxirribonucleico), ARN (ácido ribonucleico), distribución, abundancia, entre otros. En la naturaleza hay especies que presentan una o más variedades debido a cambios en su forma o que tienen una distribución especial, resultado de su adaptación a ciertas condiciones ambientales. (Martínez *et al.*, 2011)

Ventajas de los métodos de análisis moleculares

Uno de los desarrollos más interesantes en los últimos años es la aplicación de datos obtenidos a partir del ADN y el ARN, para deducir las relaciones existentes entre los organismos (Judd *et al.*, 1999). Los marcadores moleculares son una herramienta necesaria en muchos campos de la Biología como Evolución, Ecología, Bio-medicina, Ciencias Forenses y Estudios de Diversidad. En la actualidad existen varias técnicas moleculares que nos

permiten conocer como se encuentran las proporciones de genes en las poblaciones naturales de manera indirecta, como con los análisis de proteínas, o de manera directa con estudios de ADN (Eguiarte *et al.*, 2007). Una de las principales diferencias entre este tipo de estudios con los morfológicos es que existe una mayor disponibilidad de datos y su interpretación es más fácil: sólo se necesita una pequeña muestra del individuo que incluya cualquier parte del tejido de su organismo, como células con ADN o ARN (Vargas *et al.*, 2003).

Ventajas de los métodos citogenéticos

La ventaja de realizar estudios citogenéticos es de poder hacer una clasificación filogenética de un organismo de acuerdo a la forma, el número y el tamaño de cromosomas que caracteriza a una especie animal o vegetal en particular, y con ello conocer el posible almacenamiento de la información genética en estructuras cromosómicas, partiendo de hacer un estudio más profundo como son los análisis moleculares; es por ello, que estas herramientas siempre deben de ir de la mano en cualquier estudio de especies vegetales.

Avances de los estudios cariológicos en *C. icaco*

Hasta la fecha sean realizado conteos cromosómicos de algunas células meristematicas del icaco donde los datos demuestran que existen 18 cromosomas como numero diploide de la especie; con respecto a la morfología tenemos avances que corresponde a cromosomas puntuales también llamados micro-cromosomas y con ello podemos seguir puliendo las técnicas empleadas en el estudio cariológico para llegar a comprobar que los datos hasta ahora obtenidos sean verdaderos y al final del estudio dar a conocer el cariotipo que nos determine el tamaño, número y forma de los cromosomas.

Avances de los estudios genómicos en *C. icaco*

Uno de los desarrollos más interesantes en los últimos años es la aplicación de datos obtenidos a partir del ADN y el ARN, para deducir las relaciones existentes entre los organismos. Ambas moléculas son secuencias de bases nitrogenadas que pueden ser de cuatro tipos y que podemos identificar con las letras a, g, c, t o u (dependiendo de la molécula), las cuales se encuentran unidas en forma de una

escalera a cadenas de azúcar-fosfato. Los datos originados a partir de esas moléculas reflejan los cambios en las secuencias en el genoma de la especie.

Una de las principales diferencias entre este tipo de estudios con los morfológicos, es que existe una mayor disponibilidad de datos y su interpretación es más fácil: sólo se necesita una pequeña muestra del individuo que incluya cualquier parte del tejido de su organismo, como células con ADN o ARN. Existen diferentes métodos moleculares para obtener la identificación de variantes de una especie, los cuales requieren conocer al menos una parte de la secuencia de ADN o ARN en la que se desea trabajar. Un ejemplo son las técnicas basadas en la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), como los Fragmentos Cortos de Restricción (RFLP), las cuales son altamente sensibles, específicas y reproducibles (Vargas *et al.*, 2003).

La PCR se utiliza para obtener productos de amplificación de una secuencia desconocida. Las condiciones de preparación de la muestra y los ciclos de PCR se optimizan en cada aplicación con el fin de asegurar la reproducibilidad de los resultados (Tagu y Moussard, 2003). Una alternativa la constituye la aplicación de una variante de la PCR: Random Amplified Polymorphic ADN (RAPD's), técnica basada en la utilización de una secuencia de oligonucleótidos arbitral (primer) sintetizada *in vitro*, no especificada, para la síntesis del ADN (Vargas *et al.*, 2003). RAPD's se generan mediante corto plazo (por lo general 10 pb) cebadores al azar en una reacción de PCR. Estos pueden proporcionar un método relativamente rápido y simple para cuantificar la similitud genética de los individuos Fig. 2 (Freeland, 2005).

En 2009, el método RAPD's permitió caracterizar a nivel molecular tres fenotipos de *C. icaco* procedente de la población Chiltepec, Paraíso; Tabasco; utilizando 16 iniciadores, de los cuales dos amplificaron positivamente. Los datos obtenidos en este estudio sugirieron que los materiales de los fenotipos estudiados no presentan alguna variación en su genoma. Esto nos da a entender que con la relación de los tres fenotipos de *C. icaco* que difieren en del color del fruto estos no presentan alguna diferencia en su genoma. La causa de la variación morfológica entre los fenotipos puede estar dada por la influencia del ambiente

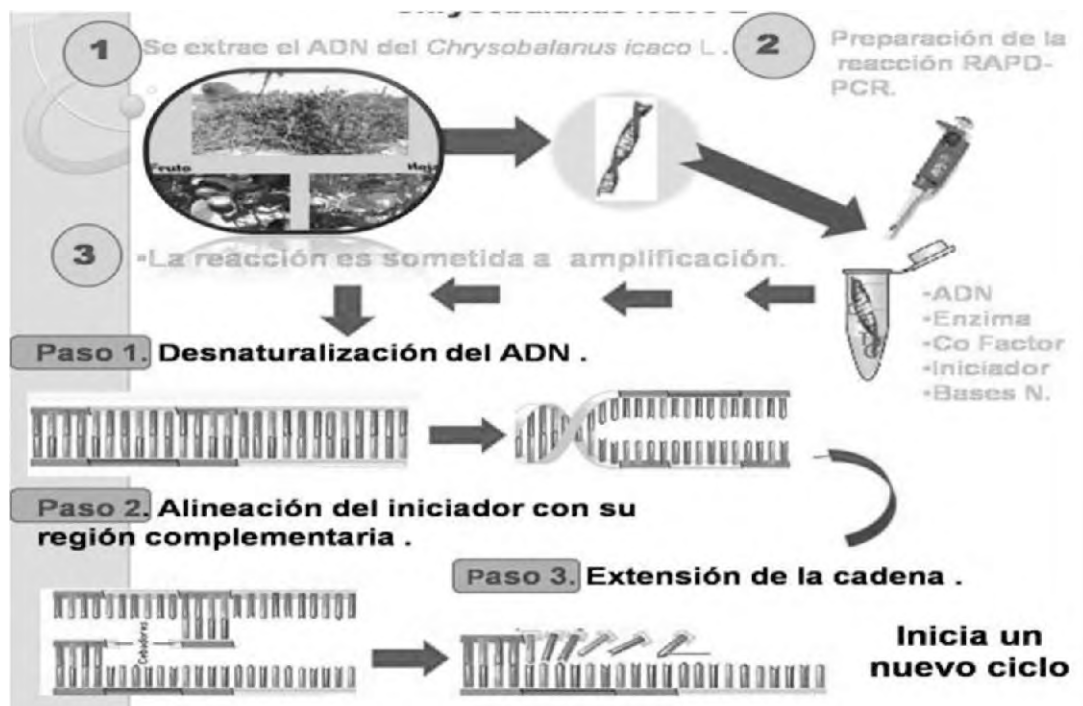


Fig. 2 Diagrama de la reacción de PCR.

sobre el genoma de la especie. Los estudios RAPD's sirven como punto de partida para los estudios moleculares de dicha especie así nos acercan al descubrimiento de esta y muchas especies vegetales para descubrir su genoma.

Literatura Citada

Barios, A.L. 2005. Estudio de la diversidad de *Passifloraceae* en los Departamentos de Caldas, Chocó, Nariño, Quindío, Risaralda y Valle de Cauca (Colombia), Apoyado en los Análisis Ecogeográficos, Palinológicos y Citogenéticos. Tesis de Maestría en Recursos Filogenéticos. Universidad Nacional de Colombia. 65pp.

Braga R. 1960. Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará. 2ª ed. Fortaleza: Imprensa Oficial.

Boscan n. m. dedordy r. j. requena. j. r. 1980 estado actual de la distribución geográfica y hospederas de *Anastrepha spp.* (diptera-trypetidae) en Venezuela. *Agronomía Tropical* 30(1-6): 55- 63.

Eguiarte, L. E., Souza, V., Aguirre, X. 2007. Ecología molecular. Instituto Nacional de Ecología SEMARNAT. México. 592pp.

Espinosa O. G., Vargas S. G., Egleman M. 2002. Contribución al estudio de la anatomía foliar del

icaco (Chrysobalanus icaco L.). *Bioagro*, 14(1):29-36.

Ferrão J.E.M. 1999. Fruticultura tropical. Espécies com frutos comestíveis. Lisboa: Instituto de Investigações Científica Tropical.

Francis, John. 2003. *Chrysobalanus icaco* L. cocoplum. Forest Service of United Estates Department of Agriculture (USDA).

Freeland, J. R. 2005. Molecular ecology. The Open University, Milton Keynes. 402pp

Herrera J. C. 2007. La Citogenética Molecular y su Aplicación en el Estudio de los Genomas en Plantas. *Agronomía Colombiana*, 25(1): 26-35.

Judd, W., I.C.S. Campbel, E.A. Kellog y P.F. Stevens. 1999. *Plant Systematics: A Phylogenetic Approach*. Sinauer Associates, Sunderland.

Maldonado M. F., Vargas S. G., Molina M. R., Ángel S. S. 2004. Frutales tropicales de Tabasco. 3ª Ed. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 112 p.

Pio Corrêa M. 1926. Dicionario de Plantas Úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Vol.3. Rio de

Janeiro: Imprensa Nacional.

Prance, G.T. 1972. Chrysobalanaceae. In: flora Neotropica. Monograph No 9 Hafner Publishing. New York. USA.

Tagu, D., Moussard, C. (Editores). 2003. Techniques for Molecular Biology. Segunda Edición. Paris, Francia: INRA.

Vargas, D., Vega, M., González, C.G. 2003. Aproximación a una caracterización molecular de *Fasciola hepática* por la técnica de RAPD's. parasitol latinoam, 58, 11-16.

Vargas S., G. 1998. Icaco (*Chrysobalanus icaco* L.), análisis químico de flavonoides y propagación por estacas. Tesis de maestro en ciencias. Colegio de postgraduados en ciencias agrícolas. Montecillo Edo. de México

Vargas S., G., F. M. Maldonado, A. S. Sol y R.F.M. Molina. 1992. Frutales de Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México. 100p.

Vargas S., G.; Soto H., R.; Rodríguez G., Ma. T.; Escalante E., J. 2000. Análisis fitoquímico preliminar del fruto de icaco (*Chrysobalanus icaco* L.): flavonoles y flavonas. Revista Chapingo, serie horticultura. 6 (2).

Wen, C. S., J. y Hsiao. 2001. Altitudinal genetic differentiation and diversity of Taiwan lily (*Lilium longiflorum* var. *Formosanum*; Liliaceae) using RAPD markers and morphological characters. Int. J. Plant Sci. 162(2): 287-295.

CONTENIDO

Biodegradación de residuos de frutas y vegetales provenientes de supermercado usando la técnica de aireación forzada ANA IO DÍAZ OSORIO.....	5
FOXP2: Genética y Lingüística ARMANDO ROMO LÓPEZ, JULIA MARÍA LESHER GORDILLO Y MANUEL ENRIQUE JIMÉNEZ GARCÍA	9
Sistemas naturales aplicados en el tratamiento de las aguas residuales de Tenosique, Tabasco GASPAR LÓPEZ OCAÑA, SANTIAGO PALMA ÁVALOS Y ROBERTO CARLOS DÍAZ PAZ.....	15
Trenes de tratamiento para agua de la industria petrolera LOURDES LAVARIEGA PULIDO.....	25
Especies de importancia comercial del Orden Carcharhiniforme (Tiburones) en el estado de Tabasco ARTURO GARRIDO MORA, FRANCISCO JAVIER FÉLIX TORRES, YESSENIA SÁNCHEZ ALCUDIA, ALBERTO DE JESÚS SÁNCHEZ, JOSE LUIS RAMOS PALMA, ANDRÉS A. GRANADOS BERBER, ROSA AMANDA FLORIDO ARAUJO, VIOLETA RUIZ CARRERA Y LEONARDO ACOSTA	29
Herpetofauna en un cacaotal en la R/a Huimango 1ª sección, Cunduacán Tabasco ALINNE AUDREI MARTÍNEZ LÓPEZ, CARMEN DEL ROSARIO CANDIA ALOR, CARMEN FLORES LÁZARO, NINFA KARINA BOLIVAR ARRIAGA, JUSTINO ALDANA RODRÍGUEZ Y RAMÓN HERNÁNDEZ DE LA CRUZ.....	35
Características reproductoras de la tortuga dulceacuícola hicoetea (<i>Trachemys venusta</i>) KENIA LAPARRA TORRES, ARLETTE AMALIA HERNÁNDEZ FRANYUTTI, MARÍA DEL CARMEN URIBE ARANZÁBAL Y ULISES HERNÁNDEZ VIDAL.....	43
Diagnóstico preliminar del sistema de lagunas receptoras de aguas tratadas ubicadas en la Universidad Tecnológica de Tabasco WILLIAM MONTEL REYES, JOSÉ ALFREDO IRINEO MIJANGOS Y ROBERTO CARLOS DÍAZ PAZ	51
Influencia de la geomorfología en la dispersión de hidrocarburos en caso de fuga en ductos del bordo derecho del Campo Samaria ADOLFO DAVID LIMA ORDÓÑEZ Y RANDY HOWARD ADAMS SCHROEDER.....	55
Una ventana al estudio del genoma del <i>Chrysobalanus icaco</i> L. MANUEL ENRIQUE JIMÉNEZ GARCÍA, EMIR SANTIAGO MÉNDEZ BADAL, JULIA MARÍA LESHER GORDILLO, RENE FERNANDO MOLINA MARTÍNEZ Y RAYMUNDO HERNÁNDEZ MARTINEZ.....	61
Colecta de Larvas; Actividad Fundamental para la Producción Ostrícola de <i>Crassostrea virginica</i> en la Región del Golfo de Mexico. ARTURO GARRIDO MORA, LEONARDO ACOSTA DÍAZ, YESENIA SÁNCHEZ ALCUDIA, ALBERTO DE JESÚS SÁNCHEZ MTZ., FRANCISCO JAVIER FÉLIX TORRES.....	67
NOTAS	
Captación y aprovechamiento del agua de lluvia MARÍA FERNANDA CORTES MELCHOR, CARLOS ENRIQUE HERNANDEZ CACHO, CHRISTIAN IVÁN GUERRERO VIDAL Y RICARDO AXEL VEGA ZARATE.....	73
Energía solar, una energía alternativa ante el cambio climático DONAJÍ ESMERALDA FLORES TREJO, MAGDALENA FUNG GONZÁLEZ, ALEJANDRO BARRAGÁN LÓPEZ	77
Centro de Investigación para la Conservación y Aprovechamiento de Recursos Tropicales (CICART) ROSA MARTHA PADRÓN LÓPEZ	81