



# KUXULKAB'

-Tierra viva o naturaleza en voz Chontal-

Volumen XXI

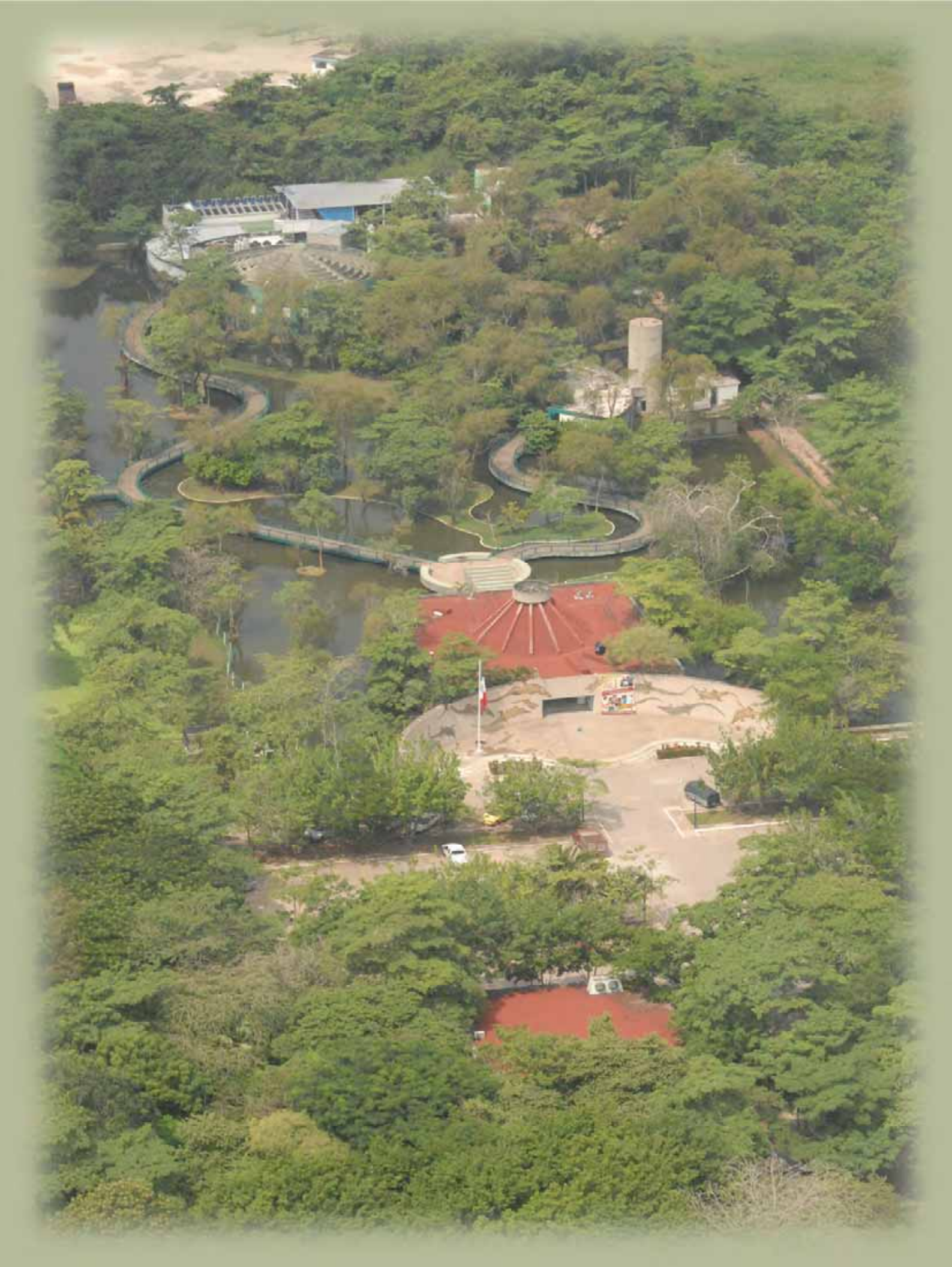
Número 40

Enero-Junio 2015

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco  
División Académica de Ciencias Biológicas







#### DIRECTORIO

Dr. José Manuel Piña Gutiérrez  
Rector

Dra. Dora María Frías Márquez  
Secretaria de Servicios Académicos

Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez  
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

M. en A. Rubicel Cruz Romero  
Secretario de Servicios Administrativos

L. C. P. Marina Moreno Tejero  
Secretaria de Finanzas

M.C.A. Rosa Martha Padrón López  
Directora de la División Académica de Ciencias Biológicas

Dr. Carlos Alfonso Álvarez González  
Coordinador de Investigación y Posgrado, DACBioI-UJAT

M. en A. Arturo Enrique Sánchez Maglioni  
Coordinador Administrativo, DACBioI-UJAT

M. en C. Andrés Arturo Granados Berber  
Coordinador de Docencia, DACBioI-UJAT

M.C.A. Otilio Méndez Marin  
Coordinador de Difusión Cultural y Extensión, DACBioI-UJAT

#### COMITÉ EDITORIAL DE KUXULKAB'

Dr. Andrés Reséndez Medina (†)  
Editor fundador

Dra. Lilia María Gama Campillo  
Editor en jefe

Dra. Carolina Zequeira Larios  
M. en C. María Elena Macías Valadez Treviño  
Editores asociados

Biól. Fernando Rodríguez Quevedo  
Coordinador editorial

M.C.A. Ma. Guadalupe Rivas Acuña  
L.D.C. Rafael Sánchez Gutiérrez  
Correctores de estilo

M.C.A. María del Rosario Barragán Vázquez  
Corrector de pruebas

Téc. Juan Pablo Quiñonez Rodríguez  
Pas. L.D.G. María Cristina Sarao Manzanero  
Diseñadores

L.Comp. José Juan Almeida García  
Soporte técnico institucional

L.C.I. Francisco García Ulloa  
Traductor

#### CONSEJO EDITORIAL (EXTERNO)

Dra. Julieta Norma Fierro Gossman  
Instituto de Astronomía, UNAM - México

Dra. Tania Escalante Espinosa  
Facultad de Ciencias, UNAM - México

Dr. Ramón Mariaca Méndez  
El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR San Cristóbal, Chiapas - México

M. en C. Mirna Cecilia Villanueva Guevara  
Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco - México

Dr. Julián Monge Nájera  
Universidad Estatal a Distancia (UNED) - Costa Rica

Dr. Jesús María San Martín Toro  
Universidad de Valladolid (UVA) - España

# KUXULKAB'

La revista **Kuxulkab'** (vocablo chontal que significa «tierra viva» o «naturaleza») es una publicación de divulgación científica la cual forma parte de las publicaciones periódicas de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; aquí se exhiben tópicos sobre la situación de nuestros recursos naturales, además de avances o resultados de las líneas de investigación dentro de las ciencias biológicas, agropecuarias y ambientales principalmente.

El objetivo fundamental de la revista es transmitir conocimientos con la aspiración de lograr su más amplia presencia dentro de la propia comunidad universitaria y fuera de ella, pretendiendo igualmente, una vinculación con la sociedad. Se publican trabajos de autores nacionales o extranjeros en español, con un breve resumen en inglés, así como también imágenes caricaturescas.

**Kuxulkab'** se encuentra disponible electrónicamente y en acceso abierto en la siguiente dirección: [www.revistas.ujat.mx](http://www.revistas.ujat.mx); por otro lado se encuentra citada en:

**PERIÓDICA** (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias):  
[www.dgbiblio.unam.mx](http://www.dgbiblio.unam.mx)

**LATINDEX** (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal).  
[www.latindex.unam.mx/index.html](http://www.latindex.unam.mx/index.html)

#### Nuestra portada:

Muestra de herramientas y colecta de muestras en algunos proyectos de investigación de la DACBioI-UJAT.

#### Diseño de:

Fernando Rodríguez Quevedo; División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT.

#### Fotografías de:

René Fernando Molina Martínez, Onésimo de Dios de la Cruz & Adán Alberto Macossay Cortez.

**KUXULKAB'**, año XXI, No. 40, enero-junio 2015; es una publicación semestral editada por la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) a través de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBioI). Av. Universidad s/n, Zona de la Cultura; Col. Magisterial; Villahermosa, Centro, Tabasco, México; C.P. 86040; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; <http://www.revistas.ujat.mx>; [kuxulkab@ujat.mx](mailto:kuxulkab@ujat.mx). Editor responsable: Lilia María Gama Campillo. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2013-090610320400-203; ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Coordinador editorial de la revista, Fernando Rodríguez Quevedo; Kilómetro 0.5 de la carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya; CP. 86039; Villahermosa, Centro, Tabasco; Tel. (993) 358 1500, 354 4308, extensión 6415; Fecha de la última modificación: 01 de diciembre de 2014.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la revista, ni de la DACBioI y mucho menos de la UJAT. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.





# Editorial

## Estimados lectores:

En este primer volumen del 2015, queremos iniciar destacando que este es un año importante en el que se discutirán nuevos compromisos para atender el tema del cambio climático global, cuya problemática asociada ha entrado en un momento crucial. Nuestro planeta ha sufrido cambios asociados a distintos impactos ambientales que se iniciaron desde la revolución industrial. La mayoría de esos problemas han sido provocados por el ser humano: sobrepoblación; contaminación -especialmente residuos que se están acumulando algunos con sustancias fuertemente tóxicas-; pérdida de la biodiversidad por la degradación del hábitat; escasez de agua; incremento de plagas y organismos asociados a enfermedades y el calentamiento global resultante del cambio climático. Es probable que muchos de los problemas mencionados anteriormente, especialmente el cambio climático, seguramente hayan sobrepasado el punto de no retorno en relación a algunos impactos asociados. Sin embargo, todas las acciones que se realizan aportan posibilidades de que los impactos esperados, sean menos fuertes.

Nuestra revista desde el inicio de su publicación ha recibido contribuciones con artículos que mencionan aspectos a los problemas asociados y, en muchos casos, el aporte de propuestas de solución. Durante el transcurso de los años, en los diferentes números podemos ver como se describen muchas de estas problemáticas en la región, así como datos y propuestas metodológicas y de atención a las mismas. Una revisión de las publicaciones permite ver como regionalmente se han manejado estos temas y como nuestra División Académica ha evolucionado y avanzado en el conocimiento de los mismos.

Tomando esto en consideración queremos aprovechar para agradecer todas estas contribuciones, tanto de los investigadores y estudiantes de la universidad, como de los colaboradores externos que confían en este espacio para compartir los resultados de sus investigaciones. De igual manera agradecemos el apoyo de los revisores que en tiempo y forma nos apoyan con comentarios que siempre enriquecen las propuestas que recibimos para la revista.

En este número se presentan seis contribuciones de temas variados con aportes en genética, biodiversidad, calidad del agua, percepción remota y energías renovables; además de dos análisis interesantes en relación al rendimiento estudiantil y el rendimiento de una granja. Esta diversidad es una muestra de la riqueza y diversidad de los intereses de nuestra comunidad, por lo novedoso de algunos que describen metodologías aplicables y detonen muchos comentarios que esperamos para publicar en nuestro próximo número. Nos despedimos agradeciendo nuevamente a todos los que han contribuido a nuestra revista **KUXULKAB'**, reiterando que este es un espacio abierto también a los investigadores de otras instituciones pero especialmente a todos los miembros de la comunidad universitaria.

*Lilia María Gama Campillo*  
EDITOR EN JEFE DE KUXULKAB'

*Rosa Martha Padrón López*  
DIRECTORA DE LA DACBIOL-UJAT

# Contenido

---

## **LA IMPORTANCIA DE LA DETECCIÓN DE LA VARIACIÓN SOMACLONAL EN EL ÁRBOL DEL HULE** 5

The importance of detecting somaclonal variation in the rubber tree

Onésimo de Dios de la Cruz, Julia María Leshner Gordillo, Manuel Ignacio Gallardo Álvarez,  
René Fernando Molina Martínez & Félix Jiménez Gómez

---

## **EVALUACIÓN RÁPIDA DE LA BIODIVERSIDAD Y CALIDAD DEL AGUA EN EL EMBALSE SUBURBANO «EL COSTEÑITO» Y JARDÍN BOTÁNICO EN LA DACBioI-UJAT, VILLAHERMOSA TABASCO** 11

Rapid biodiversity and water quality assessment in the suburban lagoon «El Costeñito» and Botanical Garden in DACBioI-UJAT, Villahermosa, Tabasco

Adán Alberto Macossay Cortez, Yedith Feria Díaz, María del Carmen Jesús García,  
Rosa Amanda Florido Araujo, Marco Antonio Torres Pérez,  
Mónica Chan López & Hugo Enrique Montalvo Urgel

---

## **PERCEPCIÓN REMOTA: ELEMENTOS BÁSICOS** 23

Remote sensing: basic elements

Ricardo Alberto Collado Torres, Lilia María Gama Campillo & Hilda María Díaz López

---

## **BREVE ESBOZO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO: “L’esprit de l’escalier”** 31

A brief outline of renewable energy in Mexico: “L’esprit de l’escalier”

Liliana Pampillón-González

---

## **LA CEFALEA: INFLUENCIA AL BAJO RENDIMIENTO ESCOLAR EN LA DACBioI** 39

Headache: influence to poor school performance in DACBioI

Cinthia Guadalupe Luna Morales, María Elena Macías Valadez Treviño & Luis Cristóbal Zurita  
Macías Valadez

---

## **ESTUDIO DE GENERACIÓN Y CÁLCULO DEL POTENCIAL DE LA GRANJA PORCINA DE LA DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS-UJAT** 45

Study of generation and calculation of biogas potential on the swine farm División Académica de Ciencias Agropecuarias-UJAT

Shayla Montejo Olan, José Ramón Laines Canepa, José Aurelio Sosa Olivier,  
Lucia Hernández Hernández & Israel Ávila Lázaro

---

## **MONERO: INCONSCIENCIA Y CONSECUENCIA** 51

Cartoon: unconsciousness and consciousness

Arantza Helen Acosta Flota & Sara Susana Morales Cuetos



# LA IMPORTANCIA DE LA DETECCIÓN DE LA VARIACIÓN SOMACLONAL EN EL ÁRBOL DEL HULE

## THE IMPORTANCE OF DETECTING SOMACLONAL VARIATION IN THE RUBBER TREE

Onésimo de Dios de la Cruz<sup>1</sup> ✉, Julia María Lesher Gordillo<sup>2</sup>, Manuel Ignacio Gallardo Álvarez<sup>1</sup>, René Fernando Molina Martínez<sup>2</sup> & Félix Jiménez Gómez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Egresado de la Maestría en Ciencias Ambientales. <sup>2</sup>Profesor-Investigador que conforma el Cuerpo Académico de Biología Genómica. <sup>3</sup>Estudiante de la Maestría en Ciencias Ambientales.

<sup>1,2,3</sup>División Académica de Ciencias Biológicas (DACBio); Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya; C.P. 86039. Villahermosa, Centro, Tabasco; México.

✉ onedc25@hotmail.com

### Como referenciar:

De Dios de la Cruz, O.; Lesher Gordillo, J.M.; Gallardo Álvarez, M.I.; Molina Martínez, R.F. & Jiménez Gómez, F. (2015). La importancia de la detección de la variación somaclonal en el árbol del hule. *Kuxulkab'*, XXI(40): 05-10.

Recibido: 06 de octubre de 2014.

Aceptado: 17 de diciembre de 2014.

### Disponible en:

<http://www.revistas.ujat.mx>

<http://www.revistas.ujat.mx/index.php/kuxulkab>

## RESUMEN

El árbol del hule es la principal planta cultivada actualmente para producir caucho natural. Las plantaciones de esta especie se obtienen mediante la propagación vegetativa de ciertas líneas clonales que son muy deseables por su alta tasa de producción; sin embargo se han reportado algunos problemas en su propagación. Uno de estos es la aparición de rasgos en plantas productoras que no corresponden a la variedad sembrada, atribuibles al fenómeno conocido como *variación somaclonal*. Este se refiere a una serie de cambios genéticos que pueden ocurrir durante el crecimiento y desdiferenciación de los tejidos vegetales, generalmente es espontáneo pero diversos factores disparan la tasa de aparición. En Tabasco la producción de látex ha ido en aumento como una agroindustria emergente, pero se describen diversos problemas en las plantaciones como aparición de plantas con rasgos que no corresponden a las características de la línea clonal sembrada, además de problemas con la identificación de ciertas líneas clonales.

**Palabras clave:** Análisis molecular; clon; hule; reproducción vegetativa, somaclonal.

## ABSTRACT

The rubber tree is a perennial crop cultivated for the production of latex. The plantations of this species are obtained by vegetative propagation of certain clonal lines, which are very desirable for its high rate of latex production. However, some problems have been reported in the propagation of rubber trees clonal lines. One of main is the appearance of production traits in plants that do not correspond exactly to the genetic line, it must be attributable to the phenomenon known as "somaclonal variation". This is occur for genetic changes that may occur during growth and de-differentiation of plant tissue. Usually this phenomenon occurs spontaneously, but several factors can increase the rate of appearance. In Tabasco latex production, has been on the rise as an emerging agribusiness, but there are several problems in the plantations, one of the most important is the presence of plants with traits that do not correspond to the characteristics the initial clonal line.

**Keywords:** Molecular analysis; clone; rubber; vegetative reproduction; somaclonal.

El árbol del hule es endémico de las selvas tropicales de la región Amazónica, donde se encuentra en toda la cuenca amazónica (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela). Es una especie perenne introducida en otras regiones tropicales del mundo, principalmente en Asia en países como Indonesia, India, Liberia, Malasia, Sri Lanka, etc. y América latina como Guatemala, México, Colombia, entre otros (Shultes & Raffauf, 2009). El árbol del caucho, como también se le conoce, es un árbol perenne de la familia de las euforbiáceas. Tiene una altura que va de los 20 a 30 m; tronco recto y cilíndrico de 30 a 60 cm de diámetro; madera blanca y liviana; hojas compuestas trifoliadas, alternas, de 16 cm de longitud, por 6 a 7 cm de ancho. Las flores son pequeñas reunidas en amplias panículas. Su fruto es una cápsula de 4 cm de diámetro que se abre en valvas, con semillas ricas en aceite (Compagnon, 1988).

Del "*Hevea brasiliensis*" se obtiene látex que es una sustancia natural (fotografía 1), que también se puede obtener a partir de algunas plantas angiospermas y hongos del género basidiomicetos. A partir de este látex se obtiene el caucho o hule, un polímero hidrocarburo de alto peso molecular, muy utilizado en la industria como materia prima. Se fabrican con el hule diferentes productos de propiedades elásticas e impermeables, que van desde los neumáticos para los automóviles pasando por empaques para máquinas y juguetes, hasta chupones para biberones y guantes de uso médico o ropa impermeable por citar algunos ejemplos.

El árbol del hule sea caracterizado por ser la principal especie cultivada para obtener hule comercial (Quarteroli *et al.*, 2010). Anualmente se obtienen de esta especie 6.8 millones de ton de caucho natural a nivel mundial (FAO, 2004). El látex que se obtiene de "*H. brasiliensis*" es un producto natural cuya importancia se ha incrementado, debido a que los subproductos que se elaboran con este material, no tienen un sustituto sintético de igual calidad. El árbol de hule crece bien en climas tropicales (fotografía 2), Tabasco ocupa el cuarto lugar nacional en cuanto a la superficie plantada de este cultivo (Rojo *et al.*, 2011).

### IMPORTANCIA HISTÓRICA Y COMERCIAL DEL HULE

El origen del aprovechamiento del hule de manera comercial, se remonta a los intentos por replicar aquellos usos que le daban los nativos de la cuenca brasileña a este producto, obtenido de los árboles silvestres del "*H. brasiliensis*". Los primeros colonos del lugar no tuvieron mucho éxito, los usos prácticos del hule no fueron inmediatos puesto que no se sabía cómo evitar que el hule se volviera pegajoso con el calor y quebradizo con el frío (Compagnon, 1988). Solo hasta el descubrimiento de la vulcanización, por parte de Charles Goodyear en 1836, es que este producto pudo ser mejor aprovechado. Este proceso consiste en calentar el hule con azufre para hacerlo más estable sin ser afectado por los cambios de temperatura. Desde ese entonces se le ha dado importantes usos en muchos campos, desde la industria hasta la investigación.

En México, la explotación del árbol del hule se remonta a 1882, cuando productores holandeses e ingleses sembraron pequeñas superficies en los estados de Veracruz, Oaxaca y Chiapas (Rojo *et al.*, 2011). Desde aquella época hasta nuestros días la producción y desarrollo de la industria del hule en el país ha pasado por varios altibajos, especialmente por la falta de apoyo a los productores pequeños y el desconocimiento de técnicas especializadas para su



**Fotografía 1.** Extracción de látex del árbol del hule; (imagen: R. F. Molina Martínez).

«El látex es una sustancia natural donde se obtiene el caucho o hule; muy utilizado por sus propiedades elásticas e impermeables: neumáticos, empaques, juguetes, guantes de uso médico, ropa impermeable y hasta chupones para biberones»





**Fotografía 2.** Plantación de árbol del hule en Huimanguillo, Tabasco; (imagen: R. F. Molina Martínez).

«La variación somaclonal se define como la variación fenotípica y genética entre plantas propagadas vegetativamente a partir de un clon o donador simple»

cultivo y cosecha; pero de eso a la fecha han pasado más de 120 años y el cultivo del hule se ha ido consolidando de poco en poco en algunos Estados de la república, impulsado por varias instituciones tanto públicas como privadas. En el 2013 la producción nacional de hule ascendió a 73,720.20 ton con un valor de producción de \$ 1,050,624.47 MXN; de esta producción Tabasco genero 7,792.40 ton (SAGARPA, 2014).

### PROBLEMAS EN LA REPRODUCCIÓN DEL ÁRBOL DEL HULE

En el mejoramiento y reproducción del árbol del hule se han realizado principalmente dos métodos. El primero es la selección generativa, la cual consiste en seleccionar a los descendientes de una plantación inicial que contengan las características deseables para el productor. El segundo es la selección vegetativa o clonal, que consiste en multiplicar por vía vegetativa a un individuo cuyas características muestren ser favorables para mejorar la producción (Compagnon, 1988).

En el caso del hule la forma vegetativa es el *injerto de ventana o parche*, este es un método ampliamente usado para los árboles tropicales con corteza espesa, como el árbol de caucho (Rojas *et al.*, 2004). Sin embargo, este último procedimiento a pesar de tener muchas ventajas también presenta algunos problemas, como son la incapacidad de reconocer y depurar los jardines de multiplicación con clones de origen dudoso, no eliminar brotes de pie franco al ser confundidos con el clon o señalar erróneamente los clones cultivados, lo que conlleva a multiplicar en la plantación cierto número de individuos no deseados, afectando directamente a la producción y rentabilidad de la misma (Medina *et al.*, 2007). La reproducción vegetativa aumenta la posibilidad de que se manifieste la *variación somaclonal* (Cardone *et al.*, 2010), la cual cambia los rasgos esperados de los árboles plantados y por ende la producción esperada se puede ver comprometida. Por lo tanto resulta de especial interés que se pueda corroborar la calidad de las plantaciones, verificando que efectivamente se están sembrando los clones descritos para cada una de las variedades (fotografía 3).

### ¿QUÉ ES LA VARIACIÓN SOMACLONAL?

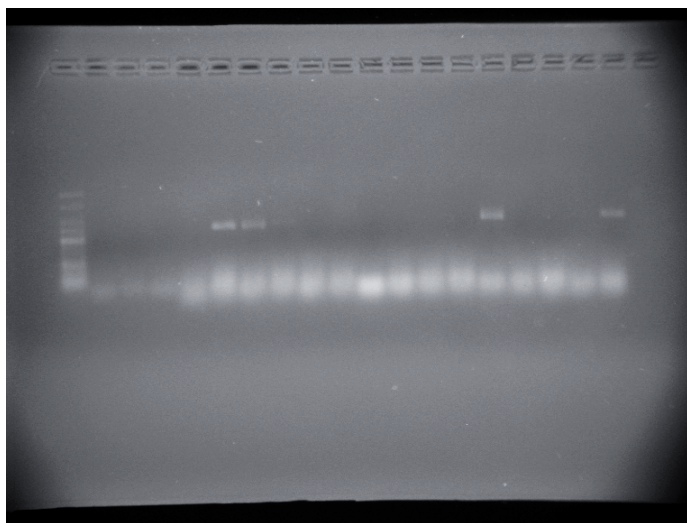
La variación somaclonal se define como la variación fenotípica y genética entre plantas propagadas vegetativamente a partir de un clon o donador simple.



**Fotografía 3.** Toma de muestras para el análisis molecular; (imagen: O. De Dios de la Cruz).



**Fotografía 5.** Diferentes variedades de clones en jardines de multiplicación del árbol del hule en Huimanguillo, Tabasco; (imagen: O. De Dios de la Cruz).



**Fotografía 4.** Variación somaclonal demostrada por las diferencias genotípicas entre árboles de la misma línea; (imagen: O. De Dios de la Cruz).

Este fenómeno puede darse durante la desdiferenciación de los tejidos vegetales de manera natural, de forma espontánea y los cambios producidos pueden ser heredables o no (Larkin & Scowcroft, 1981). Por otro lado, este fenómeno puede producirse igualmente por factores externos, que induzcan variaciones genéticas y epigenéticas, que se manifiesten en el fenotipo.

Algunos factores externos son el método de cultivo empleado, el patrón de desarrollo de la especie cultivada, la edad del cultivo y el emplear subcultivos para nuevas plantaciones (Larkin & Scowcroft, 1981). Este fenómeno es de interés práctico debido a su uso potencial para la obtención de mejoras genéticas y

aumentar la variedad genética natural; sin embargo, cuando el objetivo primordial es la propagación clonal de una variedad de interés comercial, este tipo de evento genético no es buscado para la producción de clones exactos (Medina *et al.*, 2007). Por lo tanto, la *variación somaclonal* es un fenómeno no requerido en la propagación de especies de interés comercial como es el árbol del hule.

#### **¿DE QUÉ NOS SIRVE SABER SI SE PRESENTA LA VARIACIÓN SOMACLONAL EN EL ÁRBOL DEL HULE?**

Entre las diversas técnicas que existen para detectar variabilidad genética, están los análisis moleculares del ADN que resultan ser los más eficaces (tabla 1). La variación somaclonal es un fenómeno muy estudiado y por lo tanto aprovechado en el mejoramiento de plantas de interés agronómico. Sin embargo, es un fenómeno azaroso en el cual no se sabe qué mejoras se obtendrán o si perderán cualidades esperadas en la planta de cultivo (Cardone *et al.*, 2010), inclusive es posible obtener algo completamente distinto a lo esperado, podríamos pensar en monstruos vegetales. Supongamos entonces que si tenemos una planta de tomates que nos da productos grandes y jugosos ¿de qué nos serviría entonces una planta que no de tan grandes o tan jugosos tomates?, a cambio de una ventaja menor como quizás hojas más verdes.

Lo mismo pasa con los somaclones (plantas con variación somaclonal) (Carrasco *et al.*, 1988) del hule, puesto que en las plantaciones se busca tener una pureza en cuanto a individuos de una misma selección clonal. Es por eso que se espera que al hacer injertos del clon RRIM 901, que es una variedad altamente productiva, se obtengan solo clones de

**Tabla 1.** Ejemplos de algunos estudios donde utilizaron técnicas moleculares para determinar cambios genéticos (Sánchez & Jiménez 2009).

Técnica molecular	Cultivo	Resultado
RAPD	" <i>Brassica oleraceae</i> " (brócoli)	Se demostró la estabilidad genética de las plantas regeneradas.
RAPD	" <i>Malus pumila</i> " (manzana)	Se favoreció la aparición de variación somaclonal, debido al estrés causado por las condiciones "in vitro".
RAPD	" <i>Musa spp.</i> " (banano y plátano)	Imprimadores con alto grado de polimorfismo detectaron menos de ocho variantes.
RAPD	" <i>Pinus patula</i> "	Se caracterizaron las plantas con diferentes imprimadores y no se detectó variación somaclonal.
ALFP	" <i>Actinidia deliciosa</i> " (kiwi)	Callos provenientes de hojas o tallos presentaron cierta variación entre clones (similitud del 73-90 %).
ALFP	" <i>Coffea arabica</i> " y " <i>C. canephora</i> " (café)	Se encontró respectivamente según su genotipo encontró entre 3 % y 10 % de variación somaclonal.
ALFP / SSR	" <i>Glycine max</i> " (soya)	En el proceso de regeneración de los nudos cotiledonares se produjo mutaciones. Los variantes somaclonales no presentaron diferencias fenotípicas con respecto a las plantas silvestres al ser evaluados en campo.
ALFP	" <i>Hordeum vulgare</i> " (cebada)	Se encontró un promedio del 6 % de variación somaclonal.
AFLP	" <i>Secale cereale</i> " (centeno)	Se encontró dos a 90 cambios por planta, en dos plantas se concentró el 49 % de los cambios. La mitad de las plantas regeneradas presentaron seis o menos cambios por planta.
AFLP	" <i>Syngonium podophyllum</i> "	Los variantes somaclonales presentaron diferencias génicas de entre 0.4 %-1.2 %.

esta planta. Pero resulta que en las plantaciones de ese clon (y en los demás también) no se encuentran todas las plantas con idéntica o muy parecida producción, en algunos casos es posible encontrar secciones completas de plantas que producen más que otras y algunas con una producción muy pobre (Cardone *et al.*, 2010).

Por lo tanto, al poderse observar tantas diferencias, podríamos llegar a suponer muchas causas. Como que los injertos que plantamos no son del clon que estábamos seguros que se había injertado, el injerto no sobrevivió y por error fue plantado el *pie franco* (planta sobre la que injerta proveniente de semillas) o posiblemente hay somaclones entre las plantaciones que cambian los rendimientos esperados de las plantaciones. Pero no se puede estar seguro solo con sacar conclusiones, por lo que es necesario hacer un análisis confiable y certero de las plantas. De esta manera se podrá saber con exactitud qué tipo de individuos tenemos en la totalidad de la plantación, los análisis moleculares resultan ser entonces útiles y necesarios. Presentan resultados que una vez analizados serán estadísticamente confiables, permitiendo eliminar de una vez por todas dudas acerca de la calidad e identificación de los clones en jardines de multiplicación.

## VENTAJAS DE LOS MÉTODOS DE ANÁLISIS MOLECULARES

Debido a que la variación somaclonal no puede ser detectada fácilmente con técnicas oculares y los diagnósticos de ese tipo son tardíos y cuestionables, es necesario realizar un análisis comparativo para poder determinar el grado de variación de los clones a partir del material genético (fotografía 4), con lo cual se puede asegurar la fidelidad genética de los clones procedentes de un árbol patrón (Medina *et al.*, 2007).

Esto es aún más importante en un cultivo como el hule, que tarda entre cinco a siete años para poder empezar a cosecharlo y por lo tanto solo hasta pasado ese tiempo se podrá observar si hay diferencias en la producción entre plantas de un mismo clon.

Los estudios genéticos resultan realmente prácticos porque acortan el tiempo de espera y permiten evaluar diferencias incluso mínimas en plantas muy similares como son los clones (Jiménez & Sánchez-Chiang, 2009). Este tipo de cultivo es de mucha importancia social, ya que el establecimiento de plantaciones de hule es un generador de empleo, que requiere mano de obra permanente tanto en el sector primario como el industrial (Molina & Leshner, 2006).



Una adecuada práctica de cultivo, manejo y control del árbol del hule en Tabasco, puede ser llevada a cabo complementando las técnicas tradicionales de producción con los análisis moleculares de una muestra del total de las plantas.

De esta manera, es posible llevar a un estado de pureza genética a los jardines de multiplicación (fotografía 5), lo que permite aumentar la uniformidad de producción y por lo tanto, la eficiencia de esta agroindustria.

## REFERENCIAS

**Cardone, S.; Olmos, S. & Echenique, V.** (2010). Variación somaclonal. En: G. Levitus, V. Echenique, C. Rubinstein, E. Hopp, & L. Mroginski, *Biotecnología y mejoramiento vegetal II* (Pp: 229-240). Buenos Aires, Argentina: Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. Recuperado el 25 de septiembre de 2014, <[http://intainforma.inta.gov.ar/wp-content/uploads/2010/09/bio\\_WEB.pdf](http://intainforma.inta.gov.ar/wp-content/uploads/2010/09/bio_WEB.pdf)>

**Carrasco, A.; Ruiz de Galarreta, J. & Ritter, E.** (1998). Caracterización morfológica, cariotípica y molecular de tres somaclones de "*Solanum tuberosum L.*" obtenidos mediante cultivo de protoplastos. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetales*, 13(3): 385-391. Recuperado el 09 de abril de 2015, <[http://www.researchgate.net/publication/28052174\\_Caracterización\\_morfológica\\_cariotípica\\_y\\_molecular\\_de\\_tres\\_somaclones\\_de\\_solanum\\_tuberosum\\_L.\\_obtenidos\\_mediante\\_cultivo\\_de\\_protoplastos](http://www.researchgate.net/publication/28052174_Caracterización_morfológica_cariotípica_y_molecular_de_tres_somaclones_de_solanum_tuberosum_L._obtenidos_mediante_cultivo_de_protoplastos)>

**Compagnon, P.** (1988). *El caucho natural: biología-cultivo-producción*, (1ª Trad. por la Embajada de Francia en México). México: Consejo Mexicano del Hule (CMH) & CIRAD.

**Food and Agriculture Organization (FAO).** (2004). Depósito de documentos de la FAO: perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas. Recuperado el 12 de enero de 2015, <<http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s14.htm>>

**Jiménez, V. & Sánchez-Chiang, N.** (2009). Técnicas moleculares para la detección de variantes somaclonales. *Agronomía Mesoamericana*, 20(1): 135-151. Recuperado el 13 de febrero de 2015, <[http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v20n01\\_135.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v20n01_135.pdf)>

**LarKin, P. & Scowcroft, W.** (1981). Somaclonal variation a novel source of variability from cell cultures for plant improvement. *Theoretical and Applied Genetics*, 60(4): 197-214

**Medina, C.; García, I.; Caro, M. & Aristizábal, F.** (2007). Análisis AFLP de variación somaclonal en embriones somáticos de "*Hevea brasiliensis*". *Revista colombiana de ciencias químico farmacéuticas*, 36(1): 70-80. Recuperado el 12 de mayo de 2014, <<http://www.scielo.org.co/pdf/rccqf/v36n1/v36n1a06>>

**Molina Martínez, R. & Lesher Gordillo, J.** (2008). El látex en México, una visión histórica. *Kuxulkab' revista de divulgación*, XV(27): 35-40

**Quarteroli Silva, J.; De Souza Gonçalves, P.; Scarpore Filho, J.A. & Brito Da Costa, R.** (2010). Agronomical performance and profitability of exploitation systems in four rubber tree clones in São Paulo State. *Bragantia*, 69(4): 843-854. <[http://www.scielo.br/readcube/epdf.php?doi=10.1590/S0006-87052010000400009&pid=S0006-87052010000400009&pdf\\_path=brag/v69n4/v69n4a09.pdf](http://www.scielo.br/readcube/epdf.php?doi=10.1590/S0006-87052010000400009&pid=S0006-87052010000400009&pdf_path=brag/v69n4/v69n4a09.pdf)>

**Rojas González, S.; García Lozano, J. & Alarcón Rojas, M.** (2004). *Propagación asexual de plantas: conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas*, (audiovisuales). Bogotá, Colombia: PRODUMEDIOS (Productos editoriales y audiovisuales). Recuperado el 15 de mayo de 2015, <<https://ecojardines.files.wordpress.com/2013/12/propagacinasexualdeplantas.pdf>>

**Rojo Martínez, G.E.; Martínez Ruiz, R. & Jasso Mata, J.** (2011). *El cultivo del hule en México*, (p: 317). México: Universidad Autónoma Indígena de México; Colegio de Postgraduados, campus Montecillo. Recuperado el 21 de junio de 2014, <<http://www.uaim.mx/Documentos/CultivoDelHule.pdf>>

**SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación).** (2014). Servicio de Información Alimentaria de la SAGARPA. México: Autor. Recuperado el 25 de abril de 2015, <<http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>>

**Shultes, R.E. & Raffauf, R.F.** (2009). La selva sanadora: plantas medicinales y tóxicas del noroeste del Amazonas. *Revista de Estudios Sociales*, (32): 126-142. Recuperado el 27 de junio de 2014, <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81511766010>>







«La disciplina es no perder de vista lo que se desea alcanzar»

DACBiol



### LABORATORIO DE ACUICULTURA TROPICAL

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.  
Villahermosa, Tabasco; México.

Fotografía de Rafael Sánchez Gutiérrez



### KUXULKAB'

División Académica de Ciencias Biológicas; Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

☎ +52 (993) 358 1500, 354 4308 ext. 6415

✉ kuxulkab@ujat.mx • kuxulkab@outlook.com

🌐 www.revistas.ujat.mx

Carretera Villahermosa-Cárdenas km 0.5, entronque a Bosques de Saloya. C.P. 86039.  
Villahermosa, Tabasco. México.

