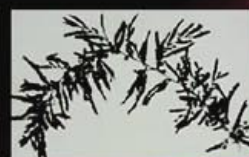


El Salvador Ciencia & Tecnología

Vol. 12/No. 17/diciembre de 2007



**“CONOZCAMOS LA BIODIVERSIDAD E
IMPLEMENTEMOS LA BIOSEGURIDAD
EN LA BIOTECNOLOGÍA MODERNA”**

www.conacyt.gob.sv



ÁREAS TEMÁTICAS:

- Área-1: Agroalimentación.
- Área-2: Salud.
- Área-3: Promoción del Desarrollo Industrial.
- Área-4: Desarrollo Sostenible, Cambio Global y Ecosistemas.
- Área-5: Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- Área-6: Ciencia y Sociedad.
- Área-7: Energía.

Le Invitamos

a participar en el

PROGRAMA CYTED IBEROEKA

El Programa CYTED IBEROEKA fomenta y facilita una intensa cooperación industrial, tecnológica y científica entre los participantes, orientada al desarrollo de productos, procesos y servicios dirigidos a un mercado potencial. La cooperación se basa, en lo posible, en nuevas tecnologías que permitan a las empresas adquirir una sólida base tecnológica.

El Organismo Gestor IBEROEKA en El Salvador es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), representado por el Sr. José Luis Montalvo, miembro de su Junta Directiva, quién tiene, entre sus funciones, la de potenciar los contactos entre empresas y otras instituciones, así como la de facilitar la generación de Proyectos de Innovación IBEROEKA, puede consultarlo a través del E-mail agricolamontalvo@ruasa.com.sv

Información adicional sobre CYTED IBEROEKA es proporcionada por Licda. Ana Delmy Garay, teléfono (503) 2234-8400 - al E-Mail agaray@conacyt.gob.sv

Visiténos en las páginas Web:

www.conacyt.gob.sv y www.cytmed.org



Sector Público

Ministerio de Economía

Yolanda Mayora de Gavidia
Ministra de Economía y Presidenta
Rafael Ruiz Suárez

Ministerio de Educación

Carlos Benjamín Orozco Castillo
Carlos Francisco Urias Valladares

Ministerio de Relaciones Exteriores

Ever Adalberto Hernández Hernández
Francisco Javier Arévalo Castaneda

Sector Productivo

Gremiales Sector Industrial

Tharsis Salomón López Guzmán
José Luis Montalvo Garcés

Gremiales Sector Agropecuario

Jorge Francisco Jiménez Carmona
Marta Maricela Rodríguez de Alvarado

Gremiales Pequeña y Mediana Industria

Josué Otoniel Cruz Flores
Enrique Edgardo Melara Ruiz

Sector Académico

Roberto Argueta Quan
Ángela Lorena Duque de Rodríguez
Nelson Antonio Quintanilla Juárez
Rafael Antonio Ibarra

Sector Profesional

Miguel Ángel Sol Monterrey
Luis Carlos Gómez Valle
Antonio Adolfo Villacorta Guandique
Regelio Fonseca Alvarenga

Director Ejecutivo

Carlos Roberto Ochoa Córdova

Comité Editorial: JUNTA DIRECTIVA

Editor: José Roberto Alegría Coto

Jefe del Departamento de Desarrollo Científico y Tecnológico

ralegria@conacyt.gob.sv

**CERTIFICADO
ISO 9001 / 2000**

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Colonia Médica, Avenida Dr. Emilio Álvarez,
Pasaje Dr. Guillermo Rodríguez Pacas, Edificio
Espinoza # 51, San Salvador, El Salvador, C. A.
Tel. (503) 2226-2800
Fax (503) 2225-6255

El contenido de los artículos es
responsabilidad de los autores

100 ejemplares impresos en:
IMPRESOS LITOGRAFICOS DE C.A.

Editorial

2

CUATRO ESPECIES NUEVAS PARA LA CIENCIA: AVANCES EN EL CONOCIMIENTO DE LA BIODIVERSIDAD MARINA INVERTEBRADA DE EL SALVADOR

3

NUEVOS REGISTROS DE DINOFLAGELADOS EN LA REGIÓN COSTERA DEL DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR

6

13

COLECCIÓN DE MACROALGAS MARINAS, ESCUELA DE BIOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

19

DE INTERÉS PARA TU CONOCIMIENTO:
AVES EN EL SALVADOR

20

BIOTECNOLOGÍA MODERNA:
TRANSGÉNESIS Y BIOSEGURIDAD

23

CENTRO DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD DE LA BIOTECNOLOGÍA DEL PROTOCOLO DE CARTAGENA, UNA HERRAMIENTA ÚTIL PARA LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

26

DE INTERÉS PARA TU CONOCIMIENTO:
DECLARACIÓN DE VIÑA DEL MAR

27

REFLEXIONES SOBRE BIOTECNOLOGÍA MODERNA EN EL SALVADOR

30

ESTABLECIMIENTO DEL MARCO NACIONAL DE SEGURIDAD DE LA BIOTECNOLOGÍA DE EL SALVADOR



De la portada:

Se presentan imágenes de macroalgas marinas alrededor de una molécula estilizada de ADN y el mapa de El Salvador, para señalar la variabilidad que poseen los seres vivos a nivel de genes, especies o ecosistemas y reconocer con el lema: "Conozcamos la Biodiversidad e implementemos la Bioseguridad de la Biotecnología Moderna", el esfuerzo de investigadores de la biodiversidad y el que realizan diferentes entidades nacionales, del sector público y privado, para contar con instrumentos que permitan establecer medidas de Seguridad de la Biotecnología en El Salvador.

Diseño de portada:
José Roberto Alegría Coto



Editorial

La biodiversidad se refiere a toda la variedad de la vida existente en la Tierra, ya sea en los ecosistemas, especies o genes; investigarla desde cualquiera de esos enfoques, implica la búsqueda de conocimientos, de por sí valiosos, para el bagaje cultural de la humanidad y que pueden servir al desarrollo social, económico y ambiental, dependiendo de la capacidad que se tenga, principalmente de recurso humano calificado en las diferentes áreas del conocimiento, infraestructura de investigación, financiamiento disponible y capacidad operativa de entidades como el CONACYT, que tiene entre otras atribuciones, velar por un desarrollo científico y tecnológico.

¡SI PODEMOS!, lo demuestra el descubrimiento para la ciencia de cuatro nuevas especies de invertebrados marinos, en el que participaron los investigadores, Mayra Yaneth Romero de Rivera de la Universidad Doctor Andrés Bello y Carlos Giovanni Rivera del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMARES), de la Universidad de El Salvador. Begonia Vieyetz Basagoitia y Tonatiuh Orantes Ramos, de la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador, nos presentan nuevos registros de Dinoflagelados en la región costera del Departamento de la Libertad, El Salvador, que son el segundo grupo más abundante y diverso de microalgas marinas, con más de 2000 especies identificadas alrededor del mundo. También, en la Escuela de Biología se encuentra la Colección de Macroalgas Marinas, a cargo de Olga Lidia Tejada, que nos cuenta la historia de la colección, su estado y proporciona el listado actual de especies colectadas en el país.

En el territorio nacional hay una gran riqueza de especies de aves, registrándose la ocurrencia de 536 especies, de las cuales hay 248 residentes, de acuerdo con la página web del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales www.marn.gob.sv, que presenta un extracto de Aves de El Salvador de Oliver Komar y Juan Pablo Domínguez. **“Conservación de la biodiversidad mesoamericana en el marco del desarrollo y cambio climático”**, el marco del desarrollo y cambio climático”, es el lema del **XII Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación**, a celebrarse del 10 al 14 de noviembre de 2008 en el Hotel Real Intercontinental, San Salvador, El Salvador. Le invitamos a participar, información disponible en www.smbcelsalvador2008.com. Las propuestas de simposios, talleres y charlas magistrales deben ser enviadas al Coordinador del Comité Académico Dr. Oliver Komar, oko-mar@smbcelsalvador2008.com, antes del 31 de marzo de 2008.

Fernanda Pardo, Consultora en Bioseguridad, de Uruguay, trata sobre los Organismos Vivos Modificados (OVM) y los esfuerzos regulatorios que se realizan a nivel mundial y en la región de América Latina y del Caribe sobre la aplicación del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica. En tanto que, Roberto Mansilla Samaniego y César López Bonilla, de la Universidad Nacional Agraria La Molina, de Perú, presentan la función e importancia para los países, de contar con su Centro de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología (CIISB), del Protocolo de Cartagena. La Declaración de Viña del Mar, Chile, resultado del VI Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Biotecnología Agropecuaria REDBIO 2007, que contó con la presencia de 21 países y de 600 participantes, considera importante el que se cuente con marcos regulatorios, que posibiliten que los desarrollos tecnológicos continúen siendo uno de los motores para el desarrollo de la región.

José Rafael Vega López, de la Fundación para la Innovación Tecnológica Agropecuaria (FIAGRO), plantea la importancia de contar con una Política Nacional de Biotecnología y el desafío que representan los cultivos transgénicos para su adopción, abordando la necesidad de la bioseguridad en El Salvador y las tendencias de la biotecnología en la región Centroamericana. Jorge Ernesto Quezada Díaz, Punto Focal Nacional para el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, nos informa sobre el establecimiento del Marco Nacional de Seguridad de la Biotecnología en El Salvador.

Le damos la bienvenida y le auguramos éxitos a la nueva Junta Directiva del CONACYT, juramentada este 21 de diciembre, por el Sr. Presidente de la República Elías Antonio Saca, la cual fungirá por un período de cinco años (2007-2012). Esperamos que a través de su gestión, lleven al Consejo a propiciar la investigación y el quehacer científico del país, tendiente al logro de un desarrollo social y económico, que mejore la calidad de vida y bienestar de la sociedad salvadoreña, para lo cual, deben incidir en mejorar las condiciones, la capacidad operativa y el presupuesto institucional, de manera que este se incremente significativamente sobre el del 2007, que significó el **0.0023%** del Producto Interno Bruto nominal, el **0.16%** del Presupuesto General de la República y el **1.13%** del Presupuesto del Ministerio de Economía. En donde el esfuerzo institucional requiere de la cooperación nacional o internacional y de las contrapartidas respectivos para realizar programas, proyectos o actividades operativas.

CONACYT, diciembre de 2007.



Cuatro especies nuevas para la ciencia: avances en el conocimiento de la Biodiversidad marina invertebrada de El Salvador

Mayra Yaneth Romero de Rivera¹

Carlos Giovanni Rivera²

Con cerca de 1, 2 millones de especies conocidas los invertebrados representan el grupo más grande del Reino Animal. Alrededor de 240,000 especies son acuáticas y de ellas al menos 170,000 son exclusivamente marinas (Thorson 1957, Tardent 1993). Sin embargo, se asume que el número real es mucho más alto considerando la velocidad en la que se descubren especies nuevas para la ciencia. Actualmente, la diversidad de especies es un tema que genera controversia en el mundo científico (Gray 2001).

Los anélidos poliquetos son un grupo complejo de animales marinos de cuerpo segmentado con variadísimas formas y colores (Figura 1), su identificación presenta grandes dificultades, tanto así que son considerados el segundo grupo más difícil de identificar del Reino Animal después de los anfípodos (pequeños crustáceos).

En su hábitat natural pueden constituir más de un tercio de las especies de animales macroscópicos y generalmente son el grupo más abundante, frecuente y de mayor riqueza específica (número de especies). Algunos tienen tamaños como un alfiler y otros pueden llegar a medir hasta un metro. Se estima que existe aproximadamente desde unas 25,000 hasta varios millones de especies.

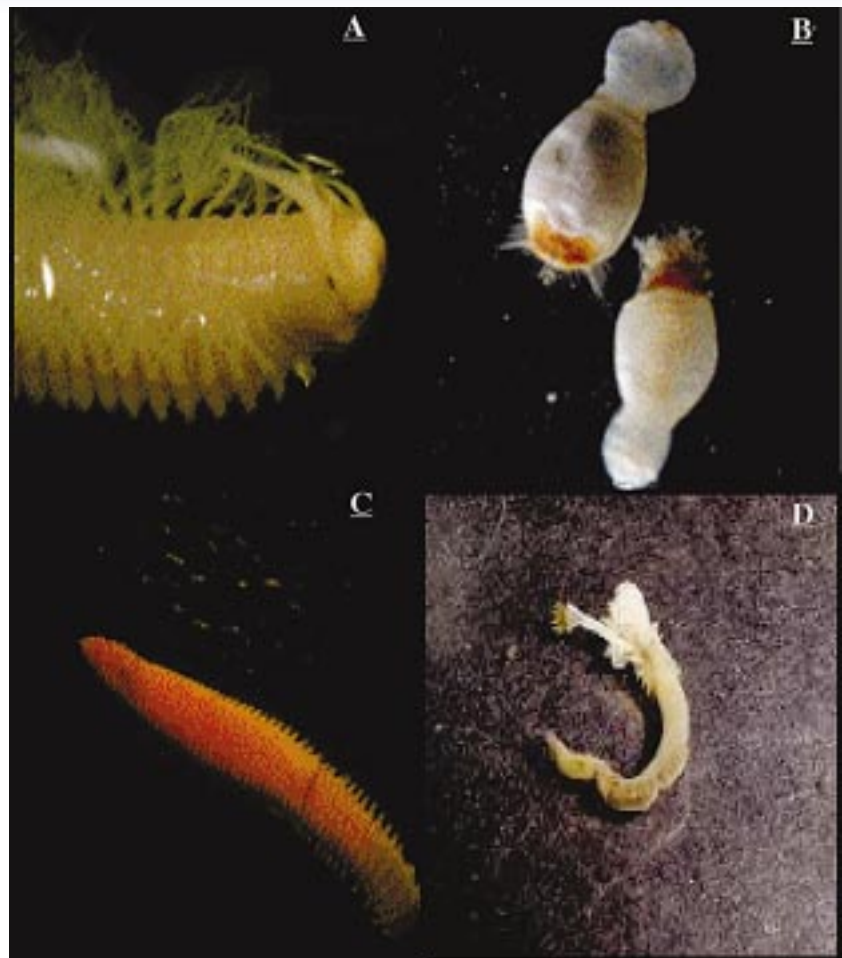


Figura 1. a. *Eunice antennata*, b. *Sternaspis scutata*, c. *Scoletoma tetraura*, d. *Hydroides parvus*. (Fotografías por Mayra Romero y Carlos Rivera).

1. Coordinación Nacional de Investigación. Universidad Doctor Andrés Bello. 1a. Calle Pte. Entre 39 y 41 Av. Nte. San Salvador. El Salvador. Centroamérica. Tel. (503) 2260-8533, ext. 7429. E-mail yomayagr@gmail.com.
2. Área Ecología del Bentos. Departamento de Ecología Marina. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMARES), Universidad de El Salvador. Final 25 Av. Norte, Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador, Centroamérica. Tel. (503) 2225-1500, ext. 5060. E-mail carlos.rivera@ues.edu.sv.

Desde el punto de vista ecológico su aporte es invaluable a la dinámica marina, pues forman parte de cualquier red trófica en la que finalmente aparecen especies de gran valor comercial -siendo la abundancia de este grupo una variable determinante en la presencia de especies sometidas a explotación pesquera-, sus variadísimas formas de vida, hábitos alimentarios, adaptaciones e historia evolutiva constituyen elementos complementarios de complejidad para este grupo, entre ellos:

a. Se ha documentado que poliquetos tubícolas inhiben la habilidad de penetración de larvas de otras especies como moluscos y crustáceos. Además, en condiciones ambientales adversas, muchas especies son capaces de desplazarse para formar galerías en lugares distantes.

b. Algunos poliquetos horadadores entre los que figuran algunos espionidos - presentes en la costa salvadoreña - son capaces de taladrar conchas de ostras y de otras bivalvos de gran valor comercial, tanto en zonas de cultivo como en ambientes naturales, su conocimiento es relevante en la selección de lugares de cultivo idóneos.

c. Estudios filogenéticos han

permitido apreciar el aporte de este grupo en el desarrollo evolutivo de animales bilaterios (con dos lados iguales a partir de un eje longitudinal) superiores como es el caso de artrópodos (animales articulados) y moluscos.

d. Algunas especies - la mayor cantidad de la lista de taxones útiles - son importantes indicadores de contaminación de origen orgánico tanto en aguas marinas como salobres, su estudio permite evaluar impactos ambientales por medio de índices Tróficos -basados en la teoría de las sucesiones comunitarias- que miden la calidad ambiental marina (Salazar 1991).

El primer hallazgo de anélidos poliquetos en El Salvador lo realizó el científico Alemán Friedrich a mediados del siglo pasado, a esa contribución le siguieron connotadas investigaciones realizadas por la también Alemana Gesa Hartmann-Shröder que describió un total de 38 especies en 1956 y 1959 de las que 33 fueron nuevas para la ciencia. El apoyo del Instituto Tropical de Investigaciones Científicas fue fundamental en esta etapa.

Algunas tesis de grado y una de maestría desarrolladas en zonas estuarinas a finales de los 90's

contribuyeron a esclarecer algunos aspectos de distribución y abundancia de anélidos poliquetos. Asimismo, un estudio en una playa rocosa del occidente del país, fue una contribución notable para esos ambientes litorales. A principios de este siglo, se dio un salto muy significativo en el incremento en el registro de especies utilizando el barco oceanográfico R/V Urracá del Instituto Smithsonian de Estudios Tropicales en toda la costa del país.

Los esfuerzos antes descritos han permitido registrar unas **163 especies de anélidos poliquetos para El Salvador**.

Recientemente, figuran una serie de publicaciones sometidas a revistas arbitradas por parte de los autores de esta contribución y una clave para la identificación de anélidos poliquetos de El Salvador integrada a un software de Inteligencia artificial en la modalidad de Sistema Experto.

Las especies nuevas para la ciencia (Cuadro 1) fueron comunicadas al mundo científico a través del Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom en la primera entrega de 2004. En ella además se registran otras diez especies de nuevos registros para El Salvador.

ATRIBUTO	ESPECIES NUEVAS PARA LA CIENCIA			
	<i>Eunice chikasi</i>	<i>Eunice salvadorensis</i>	<i>Kinbergonuphis kristiani</i>	<i>Paradiopatra barrazai</i>
Familia	Eunicidae		Onuphidae	
Ubicación	Golfo de Fonseca		La Libertad	Bahía de Jiquilisco
Profundidad (m)	4	5	20-50	20
Hábitat	Fondos rocosos	Fondos lodosos	Fondos mixtos de arena y lodo	Fondos lodosos
Etimología	Francisco Chicas	El Salvador	Kristian Fauchald	Enrique Barraza

Los organismos que resultaron ser nuevas especies para la ciencia fueron recolectados por la tripulación del Urracá, tarea que fue posible gracias a la participación de José Enrique Barraza. Las especies nuevas para la ciencia fueron analizadas y depositadas en el Laboratorio de Invertebrados no artrópodos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León - dirigida por el destacado especialista Jesús Ángel de León, con quien se tuvo el privilegio de compartir la co-autoría - y un duplicado se encuentra en la Colección de Invertebrados Marinos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad de El Salvador.

Para mayores detalles de la publicación revisar la siguiente dirección electrónica:

<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?sessionid=D011A7ED9962A931C3E769F12A7B58FE.tomcat1?fromPage=online&aid=201685>

El Salvador tiene una ubicación privilegiada en el centro del Océano Pacífico Oriental Tropical y por tanto su biodiversidad es una de las más grandes del mundo, por tanto se debe apuntalar a conocerla detalladamente y a garantizar su perpetuidad como un patrimonio natural de las generaciones presentes y futuras, lo cual será posible estableciendo mecanismos de fortalecimiento y financiación de la investigación científica de las Universidades -tanto de carácter público como privado- comprometidas con el conocimiento y conservación de nuestra biodiversidad.

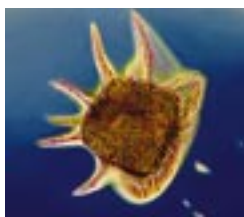


Literatura citada

- De León, J. A.; C. G. Rivera & M. Y. Romero. 2004. Sublittoral Eunicidae and Onuphidae (Polychaeta) from soft bottoms off El Salvador, Eastern Pacific. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* (2004), 84: 93-101.
- Friedrich, H. 1956. Mitteilungen Über neue und wenig bekannte Polychaeten aus Mittel- und Südamerika. *Senck-erb. Bio.* 37: 57-68.
- Gray, J. S. 1981. The ecology of marine sediments. An Introduction to the structure and function of benthic communities. *Inst. Mar. Biol. And Limnol. University of Oslo, Norway.* 179 pp.
- Hartmann-Schröder, G. 1956. Neve Armandia-Arten (Opheliidae) aus Brasilien und El Salvador. *Beitr. Neotr. Fauna*, 1.
- ————. 1959. Zur ö Kologie der Polychaeten de Mangrove-Estero-Gebietes von El Salvador. *Beitr. neo-tr. Fauna*, 1: 69-183 pp.
- Rivera, C. G. 2007. Clave ilustrada para las identificación de los onúfidos (Polychaeta: Onuphidae) de El Salvador. *Revista Que Hacer Científico.* Año 5 (6): 48-54.
- Salazar, S. I. 1991. Contaminación Marina. Métodos de Evaluación Biológica. Centro de Investigaciones de Quintana Roo. Chetumal, México. 193 pp.
- Tardent, P. 1993. *Meeresbiologie - Eine Einführugn*, Geor Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
- Thorson, G. 1957. Bottom communities (sublittoral to shadow shelf). *Geo. Soc. Am. Mem* 67 (1): 461-534.

NUEVOS REGISTROS DE DINOFLAGELADOS EN LA REGIÓN COSTERA DEL DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, EL SALVADOR

**Begonia M. Vieyetz Basagoitia¹ y
Tonatiuh E. Orantes Ramos²**



Los dinoflagelados (del griego dinos = giratorio), son organismos microscópicos, fitoplanctónicos (del griego *Fito* = vegetal *Planktos* = "andar errante"); eucariotas (con núcleo verdadero) y unicelulares, generalmente autótrofos (obtienen sus nutrientes por síntesis de materiales del ambiente); caracterizados por presentar células con dos flagelos (estructuras como látigos que utilizan para trasladarse). Su principal desplazamiento, independiente de los movimientos del agua, es en sentido vertical, por lo que se distribuyen a lo largo de la columna de agua. Se agrupan dentro del Reino Plantae y la División *Pyrrophytophyta* (del griego pyrros = color flama), constituyendo el segundo grupo más abundante y diverso de microalgas marinas, con más de 2000 especies identificadas alrededor del mundo.

Desde un punto de vista ecológico, el conocimiento de los Dinoflagelados es importante, porque son el primer eslabón de las cadenas alimenticias e introductores de energía a los ambientes acuáticos; además constituyen la principal fuente de alimento para animales filtradores como moluscos y crustáceos, así como para larvas de peces y el *zooplancton* en general.

Cuando las condiciones ambientales son favorables, es decir, abundancia de nutrientes y temperatura adecuada, algunos dinoflagelados pueden reproducirse en forma descontrolada, aumentando la disponibilidad de alimento para los organismos filtradores en los ecosistemas acuáticos; sin embargo, si el organismo que se

multiplica es una especie productora de toxinas (venenos) o capaz de provocar daños a la vida acuática, estas proliferaciones descontroladas son denominadas: Florecimientos Algales Nocivos (FAN), comúnmente conocidas como "mareas rojas".

En busca de conocimientos

Hasta la fecha, han sido pocos los estudios enfocados a conocer la biodiversidad fitoplanctónica de la costa salvadoreña, resultando escasa la información en cuanto a especies reportadas, sus ámbitos de ocurrencia, y/o la abundancia de sus poblaciones; ofreciéndose de este modo, una falsa imagen de pobreza de especies microalgales.

Como respuesta a esta situación, entre septiembre de 2006 y enero de 2007, se realizó una investigación descriptiva, enfocada en la identificación taxonómica de las especies fitoplanctónicas del grupo de los dinoflagelados presentes dentro de la zona costera del Departamento de La Libertad (Figura 1), caracterizado por presentar proliferaciones recurrentes de microalgas (dinoflagelados).

Microscopía óptica

Para su identificación se colectaron, 60 muestras de agua marina, para estudiar el fitoplancton; y 30 de sedimentos marinos, para estudiar sus estructuras de resistencia o *quistes*. Estas se analizaron en el laboratorio de Ficología de la Escuela de Biología, Universidad de El Salvador, a través de múltiples sesiones de microscopía óptica.

Utilización de claves

La identificación taxonómica de las especies, se realizó utilizando literatura y claves taxonómicas especializadas, tomándose *fotomicrografías* de las especies; finalmente, la validación de las especies identificadas, se realizó en el Laboratorio de Fitoplancton y Productividad de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con el apoyo del *Dr. Sergio Licea* y su equipo de especialistas; en cuanto a las especies de dinoquistes observados, fueron corroboradas posteriormente con el apoyo del *Dr. D. Yasuwo Fukuyo* y el *M.Sc. Koichiro Mizushima*, de las Universidades de Tokio y Nagasaki respectivamente.



FIGURA 1: Mapa del Departamento de La Libertad, muestra el área de estudio y las estaciones de muestreo: 1) Mizata, 2) Taquillo y 3) El Sunzal. Fuente: Almanaque de Mapas, Escudos y Datos de los Departamentos de El Salvador, (s. a.); y Mapa de El Salvador de la Human Rights Watch HRW, 2007.

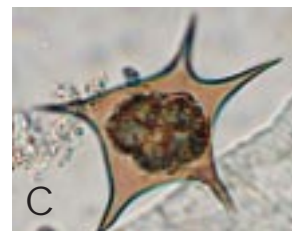
Hallazgo

Mediante el procesamiento de las muestras de fitoplancton, se registró la presencia de 84 especies y 12 variedades de dinoflagelados en la zona; y se realizó el *hallazgo de 45 especies y 11 variedades que constituyen nuevos registros para El Salvador*, algunas de ellas consideradas atípicas (Anexo).

Especies nocivas de fitoplancton encontradas

Del fitoplancton procesado, 29 especies son consideradas nocivas. Encontrándose en las muestras de sedimentos marinos, la presencia de tres diferentes quistes de resistencia de:

- A. *Gymnodinium catenatum*,
- B. *Lingulodinium machaerophorum* y
- C. *Stelladinium robustum*,



correspondientes a especies de dinoflagelados causales de Florecimientos Algales Nocivos (FAN).

CONCLUSIONES

La presencia de nuevas especies y variedades, presumiblemente atípicas en la región, podría relacionarse con:

- 1) Ausencia de investigaciones previas,
- 2) Aumento de la contaminación en la región costera,
- 3) Efectos del cambio climático y
- 4) El transporte de especies no nativas en el agua de lastre de barcos;

que son situaciones anteriormente identificadas como causas de aparición, aclimatación y permanencia de nuevas especies planctónicas en las costas.

En El Salvador es poco lo que se conoce sobre la flora planctónica, debido a los escasos registros y estudios; falta de equipo adecuado para trabajar en campo y laboratorio; escasez de recurso humano capacitado en la taxonomía de estos organismos y la carencia de observadores en campo. Estas limitantes dificultan el estudio de estos organismos. Estudios que son cada vez más necesario ante el aumento en la frecuencia e intensidad de los FAN a nivel local.

A nivel de política de estado se deberían implementar programas de apoyo a la formación de recurso humano en las áreas de las ciencias e ingenierías, en este caso en biología marina y fortalecer la infraestructura de investigación disponible en la Universidad de El Salvador y en el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, D. 2007. The Harmful Algae Page. Edited by National Oceanic and Atmospheric Administration Center for Sponsored Coastal Ocean Research Coastal Ocean Program (NOAA/CSCOR/COP). Documento digital disponible en la WEB: <http://www.whoi.edu/redtide/illness/illness.html>
- BALECH, E. 1988. Los Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Pub. Espec. Inst. Español de Oceanogr. N.1. Madrid, España. 219 pp.
- BALECH, E. 1995. The *Genus Alexandrium* Halim (Dinoflagellata) Shering Island Marine Station. Argentina. 151 pp.
- BOLTOVSKOY, A. 1995. Taxonomía y Morfología de los Dinoflagelados: Métodos de Trabajo. p 55 - 82. En ALVEAL, K; M.E. FERRARIO; F.C. OLIVEIRA Y E. SAR (Eds.). 1995. Manual de Métodos Ficológicos. Universidad de Concepción. Editora Aníbal Pinto S. A. Concepción, Chile. 863 pp.
- CORTÉS-ALTAMIRANO, R. y F. PÁEZ-OSUNA. 1998. Dinámica de las Mareas Rojas. p.1-11. En: CORTÉS-ALTAMIRANO. R. (comp). Las Mareas Rojas, 1998. ATGeditor S.A., México. 161 pp.
- DALE, B. 2001. Dinoflagellate cysts in sediments: some insights into biogeography and past, present, and future blooms, p 43-52. In GARCÉS, E.; A. ZINGONE; M. MONTRESOR; B. REGUERA y B. DALE (Eds.). 2001. LIFEHAB Life Histories of Microalgal Species Causing Harmful Blooms. Calviá, Majorca, Spain. 208 pp.
- DODGE, J.D. 1982. Marine Dinoflagellates of the British Isles. MAFF, Hobbs the printers of Southampton. England. 303 pp.
- DODGE, J.D. 1985. Atlas of Dinoflagellates: A Scanning Electro microscope Survey. Farrand Press. London. 119 pp.
- FUKUYO, Y. 2000. Atlas of Dinoflagellates (Ver 1.5/ Nov., 1 2000). Documento digital disponible en la web: http://dinos.anesc.u-tokyo.ac.jp/atlas_ver1_5/main.htm
- GUTIÉRREZ AGREDA, L. 1987. Las discoloraciones en el mar (marea roja). Rev. Flora y Fauna. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias y Humanidades. Departamento de Biología. Vol. 4: 14-18 pp.
- HALLEGRAEFF, G.M. 1995. Harmful Algal Blooms: A Global Overview, p. 1-22. In: HALLEGRAEFF, G.M.; D.M. ANDERSON & A.D. CEMBELLA (Eds.). 1995. Manual on Harmful Marine Microalgae. Manuals and Guides N° 33 UNESCO. Paris, France. 551 pp.
- Human Rights Watch (HRW). 2007. Mapa El Salvador enero de 2004. Sitio web oficial, disponible en <http://hrw.org/spanish/informes/2004/elsalvador0104/1.htm> Nueva York, Estados Unidos.
- LICEA, S.; J.L. MORENO; H. SANTOYO y G. FIGUEROA. 1995. Dinoflageladas del golfo de California. Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). México. 165 pp.
- MATSUOKA, K. & Y. FUKUYO. 1995. Taxonomy of Cysts. p 381-401. In: HALLEGRAEFF, G.M.; D.M. ANDERSON & A.D. CEMBELLA (Eds.). 1995. Manual on Harmful Marine Microalgae. Manuals and Guides N° 33 UNESCO. Paris, France. 551 pp.
- MATSUOKA, K. & Y. FUKUYO. 2000. Technical Guide For Modern Dinoflagellate Cyst Study. WESTPAC-HAB/WESTPAC/IOC. Tokio. 30 pp.
- MEAVE, M.E.; Y.B. OKOLODKOV & M.E. ZAMUDIO. 2003. *Ceratium balechii* sp. nov. (Dinophyceae: Gonyaulacales) from the Mexican Pacific. Hidrobiológica 13 (1): 75-91pp.
- MENJÍVAR, R. F. 2003. Especies de Fitoplancton Reportadas para El Salvador: Especies Marinas y Salobres. Págs. En FLORES, O. y A. HANDAL (Eds.). 2003. Diagnóstico de la Diversidad Biológica de El Salvador. Red Mesoamericana de Recursos Bióticos. México. 171 pp.
- NAMBA, K.; T. LIDA; Y. FUKUYO & K. MATSUOKA. 1998. A Handy Piston Core Sampler for Sediments in Shallow Water. Fisheries Science 64 (6): 985-986 pp.
- ORANTES, T.E.M. y B.M. VIEYTEZ. 2007. Abundancia y Distribución de *Pyrodinium bahamense*, en fase Vegetativa y Quística, en las Playas: El Sunzal, Taquillo y Mizata, Departamento de La Libertad, El Salvador. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Escuela de Biología. Tesis para optar al grado de Licenciados en Biología. 104 pp.
- PESANTES, F. 1979. Dinoflagelados del Fitoplancton del Golfo de Guayaquil. Instituto Oceanográfico de la Armada de Ecuador (INOCAR). Ecuador. 98 pp.
- SPECTOR, D. 1984. Dinoflagellates. Academia Press. INC. U. S. A. 545 pp.
- STEIDINGER, K.; & K. TANGEN. 1996. Dinoflagellates. p 387-588. In: TOMAS, C. (comp.). 1997. Identifying Marine Phytoplankton. Academic Press. United States of America. 858 pp.
- TAYLOR, F.J.R. 1976. Dinoflagellates from the International Indian Ocean Expedition. A report on material collected by the R.V. "Anton Bruun" 1963-1964. E. Schweitzer-bart'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart, 234 pp.
- TAYLOR, F.J.R. & Y. FUKUYO. 1989. Morphological features of the motile cell of *Pyrodinium bahamense*, p. 207-217. In HALLEGRAEFF G.M. & J.L. MACLEAN (Eds.). 1989. Biology, Epidemiology and Management of *Pyrodinium* Red Tides. ICLARM Conference Proceedings 21. Fisheries Department, Ministry of Development, Brunei Darussalam, and International Center for Living Aquatic Resources Management. Manila, Philippines. 286 pp.

ANEXO: Cuadro de Dinoflagelados Identificados para el Departamento de La Libertad, septiembre de 2006, a enero de 2007.

Orden	Familia	Género	Especie	Autoridad	Fuente
<i>Prorocentrales</i>	<i>Prorocentraceae</i>	<i>Prorocentrum</i> (Ehrenberg, 1833)	<i>compressum</i>	(Bailey) Abe ex Dodge 1975	Dodge, 1982
			<i>gracile</i>	Schütt 1895	Balech, 1988
			<i>micans</i>	Ehrenberg 1833	
			<i>minimum</i> *	(Pavillard) Shiller 1933	
			<i>sigmoides</i> *	Böhm 1933	Fukuyo, 2001
<i>Dinophysiales</i>	<i>Dinophysiaceae</i>	<i>Dinophysis</i> (Ehrenberg, 1839)	<i>acuminata</i> *	Claparède et Lachmann 1859	Steidinger y Tangen, 1997
			<i>caudata</i>	Saville-Kent 1881	
			<i>fortii</i> *	Pavillard 1923	
		<i>Ornithocercus</i> (Stein, 1883)	<i>magnificus</i>	Stein 1883	
			<i>steinii</i>	Schütt 1900	
			<i>thumii</i>	(Schmidt) Kofoid et Skogsberg 1928	
			<i>quadratus</i> *	Schütt 1900	
		<i>Phalacroma</i> (Stein, 1883)	<i>argus</i>	Stein 1883	
			<i>doryphorum</i> *	Stein 1883	
			<i>rapa</i> *	Jørgensen 1922	
<i>Gymnodinales</i>	<i>Gymnodiniaceae</i>	<i>Gymnodinium</i> (Stein, 1878)	<i>catenatum</i> *	Graham 1943	Balech, 1988
		<i>Akashiwo</i>	<i>sanguinea</i> *	(Hirasaka) G. Hansen et Moestrup 2000	Fukuyo, 2001
<i>Ptychodiscales</i>	<i>Ptychodiscaceae</i>	<i>Balechina</i> (<i>Gymnodinium</i>) (Loeblich et Loeblich III, 1968)	<i>coerulea</i> *	(Dogiel) F. J. R. Taylor 1976	Taylor, 1976

Orden	Familia	Género	Especie	Autoridad	Fuente
<i>Noctilucales</i>	<i>Noctilucaeae</i>	<i>Noctiluca</i> (Suriray, 1836)	<i>scintillans</i> *	(Macartney) Kofoid et Swiezy 1921	Balech, 1988
<i>Actiniscales</i>	<i>Actiniscaceae</i>	<i>Actiniscus</i> (Ehrenberg, 1841)	<i>pentasterias</i> *	Ehrenberg 1854	Balech, 1988
<i>Gonyaulacales</i>	<i>Ceratiaceae</i>	<i>Ceratium</i> (Schrank, 1793)	<i>balechii</i> *	Meave, Okolodkov et Zamudio 2003	Meave, Okolodkov et Zamudio, 2003
			<i>breve</i>	(Ostenfeld et Schmidt) B. Schröder 1906	Wood, 1968 .
			<i>breve var. paraellum</i> *	(J. Schmidt) Jørgensen 1901	Taylor, 1976
			<i>breve var. schmidt</i> *	(Jørgensen) Sournia 1966	
			<i>candelabrum</i> *	(Ehrenberg) Stein 1833	Steidinger y Tangen, 1997
			<i>deflexum</i>	(Kofoid) Jørgensen 1911	Taylor, 1976
			<i>dens</i> *	Ostenfeld et Schmidt 1901	Balech, 1988
			<i>extensum</i> *	(Gourret) Cleve 1901	Wood, 1965
			<i>falcatifforme</i>	Jørgensen 1920	Balech, 1988
			<i>falcatum</i>	(Kofoid) Jørgensen 1920	Wood, 1965
			<i>furca</i>	(Ehrenberg) Claparède et Lachmann 1859	Balech, 1988
			<i>fuscus</i>	(Ehrenberg) Dujardin 1841	
			<i>gibberum</i>	Gourret 1883	
			<i>gibberum var. dispar</i> *	(Pouhet) Sournia 1966	Taylor, 1976
			<i>gibberum var. subaequale</i> *	Jørgensen 1920	
			<i>horridum var. claviger</i> *	(Kofoid) Graham et Bronikovsky 1944	
			<i>koffoidii</i> *	Jørgensen 1911	Balech, 1988
			<i>lineatum</i> *	(Ehrenberg) Cleve 1899	Steidinger y Tangen, 1997
			<i>macroceros</i>	(Ehrenberg) Vanhöffen 1897	Balech, 1988
			<i>masiliense</i> *	(Gourret) Jørgensen 1911	
<i>pentagonum</i> *	Gourret 1883	Taylor, 1976			

Orden	Familia	Género	Especie	Autoridad	Fuente
Gonyaulacales	Ceratiaceae	<i>Ceratium</i> (Schrank, 1793)	<i>trichoceros</i>	(Ehrenberg) Kofoid 1908	Balech, 1988
			<i>tripos</i>	(Müller) Nitzsch 1817	
			<i>tripos var. atlanticum</i> *	(Ostenfeld) Paulsen 1908	Taylor, 1976
			<i>tripos var. tripos</i> *	Jørgensen 1920	Balech, 1988
			<i>tripos var. pulchellum</i> *	B. Schröder 1906	Wood, 1968
			<i>vultur</i>	Cleve 1900	Taylor, 1976
			<i>vulture var. sumatranum</i> *	Karsten 1907	Balech, 1988
	Ceratokoryaceae	<i>Ceratocorys</i> (Stein, 1883)	<i>horrida</i> *	Stein 1883	
	Goniodomataceae	<i>Alexandrium</i> (Halim, 1960)	<i>cohorticula</i> *	(Balech) Balech 1985	Steidinger y Tangen, 1997
			<i>monilatum</i> *	(Howell) F.J.R Taylor 1979	
		<i>Goniodoma</i> (Stein, 1883)	<i>polyedricum</i>	(Pouchet) Jørgensen 1899	Balech, 1988
			<i>sphaericum</i>	Murria et Whitting 1899	
		<i>Pyrodinium</i> (Plate, 1906)	<i>bahamense var. bahamense</i> *	Plate 1906	Steidinger y Tangen, 1997
			<i>bahamense var. compressum</i>	(Böhm) Steidinger, Tester et Taylor 1980	
	Gonyaulacaceae	<i>Gonyaulax</i> (Diesing, 1866)	<i>digitalis</i> *	(Pouchet) Kofoid 1911	Balech, 1988
			<i>hyalina</i> *	Ostenfeld et Schmidt 1901.	Taylor, 1976
			<i>jollifei</i> *	Murray et Whitting 1899	Balech, 1988
			<i>moncantha</i> *	Pavillard 1916	Wood, 1968
			<i>polygramma</i> *	Stein 1883	Balech, 1988
			<i>spinifera</i>	(Claparède et Lachmann) Diesing 1866	
		<i>Lingulodinium</i> (Dodge, 1989)	<i>polyedrum</i>	(Stein) Dodge 1989	Faust y Gulledge, 2002
	Oxytoxaceae	<i>Oxytoxum</i> (Stein, 1883)	<i>sceptrum</i> *	(Stein) Schröder 1906.	Balech, 1988
	Pyrocystaceae	<i>Pyrocystis</i> (Murray ex Haeckel, 1890)	<i>fusiformis</i> *	(Wyville-Thompson) Blackman 1902	
			<i>lunula</i> *	(Schütt) Schütt 1896	Steidinger y Tangen, 1997
			<i>noctiluca</i> *	Murray ex Haeckel 1890	
	Pyrophaceae	<i>Pyrophacus</i> (Stein, 1883)	<i>horologicum</i>	Stein 1883	Balech, 1988
			<i>steinii</i>	(Schiller) Wall et Dale 1971	

Orden	Familia	Género	Especie	Autoridad	Fuente
Peridinales	Calciodinellaceae	Scrippsiella (Balech et Loeblich III, 1965)	trochoidea *	(Stein) Fine et Loeblich III 1976	Balech, 1988
	Kolkwitziellaceae	Zygabikodinium (Diplopsalis) (Loeblich et Loeblich III, 1970)	lenticulatum	(Paulsen) Loeblich et Loeblich III 1970	Dodge, 1982
	Podolampaceae	Podolampas (Stein, 1883)	bipes	Stein 1883	Balech, 1988
			palmipes *		
			reticulatum *	Kofoid 1907	
			spinifera*	Okamura 1912	
	Protoperidiniaceae	Protoperidinium (Berg, 1881)	abeii	(Paulsen) Balech 1974	Licea et al., 1995
			caludicans		Balech, 1988
			conicum	(Gran) Balech 1974	
			crassipes	(Kofoid) Balech 1974	
			curtipes *	(Jørgensen) Balech 1974	Pesantes, 1979
			divaricatum *	(Meunier) Parker et Dodge 1976	Balech, 1988
			divergens	(Ehrenberg) Balech 1974	
			elegans	(Cleve) Balech 1974	
			grande	(Kofoid) Balech 1974	
			humile *	(Schiller) Balech 1974	
			latispinum *	(Mangin) Balech 1974	
			oblongum *	(Aurivillius) Parke et Dodge 1976	Dodge, 1982
			oceanicum	(Vanhöffen) Balech 1974	Balech, 1988
			oviforme *	(Dangeard) Balech 1974	
			pentagonum	(Gram) Balech 1974	
	punctulatum *	(Paulsen) Balech 1974	Licea et al., 1995		
	pellucidum *	(Bergh) 1882	Dodge, 1982		
cf. quarnerense *	(Schöder) Balech 1974	Balech, 1988			
steinii	(Jørgensen) Balech 1974	Pesantes, 1979			

* Nuevos registros para El Salvador

COLECCIÓN DE MACRO ALGAS MARINAS, ESCUELA DE BIOLOGÍA, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, 2007

Olga Lidia Tejada¹

INTRODUCCION

La rama de la Biología que se encarga del estudio de las algas es la Ficología, del griego ficos = alga y logos= tratado.

Las algas son organismos fotosintéticos con formas y estructuras muy variadas. Existen organismos unicelulares, coloniales, filamentosos hasta organismos multicelulares de estructuración compleja parenquimatosos, generalmente marinos, que pueden alcanzar tallas de hasta 70 metros, tal es el caso de las macroalgas café llamadas comúnmente "Kelps".

Convencionalmente las algas se han estudiado dentro de la Botánica como las plantas más simples, habitantes exclusivas de ambientes acuáticos salinos, salobres y dulceacuícolas.

Taxonomicamente² las algas se agrupan dentro de ocho Divisiones, que a su vez son separadas dentro de los Dominios: PROCARIOTA aquellas que carecen de núcleo verdadero y organelos de doble membrana, y EUCARIOTA las que si poseen núcleo definido y organelos con doble membrana. En el primer Dominio se ubican a las cianobacterias o algas de la División Cyanophyta, dentro del Reino Monera; el resto de algas se ubican dentro del Dominio EUCARIOTA y tradicionalmente ubicadas dentro del Reino Protista. Sin embargo en la actualidad algunos autores consideran que existen criterios celulares y moleculares suficientes para ubicarlas dentro del reino Plantae, en el sentido más amplio, es decir como grupos parafiléticos³ (Plantae sensu lato).

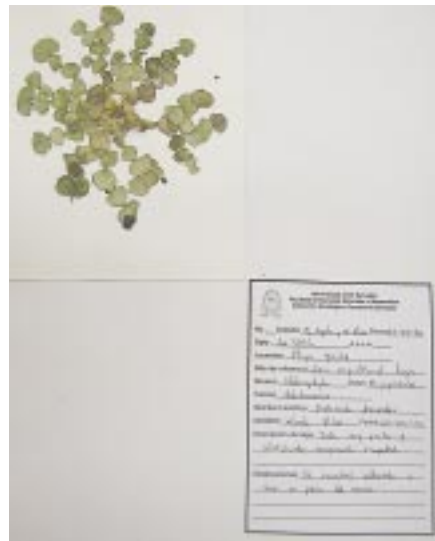
Es claro, que bajo el término "alga", se

agrupan de manera artificial a un grupo muy heterogéneo de organismos evidentemente polifiléticos, muy distintos entre sí, que no tienen más que unos pocos caracteres en común. Por lo que entre las divisiones que constituyen el grupo de algas, no puede trazarse una genealogía cierta. Algunas formas son decididamente más primitivas (algas cianofitas las cuales son procariotas) y otras presentan sin duda, puntos terminales de caminos evolutivos (rodófitas y feófitos).

ALGAS EN LA NATURALEZA

Los ambientes acuáticos en los que se distribuyen las algas, no siempre son cuerpos de agua estables; las algas marinas que crecen sobre rocas desnudas en las zonas intermareales, quedan expuestas a la desecación por largas horas, con cada marea baja, durante ese tiempo, los talos de las algas quedan expuestos a la falta de humedad, la intensidad lumínica, la alta temperatura del sustrato y de la atmósfera y a la escasez de nutrientes disponibles, lo que las somete a condiciones de mucho estrés ambiental. Sin embargo, la amplia distribución de las algas esta condicionada por su falta de exigencias y su capacidad de adaptación. A las algas en general, les basta una mínima concentración de nutrientes, temperaturas adecuadas y una débil intensidad de luz para sobrevivir. Cuando se forma un hábitat nuevo, las primeras especies que colonizan son las algas que en su filogenia se adaptan a estas condiciones.

La mayoría de las especies de algas marinas crecen abundantemente en las zonas intermareales hasta 50 metros de profundidad, según la



penetración de la luz y suelen fijarse a superficies porosas o carbonatadas, estableciendo marcados patrones de zonación vertical, de acuerdo la capacidad de tolerar el estrés ambiental causado por las mareas. En las zonas menos profundas que quedan secas durante las mareas bajas, las algas que dominan son formas menos foliosas, de pequeñas tallas o algas rojas coralinas. En las zonas de mayor profundidad por no quedar expuesta a la desecación, se encuentra la mayor diversidad y algas de mayor tamaño, generalmente algas rojas y café.

HISTORIA DE LA COLECCIÓN

La colección de macro algas marinas y estuarinas, compuesta por las Divisiones: **CHLOROPHYTA**, **RHODOPHYTA**, y **PHAEOPHYTA**, surge ante la necesidad de la Escuela de Biología de contar con un Centro donde se depositara y estuviera a disposición del público (estudiantes, profesores e investigadores) el material procedente de colectas de inventario y de distintos estudios ficológicos realizados. También había necesidad de conformar un Centro de Documentación donde se centralizara y sistematizara la información generada en dichos estudios, literatura especializada en el área de la Ficología y así poder respaldar investigaciones científicas y actividades académicas en esta área.

1. M.Sc. en Biología, Curadora de la colección, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, Universidad de El Salvador. E-mail: seagrass18@yahoo.com
2. Una lista de las categorías taxonómicas generalmente usadas incluiría el **dominio**, el **reino**, el subreino, el **filo** (o división, en el caso de las plantas), el subfilo o subdivisión, la superclase, la clase, la subclase, el orden, el suborden, la familia, la subfamilia, la **tribu**, la subtribu, el género, el sub-género y la especie (Wikipedia. Taxonomía. <http://es.wikipedia.org/wiki/Taxonom%C3%ADa>)
3. En taxonomía un grupo es parafilético cuando incluye el antepasado común de sus miembros, pero no a todos los descendientes de éste. <http://es.wikipedia.org/wiki/Parafil%C3%A9tico>

La Colección se originó en el año 2001 con el proyecto: Creación y Mantenimiento de la Colección Ficológica de Referencia de la Escuela de Biología, con el objetivo principal de ampliar el conocimiento sobre la flora ficológica marino-costera en nuestro país, mediante el trabajo básico de investigación, colecta e inventario. En ese primer momento el proyecto contó con el apoyo de la Dirección de la Escuela de Biología y de la Sub Unidad de Proyección Social. Se asignó un espacio para la colección dentro del Laboratorio de Ficología y se incorporaron tres estudiantes de la Licenciatura en Biología, quienes realizaron su servicio social, llevando a cabo la adecuación de las instalaciones y los primeros viajes de colecta, con la consecuente preservación, identificación taxonómica y elaboración de muestras secas de herbario.

En el año 2002, ya se contaba con un local permanente para el funcionamiento del Laboratorio de Ficología y la Colección de Referencia y se había obtenido el equipo mínimo necesario para su funcionamiento.

En julio del mismo año, se sometió a aprobación del Consejo de Investigaciones Científicas de la Universidad de El Salvador (CIC-UES), el Mega Proyecto: Actualización del Conocimiento de la Diversidad Florística, como Herramienta Importante en el Desarrollo Sustentable de El Salvador, y dentro de este Mega Proyecto, se implementó el Sub Proyecto: Inventario de las Poblaciones de Macroalgas de la Zona Marino-Costera de El Salvador.

A partir de junio de 2004 se comenzó a generar una base de datos y a entregar duplicados de muestras herborizadas al Herbario de La Universidad de El Salvador. En un principio la Colección contó casi exclusivamente con muestras derivadas de colectas del Sub-Proyecto

de Inventario, posteriormente se integró una colección de macroalgas de cinco manglares del Pacífico de Costa Rica, también las muestras de manglar del proyecto de investigación "Epibiosis vegetal del manglar del Estero de Jaltepeque". Además, se incorporaron a la colección ejemplares de macro algas colectadas en Holanda, donadas por la Ph.D. Rosa Delia Búcaro; así mismo se fueron incorporando las muestras debidamente identificadas provenientes de las diversas investigaciones de Cátedra y de investigaciones de tesis.

ESTADO ACTUAL DE LA COLECCIÓN

Con la implementación de la Colección de Referencia y el Laboratorio de Ficología, se ha logrado fomentar el interés por la investigación en el área de la Ficología y también fortalecer las siguientes actividades:

- Capacitación en técnicas de colecta, preservación, identificación taxonómica, elaboración de láminas fijas y muestras herborizadas para estudiantes interesados en el área, tesis y estudiantes en servicio social.
- Apoyo para el desarrollo de laboratorios y/o trabajos teórico-prácticos de diferentes cátedras de la Licenciatura en Biología. (Botánica I, Biología de Macroalgas Marinas, Biología de Manglares, Acuicultura y Biología Marina), en los cuales se le facilita a docentes y estudiantes el acceso a las instalaciones del laboratorio, equipo, acceso a la colección de referencia y fuentes bibliográficas.
- Atención a estudiantes, docentes y público en general que requiera consultar la colección de referencia de macroalgas marinas o necesite información del área de Ficología.

- Oportunidad para que estudiantes de la carrera de Biología realicen su servicio social.
- Realización de un inventario permanente de las poblaciones de macroalgas de ambientes marinos y estuarinos.

Se ha logrado actualizar y ampliar el conocimiento de la distribución y estado en que se encuentra la flora algal existente en el país.

Se ha adquirido literatura actualizada, por medio de donaciones y/o intercambios con Ficólogos de diferentes países.

Se ha iniciado una base fotográfica de macro algas de la Colección de Referencia, para la elaboración de un catálogo.

Se cuenta con material didáctico escrito, láminas fijas y muestras de especímenes en líquido. Así como, con una base de datos virtual actualizada.

A partir del año 2006, y gracias a una carta de entendimiento entre la Escuela de Biología y El Museo de Historia Natural de El Salvador, se comenzaron a depositar muestras de Macroalgas Herborizadas en el Herbario del Museo, y la colección se ha fortalecido con material de laboratorio que ha proporcionado el Museo.



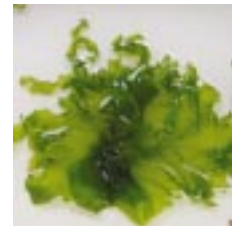
**COLECCIÓN FICOLÓGICA DE REFERENCIA
ESCUELA DE BIOLOGÍA
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
2007**



Bryopsis pennata



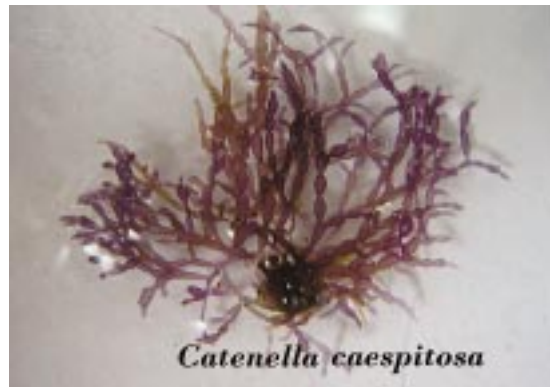
Boodleopsis verticillata



Monostroma spp.

**LISTADO DE ESPECIES
COLECTADAS EN EL SALVADOR**

DIVISIÓN CHLOROPHYTA				
Orden	Familia	Género	Especie	Sitio de Colecta
Bryopsidales	Bryopsidaceae	<i>Bryopsis</i>	<i>galapensis</i>	Los Cóbano
			<i>pennata</i>	Los Cóbano, El Pital y Maculiz
			<i>spp.</i>	Los Cóbano
	Caulerpaceae	<i>Caulerpa</i>	<i>racemosa var. peltata</i>	Maculiz
			<i>racemosa var. uvifera</i>	
	Codiaceae	<i>Codium</i>	<i>gippiorum</i>	Los Cóbano y Maculiz
			<i>edule</i>	
			<i>spp.</i>	El Zonte
	Udoteaceae	<i>Boodleopsis</i>	<i>verticillata</i>	Barra de Santiago, Jaltepeque y Jiquilisco
			<i>pusillus</i>	Los Cóbano
<i>Chlorodesmis</i>		<i>spp.</i>	Los Cóbano y Maculiz	
		<i>Halimeda</i>	<i>discoidea</i>	Los Cóbano, El Pital y Maculiz
Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Chaetomorpha</i>	<i>antenina</i>	El Pital, El Zonte, Maculiz
			<i>spp.</i>	El Pital, El Zonte
		<i>Rhizoclonium</i>	<i>riparium</i>	Barra de Santiago, Los Cóbano y El Tamarindo
			<i>spp.</i>	Puerto Cutuco
	Boodleaceae	<i>Phyllocladon</i>	<i>anastomosans</i>	Los Cóbano
Siphonocladales	Siphonocladaceae	<i>Cladophoropsis</i>	<i>membranacea</i>	Jaltepeque
Ulvales	Ulvaceae	<i>Enteromorpha</i>	<i>flexuosa</i>	Los Cóbano
			<i>prolifera</i>	Jaltepeque
	Monostromataceae	<i>Monostroma</i>	<i>spp.</i>	Maculiz



DIVISIÓN RHODOPHYTA				
Orden	Familia	Género	Especie	Sitio de Colecta
Ceramiales	Rhodomelaceae	<i>Acanthophora</i>	<i>spicifera</i>	Los Cóbano
		<i>Bostrychia</i>	<i>calliptera</i>	Barra de Santiago, Jaltepeque y El Tamarindo
			<i>moritziana</i>	
			<i>pinnata</i>	Barra de Santiago, Jaltepeque,
		<i>radicans</i>	Barra de Santiago, Jaltepeque y El Tamarindo	
		<i>tenella</i>	Jaltepeque	
		<i>Chondria</i>	<i>concrensens</i>	Los Cóbano
		<i>Herposiphonia</i>	<i>spp</i>	
		<i>Laurencia</i>	<i>papillosa</i>	
		<i>Polysiphonia</i>	<i>bifurcata</i>	
		<i>Ceramium</i>	<i>paniculatum</i>	Los Cóbano y Maculiz
			<i>spp</i>	
		<i>Centroceras</i>	<i>clavulatum</i>	Los Cóbano
		<i>Griffthsia</i>	<i>barbata</i>	
		<i>Pleonosporium</i>	<i>mexicanum</i>	Maculiz
	<i>Spyridia</i>	<i>spp.</i>		
	Delesseriaceae	<i>Caloglossa</i>	<i>lepriurii</i>	Barra de Santiago, Jaltepeque, El Tamarindo y Cutuco
			<i>stipitata</i>	Barra de Santiago y Jaltepeque
	Caulacantaceae	<i>Catenella</i>	<i>caespitosa</i>	Jiquilisco
			<i>impudica</i>	Barra de Santiago Jaltepeque, Jiquilisco y El Tamarindo

DIVISIÓN RHODOPHYTA				
Orden	Familia	Género	Especie	Sitio de Colecta
Bonnemaisoniales	Bonnemaisoniaceae	<i>Asparagopsis</i>	<i>taxiformis</i>	Los Cóbano
Corallinales	Corallinaceae	<i>Amphiroa</i>	<i>spp.</i>	
Rhodyimiales	Rhodymeniaceae	<i>Botryocladia</i>	<i>pyriformis</i>	Maculiz
Nemaliales	Liagoraceae	<i>Dermonema</i>	<i>frappieri</i>	La Libertad
	Chaetangiaceae	<i>Galaxaura</i>	<i>oblongata</i>	Los Cóbano
			<i>spp.</i>	Los Cóbano, El Pital y Maculiz
Liagoraceae	<i>Liagora</i>	<i>spp.</i>	Los Cóbano	
Gelidiales	Gelidiellaceae	<i>Gelidiella</i>	<i>pannosa</i>	Los Cóbano y Maculiz
			<i>spp.</i>	
	Gelidiaceae	<i>Gelidiopsis</i>	<i>spp.</i>	Los Cóbano
			<i>Gelidium</i>	<i>pusillum</i> var. <i>pusillum</i> <i>spp.</i>
		<i>Gelidiella</i>	<i>spp.</i>	
Gracilariales	Gracilariaceae	<i>Gracilaria</i>	<i>mammillaris</i>	Los Cóbano
			<i>spp.</i>	
Gigartinales	Hypneaceae	<i>Hypnea</i>	<i>pannosa</i>	Los Cóbano y Maculiz
			<i>spp.</i>	Los Cóbano, El Pital, Maculiz
	Wurdemanniaceae	<i>Wurdemannia</i>	<i>spp.</i>	Maculiz



DIVISIÓN PHAEOPHYTA				
Orden	Familia	Género	Especie	Sitio de Colecta
Scytosiphonales	Scytosiphonaceae	<i>Colpomenia</i>	<i>sinuosa</i>	Los Cóbano, La Perla y Maculís
	Chnoosporaceae	<i>Chnoospora</i>	<i>minima</i>	El Pital
Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Dictyopteris</i>	<i>spp</i>	El Faro
		<i>Dictyota</i>	<i>dichotaoma</i>	Los Cóbano
			<i>divaricata</i>	Los Cóbano y Maculís
		<i>Padina</i>	<i>chripata</i>	Los Cóbano, El Pital y Maculíz
			<i>pavonica</i>	Maculíz
			<i>vickersiae</i>	Los Cóbano
			<i>spp.</i>	Los Cóbano y Maculís
Ralfsiales	Ralfsiaceae	<i>Ralfsia</i>	<i>spp</i>	Los Cóbano
Fucales	Sargassaceae	<i>Sargassum</i>	<i>fluitans</i>	Maculíz
			<i>liebmannii</i>	Los Cóbano
			<i>spp.</i>	



Dictyota dichotaoma



Padina pavonica



Sargassum liebmannii

DE INTERÉS PARA TU CONOCIMIENTO

<http://www.marn.gob.sv/?fath=19&categoria=161&articulo=88&subcat=Y>



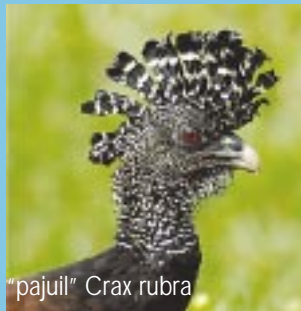
Ministerio de
Medio Ambiente y
Recursos Naturales

Patrimonio Natural

Aves en El Salvador



"pava negra" *Penelopina nigra*



"pajuil" *Crax rubra*

El Salvador a pesar de su extensión territorial de 21.041 km², presenta un alto grado de riqueza de vegetación y condiciones de hábitat, lo cual se refleja asimismo en la riqueza de especies de aves que en cada una ocurren, habiéndose registrado 536 especies de aves, de estas 248 son

residentes, 97 migratorias, 18 migratorias parciales, 29 vagabundas migratorias, 20 vagabundas no determinadas, 46 transeúntes, 73 de estado no definido para el país, 3 migratorias reproductoras y 2 están extirpadas.

La categorización* de las diferentes especies obedece a su comportamiento reproductor u ocurrencia en el país, así se tiene:

- 1.- residentes: si se observa construcción de nidos o la presencia de juveniles demasiado jóvenes para tener una muda post-juvenil completada.
- 2.- migratorias: son especies que pasan parte del año en El Salvador, generalmente permaneciendo por un período extendido (varios meses) antes de regresar a sus países de origen. La mayoría de los migratorios se reproducen en Norte América y pasan el invierno del norte en El Salvador.
- 3.- migratorias parciales: son migratorias que poseen tanto poblaciones reproductivas como no reproductivas en El Salvador.
- 4.- vagabundas migratorias: especies con comportamiento migratorio pero de ocurrencia irregular en El Salvador.
- 5.- vagabundas no determinadas: especies de las cuales no se ha observado reproducción en El Salvador y que poseen menos de cinco registros en total.
- 6.- transeúntes: son migratorias que no son conocidas regularmente durante su estadía de invierno en El Salvador.

- 7.- de estado no definido para el país: son residentes o especies no migratorias de las cuales no se ha observado reproducción en el país.
- 8.- migratorias reproductoras: son especies que se reproducen en El Salvador y posteriormente migran a Sudamérica donde son "visitantes reproductores".
9. extirpadas: especies cuyas poblaciones han desaparecido en todo el territorio nacional, pero que existen a nivel regional.

La ocurrencia de las diferentes especies de aves en El Salvador está regida de acuerdo a las características del ambiente natural donde habitan (bosques nebulosos, bosques secos, acantilados rocosos, esteros, cauces de ríos, bosques de pino, zonas abiertas, etc.).

Debido a lo especializado de algunas zonas del país en cuanto a la vegetación y condiciones existentes, principalmente en bosques nebulosos, las especies de aves que de ella dependen desarrollan un grado de especialización en cuanto a estrategias de forrajeo (alimentación), anidación, fenología (relación con la vegetación), entre otros, lo que les facilita adaptarse mejor y sobrevivir y competir con otras especies.

Cuando las condiciones son de características bien particulares y por ende exigen a la fauna que de ella depende una serie de adaptaciones "extra" para dicho entorno y en algunos casos, hay especies que desarrollan restricción por esta situación, y es cuando se habla de endemismo.

En El Salvador, la mayor cantidad de especies endémicas están presentes en las zonas altas, principalmente en los bosques nebulosos, totalizando 18, estas son compartidas con otros países de la región desde la parte SE de México, Guatemala, Honduras y Nicaragua, cubriendo una extensión de 50,000 km² de perímetro e incluyen lo que se conoce como las montañas altas del norte de Mesoamérica y no ocurren en otro parte del mundo.

* (Modificado de Komar y Domínguez, 2001).



BIOTECNOLOGÍA MODERNA: *Transgénesis y Bioseguridad*

M^a Fernanda Pardo¹

¿QUÉ SE ENTIENDE POR BIOTECNOLOGÍA Y TRANSGÉNESIS?

El término de biotecnología se define como: cualquier aplicación tecnológica que utiliza sistemas biológicos, organismos vivos o sus derivados para crear o modificar productos y procesos para usos específicos (CDB, 1993). El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2005) amplía este concepto entendiendo que a partir de esas tecnologías se obtienen además servicios y conocimientos.

Estas acepciones de la biotecnología son aplicables a diversos sectores o ámbitos de generación de conocimientos, sea esto en el área de la medicina, agricultura, industria alimentaria, industria textil, etc. En este sentido la producción tradicional del pan o de la cerveza están comprendidos como procesos biotecnológicos, constituyendo de esta manera la *biotecnología clásica o biotecnología convencional*. Es decir, aquella que explota a los organismos existentes en la naturaleza con propósitos tecnológicos.

Por otro lado, cuando se habla de *biotecnología moderna*, se refiere a la

relación existente de la biotecnología con los avances de la biología molecular. Esta última definición según el Protocolo de Cartagena constituye *"...la aplicación de técnicas in vitro de ácido nucleico, incluidos el ácido desoxirribonucleico recombinante (ADNr) y la inyección directa de ácido nucleico en células u organelos, o la fusión de células más allá de la familia taxonómica, que superan las barreras fisiológicas naturales de la reproducción o de la recombinación y que no son técnicas utilizadas en la reproducción y selección tradicional, que se aplican para dar origen a organismos genéticamente modificados..."* (Protocolo de Cartagena, 2000, art.3).

Dentro de la aplicación de la Biotecnología Moderna se encuentran los organismos transgénicos, conocidos como *Organismos Vivos Modificados (OVMS)* o también llamados *Organismos Genéticamente Modificados (OGMs)*. Los OVMS son organismos vivos que presentan una combinación nueva de material genético, la cual se logra a través de la aplicación de la biotecnología moderna. En otras palabras, un OVM constituye un organismo vivo que por medio de una tecnología en particular, ha adquirido ciertas características

que lo hacen diferente del organismo que no ha sido genéticamente modificado (Fig. 1).



Figura 1. Cerdos transgénicos, capaces de utilizar el fósforo no digerible de las plantas. Fuente: Guelph Transgenic Pig Research Program. <http://www.uoguelph.ca/enviropig/>

Desde el punto de vista comercial o productivo, para un cultivo transgénico o un animal transgénico esa nueva característica puede significar mayores rendimientos de producción; resistencia frente a ciertos patógenos tales como hongos, insectos, (Fig.2) etc.; resistencia a factores abióticos (sequía, salinidad); producción de derivados específicos (leche con menores contenidos de lactosa, madera con menor contenido de lignina); entre otras.



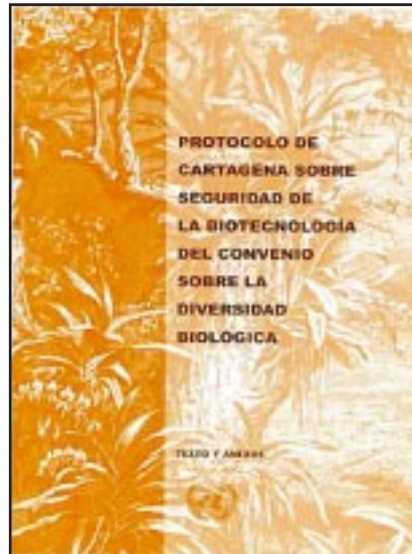
Figura 2. Maíz transgénico - evento MON 810 - resistente a ciertos insectos plaga (lepidpteros).

Actualmente la aplicación de la transgénesis trasciende el sector agropecuario, abarcando además los ámbitos de la biomedicina, la investigación, la industria, los procesos de biorremediación, entre otros. La utilización de la transgénesis es muy valiosa en algunos de los citados sectores. Un ejemplo de ello lo constituye el área de la biomedicina, en la cual se utilizan animales (por ejemplo, ratas, ratones y conejos) como modelos de experimentación que permiten dilucidar ciertos procesos biológicos e incluso han ayudado a comprender ciertas enfermedades humanas de importancia.

LA SEGURIDAD DE LA BIOTECNOLOGÍA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

El avance de la biotecnología moderna en las últimas décadas fue acompañado con la elaboración e implementación de un protocolo internacional sobre la seguridad de la biotecnología moderna, conocido como el *Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología*.

El mismo se adoptó en el año 2000 y entró vigor a partir del año 2003. Este protocolo emana del *Convenio de Diversidad Biológica*, frente a la necesidad de contar con un instrumento internacional que abordara específicamente los posibles efectos adversos de los productos de la biotecnología moderna sobre el medio ambiente y



la salud humana. Principalmente se concentra en los movimientos transfronterizos² de cualquier OVM que pudiera tener efectos adversos en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica.

A partir de la aprobación de este Protocolo se elaboraron proyectos a cargo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) y el Banco Mundial (BM) para asistir a los países en vías de desarrollo a prepararse para la entrada en

vigencia del Protocolo y para promover la generación de sus Marcos Nacionales de Bioseguridad (MNBS). En América Latina hasta el momento, 25 países son parte del citado Protocolo³.

Bioseguridad: conjunto de medidas (políticas, reglas, normas y procedimientos) adoptadas para garantizar la salud, la seguridad de la población y la conservación del medio ambiente, frente a los posibles efectos adversos de los OVMs y sus derivados.

Un MNBS comprende un conjunto de componentes tendientes a regular la temática nacional en lo referente a los OVMs, con el fin de salvaguardar la salud humana y el medio ambiente.

Estos componentes se ajustan a las necesidades y posiciones políticas de cada país. No obstante, es preciso que cada Marco cuente con un **componente político** que refleje la posición nacional respecto a los OVMs; un **componente regulatorio** que regule, a través de leyes, decretos, regulaciones técnicas u otro tipo de guías, todas las actividades relacionadas con los OVMs y la biotecnología moderna en general; un **componente de toma de decisiones**, el cual defina un sistema administrativo y técnico; un **componente de fiscalización y monitoreo** que haga el correspondiente control y seguimiento de las actividades con OVMs y sus derivados; y por último un

2. **Movimiento transfronterizo:** aquel movimiento de un OVM de una Parte a otra Parte (PC, 2000).

3. **Países Parte:** Antigua & Barbuda, Bahamas, Barbados, Belice, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Grenada, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, St Kitts & Nevis, St Lucia, St Vincent & the Grenadines, Trinidad & Tobago, Venezuela. **Países no Parte:** Argentina, Chile, Uruguay, Honduras, Guyana, Haití, Jamaica, Suriname.

componente de participación pública y acceso a la información, que tenga como fin superar la barrera del desconocimiento y poner la información al alcance de todos (Figura 3).



Figura 3. Componentes de un Marco Nacional de Bioseguridad.

Es indiscutible el progreso que la biotecnología, y particularmente la transgénesis, han adquirido en las últimas décadas, en los diferentes sectores de la economía (investigación, medicina, agropecuaria, industria, etc.). Por ello es importante que cada país cuente con un MNBS definido, en todos los ámbitos de aplicación, que tienda a preservar la soberanía nacional en lo referente a los OVMs.

REFERENCIAS

CDB (Convenio sobre la Diversidad Biológica) (1993). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Disponible en: <http://www.cbd.int/>

SCDB (2000). Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: texto y anexos. Montreal, SCDB (Secretaría del Convenio de Diversidad Biológica). Disponible en: <http://www.cbd.int/>

PNUD. 2005. Desarrollo Humano en Uruguay 2005. El Uruguay hacia una estrategia de desarrollo basada en el conocimiento. Disponible en: <http://www.undp.org.uy/>

SITIOS DE INTERÉS

<http://bch.biodiv.org/> Centro de Intercambio de Información sobre la Seguridad de la Biotecnología (CIISB). Sitio que contiene información sobre bioseguridad de los países Parte y No Parte del Protocolo de Cartagena.

<http://qmoinfo.jrc.it/default.asp> Biotechnology and GMOs. Información disponible sobre OVMs vegetales y otros organismos y productos biotecnológicos.

<http://www.agbios.com/> AGBIOS. Base de datos de cultivos transgénicos, describe la constitución genética de los eventos, sus características, países de producción, etc.

<http://www.fao.org/biosecurity/> Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Sitio específico sobre biotecnología y bioseguridad que tiene disponible guías y artículos técnicos sobre esta temática.

http://www.fao.org/biotech/inventory_admin/dep/default.asp Base de datos de la FAO de animales, cultivos agrícolas y forestales. Detalla la característica del evento, su estatus, descripción general, etc.

<http://www.gmo-compass.org/eng/home/> GMO-Compass. Base de datos de la Unión Europea que contiene información sobre los OVMs vegetales que han sido aprobados o están en espera de aprobación en la UE.

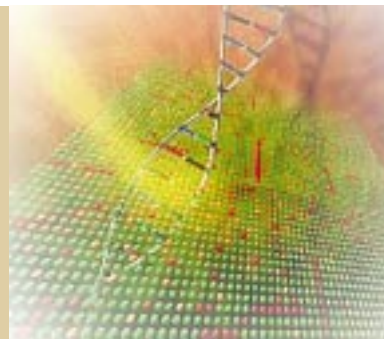
<http://www.isaaa.org> International Service for the acquisition of agrobiotech applications.

<http://www.med.umich.edu/tamc/links.html#Databases> Transgenic Animal Web. Base de datos de ratones.

<http://www.unep.ch/biosafety/> Sitio del PNUMA que cuenta con información sobre las propuestas de los MNBS de los países que participaron de los Proyectos de Desarrollo del Marco Nacional de Bioseguridad. Además cuenta con información general del Protocolo de Cartagena y otros Proyectos desarrollados por PNUMA.

<http://www2.oecd.org/biotech/> Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). Base de datos sobre eventos vegetales.

CENTRO DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD DE LA BIOTECNOLOGÍA DEL PROTOCOLO DE CARTAGENA, UNA HERRAMIENTA ÚTIL PARA LA PROTECCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD



Roberto Mansilla Samaniego¹ y César López Bonilla²

El protocolo de Cartagena Sobre Seguridad de la Biotecnología, nace el 29 de enero del 2000, como un acuerdo suplementario en la Convención sobre la Diversidad Biológica y entra en vigor el 11 de septiembre del 2003. Este acuerdo internacional marca el compromiso de la comunidad internacional para asegurar la transferencia, manipulación y uso seguro de organismos modificados mediante biotecnología moderna, con la finalidad de enfrentar los potenciales riesgos sobre la diversidad biológica y la salud humana. Además, este acuerdo se centra básicamente en los movimientos transfronterizos.

Una de las disposiciones en este protocolo indica establecer un centro de intercambio de información, con la finalidad de prestar asistencia a las Partes (Estados firmantes del protocolo) en la aplicación de sus disposiciones y para facilitar el intercambio de información y experiencia en relación con los organismos vivos modificados (OVMs).

Centro de Intercambio de Información

Es de entenderse como Centro de Intercambio de Información a cualquier institución o mecanismo que colecte y distribuya información, en el que se reúnen tanto ofertantes como demandantes de esta.

El Centro de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología (CIISB) es el nombre con el cual se llamó al correspondiente del Protocolo de Cartagena y que en inglés es conocido como "Biosafety Clearing House" (BCH).

El CIISB, dado que tiene la responsabilidad de mantener la máxima eficiencia en su labor, debía de funcionar preferentemente basado en el último adelanto del sistema de movimiento de información que representa el Internet y de esta manera recoger la información de los estados partes y no partes del protocolo (ofertantes) y ser visitado a través de su Portal Central por cualquier persona (demandante). que

requiera información oficial y actualizada sobre bioseguridad.

Historia

El CIISB se implementó por fases, al inicio comenzó como una etapa piloto siguiendo la recomendación de la primera reunión del Comité Intergubernamental para el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (CIPC) realizada en diciembre del 2000, para luego en noviembre del 2003 ser lanzada la versión 2.0 de dicha fase piloto.

Posteriormente, en la Primera Reunión de las Partes del Protocolo fue aprobada la transición de la etapa piloto a la fase de pleno funcionamiento el 27 de febrero de 2004; desde entonces año a año, vienen implementándose nuevas bases de datos y servicios. En diciembre de 2006 es liberada la versión offline en CD-ROM, la cual contiene todos los registros y bases de datos del CIISB, así como, la función de búsqueda para llegar a aquellos. Recientemente en noviembre del 2007 se ha liberado la

versión renovada del CIISB (<http://bch.cdb.int>) que presenta características mejoradas respecto a la versión anterior, además, el Portal Central presenta apariencia más amigable para aquellos que entran por primera vez.

Importancia del BCH

El Centro de Intercambio de Información sobre seguridad de la Biotecnología (CIISB), ha de guiarse por los principios de inclusión, transparencia y equidad; y debe estar abierto a todos los gobiernos, para establecerse como un mecanismo que promueva y facilite la asistencia científica, técnica y legal; basándose en un sistema organizado y seguro de almacenamiento y manejo de la información. Este Centro ha de permitir a muchos de los países que forman parte del protocolo que presentan desventajas respecto al desarrollo de la biotecnología moderna y/o carezcan de experiencias en bioseguridad, tener acceso a información actualizada de otros países en este tema. Conocimiento que en ellos tendrá la

1 Docente Auxiliar Departamento de Biología Universidad Nacional Agraria La Molina - Perú. rmansilla@lamolina.edu.pe

2 Docente Principal Departamento de Biología Universidad Nacional Agraria La Molina - Perú.

finalidad de desarrollar capacidades y contribuya a la elaboración de sus propios marcos legales y regulatorios; y posteriormente, puedan tomar decisiones y medidas frente a Solicitudes de movimiento, uso y liberación voluntaria e involuntaria de organismos vivos modificados. Por lo tanto, es de importancia disponer de dicha información, sin que las deficiencias materiales o técnicas de las instituciones responsables de la bioseguridad de un país, sean de impedimento. Por lo que, el requerimiento necesario que ha de cumplirse para acceder a dicha información, es simplemente el acceso, mediante cualquier medio, al Internet mediante una PC.

El CIISB no solo es utilizado por los estados que son parte del protocolo de Cartagena, puesto que también lo utilizan los estados que no lo son, enviando su información nacional para ser puesta a libre disposición. En tal sentido, el CIISB no solo se constituye en un conjunto de bases de datos, útil para asistir a las partes en la implementación efectiva del Protocolo de Cartagena; si no también, en el lugar donde se puede recoger información global importante, necesaria para el comercio internacional seguro de organismos vivos modificados y sus derivados.

Funcionamiento

Para el desarrollo del CIISB, juegan un rol muy importante los puntos o centros focales, quienes fueron creados con la finalidad de recoger y organizar la información, promoviendo el trabajo en redes entre los organismos de gobierno, grupos de expertos, organizaciones no gubernamentales y el sector privado. Los Puntos Focales del CIISB administran la información nacional requerida por mandato del Protocolo de Cartagena la cual debe ser puesta a libre disposición de los usuarios mediante la publicación en el Portal Central.

El ingreso y manejo de información se realiza, a través, del "Centro de Gestión" (consiste en un mecanismo electrónico basado en la "Web" de envío, actualización y corrección de la información), cuyo uso está restringido a los contactos nacionales

autorizados (Puntos focales y Autoridades Nacionales Competentes) mediante claves de acceso. De igual manera la información que será publicada proveniente de algún contacto nacional, tal como el de una autoridad nacional competente, deberá ser validada por el punto focal nacional antes de su publicación en el Portal Central.

De darse el caso que la información enviada por la autoridad nacional competente sea deficiente o esté mal ingresada, el Punto Focal tiene la potestad de devolverla, pidiendo sea cambiada o completada de acuerdo a los formularios diseñados para tal fin por la secretaria de la CDB. Por lo tanto, el punto focal nacional es responsable del correcto envío de la información nacional de todas las instituciones designadas por el estado para el tema de bioseguridad.

¿Cual es el tipo de información que debe ser enviado al CIISB?

La información nacional que las partes están obligada a proveer al CIISB son las siguientes:

- Datos de contactos nacionales: Punto Focal Nacional de enlace a la Secretaría, Punto Focal Nacional del CIISB, Punto de contacto para recibir notificaciones relacionados a movimientos transfronterizos involuntarios de OVMs y las Autoridades Nacionales Competentes, y bases de datos nacionales relacionados a la aplicación del Protocolo de Cartagena.
- Leyes y Reglamentaciones: Leyes Nacionales, reglamentaciones y directrices para la aplicación del protocolo, y aquellos que estén relacionados a la introducción de OVMs. Acuerdos bilaterales, regionales y multinacionales para la aplicación del protocolo, celebrados antes y después de puesto en vigor el Protocolo de Cartagena.
- Decisiones y Declaraciones: En ella deben incluirse las decisiones sobre los OVMs que deban aplicarse el Acuerdo Fundamentado Previo.

- Decisiones sobre los OVMs para el uso directo como alimento humano, animal o para procesamiento así como otras decisiones y declaraciones distintas a las anteriores sobre OVMs.
- Resúmenes sobre las evaluaciones de riesgo o exámenes ambientales de los OVMs.
- Base de Datos: como la lista de identificadores único para cada modificación genética de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico).

Formas de envío de información de cada país

Cada país deberá elegir, de acuerdo a su realidad, un sistema con el cual deba cumplir con su compromiso de envío de la información nacional al CIISB. Este sistema elegido por el país, debe tomar en cuenta la realidad de sus instituciones responsables del manejo y el envío de la información relacionada a Bioseguridad conforme al mandato del Protocolo. Además en la elección se ha de considerar las condiciones de manejo y uso, tanto de equipos como de programas de sistemas informáticos, acceso a Internet, y la posible frecuencia del registro de información.

El envío de información al CIISB está adecuado para que pueda ser cumplido por todos los países que forman parte del protocolo, incluyendo aquellos en cuyas entidades estatales responsables de la bioseguridad no presenten el personal experimentado y los suficientes medios económicos o tecnológicos. Por lo tanto, para tal fin, cada país debe elegir una de las siguientes opciones:

Opción 1 consiste en el Registro de datos directamente en el Portal central utilizando el Centro de Gestión.

Opción 2 consiste en registrar los datos localmente en las plantillas de bases de datos y enviarlos al Portal Central, bajo cualquier medio.

Opción 3 poner la información en una base de datos a través de un sitio Web local, y permitir al motor de búsqueda del Portal Central recuperarlos.

Opción 4 poner la información en bases de datos nacionales de CIISB, y poner a disposición en forma activa esos datos a través del Portal Central utilizando los protocolos de interoperabilidad del CIISB.

De igual modo también puede usar combinación de estas, ya que el uso de una no representa la exclusión de las otras.

El Sitio Web del CIISB de Perú

El Perú en el año 2004, ratificó el Protocolo de Cartagena sobre Prevención de Riesgos Biotecnológicos, en el cual aceptó cumplir con las disposiciones de dicho Protocolo, entre otras, está el enviar información nacional al Centro de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología moderna y hacer disponibles medios de facilitación para el conocimiento público sobre los temas que involucra la bioseguridad.

El Perú eligió la opción 1 (a través del Centro de Gestión) para el envío de información al Portal Central. Sin embargo, debía establecerse un mecanismo de publicación de información nacional que incluyera aquella que no necesariamente fuese la requerida por mandato del Protocolo, pero necesaria para concienciación, educación y participación pública sobre el tema de bioseguridad. Con tal objetivo se creó el Sitio Web Nacional del Centro de Intercambio de Información de Perú (<http://pe.biosafetyclearinghouse.net/>), en donde se encuentra publicada toda la información nacional sobre bioseguridad, es interoperable con el CIISB, esto significa, que cualquier información que sea introducida en el Portal Central a través del Centro de Gestión,

es automáticamente desplegada en el Sitio Web Nacional. Para dicho propósito se hizo uso de la aplicación Hermes creada por la Secretaría de CDB, la cual fue desarrollada con el objetivo de permitir crear los Sitios Web Nacionales, sin que ello represente exagerados gastos para los estados partes del Protocolo.

El Sitio Web del CIISB de Perú permite a los diferentes sectores de la sociedad peruana tener acceso a noticias, eventos, bases de datos, conocimiento legal y técnico sobre bioseguridad. Información que proviene de fuentes oficiales y científicas que procura no tener sesgo ideológico como la que abunda en la Internet. De esta manera se busca tener en la sociedad una percepción objetiva sobre los OVMs e idea clara sobre bioseguridad, basada en el conocimiento legal y científico. De igual manera, permitirá a las autoridades nacionales competentes tomar las medidas de seguridad suficientes para prevenir efectos en la biodiversidad y en la salud humana que pudiese ocasionar algún OVM en el país.



Bibliografía

- Secretaría del Convenio de la Diversidad Biológica, 2004. El Centro de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de Biotecnología. Una Guía al BCH. Montreal: Secretaría del Convenio de la Diversidad Biológica.
- Secretaría del Convenio de la Diversidad Biológica y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, (2007). La prevención de los riesgos de la biotecnología y el medio ambiente. Introducción al Protocolo de Cartagena relativo al Convenio sobre la Diversidad Biológica. <http://www.cbd.int/doc/publications/bs-brochure-04-es.pdf>.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2000). Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: texto y anexos. Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2007) Cartagena Protocol on Biosafety: From Negotiation to Implementation. <http://www.cbd.int/doc/publications/bs-brochure-02-en.pdf>.



<http://www.redbio.org:80/newsredbio.asp?ld=391>

Declaración de Viña del Mar

REDBIO 2007

26 de octubre de 2007

1- Los 600 participantes de 21 países presentes en el **VI Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Biotecnología Agropecuaria REDBIO 2007**, reunidos en Viña del Mar, Chile, concientes que la agrobiotecnología puede ser un importante factor en el desarrollo sostenible, en la seguridad alimentaria, en el bienestar ambiental y social, y en el fomento de la futura bioeconomía, expresan su fuerte apoyo al uso de las agrobiotecnologías como componente integral a las estrategias de desarrollo de Latinoamérica y el Caribe. Estas tecnologías tienen la capacidad de brindar alimentos sanos e inoecuos en suficiente cantidad, y facilitan prácticas agronómicas más sustentables desde un punto de vista ambiental y social.

2. También reconocen el valor de un marco regulatorio sensato, que permita la evaluación e introducción segura y efectiva de la biotecnología agrícola incluyendo la ingeniería genética, y que asegure razonablemente la inocuidad alimentaria y la sostenibilidad ambiental.

3- Es importante notar que la experiencia acumulada durante la primera década desde la comercialización de los productos obtenidos con el uso de la Biotecnología Moderna, en más de 100 millones de hectáreas en 21 países, ha demostrado con bases científicas que los cultivos así obtenidos no tienen perfiles de riesgo diferentes al de los desarrollados a través de otras técnicas de mejoramiento. No se han materializado los riesgos potenciales previstos en la salud y en ambiente. Se ha demostrado que esta tecnología trae beneficios ambientales y económicos. Millones de agricultores, en su mayoría pequeños y en países en desarrollo, ya se benefician en otras partes del mundo.

4.- A la vez, los fundamentos en que se basan las regulaciones existentes fueron establecidos cuando el uso comercial de los transgénicos era incipiente, y no incorporan la información recaudada a través de más

de 10 años de uso extensivo. Esta falta de actualización contribuye al retraso del desarrollo y uso de la Biotecnología Moderna en Latinoamérica y el Caribe. Esto a su vez incrementa la brecha tecnológica que existe entre esta región y los países industrializados, impidiéndole ejercer soberanía sobre sus recursos genéticos.

5-. Notamos con preocupación que la continua tendencia hacia una regulación excesiva también está frenando el desarrollo de nuestros cultivos, y no está permitiendo que los avances de los investigadores latinoamericanos beneficien a la sociedad. Este exceso en la regulación aumenta los costos y afecta desproporcionadamente al sector público y a las pequeñas empresas.

6-. Los adelantos biotecnológicos en Latinoamérica y el Caribe han sido crecientes y seguirán jugando un papel cada vez más importante. También confiamos en que es posible formular marcos regulatorios enfocados en los riesgos científicamente fundamentados y no en los percibidos o teóricos, para así cuidar la seguridad ambiental y la inocuidad alimentaria, sin impedir innecesariamente su desarrollo.

7-. Por consiguiente, solicitamos que los marcos regulatorios de bioseguridad consideren la historia del uso seguro que los transgénicos han tenido en el mundo por más de una década. Es especialmente importante que las normas en la región, contemplen tanto los beneficios como los riesgos de la tecnología y los analicen, teniendo como referente los sistemas de producción agrícola actuales. Deben a su vez fomentar y facilitar la innovación y aplicación tecnológica en beneficio de nuestros pueblos.

Alienta pensar que estos desarrollos tecnológicos continuarán siendo uno de los motores para el desarrollo de América Latina y el Caribe.

REFLEXIONES SOBRE BIOTECNOLOGÍA MODERNA EN EL SALVADOR



José Rafael Vega López¹

El proceso de adopción de la biotecnología en El Salvador, debe ir acompañado por un marco regulatorio de bioseguridad y de análisis de riesgos, especialmente cuando se asocia al movimiento transfronterizo de productos agrobiotecnológicos, como los Organismos Vivos Modificados (OVMs). En el marco de los acuerdos internacionales relacionados a la bioseguridad y su implementación, inciden sobre la generación y transferencia de tecnología, el comercio, la capacidad institucional en análisis y manejo de riesgo, costos adicionales en los sistemas de producción y sobre la propiedad intelectual. En caso de que la Sociedad decida adoptar a la biotecnología como un eje transversal de desarrollo en varios campos productivos los lineamientos de una Política Nacional de Biotecnología pueden resultar estratégicos.

IMPORTANCIA DE UNA POLÍTICA NACIONAL DE BIOTECNOLOGÍA

El avance impresionante del conocimiento en el ámbito de las ciencias biológicas es cada vez más vertiginoso. Esto es el resultado del desarrollo de la biología celular y molecular y una serie de biotécnicas, que incluyen a la ingeniería genética, al cultivo de células y los nuevos procesos de fermentación y biosíntesis. Estas técnicas constituyen “la nueva biotecnología” o “biotecnología moderna” cuyo campo de operación se ubica dentro de la genética, la microbiología, la bioquímica y la ingeniería de procesos.

La biotecnología moderna junto con la informática, forma parte en la actualidad de la revolución científico-tecnológica que está transformando el modelo de producción, el modo de vivir y la estructura económica mundial. Estas nuevas tecnologías han sido implementadas y aplicadas rápidamente en los países desarrollados.

Este desarrollo científico y tecnológico está transformando simultánea y aceleradamente el marco internacional hacia un proceso de globalización intensivo que representa grandes retos para los países subdesarrollados en general. La revolución científico-tecnológica actual es justamente una verdadera revolución y condiciona e impacta la economía, sociedad, organizaciones empresariales y gremiales, aparato estatal, sistema educativo, vida familiar y vínculos funcionales y conductuales.

En este contexto es importante destacar que el desarrollo de la biotecnología en un país determinado implica la creación y conjunción de una serie de capacidades en distintas organizaciones y empresas. Aún cuando la responsabilidad más importante del desarrollo de la biotecnología le corresponde a las empresas, al Estado le toca jugar un papel muy importante en la promoción, orientación, legislación y consolidación del proceso de adopción de la biotecnología; es decir, formulando una serie de iniciativas gubernamentales que estimulen y posibilitan la participación activa del sector privado.

Una de las iniciativas estratégica podría ser una propuesta de política para la innovación tecnológica, que integre una serie de elementos específicos para promover el desarrollo de capacidades en biotecnología; en este orden de cosas, es necesario en señalar que con la apertura económica que experimenta El Salvador, las empresas nacionales se exponen a la competencia de productos importados y producidos localmente por empresas extranjeras. Esto obliga a la industria y agricultura nacional a ser competitivos, sea por menores precios, o por mayor calidad y nuevos productos. Ambas alternativas exigen en última instancia una capacidad de innovación, tanto tecnológica como organizacional y comercial, que permita crear y mantener ventajas competitivas frente a otras empresas.

En el contexto regional por más de dos años se viene insistiendo sobre estos temas, en donde se ha planteado que se debe apostar a la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) tanto de objetivos académicos como aplicados, de formación de recursos humanos especializados, de financiamiento de ciencia y desarrollo tecnológico y comercial, de servicios de apoyo como son el control de calidad, la normalización, metrología y promoción de la productividad y de la propiedad intelectual; se requiere de una articulación y coordinación interinstitucional, la cual debe ir acompañada de políticas y estrategias compartidas y conjuntas, así como de leyes y normativas y de mecanismos específicos para ello.

Ya existen en El Salvador algunas iniciativas importantes que destacar, las cuales han sido elaboradas por un grupo de profesionales visionarios y pensantes, que convencidos de los beneficios de la adopción e implementación de la biotecnología en El Salvador, construyeron una propuesta de política biotecnológica nacional, la cual contiene los lineamientos sobre las potencialidades de su adopción, es más, es menester iniciar un ejercicio de prospección biotecnológica, tomando como base los lineamientos que contiene la propuesta de política, lo cual facilitaría a los tomadores de decisiones y al sector empresarial, la mejora en la competitividad dentro de los sectores agropecuario y agroindustrial.

1. M.Sc. En Biología, Director de Proyectos, Fundación para la Innovación Tecnológica Agropecuaria (FIAGRO), Tel (503) 2212-0904, Fax (503) 2212-0901, E-mail rvega@fiagro.org.sv

CULTIVOS BIOTECNOLÓGICOS (TRANSGÉNICOS)

Entre los desafíos que tiene la adopción de una política biotecnológica para El Salvador, está la información que nos llega a través de la prensa escrita, televisiva y por Internet relacionada con los cultivos y alimentos producidos a través de la biotecnología moderna; esto, es el de separar lo objetivo de la falacia sobre la calidad de estos productos o cultivos, sobre todo si son comparados con los denominados orgánicos o ecológicos. En este contexto, la pregunta obligada es ¿Porqué se dejan entrar estos productos a El Salvador?

Hay que tener en cuenta que en los Estados Unidos de Norteamérica, antes de que se apruebe la liberación al ambiente o al consumidor final, la Administración de Alimentos y Fármacos (FDA por sus siglas en inglés) evalúa rigurosamente toda la información relacionada a la calidad nutricional, toxicología y alergenicidad, así como su posible impacto ambiental en aquellas situaciones en que se solicita permiso o autorización para su cultivo.

La evaluación individual de cada cultivo por la FDA es la más exigente de las que se realizan en la actualidad y en varios países del mundo, por eso, ningún cultivo transgénico autorizado hasta la fecha ha presentado indicios de toxicidad o de producir alergias, es más, todos han sido declarados "tan seguros como los correspondientes cultivos convencionales". Además, existe en la actualidad un amplio consenso científico (Organización Mundial de la Salud, la FAO y las academias de ciencias de muchos países) de que los cultivos transgénicos aprobados hasta ahora son tan saludables para el consumidor como los convencionales.

Por otro lado, es menester comentar que no existen normativas legales que obliguen a realizar este tipo de estudios previos antes de la comercialización de un cultivo obtenido por métodos tradicionales (convencionales); dicho de otra manera, no está analizada ni su calidad nutricional ni posible peligrosidad; ante esto hay que aclarar algunas situaciones que suceden en El Salvador y en otros países de la región.

El uso de los métodos convencionales implica el cruzamiento sexual entre la variedad comercial que se ha seleccionado para mejoramiento y alguna otra ya existente que posee las características o rasgos deseados. En otros casos, cuando las variedades no tienen las características deseadas, se pueden utilizar otros mecanismos artificiales de mutación. En este caso las semillas o las plantas completas se someten a tratamientos mutagénicos con productos químicos o radiaciones con el propósito de que muchas de las mutaciones introducidas al azar en su genoma, exprese la característica deseada. Muy recientemente utilizando estos métodos se han obtenido algunos cultivos convencionales cuya toxicidad se comprobó una vez ya en el mercado cuando lo probaron los consumidores. En la Unión Europea, en los Estados Unidos así como en otros países del mundo, se han retirado del mercado diversos alimentos, tales como, varios lotes de harinas de maíz ecológico, porque tenían niveles

altos de fumonisinas (que son sustancias tóxicas producidas por hongos que entran en la planta a través de heridas ocasionadas por insectos). Algunos expertos sospechan que esas sustancias son potentes cancerígenos, que además, interfieren con la disponibilidad del ácido fólico, una vitamina imprescindible en la mujer embarazada, para evitar malformaciones del sistema nervioso durante el desarrollo del embrión.

En tanto que, los cultivos provenientes de plantas modificadas genéticamente para que expresen una proteína del *Bacillus thuringiensis* "Bt", son resistentes al ataque de los insectos, por lo que son más seguros para la salud humana y animal que los correspondientes cultivos convencionales, debido al bajo nivel de fumonisinas que se pueden detectar en ellos; dado que al no ser atacados por insectos, no son invadidos por hongos.

Varios laboratorios de universidades prestigiosas y centros de investigación agrícola han colaborado en estudios relacionados con el posible efecto de los cultivos transgénicos autorizados como alimentos para los animales de granja que los humanos consumimos y en ningún caso se han encontrado trazas del transgén introducido ni de la proteína codificada por dicho transgén en la carne, leche, huevos procedentes de animales alimentados por materias primas y piensos transgénicos durante más de un año. Con esta prueba, muchas entidades gubernamentales relacionadas con el control de estos insumos o productos han declarado oficialmente que estos son tan seguros para el consumidor como los obtenidos de animales alimentados de forma convencional.

En un futuro inmediato se dispondrá de cultivos transgénicos que permitan mejorar la nutrición al ofrecer a la sociedad alimentos con mayores contenidos de vitaminas, aminoácidos esenciales, ácidos grasos solubles, minerales y compuestos antioxidantes. Algunas semillas de oleaginosas ofrecerán la materia prima para la elaboración de margarinas vegetales sin los nocivos ácidos grasos trans, ya que no será necesario hidrogenar los aceites. Los cultivos hipoalergénicos actualmente en desarrollo ofrecerán una mayor calidad de vida a las personas afectadas.

Con todas sus ventajas, se podría pensar que los cultivos transgénicos son la solución perfecta o remedio para la agricultura. No es así, los cultivos transgénicos son aconsejables para utilizar cuando en realidad sea necesario. En una apuesta por mejorar la calidad de los alimentos, teniendo siempre presente el cuidado agroecológico, no se puede justificar desde una perspectiva científica y técnica el dejar de lado a los cultivos transgénicos y a la biotecnología misma.

HACIA LA BIOSEGURIDAD EN EL SALVADOR

El abordaje de la Bioseguridad en El Salvador es necesario, aún cuando ya existen esfuerzos aplicados por las entidades pertinentes, el tema debe ser enfocado estratégicamente y de forma integrada, orientada al análisis y la gestión de los riesgos que afectan a la vida y la salud

de las personas, los animales y las plantas y los riesgos conexos para el medio ambiente. Hay que destacar que el interés por la bioseguridad ha aumentado considerablemente en el último decenio, coincidiendo con el crecimiento del comercio de productos alimenticios, vegetales y animales, la multiplicación de los viajes internacionales, la aparición de nuevos brotes de enfermedades transfronterizas que afectan a los animales, las plantas y las personas, la mayor sensibilización acerca de la diversidad biológica y la mayor atención al medio ambiente y las repercusiones de la agricultura en la sostenibilidad ambiental.

La necesidad de cumplir los acuerdos mundiales que rigen el comercio de productos agrícolas y alimenticios - en particular el Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (Acuerdo MSF) y en cierta medida el Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio (Acuerdo OTC) - han contribuido a que se preste mayor atención a la bioseguridad. Al mismo tiempo, los cambios registrados en la forma en que se producen, elaboran y distribuyen los alimentos, las plantas y los animales y el uso de nuevas tecnologías han introducido nuevos motivos de preocupación acerca de la salud de las plantas y los animales, así como sobre la inocuidad de los alimentos y la sostenibilidad de la agricultura y el medio ambiente. Se busca una mayor coordinación entre los órganos nacionales encargados del establecimiento y la observancia de las medidas sanitarias y fitosanitarias para proteger mejor la vida y la salud de las personas, los animales y las plantas sin crear obstáculos técnicos innecesarios al comercio.

TENDENCIAS DE LA BIOTECNOLOGÍA EN LA REGIÓN CENTROAMERICANA

Hay algunos avances de la Biotecnología Moderna en Centroamérica, no solo en el sector agrícola, sino también en lo comercial. No obstante, al comparar con otras regiones del mundo, se identifica que el desarrollo empresarial de la biotecnología ha sido más lento por diversas razones. Una de ellas es la falta o ausencia de políticas nacionales que impulsen la innovación tecnológica, la transferencia de tecnología, la regulación y la comercialización; aunque existen algunas iniciativas dentro de los países de la región, no es suficiente, lo que estaría incidiendo en las decisiones de las empresas biotecnológicas de no ampliarse o incubar empresas con perfil biotecnológico, al encontrarse con un escenario poco claro.

En los países de Latinoamérica en general, se puede identificar que el desarrollo de la biotecnología es de primera generación, ya que se ha hecho mucho énfasis en la micro-propagación, uso de materiales generados en países con un buen desarrollo industrial, uso de biofertilizantes y bioplaguicidas. Es importante destacar que para Febrero de 2005², en Centroamérica se identifican 12 empresas privadas, dedicadas al trabajo biotecnológico con énfasis

en la agricultura y 26 instituciones, entre académicas, centros de investigación gubernamental y Ministerios de Agricultura, que en alguna medida reflejan cierto avance, quedando pendientes empresas u otras instituciones que se dedican a la biotecnología aplicada a la salud humana, salud animal, ambiente e industria.

Para las biotecnologías con base en la ingeniería genética, estas inciden claramente en la producción y productividad de algunos cultivos, así como también en la comercialización. El Valor del comercio mundial de los cultivos biotecnológicos para el 2006³, fue de US\$6.15 billones, lo que representa el 16% de los US\$ 38.5 billones del mercado mundial de protección de cultivos en 2006, y el 21% de los aproximadamente US\$30 billones del mercado mundial de semillas comerciales. El valor de cotización del mercado mundial de cultivos transgénicos se basa en el precio de venta de semillas transgénicas más los aranceles de tecnología que correspondan. El valor global acumulado durante el período de once años comprendido desde que los cultivos transgénicos se comercializaron por primera vez en 1996, asciende a US \$35.5 billones.

En términos generales, los cultivos biotecnológicos que se han sembrado comercialmente en la región en los últimos cinco años, con diferencias anuales, han sido soya, algodón, maíz, claveles, papa y canola y esencialmente se ha trabajado con cuatro características dominantes: tolerancia a herbicidas, resistencia a insectos, resistencia a virus y resistencia a hongos y bacterias. En otros países, bien se hace investigación y/o se multiplica semilla para reexportarla, sin que se utilice comercialmente en el ámbito nacional. Este es el caso de la soya y algodón en Costa Rica.

Por otra parte, algunos países de la región presentan un importante avance en investigación en los procesos de ingeniería genética, transformación, desarrollo y prueba de materiales derivados de plantas transgénicas. Si bien estos provienen de compañías transnacionales de países desarrollados, en los países de la región centroamericana la investigación pública es la que empieza a mostrar avances en el campo de la ingeniería genética con base en el ADN recombinante para aplicaciones en la agricultura. Dichos estudios en su gran mayoría no contemplan alianzas público privadas, sino más bien entre instituciones públicas.

Ante esto último es necesario que la región centroamericana se profile hacia procesos centrados en innovación, creando las condiciones para el fomento de emprendimientos público privados nacionales y regionales que vinculen la investigación biotecnológica con el mercado, esto podría ser posible a través de una estrategia de vinculación de las empresas regionales con perfil biotecnológico, con los temas regulatorios y de identificación de oportunidades de mercado tanto nacional como regional.

2. Situación Institucional de las Agrobiotecnologías y la Bioseguridad en América Central. Por Marta Valdez Melara, Ph.D. Febrero de 2005. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

3. Clive James, 2006. Situación Global de los Cultivos Transgénicos Comercializados: 2006. (<http://www.isaaa.org>).

Establecimiento del Marco Nacional de Seguridad de la Biotecnología de El Salvador

JORGE ERNESTO QUEZADA

Antecedentes

En la actualidad existe un consenso mundial de que las distintas aplicaciones de la biotecnología moderna tienen un gran potencial para mejorar la calidad de vida del ser humano. Esta contundente afirmación ya fue plasmada en la Agenda 21 adoptada durante la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible realizada en Río de Janeiro en 1992, donde se planteó, entre otras cosas, que la aplicación de la biotecnología permitirá una mejor atención de la salud, un aumento de la seguridad alimentaria, una mejora de los procesos de tratamiento de los desechos peligrosos, y brindará apoyo al desarrollo industrial al mejorar el uso de los recursos biológicos.

La aplicación de la biotecnología en la salud humana se percibe en los nuevos métodos de diagnóstico y nuevos modelos para el estudio de procesos fisiológicos normales y procesos patológicos; en la producción de fármacos más seguros, y en el desarrollo de nuevas y mejores vacunas. De igual forma, se sostiene que la aplicación de la biotecnología moderna en Agricultura, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo, ha permitido mejorar la utilización de las áreas de cultivo mediante el aumento de la producción por área, la disminución de los costos económicos de operación, y

la reducción significativa del uso de herbicidas e insecticidas. Esto último impacta positivamente en las actividades de protección de la vida silvestre y en la seguridad laboral de empleados, al eliminar un factor nocivo para el medio ambiente y para la salud humana. En este sentido, la FAO ha reconocido que la biotecnología moderna puede contribuir a elevar la producción y productividad en la agricultura y silvicultura, permitiendo lograr mayores rendimientos en tierras marginales y contribuyendo a la producción de alimentos para las poblaciones locales.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica define la biotecnología como "toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos". En el marco del Convenio se reconoce que la biotecnología provee nuevas y **poderosas herramientas para evaluar la biodiversidad** ("*mapeo genómico, caracterización molecular, medidas de variabilidad genética, etc.*"); nos provee de nuevos métodos y guías para la conservación de la biodiversidad; permite una utilización "sabia" y eficiente de la biodiversidad, tanto relacionada al uso de los recursos genéticos para la

producción, como a su uso para la remediación de ecosistemas degradados; permite la conservación de la diversidad genética encontrada en las variedades animales y vegetales y en sus respectivos parientes silvestres; y permite mejorar la productividad agrícola y la adaptabilidad a un ambiente cambiante.

Sin embargo, en el Convenio además de reconocerse ese gran potencial que presenta la biotecnología para mejorar el bienestar de la humanidad, también se sostiene que los productos de la biotecnología moderna deben ser objeto de medidas adecuadas de seguridad. Tales medidas, colectivamente denominadas "**seguridad de la biotecnología**", tratan de garantizar las condiciones de seguridad en lo relacionado a *la transferencia, manipulación y utilización de los Organismos Vivos Modificados (transgénicos), y sus productos derivados*. Así, el Convenio dispone en su Artículo 8 literal g), que las Partes signatarias deben tomar medidas al nivel nacional para evitar, que debido a la liberación ambiental de Organismos Vivos Modificados, se provoquen daños a la diversidad biológica. Y en su Artículo 19 párrafo 3, se invita a elaborar un instrumento mundial y jurídicamente vinculante que atienda el asunto de la seguridad de la biotecnología.



1. M.Sc. y Ph.D. en Genética. Punto Focal Nacional para el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). E-mail quezada@MARN.GOB.SV

Después de un proceso largo de negociaciones difíciles, dentro del Convenio se adoptó el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, el cual entró en vigencia en 2003. El Protocolo tiene como objetivo el de contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna, que puedan tener efectos adversos para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana. Para tal fin, el Protocolo contiene varias disposiciones e instrumentos como son: el procedimiento de acuerdo fundamentado previo; el marco para la evaluación y gestión del riesgo, un sistema (por definirse) de responsabilidad y compensación; las medidas para la manipulación, transporte, envasado e identificación; un compromiso para promover la concienciación, educación y participación pública en la gestión de la bioseguridad y medidas para la toma de decisiones sobre la utilización al nivel nacional de los organismos vivos modificados destinados para el uso directo como alimento humano, alimento animal o procesamiento.

Biotecnología y Desarrollo Sostenible. La Seguridad de la Biotecnología en El Salvador.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), en su calidad de Punto Focal Nacional del Convenio de Diversidad Biológica, representó a El Salvador durante las negociaciones del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología de ese Convenio. De igual forma, firmó dicho instrumento y promovió su ratificación por parte de la Honorable Asamblea Legislativa. El Salvador ratificó el Protocolo de Cartagena en 2003, entrando en vigencia a nivel nacional en diciembre de ese mismo año. El texto de dicho instrumento contiene la mayoría de los aspectos importantes

e indispensables para regular de forma efectiva y eficiente la importación y transferencia de los Organismos Vivos Modificados. Entretanto, se es consciente de que para alcanzar una regulación adecuada en nuestro país, algunos de los aspectos deberán de recibir todavía, un tratamiento especial en nuestra legislación nacional correspondiente. Con el fin de minimizar los posibles efectos adversos sobre nuestra diversidad biológica, consideramos que éstas tecnologías deben ser manejadas con adecuadas medidas de seguridad, a través de una reglamentación a tres niveles, internacional, regional y nacional.

La Ley de Medio Ambiente de El Salvador, vigente desde mayo de 1998, en su Artículo 68, faculta al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para que con el apoyo de otras instituciones especializadas, aplique las normas de seguridad a las que habrán de sujetarse las variedades resultantes de la acción humana mediante la biotecnología y supervise su empleo, a fin de minimizar el impacto adverso sobre la diversidad biológica nativa. De igual forma, esta Ley, en su artículo 21, literal ñ), dispone que toda persona natural o jurídica que pretenda realizar cualquier proyecto o industria de biotecnología que

implique el manejo genético o producción de Organismos Modificados Genéticamente, deberá presentar el correspondiente Estudio de Impacto Ambiental al Ministerio.

Con el propósito de desarrollar las capacidades nacionales necesarias para la buena implementación del Protocolo al nivel nacional y desarrollar los instrumentos legales y administrativos, el MARN ejecutó el Proyecto "Establecimiento del Marco Nacional en Bioseguridad para El Salvador MARN/PNUMA/GEF". Con la coordinación de ese Ministerio, un equipo interinstitucional de especialistas técnicos y jurídicos del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; CONACYT; Ministerio de Agricultura y Ganadería; Defensoría del Consumidor; Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad de El Salvador; Facultad de Ciencias de la Salud y Facultad de Agroindustria de la Universidad Dr. José Matías Delgado; y la Fundación para la Innovación Tecnológica Agropecuaria (FIAGRO) trabajaron preparando la serie de instrumentos normativos, administrativos y técnicos relacionados con el manejo de la biotecnología moderna, diseñados con el objeto de garantizar la seguridad ambiental, la salud humana y la salud animal y vegetal en nuestro país.



Una vez elaboradas, las distintas propuestas fueron sometidas a una amplia consulta interinstitucional e intersectorial. La combinación de dichos instrumentos contempla el denominado Marco Nacional de Seguridad de la Biotecnología para El Salvador. En marzo de 2006, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Secretaría Ejecutiva del Convenio sobre la Diversidad Biológica otorgaron a El Salvador un reconocimiento por haber completado satisfactoriamente su propuesta de Marco.



La actual propuesta de Marco Nacional contiene entre otros, lo siguiente: la propuesta de Política Nacional de Biotecnología; el anteproyecto de Reglamento Especial para el manejo seguro de los Organismos Vivos Modificados Genéticamente de la Ley del Medio Ambiente; el procedimiento para la toma de decisiones sobre la utilización al nivel nacional de los OVMs destinados para el uso directo como alimento humano, alimento animal o procesamiento; la propuesta de estructura administrativa y de toma de decisiones; la propuesta de Sistema Nacional de Información sobre Seguridad de la Biotecnología y la Estrategia para establecer el nodo nacional para el Centro de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología del Protocolo de Cartagena (BCH).

La Política Nacional de Ciencia y Tecnología tiene como objetivo inculcar una cultura de ciencia, tecnología e innovación en toda la Sociedad y en particular en el sector empresarial, bajo el enfoque de sostenibilidad y respeto por el medio ambiente y los recursos naturales. Con ese mismo enfoque la actual propuesta de Política Nacional de Biotecnología tiene como objetivo aumentar la calidad de vida de los salvadoreños en términos de salud, desarrollo económico, social y ambiental, y se enfoca a un trabajo en educación y concienciación ciudadana; en promover el uso de la biotecnología moderna en Salud Pública y Agricultura; en el establecimiento de la regulación necesaria para la protección de la Salud Humana y el medio ambiente; en el desarrollo de recursos humanos, en el fortalecimiento de las capacidades institucionales y en el apoyo de la competitividad. El horizonte temporal de la política abarca hasta el año 2024, el cual es congruente con el Programa de Competitividad puesto en marcha por el Gobierno central, proyectado para 25 años, lapso adecuado para la presente Política y para el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Se espera que durante ese período se contará con infraestructura científica tecnológica de primer nivel, avances en la formación de recursos humanos en las áreas vinculadas a la biotecnología, integración y promoción del país a nivel regional, estímulo a la inversión, promoción de la creatividad e inventiva nacional y la operativización del sistema nacional de ciencia y tecnología y la participación plena de los diferentes sectores productivos así como de los diferentes agentes políticos y socioeconómicos del país.

En la búsqueda del aumento de la competitividad del país, la Política orienta a la actualización de las leyes de Derechos de Propiedad Intelectual, a establecer programas de

orientación y acceso a los mercados; facilitar el acceso a información científica clave y relevante; la promoción de la inversión en biotecnología; la identificación de las posibles prioridades de investigación y estrategias sectoriales.

La promoción de la Innovación, la Investigación y el Desarrollo, debe basarse en un análisis de capacidades para innovar y desarrollar procesos y productos en genómica, ingeniería genética; inmunología, ingeniería de proteínas y péptidos, y bio-diagnósticos y/o bio-remediación.



¿A que le apostaremos como país?

Es la primera pregunta que surge y que debemos responder en la implementación de nuestra política.

En la Estrategia Nacional de la Diversidad Biológica, que orienta el quehacer relativo a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad salvadoreña, se sostiene que la utilización de la biotecnología moderna puede permitir que se aprovechen mejor y de forma sostenible nuestros recursos biológicos, y por tanto, se considera que la adecuada aplicación y utilización de dichas tecnologías puede significar un claro apoyo en la búsqueda del desarrollo sostenible de nuestro país.



TLATEMOANI

El investigador

- Una cita con la ciencia: 23 de Febrero de 2008
- Patrocinadores del evento.
- La jornada especial

Consejo Editorial

Jorge Vargas Méndez
Director

Leyla Pineda
Coordinadora General
Del II Encuentro.

Oscar Martínez Peñate
Redacción

Tels. 2275-8939
2218-4323
Cel. 7977-4315

Sitio web:
www.libros.com.sv

Correo:
segundoencuentro@hotmail.com

EL PERIÓDICO Nueva Enfoque

BOLETIN INFORMATIVO TATEMOANI

Volumen, Número 0.

Fecha del boletín Lunes 29/10/07

II Encuentro de Investigadores Científicos e Inventores Salvadoreños

Nuestro país tiene muchas necesidades por resolver y la mejor forma de cerrar esas brechas es investigando la realidad y aportando esfuerzo para superar obstáculos.

Esa es la razón principal para realizar el II Encuentro de investigadores científicos e investigadores salvadoreños.

El Periódico Nuevo Enfoque, cuya línea editorial está orientada al fomento de la investigación e innovación se complace en compartir los avances para la realización de este magno evento que se realizará el **23 de febrero de 2008**.

Durante el mes de octubre realizamos una campaña de expectación en los medios de comunicación para invitar a nuevos participantes, y fruto de ello, contamos con 42 ponentes, quince inventores y media docena de librerías pondrán a la venta libros de investigación.

Patrocinadores

Este esfuerzo no sería posible sin la confianza de nuestra sede oficial, Universidad Tecnológica y patrocinadores como: Grupo Radio Stereo, CONACYT, Universidad Francisco Gavidia, Radio Mayavisión, ARPAS, Universidad Monseñor Oscar Arnulfo Romero, CARE, Universidad Panamericana, YSUCA, Canales 8, 10, 12, 33 y 99, YSU.

Jornada especial para inventores e investigadores

Una de las novedades de este encuentro es la jornada especial donde tendremos charlas sobre Registro de Patentes, Gestión de proyectos y Financiamiento, Protocolo de investigación, ponencia sobre La coyuntura y los desafíos de la Investigación en El Salvador y finalmente una mesa en que se defina la agenda permanente para la investigación e innovación nacional.

La jornada de actividades simultáneas se llevará a cabo en el Edificio Francisco Morazán de la Universidad Tecnológica a partir de las 8 de la mañana. Tendremos temas muy interesantes en las áreas sociales, naturales y tecnología.



Selección de científicos e inventores por indicadores

Muchos interesados preguntan constantemente cuáles son nuestros indicadores de ciencia y tecnología. Y muy válido. Los parámetros de evaluación para que investigadores e innovadores determinarán el impacto de este evento.

En primer lugar, para elevar el nivel de impacto partimos que los participantes como ponentes deben contar con un grado de licenciatura o doctorado.

Otros indicadores son: publicaciones, citación de la misma, trayectoria, participación en investigaciones.

En el caso de los inventores, el requisito es la inscripción de la invención en la dirección de propiedad intelectual del Centro Nacional de Registros o contar con un prototipo.

Entre las novedades a presentar destacan: una cortadora de café, un horno industrial que trabaja con desechos orgánicos y fabrica ladrillos y un dispositivo para el ahorro de gasolina en motores de combustión interna.

Estamos seguros que estas invenciones son dignas de ver ya que son capaces de solucionar necesidades y problemas de nuestro país.



Fortaleciendo la infraestructura de la **Calidad** en El Salvador

CONACYT
CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Convocatoria

Para formar parte de la infraestructura de Evaluación de la Conformidad de El Salvador



El CONACYT invita a las empresas o instituciones nacionales e internacionales (Públicas y privadas), que ofrecen servicios de:

Ensayos o análisis
Calibraciones
Certificaciones e
Inspecciones



A completar el formulario ante el CONACYT para generar la base de datos de los organismos de evaluación de la conformidad de El Salvador

Puede obtener el formulario accediendo a la página web: www.conacyt.gob.sv o comunicarse vía Teléfono (503) 2234-8430 ó e-mail con Licda. Gilma Molina gmolina@conacyt.gob.sv o Licda. Wendy Regalado wregalado@conacyt.gob.sv

En Acreditación el CONACYT es miembro de



International Laboratory
Accreditation Cooperation



Interamerican Accreditation Cooperation

