



Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). EISSN: 2215-3896.

Noviembre, 1997. Vol 13(1): 18-22.

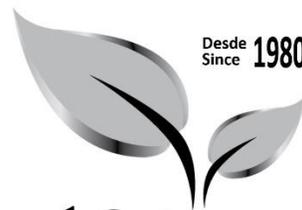
DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.13-1.2>

URL: [www.revistas.una.ac.cr/ambientales](http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales)

EMAIL: [revista.ambientales@una.cr](mailto:revista.ambientales@una.cr)

Pedro León

# Revista de CIENCIAS AMBIENTALES Tropical Journal of Environmental Sciences



## Bioseguridad en la utilización de cultivos genéticamente modificados

Biosecurity in the use of genetically modified crops

*Pedro León*



Los artículos publicados se distribuyen bajo una Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra.

# Bioseguridad en la utilización de cultivos genéticamente modificados

Pedro León

## Resumen

*En el ocaso del siglo XX se ha perfilado un dilema fundamental que confronta a los seres humanos, por un lado el avance tecnológico que ha sido espectacular sobre todo en la segunda mitad del siglo, y por otro el impacto de estos avances sobre la biosfera, la fina capa de vida que recubre al planeta Tierra. Es evidente que muchos avances científico-tecnológicos han propiciado el crecimiento de la especie humana y su dispersión y predominio en el último milenio. Otro sorprendente hallazgo ha sido la baja capacidad del cerebro humano de predecir las consecuencias de sus pensamientos y acciones. Este ha sido un campanazo para desarrollar mecanismos de evaluación y manejo de riesgos ambientales, y para buscar biotecnologías sustentables. Por otro lado, el manejo inteligente de la biotecnología, como se ha visto en el campo de la salud, puede ser la clave para salir de algunos de los problemas creados por la misma tecnología y por las crecientes demandas de las poblaciones humanas sobre los recursos naturales y tecnológicos.*

*En cuanto al uso de organismos transgénicos, los cultivos genéticamente modificados están siendo ya ensayados en muchos países, con un número creciente de cultivos (varios miles) que han adquirido resistencias a virus o insectos, que regulan la maduración del fruto, o que presentan resistencia a pesticidas. De estos cultivos, aquellos que evitan el uso de pesticidas orgánicos derivados del petróleo, son potencialmente de gran utilidad pues son ambientalmente amigables y bajan los costos de insumos. Los Comités de Bioseguridad, sin embargo, deben evitar que se hagan introducciones de organismos transgénicos a sus centros de origen para evitar la transferencia de los transgenes a especies silvestres por medios naturales. También deben vigilar el cumplimiento de las normas de seguridad establecidas en las leyes vigentes, y que están en la agenda de la Convención de Biodiversidad de las Naciones Unidas para el establecimiento de un Protocolo internacional.*



Los cultivos genéticamente modificados (CGM) son una nueva modalidad de fitomejoramiento que se ha establecido a nivel mundial para obtener nuevas variedades con características agronómicas deseables, usando biotecnología. Su aplicación ha crecido de manera exponencial en los últimos cinco años, debido a las ventajas agronómicas y ecológicas que presenta. Los organismos genéticamente modificados (OGM) se producen utilizando técnicas de la biología molecular que permiten introducir información genética novedosa

(transgenes) al genoma de las plantas, los animales o los microorganismos. Este artículo se refiere principalmente a los cultivos genéticamente modificados, que son los que ya se han diseminado por todo los cuatro continentes.

La biotecnología promete lograr un desarrollo más armonioso con el ambiente (Recuadro 1 Ventajas de los CGM). Aunque la biotecnología

**Recuadro 1****VENTAJAS POTENCIALES DE LOS CGM**

*Uno de los más valiosos tipos de OGM son los que confieren resistencia a patógenos, que de otra manera requerirían grandes cantidades de agroquímicos como herbicidas e insecticidas. Estos OGM son amigables con el ambiente a la vez que abaratan el costo de producción.*

*OGM que adquieren la capacidad de nitrificar el suelo, evitando tener que usar fertilizantes. Estos son también ecológicamente benignos, aunque el aumento de nitratos sin duda causa cambios en la microflora del suelo.*

*OGM resistentes a condiciones extremas, como desecación, luz ultravioleta, calor o congelación. Estos OGMs son menos amigables ecológicamente, pero claramente podrían usarse para combatir la desertificación en muchas regiones del mundo. Una preocupación es que su uso indiscriminado atente contra la seres extremofílicos que existen en algunos ecosistemas, decrecentando la biodiversidad.*

*Los cultivos genéticamente modificados pueden beneficiar los esfuerzos en agricultura orgánica, al no requerir éstos el uso de pesticidas y abonos.*

**PELIGRO DE LAS ESPECIES EXOTICAS**

*Cabe mencionar que las plantas exóticas que se introducen ilegalmente por medio de semillas, esquejes, plántulas, etc., posiblemente representan una mayor amenaza que las plantas transgénicas. Estas introducen no sólo un nuevo gen a los ecosistemas donde se introduce, sino que todo un conjunto de genes novedosos, que en combinación pueden tener serios impactos. En Costa Rica puede citarse como ejemplos la introducción de zacates africanos con la ganadería, algunas especies forestales, la llegada de las abejas africanizadas (que han causado docenas de muertes), la dispersión de especies de aves como el zanate. Por razones de la biogeografía, Australia es el continente que más ha sido azotado por la introducción de especies exóticas, incluyendo algunas en que se introduce un depredador para combatir la plaga externa, y éste a su vez se vuelve una peste. La nota precautoria es reconocer la amenaza que éstas representan, especialmente cuando se introducen de contrabando y no se practican las pruebas confinadas y otras precauciones debidas.*

no es una panacea ni una solución rápida para todos los problemas, bien pudiera minimizar el impacto de la agricultura moderna sobre la biosfera (Agenda 21). Evidentemente, bien aplicada esta tecnología podría beneficiar a largo plazo a la humanidad, si se desarrolla-

ra y aplicara racionalmente, evitando en la medida de lo posible, los efectos negativos que en el pasado han disminuido el potencial de muchas nuevas tecnologías (Recuadro 2, Peligros de los CGM).

## Recuadro 2

### PELIGROS POTENCIALES DE LOS CGM

Que el transgen (la secuencia novedosa) se transfiera a otro ser vivo.

Por ejemplo, que la resistencia a un herbicida en una planta transgénica se transfiera a una maleza, o que la resistencia a un antibiótico la adquiera una bacteria patógena al hombre o los animales. Cuando una planta transgénica se libera cerca de su centro de origen, es posible encontrar especies parentales silvestres, capaces de cruzarse y recibir el transgen por el polen. Por esto se estima que un principio de bioseguridad en el manejo de CGM y en la evaluación de riesgo es evitar la introducción de especies a sus centros de origen evolutivo.

Que el transgen tenga como producto una proteína alergénica, o sea que provoque reacciones inmunes a los consumidores, por ejemplo, alimentos transgénicos que contengan una proteína producto de un transgen capaz de producir una reacción alérgica. Esto no es muy probable pues la proteína tendría que ser muy resistente para evitar los procesos digestivos, y con propiedades antigénicas poco comunes.

Que los CGM lleven a catástrofes agrícolas por la homogeneidad genética.

Claramente éste es un problema de las técnicas agrícolas modernas, que requieren de homogeneidad en los cultivos para mecanizar la cosecha o facilitarla de alguna manera, y antecede a la creación de los CGM. Las plantas transgénicas no son más que otro monocultivo, en este sentido, con todos los potenciales riesgos de esta práctica agrícola.

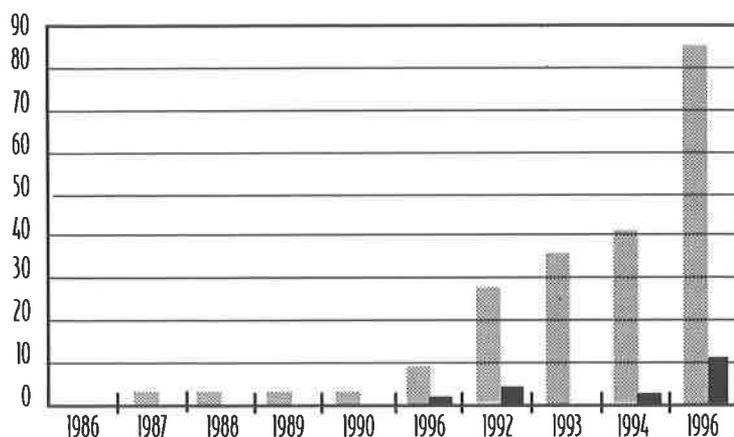
El desarrollo biotecnológico en áreas que impactan la agricultura avanza en forma acelerada a nivel mundial, y Costa Rica no ha escapado a estos avances (ver gráficos 1 y 2). Es por esto que en 1991 se llevó a cabo en nuestro país una reunión sobre bioseguridad auspiciada por el Instituto de Cooperación para la Agricultura (IICA) y por International Service for the Acquisitions of Agri-Biotech Applications (ISAAA), para los países de América Latina. En dicha reunión se presentaron los primeros avances en el desarrollo de plantas transgénicas, así como los criterios para el manejo, evaluación

de riesgo, liberación al campo, transporte e importación de materiales genéticamente modificados.

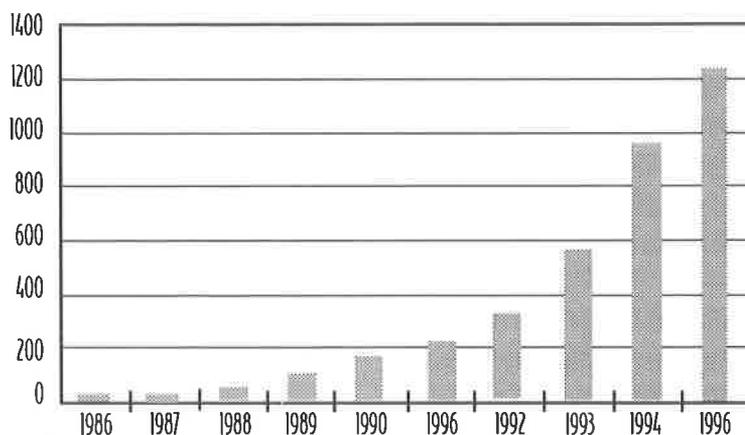
Como recomendaciones específicas de este seminario se concluyó que los países deberían establecer comisiones o grupos técnicos que representen diferentes instituciones y disciplinas para el manejo de la bioseguridad con CGM. En este sentido, Costa Rica inició, en 1991, las primeras conversaciones con otras instituciones como las universidades estatales, la Oficina Nacional de Semillas y el Ministerio de Agricultura, a fin



**GRAFICO 1**  
LATINOAMERICA Y COSTA RICA



**GRAFICO 2**  
TOTAL DE PLANTAS TRANSGENICAS LIBERADAS EN EL MUNDO



TOMADO DE A, JAMES Y KRATTIGER, A. (1996), PUBLICACION DE ISSA, USA.

de crear un Comité Técnico que asesore a las autoridades en el otorgamiento de permisos para la introducción de dichas especies al territorio nacional así como su liberación al campo. Dicha comisión actúa dentro del Ministerio de Agricultura, recibe las solicitudes de importación, indicando los protocolos para la liberación en el campo de dichos cultivos. Un ingeniero agrónomo con experiencia supervisa la ejecución de los planes propuestos, con el apoyo de un equipo técnico. Se han presentado 16 solicitudes, de las cuales 15 han sido aprobadas, según publicaciones del ISAA. Las regulaciones incluyen la postestad de la comisión para cancelar permisos y destruir el CGM. Hasta el momento no se han presentado solicitudes para la importación de animales transgénicos; y esto no se prevé a corto plazo, excepto para investigación científica confinada.

El Comité Técnico Asesor Nacional de Bioseguridad se integró como un grupo ad-hoc en 1991, hecha desde la cual ha venido asesorando al Gobierno y en particular al Ministerio de Agricultura y Ganadería en materia de bioseguridad, quien firma los permisos. No fue sino hasta 1996 que se estableció legalmente el Comité por medio de un Decreto de creación definiendo las funciones, responsabilidades e integración del mismo. Finalmente en 1997 se aprobó la creación del Comité en una Ley de la República, con lo cual se consolidó su personería. Este Comité desde sus inicios se estableció como un grupo de asesoría integrado por: un representante del Ministerio de Ciencia y Tecnología, dos representantes de la Dirección de Protección Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería y un representante de la Oficina Nacional de Semillas. Con la Ley se incluyeron cuatro representantes designados por la Academia Nacional de Ciencias, del más alto nivel técnico posible. En la versión sustitutiva del proyecto de

Ley de Biodiversidad ante la Asamblea Legislativa actualmente, se ha propuesto crear una instancia superior para resolver diferendos y oír consideraciones de otros sectores de la sociedad.

### Las funciones del Comité Técnico Asesor Nacional en Bioseguridad se han definido como las de:

1. Asesorar a las instituciones públicas en el campo de la bioseguridad.
2. Asesorar a la Dirección General de Protección Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería y a la Oficina Nacional de Semillas en el establecimiento y ejecución de medidas y procedimientos técnicos, así como elaborar decretos y reglamentos necesarios para regular la importación, movilización, experimentación, liberación al campo, multiplicación, comercialización y uso de plantas transgénicas y otros organismos modificados por técnicas de Ingeniería Genética.
3. Asesorar a las instituciones oficiales encargadas de emitir las autorizaciones para importar, experimentar, movilizar, liberar al ambiente, multiplicar y comercializar plantas u otros cultivos modificados genéticamente por técnicas de Ingeniería Genética.
4. Vigilar para que se cumplan las decisiones emitidas por el mismo Comité.

Las experiencias que este Comité ha acumulado hasta la fecha se pueden resumir de la siguiente forma:

- Otorgamiento de permisos, lo que implica análisis de

las solicitudes de las diferentes compañías y seguimiento en el campo de los permisos otorgados, velando que se cumplan las condiciones establecidas.

- Manejo de información de carácter confidencial
- Análisis y estudio de los aspectos genéticos y moleculares de los CGM
- Directrices para la liberación en el campo de CGM
- Manejo de protocolos para la importación, transporte, movilización y liberación de CGM
- Guías para el manejo de CGM en liberaciones confinadas
- Manejo de aspectos ecológicos y biológicos de plantas modificadas y sus ambientes
- Legislación en materia de ingeniería genética y legislación en materia de protección vegetal y de semillas.

La experiencia local relacionada con las técnicas moleculares, mecanismos de modificación genética, identificación de genes, y reproducción celular de plantas modificadas, ha sido principalmente en la Universidad de Costa Rica y en la Universidad Nacional. Las primeras plantas transgénicas, microinyectadas por biolística (método de pistola de aire) del "vector reporter" GUS han sido producidas en el CIBCM por el grupo de la Dra. Ana Espinoza. Hasta el momento todas las pruebas de campo en Costa Rica se han hecho con CGM producidos fuera de Costa Rica.

Las introducciones de CGM que se han efectuado son producto de iniciativas de compañías extranjeras, sobre todo norteamericanas, que recurren a países como el nuestro por la necesidad de producir semilla durante los meses del invierno en América del Norte y por el interés de adaptar cultivos al trópico. Dichas compañías han encontrado respaldo en colaboradores costarricenses que están interesados en servir de contraparte nacional en el cultivo de OGM.

El tema de la bioseguridad en Costa Rica hasta hace unos años era desconocido, sin embargo en los últimos años el uso de la biotecnología en áreas como la agricultura, ganadería, industria y salud, entre otras, avanza en forma considerable por lo que es necesario regular la importación, movilización, experimentación, multiplicación, liberación, comercialización y uso de CGM. En general se supone que los cultivos genéticamente modificados aumentarán la productividad o disminuirán la necesidad de insumos, consecuentemente bajando el costo. Los más optimistas los consideran como la verdadera revolución verde, los pesimistas como un peligro inminente para la salud y el bienestar. Muy probablemente la realidad sobre esta biotecnología yacerá en algún punto intermedio entre estos dos extremos. En todo caso, las buenas prácticas de bioseguridad son necesarias para garantizar el uso eficaz y sostenible de la biotecnología.

### Referencias

IICA (1991) *Guidelines for the Release into the Environment of Genetically Modified Organisms*, San José, Costa Rica.

National Research Council (1989) *Field testing of Genetically Modified Organisms, Framework for Decisions*. National Academy Press, Washington, DC

Tzotzos, G. T., editor, (1995) *Genetically Modified Organisms, A guide to safety*. UNIDO CAB International, UK.

Tzotzos, G. T., editor (1993) *Biotechnology R&D Trends: Science Policy for Development*. Annals of the New York Academy of Sciences vol. 700.

**Pedro León**, investigador y profesor de la Facultad de Medicina de la Universidad de Costa Rica, es miembro de la Academia Nacional de Ciencias y presidente de la Organización de Estudios Tropicales.