

# Uso y producción de organismos transgénicos en la investigación conducida en el INIA

## ¿Qué son los organismos transgénicos?

Los organismos transgénicos, también conocidos como organismos genéticamente modificados (OGM) u organismos vivos modificados (OVM), se definen como todo organismo vivo que posea una combinación nueva de material genético, que se haya obtenido mediante la aplicación de la biotecnología moderna (CDB, 2000). De esta definición, aceptada con la finalidad de aplicar el Protocolo de Cartagena sobre la seguridad en la biotecnología, se hace necesario definir lo que se entiende por organismo vivo y qué técnicas se consideran dentro de lo que se define como **biotecnología moderna**.

Se considera como organismo vivo a cualquier entidad biológica que es capaz de transferir o replicar material genético. En esta definición se incluyen los organismos estériles y los microorganismos como: virus, viroides y partículas relacionadas. Por biotecnología moderna se entiende la aplicación de técnicas *in vitro* de manipulación de ácidos nucleicos, incluyendo el ADN recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u orgánulos. Asimismo, se considerará como parte de la biotecnología moderna la fusión de células o protoplastos más allá del nivel de familia taxonómica.

## ¿Por qué hay tanto temor con el uso de los transgénicos?

Hasta el presente, la principal causa de temor es la falta de información acerca de la verdadera naturaleza de los OGM. La opinión pública ha sido bombardeada con noticias o informaciones en contra de los OGM, algunas de ellas producto del fanatismo de personas o sectores, otras sin bases realmente científicas y varias de ellas que incurren en manejos inadecuados del método científico. Además, existen intereses políticos y económicos en contra de los OGM que benefician con esta situación conflictiva a determinados sectores.

**Efraín G. Salazar**

Investigador. INIA. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.  
Unidad de Biotecnología Vegetal. Maracay.  
Email: efra63@hotmail.com.

Aunado a lo anterior, el desarrollo de la comercialización de la biotecnología sucedió más rápidamente que el desarrollo de los marcos regulatorios y de la toma de conciencia del público sobre los beneficios de la misma (Dellacha 2000).

De igual manera, las principales actividades tendientes al uso comercial de OGM han sido desarrolladas por compañías transnacionales, quienes han mantenido en secreto las acciones ejecutadas en esta área, generando un mundo de suspicacias y temores en la opinión pública, naturalmente recelosa de los productos así obtenidos. Adicionalmente, las características que han sido utilizadas por estas compañías no han beneficiado directamente al productor o al consumidor de bienes; por el contrario, han sido beneficiosas únicamente para las empresas, resultando en productos más costosos para el productor y en consecuencia, para el consumidor, originando un rechazo, por demás lógico, de estos productos.

Esta política comercial de falta de información al público, unida con el divorcio entre los objetivos de la biotecnología moderna comercial y los intereses del consumidor y, finalmente, el ataque constante de las organizaciones no gubernamentales, han hecho que los productos de la biotecnología moderna sean considerados como peligrosos, de manera general, por la sociedad.

De igual modo, se han establecido riesgos potenciales ecológicos de los OGM, asociados con una capacidad reproductiva mejorada, lo cual pudiese darle cierta ventaja sexual sobre los no transgénicos. Sin embargo, esta ventaja de reproducción, quizás evidenciada en una mejor estrategia o capacidad de apareamiento o fecundación se ve compensada con una disminución en la fertilidad de la mayoría de las progenies (Muir y Howard 1999).

## ¿Son seguros los OGM?

No hay una regla general para establecer el nivel de seguridad de un organismo transgénico. La seguridad está asociada con el grado de riesgo que representa el organismo transgénico para la diversidad biológica, el medio ambiente, la salud animal y la salud humana. En este sentido, la seguridad de un organismo transgénico está condicionada por:

1. El tipo de organismo modificado.
2. El gen utilizado.
3. El uso que se le vaya a dar al organismo transgénico.
4. El ambiente donde se vaya a utilizar dicho individuo.

La idea fundamental que se maneja en relación con este aspecto es estimar el grado de riesgo que tiene un organismo transgénico, evaluándose el efecto del individuo y del gen involucrado sobre la diversidad biológica, el medio ambiente, la salud humana y animal, tomando en cuenta aspectos socioeconómicos y culturales que puedan verse afectados por el uso de este OGM. El objetivo de esta evaluación de riesgo es permitir el uso de aquéllos individuos biológicos que no ocasionen mayores peligros que los originados por los organismos no transgénicos. El análisis permite, además, identificar posibles situaciones que puedan condicionar mayores riesgos y de esta manera posibilita disminuir tales condiciones y utilizar los OGM de manera más segura. No obstante, para que los sistemas de bioseguridad sean relevantes y efectivos y no se conviertan en un desestímulo a la innovación tecnológica, es necesario que se refieran específicamente al impacto de los rasgos transferidos a las propiedades de la planta a la cual se le han trasladado dichos rasgos y a las relaciones de esa planta u organismo con los ecosistemas aprovechados y circundantes (Torres 1998).

Sería conveniente señalar que en la naturaleza no existe una condición de ausencia total de riesgo. Por lo tanto, debe hacerse énfasis en que la decisión de usar o no un individuo transgénico debe recaer en el hecho de no ocasionar más peligro que el que ocasionan los organismos no modificados y que su uso represente una ventaja para el ser humano o el ambiente.

Del mismo modo, se debe contar con una legislación y procedimientos adecuados para estimar el riesgo biológico y los posibles impactos económicos y sociales que puedan estar asociados con los OGM. Estos dos componentes van a tener diferente peso en los países en desarrollo o del tercer mundo, razón por la cual se cree conveniente que la biotecnología en los países del tercer mundo, no debería estar regulada por marcos o sistemas desarrollados por y para los países industrializados (Crompton y Tzotzos 1998).

## ¿Qué ventajas pueden tener los OGM?

Los productos de la biotecnología pueden llegar a ser muy relevantes para contar con alimentos seguros (inocuos, no contaminados) al alcance de la gente de menores recursos y para la conservación del medio ambiente en los países en vías de desarrollo.

La inclusión de genes de resistencia a plagas, de tolerancia a estrés abiótico, como la sequía y el frío, entre otros, o para adquirir nuevas cualidades nutricionales, podrían significar un menor uso de químicos en el ambiente (Bequette 1998) y la posibilidad de obtener una mayor producción a menor costo, lo cual debería repercutir en mayor cantidad de alimentos más económicos en ambientes, en teoría, cada vez más sanos. Los productos de la biotecnología pueden revolucionar el campo de la dietética, la cosmetología, la salud humana y animal e incidir en la alimentación de la población, lo cual contribuiría de manera sustancial en una mejor calidad de vida en el planeta.

## ¿Son los OGM la única alternativa de supervivencia en el planeta?

Sería insensato establecer categóricamente que los transgénicos son la única alternativa para la solución de la problemática alimentaria. Se sabe que los sistemas actuales no son eficientes al máximo en su productividad; sin embargo, por medio del aumento de la eficiencia de los actuales sistemas agrícolas, la satisfacción de la demanda implicaría un aumento desmesurado de la superficie de cultivo necesaria, lo que a la larga no alcanzaría por sí sola para cubrir los requerimientos alimenticios de una población que crece exponencialmente, sino que implicaría además el daño sustancial a la diversidad biológica, por el sacrificio necesario de los

ecosistemas naturales ante la urgencia de nuevas áreas cultivables. Por lo tanto, se hace necesario complementar este tipo de estrategias con el uso de alternativas más productivas, una de las cuales es precisamente el uso de OGM más adaptados a las condiciones ambientales, más productivos y con menor costo ambiental. Del mismo modo, el establecimiento de mejores condiciones de transporte y almacenamiento, en combinación con los OGM que ofrezcan mejores características de almacenamiento o mayor perdurabilidad (tomate flavor-savor, por ejemplo) podrían aumentar la disponibilidad de alimentos de mejor calidad a los consumidores.

Por estas razones, la solución alimentaria requerirá de un conjunto de medidas de distinta naturaleza que mejoren las condiciones de producción, transporte, almacenamiento de productos, en combinación con medidas de control del aumento exponencial de la población y la educación para un mejor hábito de consumo. En cada una de las estrategias relacionadas con producción y disponibilidad de alimentos, los OGM juegan un papel importante y definitivamente van a contribuir de manera consistente en la solución del problema alimentario.

### ¿Qué hace el INIA en materia de OGM?

En la Unidad de Biotecnología Vegetal del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) se realizan actividades en las cuales se utilizan y se producen OGM. Las actividades involucran el uso de cepas bacterianas de *Agrobacterium tumefaciens* y de *A. rhizogenes*, modificadas genéticamente para portar genes reporteros como el gen GUS (α-glucuronidasa), genes de selección como la resistencia a antibióticos y genes de importancia agronómica, como la resistencia a herbicidas.

Similarmente se construyen cepas de *Escherichia coli* modificadas, con la inserción de plásmidos con los genes antes mencionados, con el propósito de obtener múltiples copias de los mismos y poder introducirlos en células de *Agrobacterium* spp., con fines de transformación genética de plantas.

En el caso de la producción de plantas transgénicas se trabaja en la producción de lechosa resistente al virus de la mancha anillada distorsionante, en cultivares de cacao resistentes a hongos, cultivares de caña de azúcar resistentes a

herbicidas y en la producción de mangos resistentes a bacterias del género *Erwinia*. Para lograr estos objetivos se usan, tanto el método indirecto a través de las dos especies de *Agrobacterium* anteriormente mencionadas, como métodos directos: la biobalística y la electroporación.

Hasta la fecha las investigaciones han permitido obtener células de lechosa y caña de azúcar aparentemente transformadas con el gen de la resistencia a herbicidas, comprobándose la eficiencia de los métodos en la introducción de genes foráneos a las células. Se calibra la metodología de inserción del gen de resistencia a herbicidas en mango, mediante biobalística, y en la actualidad se determinan las condiciones para la introducción de ese gen mediante electroporación. En el caso del cacao, se está iniciando la transformación de embriones somáticos con el objetivo de calibrar las condiciones de transformación genética de este cultivo y se realiza la determinación de los medios de selección de transformantes más efectivos y de las dosis letales, tanto de antibióticos como de la fosfotricina.

En materia de regulación del uso de los OGM, el CENIAP, como parte del INIA cuenta con el apoyo de la Comisión Institucional de Biotecnología y Bioseguridad, la cual implementará el reglamento interno para la introducción, manejo, uso y producción de OGM en el INIA. En este sentido, se ha participado en eventos y foros internacionales para la creación de capacidad en el área de la seguridad en la biotecnología. Se han organizado eventos nacionales para la preparación de técnicos en materia de evaluación de riesgo, coordinados por personal de la Unidad de Biotecnología del Ceniap. De la misma manera, también ha contribuido con la creación de la reglamentación interna de la bioseguridad en el país y ha formado parte de la delegación de Venezuela que discutió el Protocolo de Cartagena sobre la seguridad en la biotecnología, enmarcado dentro del Convenio de Diversidad Biológica (CDB).

Por otra parte, para finales del año 2001 se organizó en Maracay un taller sobre el monitoreo de riesgo biológico y la percepción pública de la biotecnología, ratificando el interés institucional en apoyar el desarrollo, tanto de la biotecnología como de la bioseguridad en el país.

## Consideraciones finales

El INIA considera el uso y producción de los OGM como un soporte útil en la investigación agrícola, no sólo como una herramienta de apoyo para el logro de los objetivos de los principales programas de mejoramiento genético de la institución, sino como una alternativa eficiente para la solución de los principales problemas alimentarios del país. Sin embargo, está consciente de la novedad y falta de información relacionada con estos organismos y las técnicas con las que se producen, por lo cual se garantiza su uso seguro mediante el análisis de los riesgos biológicos inherentes a estos organismos, a través de la acción de la comisión creada en el año 1998.

Se está consciente de las ventajas y desventajas que estos organismos puedan tener y se apunta hacia un uso seguro de esta herramienta, que en el futuro cercano brinde sus frutos definitivos para la solución de la problemática agrícola del país.

Del mismo modo debe considerarse, que si la estimación del riesgo y los impactos de los organismos vivos modificados (OVM) se enfoca hacia el método en que se produce el individuo, en lugar de dirigirlo hacia el producto final, se podrá llegar a una situación tal, que en cualquier tipo de evaluación que se haga nunca se satisfarán las expectativas de los más escépticos (Nap 1999).

El uso de los OGM debe estudiarse sobre la base de caso a caso, tomando en consideración, la naturaleza del gen utilizado, la especie que recibe la transformación, el ambiente donde será co-

locado el individuo y el uso que se le pretende dar al organismo modificado genéticamente. De esta manera, se emprenderá un análisis particularizado de cada situación, lo cual debe traducirse en una mejor estimación de la seguridad del individuo utilizado.

## Bibliografía

- Bequette, F. 1998. Menús de laboratorio. Nuestro planeta. El correo de la UNESCO. Septiembre. p.10-13.
- Buhk, H. J. 2000. Risks of horizontal gene transfer. Workshop Biosafety: case studies for advanced experts. ICGEB. Florence. 17 p.
- Crompton, T.; Tzotzos, G. T. 1998. Regulation of Agricultural Biotechnology and the Third World. The journal of Biolaw and Business 2 (1): 60-70.
- Dellacha, J. 2000. La percepción pública de la biotecnología. Ponencia presentada en el Taller Latinoamericano: traduciendo la enseñanza de la bioseguridad a profesionales de la comunicación. 9 p.
- Muir, W.; Howard, R. D. 1999. Possible ecological risk of transgenic organism release when transgens affect mating success: sexual selection and the Trojan gene hypothesis. Proceedings of the national Academy of Sciences 96 (24): 13853-13856.
- Nap, J. P. 1999. A transgene-centred approach to the biosafety assessment of transgenic herbicide-tolerant crops. Monitor 38 (june): 6-11.
- Torres, R. 1998. La evaluación socioeconómica en el régimen de bioseguridad. En: Aramendiz, R. 1998. Bioseguridad: un nuevo escenario de confrontación internacional entre las consideraciones comerciales, medioambientales y socioeconómicas. COLCIENCIAS Ed. pp. 20-28.

