



Citar como:

Larson Guerra, J. 2001. Transgénicos: ciencia y ciudadanía. CONABIO. Biodiversitas 34:1-7

AÑO 6 NÚM. 34 ENERO DE 2001

# Biodiversitas

BOLETÍN BIMESTRAL DE LA

# S

AD

## TRANSGÉNICOS

LOS ORGANISMOS VIVOS MODIFICADOS avanzan rápidamente por la ruta que nace en la investigación básica, pasa por las aplicaciones industriales y termina en los alimentos de las mesas mayoritarias. Los transgénicos también recorren la confusa vereda que va de las revistas científicas a los pasquines de diversa índole. La biología no debe permanecer indiferente en el proceso de discusión ciudadana sobre la biotecnología y sus productos. Es mucho lo que el gremio puede perder en una discusión desinformada, pero es más aún lo que se puede ganar formando opinión. Los biólogos deben contribuir sistemáticamente a estos debates y ayudar a racionalizar los retos que plantea aislar y manipular genes para insertarlos en otros organismos y lograr la expresión de caracteres novedosos.



---

## TRANSGÉNICOS: CIENCIA Y CIUDADANÍA

Nuestra generación presencia una transformación paradigmática de las ciencias de la vida de equivalente profundidad a la que tuvo la teoría de la evolución en el siglo XIX. Pero sus consecuencias serán cualitativamente distintas para la humanidad y la vida en el planeta. Aquella revolución conceptual le dio a la biología una perspectiva teórica para desarrollarse y ubicó con mayor honestidad el lugar de nuestra especie entre los seres que habitan en la Tierra. Sin embargo, el nuevo paradigma tiene otros ejes: una visión de los seres vivos como información (el código genético para poseer y manipular); transformaciones de la vida con intensidad técnica nunca vista, así como una penetración de las ciencias de la vida como tecnologías aplicadas en todas las áreas de la producción primaria y la industria.

Resulta un privilegio ver a las ciencias de la vida descubrir, describir y transformar con mayor precisión sus objetos de estudio. Es emocionante ver a la biología molecular y a la genética derribando dogmas y profundizando nuestra comprensión de los seres vivos. Las herramientas que posibilitan estas maravillas son las mismas que potencian nuestra capacidad intervencionista sobre la privacidad evolutiva. Nos movemos en un territorio fronterizo minado de contradicciones.

### ¿Qué es un transgénico?

Adoptada recientemente dentro del Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad (2000), la definición encadena tres conceptos: el organismo vivo, el organismo vivo modificado y la biotecnología moderna. El organismo vivo es “cual-

quier entidad biológica capaz de transferir o replicar material genético, incluyendo organismos estériles, virus y viroides”. El organismo vivo modificado (OVM) es “cualquier organismo que posea una combinación novedosa de material genético obtenida mediante el uso de biotecnología moderna”. Finalmente, la biotecnología moderna es “la aplicación de: i] técnicas *in vitro* de ácidos nucleicos, incluyendo el ácido desoxirribonucleico (DNA) recombinante y la inyección directa de ácidos nucleicos a células u organelos, o ii] la fusión celular más allá de la familia taxonómica, tales que sobrepasan barreras naturales fisiológicas, reproductivas o de recombinación y que no sean técnicas utilizadas en la selección y el mejoramiento tradicional”.

Dentro del organismo vivo se incluyen organismos estériles, virus y viroides para evitar interpretaciones sobre la capacidad de transferir y replicar genes que pudieran tener ciertos organismos modificados, mismas que podrían dar lugar a subterfugios para evitar las evaluaciones de riesgo, el etiquetado o las notificaciones. El punto central del OVM es su novedad y no la técnica mediante la cual fue creado; esta posición fue impulsada por México durante la negociación del Protocolo. El concepto de novedad establece una relación positiva con



Plantación de algodón transgénico en la Comarca Lagunera

© Jorge Larson



© Jorge Larson

los derechos de propiedad intelectual relacionados con OVM: si no es novedoso no es candidato a protección y si es patentado o protegido entonces es novedoso y se deben evaluar sus riesgos. La relación establecida permite ubicar a quienes producen, utilizan o poseen OVM con el fin de identificar claramente a los responsables de estos nuevos productos biotecnológicos. Finalmente, la novedad debe ser producida mediante biotecnología moderna, definición cuyo sustento es que se sobrepasen las barreras naturales de la recombinación. Sin embargo, en la definición hay dos incisos que semejan una lista de biotecnologías modernas. México se opuso constantemente a esta estrategia ya que la definición de lo que es un OVM es la primera delimitación del ámbito del Protocolo. Con el tiempo y la experiencia veremos los efectos de esta definición y están también por verse las implicaciones del concepto de familia taxonómica utilizado o los parámetros que separan lo tradicional de lo moderno en materia de selección y mejoramiento genético. La definición de la biotecnología moderna introduce ciertos recovecos en el Protocolo. México buscó en Montreal (1998) y Cartagena (1999) una definición más amplia de la biotecnología moderna porque es más importante la calidad de un or-

ganismo nuevo que la manera en que fue creado. También en la genética vale más la calidad que la cantidad.

Las biotecnologías van a seguir cambiando rápidamente, pero el interés de evaluar y manejar riesgos se relaciona con la novedad de los productos. En nuestro país se está discutiendo la legislación y regulación de la bioseguridad: podemos suponer una definición sutil pero sustancialmente diferente de la del Protocolo. Será más útil para el país una definición amplia que no caduque junto con las tecnologías sino que nos mantenga actualizados respecto a la novedad de los productos de la biotecnología. Tampoco es sano tener una definición que regula el proceso de producción y no el producto: se coloca a la regulación ambiental en una lógica inversa a la comercial, en la que se evalúa el producto y no el proceso.

De cualquier manera, en el ámbito internacional esta definición delimitará por unos años qué organismos serán sujetos de notificaciones entre estados y de evaluaciones de riesgo antes de realizar un movimiento transfronterizo de transgénicos. Éste es un ejemplo claro de que las ciencias de la vida han entrado de lleno en el terreno de las leyes, las obligaciones y la diplomacia internacional.

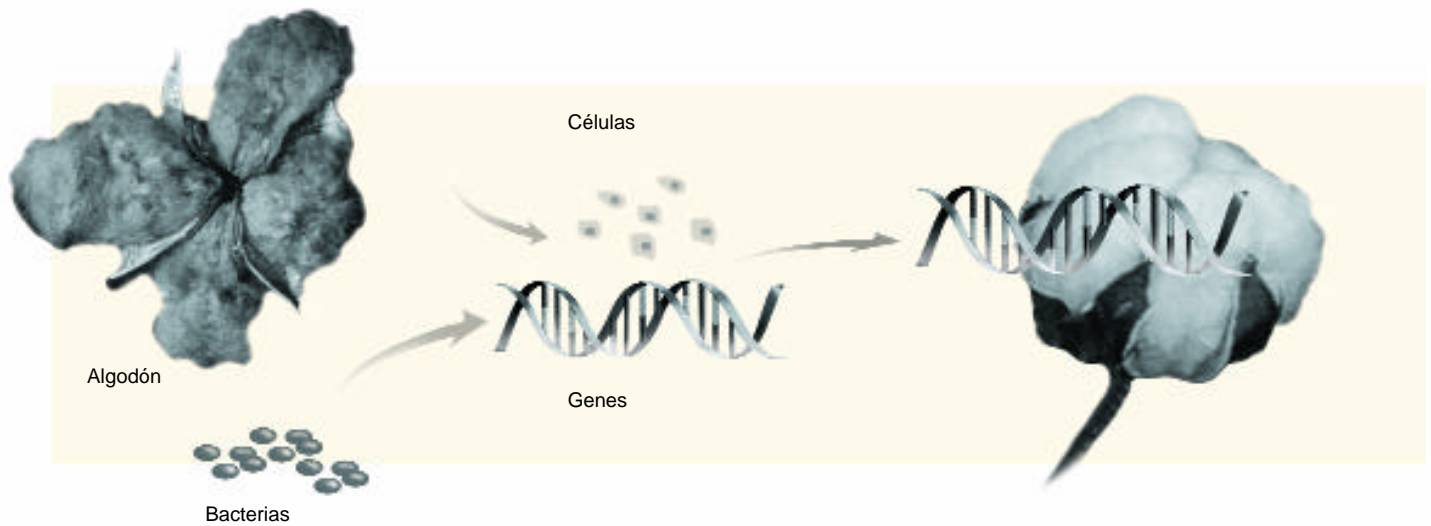
Los biotecnólogos han participado activamente en estas discusiones, pero muchas otras disciplinas deberían interesarse en opinar. La delimitación que hagamos de los diversos ámbitos de la bioseguridad tendrá implicaciones importantes para la investigación básica y aplicada. En esta discusión la biología tiene mucho que decir.

#### **México en la negociación del Protocolo**

La construcción de la posición de México involucró a más de diez direcciones generales en cinco secretarías de Estado, consulta con científicos del Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola, así como consultas informales con los sectores social y privado, particularmente con Greenpeace-México y el grupo Pulsar (ahora Savia). La premisa que sustentó la posición de

© Jorge Larson





nuestro país fue que somos uno de los centros de origen y diversidad de plantas cultivadas, y de ahí nuestro compromiso con el Protocolo como instrumento de carácter ambiental emanado del Convenio sobre la Diversidad Biológica y con el principio precautorio aplicado con bases científicas. El primer logro de esta posición fue que México se sentó en la mesa con los países que eventualmente se conocieron como el grupo comprometido con el Protocolo, entre los que estaban Japón, Corea, Noruega, Nueva Zelanda y Suiza. Las presiones para que nos acercáramos al grupo de Miami no fueron pocas y resistirlas fue posible gracias a que llegamos con una posición claramente distanciada de la de los agroexportadores de granos transgénicos.

La negociación fue intensa y, para la primera mitad de la reunión de Cartagena, en el Preámbulo no había mención alguna de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación. México realizó una escaramuza diplomática para lograr el considerando siguiente: "Reconociendo también la crucial importancia que tienen para la humanidad los centros de origen y los centros de diversidad genética". El lenguaje preambular es auxiliar en la interpretación del texto legal: esto evidentemente nos debe ayudar a

aplicar el principio precautorio en casos como el maíz o las calabazas, pero el uso real que le demos dependerá más de lo que hagamos dentro del país que del Protocolo mismo.

De manera constante se valoró la relación del Protocolo con nuestra realidad para promover soluciones administrativas acordes con nuestra institucionalidad. Finalmente, se trabajó intensamente en el asunto de la responsabilidad y la indemnización, asunto que aún llevará algunos años en el marco del Protocolo. Sin embargo, el tema sigue pendiente en la agenda nacional. El Protocolo es un instrumento para regular el movimiento transfronterizo de los transgénicos; la obligación de regularlos para evitar riesgos a la diversidad biológica es un asunto de conservación *in situ* que debemos cumplir en todo el ámbito nacional.

#### Niveles de riesgo para la diversidad biológica

Los nuevos organismos tienen combinaciones de material genético que no se habrían producido de manera natural y pueden ser liberados al medio ambiente; es más, muchos de éstos tienen aplicaciones que implican su liberación al medio ambiente. Existe una amplia tradición de bioseguridad para el trabajo en laboratorio con microorganismos

patógenos y estas prácticas se pueden adaptar a la producción industrial confinada en laboratorios. Sin embargo, no existe una cultura de bioseguridad respecto al manejo de organismos modificados en el medio ambiente. ¿Vamos a clasificar los niveles de riesgo para la diversidad biológica? ¿Qué criterios utilizaremos? Evidentes son la patogenicidad, la toxicidad y la compatibilidad reproductiva entre el transgénico y sus congéneres. Otros más sutiles son la irreversibilidad de la liberación al medio ambiente, los efectos inesperados y las transformaciones que tienen que ver con los sistemas reproductivos o las hormonas de crecimiento. La clasificación de los niveles de riesgo es una tarea clave para llegar a una racionalización de los posibles efectos sobre la diversidad biológica.

#### Riesgos ecológicos

La biología evolutiva, entendida de forma amplia e incluyente, tiene la responsabilidad de participar de manera informada, crítica y propositiva en el debate de los transgénicos. Sin esta contribución será muy difícil construir una política de Estado coherente en esos espacios de decisión donde se juntan la biotecnología y la diversidad biológica. Justo es reconocer que muchos científicos independientes y organizados han contribuido a estos deba-



Algodón transgénico

tes; resaltan la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, la Sociedad Botánica de México y la Academia Mexicana de Ciencias. Sin embargo, insisto en que las ciencias de la vida deben ayudar sistemáticamente a racionalizar las implicaciones de la biotecnología moderna y sus productos para evitar que fundamentalismos de diversa índole ocupen el nicho vacío. Los costos de esta ausencia pueden ser altos para la investigación básica y aplicada.

#### **Las aristas de la bioseguridad**

La agenda es amplia ya que se relaciona con temas como los derechos de los consumidores y los agricultores, la libertad de investigación, el acceso a la información, la ética, el uso de plaguicidas y herbicidas, la conservación de los recursos biológicos nacionales, la producción primaria en ambientes extremos y marginales, nuestro desarrollo biotecnológico y las políticas de propiedad industrial. En todos estos asuntos la biología tiene mucho que decir. Nutrir el debate dentro de las ciencias de la vida seguramente elevará el nivel de las discusiones en los medios y alimentará positivamente la construcción de políticas públicas racionales de bioseguridad.

Los biólogos estamos iniciándonos en los territorios de la res-

ponsabilidad profesional. El ingeniero que calcula mal un puente o el médico negligente tienen que enfrentar las consecuencias de sus actos. La biología debe profundizar en este aspecto de su actividad profesional antes de que la realidad nos lleve al tema con casos que lamentar. La responsabilidad jurídica promoverá un ejercicio responsable de la aplicación de las nuevas tecnologías. El terreno de la responsabilidad y la indemnización por daños es un asunto relevante en materia de biotecnología pero no lo es menos en el derecho ambiental en general.

#### **Liberación al medio ambiente**

En la decisión específica de liberar al medio ambiente un "bicho" novedoso la última palabra la deben tener grupos interdisciplinarios donde estén bien representadas la ecología evolutiva, la biogeografía y la biotecnología. También se debe construir la institucionalidad para que, una vez evaluados los riesgos, éstos sean manejados responsablemente y se establezca un monitoreo de largo plazo respecto a sus efectos sobre el medio ambiente y la diversidad biológica de México. Paradójicamente, el potencial predictivo de la ecología evolutiva sobre los riesgos es a un tiempo vigoroso y especulativo. De ahí la necesidad de proceder con inteligencia y precaución, constru-

yendo políticas coherentes sobre lo que podemos predecir y sobre la experiencia que se va acumulando. Respecto a los beneficios es fundamental evaluarlos adecuadamente para colocarlos en la balanza y tomar decisiones útiles para el país en términos de costos y beneficios a mediano y largo plazos.

#### **Mezclando los reinos de la vida**

Para los biólogos también es muy importante reconocer que si bien las plantas, en el terreno de la agricultura, son la vanguardia en estos asuntos, veremos desarrollos biotecnológicos basados en organismos de todos los reinos de la vida. Esto implica que para poder evaluar los riesgos se requiere conocer la historia natural de los organismos involucrados en la producción de cualquier transgénico, el origen de los genes que se insertan y la biología del organismo receptor. No habrá biólogo capacitado para evaluar los riesgos de todo lo que vendrá. Sin interdisciplina y una participación amplia será difícil valorar adecuadamente riesgos para la biodiversidad y beneficios producidos y ambientales.

La CONABIO ha financiado centenares de proyectos que nutren un sistema de información biológica. Estos datos ya se comienzan a utilizar para evaluar los riesgos de transgénicos que son mayoritariamente

## Jitomates, maíces y algodonos

Hace ya más de 12 años que en nuestro país se sembró por primera vez un transgénico: fue un jitomate con genes de una bacteria llamada *Bacillus thuringiensis* (Bt), mismos que codifican para la expresión de una proteína cristalina tóxica para algunas plagas. El experimento fue realizado por Campbells-Sinalopasta y sólo duró una temporada.

Tres años después siguieron pruebas del jitomate FlavrSavr™, con una modificación antisentido de RNA que retrasa la maduración del fruto (se anula la expresión de un gen más que introducir uno nuevo). Después de varias temporadas de evaluación agronómica, las variedades de Calgene y Zeneca que tienen la modificación resultante de la tecnología del FlavrSavr™ fueron desreguladas, es decir, se les liberó de la supervisión del Estado. Hasta ahora, esta experiencia parece haber sido neutra en sus efectos ambientales, sanitarios y comerciales. El hecho de que haya sido desregulado y que los mexicanos lo hayamos consumido durante años, ya sea fresco o en productos derivados, plantea muchas preguntas en torno a los alcances de la desregulación, del derecho a la información y de los derechos de los consumidores, interrogantes que con el tiempo habrá de responder la recientemente creada Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Modificados Genéticamente. Aun hoy resulta justo que se nos informe si estamos consumiendo estos jitomates.

Desde la perspectiva específica de la diversidad biológica es importante saber si hubo un monitoreo preciso de estos organismos en el medio ambiente. La posibilidad de que se transfiera el carácter novedoso a los parientes domesticados o silvestres del jitomate es baja debido a que sus sistemas reproductivos tienden a la incompatibilidad y la autopolinización. Sin embargo, una liberación invo-

luntaria al medio ambiente puede suceder mediante muchos mecanismos. ¿Se han establecido poblaciones ferales de este jitomate en el país? ¿Qué efectos podría tener la maduración retardada en variedades criollas cultivadas en temporal o sobre poblaciones silvestres? Estas son preguntas que no podremos contestar sin un monitoreo permanente de la diversidad biológica, incluidos los transgénicos. Sería penoso que el año 2025 un biólogo quisiera hacer su tesis sobre los efectos de largo plazo de los organismos vivos modificados y no se le pudiera dar información precisa y materiales de referencia adecuados (por ejemplo, fechas, localidades, semillas viables y secuencias insertas).

Para la biodiversidad, lo más preocupante es la poca variedad de jitomates disponibles en los mercados de la región que fue su centro de origen. Italia, por ejemplo, tiene ahora una gran diversidad de jitomates en sus estantes: nosotros sólo tenemos tres o cuatro. ¿Cómo actuar para detener y revertir la pérdida de diversidad genética en la agricultura? La respuesta no está en la bioseguridad sino en la planeación de largo plazo de la oferta agrícola nacional y de la cultura alimentaria que desarrollará México en el largo plazo. En este asunto de seguridad nacional enfrentamos un largo proceso en el cual tendrán que definirse derechos y obligaciones para todas las formas que tiene en nuestro país la agricultura.

Las primeras solicitudes para hacer evaluaciones de campo en México catalizaron la creación del Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola (CNBA), grupo interdisciplinario de científicos que ha adquirido experiencia en la evaluación de riesgos. Este grupo autorizó entre 1993 y 1998 algunos experimentos con maíz modificado en invernaderos contenidos de alta seguridad y en el campo, con la estricta restricción de cosechar antes de la floración del maíz. En



Mercado de San Remo, Italia.

© Fulvio Eccardi

productos privados. La información de estos proyectos es un patrimonio público cuyo uso en este contexto está plenamente justificado por razones de seguridad nacional. Sin embargo, no debemos perder de vista que es costoso consolidar los inventarios biológicos de México. Esta situación pone sobre la mesa la disyuntiva de cobrar o no por el uso de esta información. De no hacerlo se debe ga-

rantizar un presupuesto suficiente para consolidar las capacidades de la CONABIO en esta materia; si se opta por el cobro, se deben establecer reglas para garantizar que los fondos obtenidos sustenten el proyecto de información para la evaluación de riesgos que está implementando la CONABIO.

### **Bioseguridad y conservación de la diversidad genética**

En cualquier caso, debemos tener claro que pretender la conservación de los recursos genéticos a partir de la regulación de los OVM es iluso-

1998 el CNBA tomó la decisión de suspender cualquier experimento con maíz transgénico en el campo mexicano.

Aplicando el principio precautorio con bases científicas, un grupo de profesionales comprometidos estableció una moratoria *de facto* a cualquier liberación al medio ambiente de maíz transgénico. Para cambiar esta decisión no sólo habrá de construirse un amplio y difícil consenso: primero habrá que establecer una política racional para la conservación *in situ* de los maíces criollos del México indígena y campesino.

Nuestro país importa maíz y sus derivados para uso en la industria alimentaria. Vienen mezclados transgénicos e híbridos tradicionales cuyo bajo precio beneficia a algunos, al mismo tiempo que destruye la economía maicera de temporal. La producción de la franja maicera norteamericana, sea o no transgénica, está fuertemente subsidiada de múltiples maneras: más de cincuenta años de investigación y apropiación de germoplasma, estímulos directos, insumos energéticos y costos ambientales no considerados en los precios. En mi opinión, hay muestras claras de un *dumping* ecológico que justificaría ampliamente una medida comercial para elevar los precios internos de los maíces que son cultural y biológicamente importantes para México. No hablo de un subsidio generalizado o precios de garantía, sino del apoyo a los agricultores temporales mediante la promoción de la conservación *in situ* y de los mercados para los maíces nuestros. En el marco de los acuerdos comerciales multilaterales hay terreno para construir este proceso. Lo que falta es consensar una política coherente para la agricultura del país. La diversidad del maíz está intrínsecamente relacionada con nuestra cultura alimentaria y, al igual que en el caso de los jitomates, para conservar *in situ* estos recursos fitogenéticos se requiere una siner-

gia planeada entre el Estado, los productores y los consumidores. El caso del algodón transgénico Bt en Tamaulipas y la Comarca Lagunera muestra otra cara de la moneda. El beneficio ambiental obtenido hasta ahora tiene valores ambientales incontestables. El cultivo del algodón ha sido el mayor consumidor de insecticidas en el mundo y el uso de estas tecnologías reduce sustancialmente el número de aspersiones. Por primera vez en la historia de la región Lagunera el cultivo del algodón consume menos insecticidas que el maíz y las hortalizas. Enhorabuena, pero debemos avanzar en evaluar los efectos positivos o negativos de los defoliantes químicos utilizados y en la posible adopción de transgénicos con resistencia a herbicidas. Las preguntas ecológicas se modifican cuando cambia el rasgo novedoso del transgénico y con la intensidad tecnológica de los procesos productivos.

Quiero insistir en mi punto de vista. El eventual etiquetado del jitomate transgénico no nos devolverá la diversidad de los jitomates al campo o a nuestras mesas. Prohibir la siembra de maíz transgénico en México no implica que tengamos una política de Estado que proteja la diversidad del maíz para nuestro sustento cultural y para el futuro de la humanidad. Los apoyos dados por el Estado al cultivo de algodón transgénico se justifican por los beneficios ambientales logrados en entornos altamente contaminados, pero esto sólo evidencia la ausencia de apoyos para los productores orgánicos o para los que trabajan con algodones tradicionales de color natural. Es decir, que la bioseguridad es una práctica para evitar y manejar riesgos pero de ninguna manera constituye una política de conservación de los recursos genéticos; que cada paso que demos en materia de conservación sea en realidad una preocupación menos en materia de bioseguridad.

rio. Son muchos los procesos que inciden sobre la pérdida de diversidad genética y los transgénicos no son ni de lejos la principal amenaza. Es mucho más urgente orquestar acciones concretas de conservación *in situ* y *ex situ* de recursos genéticos mexicanos, articuladas con las políticas de producción en el sector primario.

La tragedia ambiental es conocida de todos y sus causas están íntimamente ligadas a las políticas que han prevalecido en el campo mexicano. La biotecnología y sus productos no son el nuevo enemigo

a vencer. Pueden ser aliados si en la delineación de su desarrollo nacional participan activamente sectores más amplios de las ciencias de la vida. En el siglo XX presenciamos un desarrollo biológicamente desordenado en el México rural, con costos ambientales muy altos. Apenas estamos a tiempo para iniciar acciones que eviten que esto se repita en el siglo que comienza.

La relación entre biodiversidad y biotecnología tiene muchos más aspectos positivos que negativos. Una parte de la población comienza a percibir más riesgos y privati-

zaciones que beneficios colectivos. Si la sociedad ha de compartir una postura positiva respecto al uso de la biotecnología, las ciencias de la vida no pueden darse el lujo de permanecer indiferentes.

\*Biólogo de la Facultad de Ciencias de la UNAM y colaborador de la CONABIO. Fue coordinador técnico de la delegación mexicana a la negociación del Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad.