



Agrobiotecnologías y biodiversidad

Gilles AYRAULT¹

Sumario: 1. Biodiversidad. 2. Biotecnología. 3. ¿Las Agrobiotecnologías van a destruir o disminuir a la Biodiversidad?. 4. ¿Las variedades tradicionales y razas rústicas se extinguirán con la introducción de los cultivos transgénicos? ¿Conduce esto al dominio de una o unas pocas variedades en los campos?. 5. Entonces, ¿Cómo garantizar que el uso de las Agrobiotecnologías no afecte a la biodiversidad de los agroecosistemas y no agrave la dependencia de los agricultores?. 6. ¿Bajo qué condiciones económicas y políticas se beneficiarán de las agrobiotecnologías la productividad agrícola y con ello ayudar a la biodiversidad?. 7. Conclusiones. 8. Bibliografía.

Resumen: La biodiversidad es esencial para la salud de nuestro planeta y la riqueza de nuestras sociedades, por lo que debe monitorearse constantemente su mantenimiento y conservación para que sea tan grande como sea posible. Las agrobiotecnologías ofrecen instrumentos poderosos para el desarrollo sostenible, pero generan temores y resistencias con mucho énfasis en sus posibles peligros. La Biodiversidad y las Agrobiotecnologías son recursos estratégicos, por lo tanto, la pregunta no es si la nueva tecnología debe ser adoptada o no, sino, cual es la mejor manera de utilizar las nuevas oportunidades que nos ofrece.

Palabras llave: biodiversidad - agrobiotecnologías - desarrollo sostenible - recursos estratégicos

Abstract: Biodiversity is essential for the health of our planet and the richness of our societies, so be constantly monitored its maintenance and conservation to be as large as possible. Agrobiotechnologies offer powerful tools for sustainable development, but generate fears and resistances with much emphasis on their potential hazards. Biodiversity and Agrobiotechnologies are strategic resources, therefore, the question is not whether new technology should be adopted or not, but what is the best way to use new opportunities it offers.

Keywords: biodiversity - biotechnologies - Sustainable development - strategic resources

1. Biodiversidad

Se entiende por biodiversidad el número, variedad y variabilidad de seres vivos que habitan el planeta. Además, incluye las interacciones que se establecen entre las formas de vida y que dan origen a sistemas interactivos complejos como son los ecosistemas y paisajes.

La biodiversidad es un término que puede referirse a la diversidad en un gen, una especie, una comunidad de especies o a un ecosistema. El gen (el 4° recurso) está en la base de la biodiversidad, mucho más que la especie que constituye.

El término biodiversidad es una contracción comúnmente utilizada y que se refiere a la diversidad biológica total en un área o en toda la tierra. La biodiversidad incluye todos los seres vivos que van desde los microorganismos a las plantas y a los animales. De acuerdo con el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), la biodiversidad se entiende como la variabilidad entre los organismos vivos de cualquier fuente, incluyendo los ecosistemas terrestres, acuáticos y marinos y, entre otras cosas, de los complejos ecológicos de los que forman parte; se trata de la diversidad entre las especies, y dentro de las especies y de los ecosistemas (CDB, 1992; Johnson, 1993).

2. Biotecnología

¹ Ingeniero Agrónomo (FAyA-UNSE - 1991), Magister Scientiae en Producción Vegetal (FCA-UNMdP - 2002) – Jefe de Trabajos Prácticos en Sistemas de Producción Frutícola (FAyA-UNSE) desde 1992 – Investigador Categorizado III (desde 1998) – Secretario Académico FAyA-UNSE 1996-2001 y 2009-2011 – Secretario de Vinculación, Transferencia y Extensión FAyA-UNSE 2011-a la fecha. mail de contacto: gilles@unse.edu.ar



Generalmente entendemos como biotecnología a "cualquier técnica que utiliza organismos vivos, o sus componentes aislados, para la obtención o transformación de un bien o producto, mejorar plantas o animales, o para la síntesis de los microorganismos vivientes para usos específicos del hombre". Los primeros fabricantes de vino y de pan se pueden considerar "científicos de la biotecnología". Un sentido más estrecho del término "biotecnología" combina los logros de los últimos sesenta años, incluyendo todas las técnicas de cultivo *in vitro*, así como diversos aspectos de la genética molecular, tales como la clonación de genes, la secuenciación y la ingeniería genética.

Un organismo genéticamente modificado (OGM) es un organismo vivo cuyo material genético se modificó mediante la inserción de un gen de otro organismo. Entre los OGMs, las plantas transgénicas (plantas genéticamente modificadas) son para los agricultores el grupo más importante. Una planta transgénica es una planta en la cual se ha introducido en su patrimonio genético un gen extranjero (un gen extraño o transgen). Esta información genética adicional le permite adquirir nuevas propiedades tales como la resistencia a las plagas, resistencia a un herbicida, aumento de la vida útil en postcosecha, etc. Hasta hace poco, los genes se limitaban a especies emparentadas, por lo que el algodón no podía poseer un gen de una variedad de maíz.

Con el advenimiento de las Agrobiotecnologías, se pueden producir plantas que contengan genes de diferentes especies de plantas, animales o bacterias. Por lo tanto, las barreras entre las especies ya no existen y bienvenido a la "globalización genética".

Hoy en día, el papel y las acciones de los científicos están cada vez más sujetos a interrogantes y controversias. Las Agrobiotecnologías prometen grandes beneficios tanto para los productores como para los consumidores de productos agropecuarios pero sus aplicaciones también están asociadas a riesgos potenciales. Los riesgos y beneficios pueden variar sustancialmente de un producto a otro y con frecuencia se perciben de forma diferente en los distintos países.

3. ¿Las Agrobiotecnologías van a destruir o disminuir a la Biodiversidad?

La biodiversidad es el resultado de 3.500 millones de años de evolución. Se mide en número de especies, pero también en cantidad (biomasa). La biodiversidad es esencial para la salud de nuestro planeta y la riqueza de nuestras sociedades. A lo largo de la historia de la evolución, las especies se han extinguido con regularidad (Ouedraogo, 2006).

Sin embargo, esta pérdida de la biodiversidad siempre ha sido compensada por una mutación genética y la selección natural. Esta selección natural y las actividades humanas se han traducido en el cultivo a gran escala de cinco especies vegetales (trigo, maíz, arroz, soja y cebada que proporcionan la mayor parte de los alimentos del mundo). En el mundo moderno, hemos llegado a una situación en la que la tasa de extinción de especies es muy superior al enriquecimiento debido a la evolución. La prosperidad de las naciones se ha construido inicialmente en el desarrollo de la agricultura, que a su vez se convirtió en dependiente de la utilización de materias primas genéticamente adecuadas.

Hoy, de las 250.000 especies de plantas potencialmente consumibles, el hombre sólo utiliza 500. Pero de estas 500 especies, el arroz, el trigo y el maíz representan por sí solo el 60% del uso. Tal dependencia se ve reforzada por el hecho de que la variación genética en cada especie se redujo, en parte debido a los programas uniformes de selección de los agricultores. Por lo tanto, existe un peligro real de que estas especies no hayan conservado el potencial suficiente de variación genética que les permita adaptarse a los cambios ambientales.

La creación del Observatorio Nacional de Biodiversidad (OBIO) representa para la Argentina un salto cualitativo en materia de información y divulgación de la biodiversidad (Sec.Amb.Desar.Sust, 2015). En estos 65 últimos años, la creciente población mundial, la urbanización y la industrialización alteraron el equilibrio ecológico en muchas partes del mundo. Con una población mundial de 7.000 millones de personas (contra 2.500 millones en 1950), de la



cual el 80% se encuentra en los países en desarrollo, la demanda de alimentos se ha disparado, apareciendo nuevas prácticas agrícolas, pero que causaron nuevos cambios ecológicos importantes. Es esencial monitorear constantemente el mantenimiento y la conservación de una biodiversidad tan grande como sea posible. La falta de alimentos es en gran parte debido a un problema de distribución. Las personas que no los tienen no pueden obtenerlos, “los pobres no tienen suficiente dinero para comprarlos”. Teniendo en cuenta que, en los países en desarrollo, los pobres viven de la tierra, es en estos países que se debe aumentar la producción. Estas personas tendrán no sólo lo suficiente para sobrevivir, pero también tendrán un excedente para vender y poder adquirir otros bienes y servicios. El aumento de la producción local es la forma más eficiente para lograr tal fin, y debe, según muchos economistas del sector público, incluidos los del Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD), integrar la biotecnología como componente importante.

Considerando que la biodiversidad está amenazada principalmente por la destrucción de los hábitats naturales (de acuerdo con la Convención de la Diversidad Biológica), y que, según FAO, la primera fuente de esta destrucción es la expansión de la superficie dedicada a la agricultura, las Agrobiotecnologías, como las plantas genéticamente modificadas, podrían dar mayores rendimientos por unidad de superficie ayudando a mermar la amenaza de la pérdida de hábitat y así contribuir a una biodiversidad más sostenible. Sin embargo, una de las principales preocupaciones relativas a la introducción de los cultivos transgénicos es su impacto sobre la biodiversidad.

4. ¿Las variedades tradicionales y razas rústicas se extinguirán con la introducción de los cultivos transgénicos? ¿Conduce esto al dominio de una o unas pocas variedades en los campos?

A juzgar por lo que ocurrió con el mercado de la soja, esto no será el caso. Aunque de hecho, todas las semillas de soja resistentes a los herbicidas fueron originadas de una sola transformación obrada en la soja *Roundup Ready* de *Monsanto*, cientos de diferentes variedades fueron obtenidas por diferentes empresas semilleras que utilizan la agricultura tradicional para desarrollar variedades de soja que se adaptan a las diferentes condiciones climáticas y de suelo. Esto demuestra que, en el caso de este cultivo transgénico dominante, la biotecnología no ha llevado a la desaparición de la biodiversidad agrícola. Por otro lado, durante el siglo pasado en Europa, la diversidad de variedades de animales y cultivos ha disminuido considerablemente, no a causa de cualquier peligro biológico que emana de algunas explotaciones, sino porque los agricultores tenían que producir de manera rentable. Muchas variedades antiguas de manzanas han desaparecido, por ejemplo, debido a la elección preferencial de minoristas y consumidores.

La rápida consolidación del mercado mundial de semillas puede llegar a ser un problema en este sentido y leyes anti-monopolio podrían ser necesarias para evitar el dominio de los oligopolios, donde la competencia se limita a unos pocos productores. En términos de biodiversidad, las plantas genéticamente modificadas (OGMs) generan dos grandes preguntas: (1) Como fuentes de polen, ¿cuál es su impacto en las plantas de los alrededores, las cultivadas y las silvestres?, y (2) De manera más general, ¿cuál es su impacto en los ecosistemas?

El impacto de los OGMs sobre la biodiversidad es un tema complejo y debe ser evaluado caso por caso. De hecho, algunas plantas tienen una reproducción que no requiere el transporte de polen, ya que el polen fertiliza los óvulos de la misma planta (plantas autógamas). Al contrario, en las plantas de fertilización cruzada (alogamas), la reproducción se realiza entre el polen de una planta y los óvulos de otra planta.

El polen de los cultivos transgénicos puede fertilizar especies sexualmente compatibles y causar un impacto en el medio ambiente a través de la producción de híbridos y sus progenies. En ese caso, cuatro factores básicos determinan la probabilidad y las consecuencias del flujo de genes: a) la distancia del movimiento del polen de la planta OGM, b) la sincronización de la floración de la planta genéticamente mejorada y las especies relacionadas, c) la compatibilidad



sexual entre la planta genéticamente modificada y las especies relacionadas, y d) la ecología de ambas especies. También es necesario que haya una ventaja selectiva del gen transferido sino no se transmite a la descendencia. La verdadera pregunta no es si las agrobiotecnologías afectan a la biodiversidad o no, sino plantearse si son más riesgosas para la biodiversidad que los cultivos convencionales, tanto cuantitativamente como cualitativamente. Por lo tanto, la evaluación de los efectos de las agrobiotecnologías sobre la biodiversidad debe incluir una comparación entre los beneficios y los riesgos de ambos cultivos.

Varios escenarios predicen un daño irreversible y catastrófico para la biodiversidad como consecuencia del uso de plantas transgénicas. Ouedraogo (2006) cita a otros que sostienen todo lo contrario. En general, se cree que la agricultura moderna, apoyada por el fitomejoramiento y la industria semillera ha causado la erosión genética o pérdida de varias poblaciones de cultivos mantenidos por los productores. En cuanto a la biotecnología moderna, algunos creen que acelerará esta tendencia y dará lugar a una mayor erosión genética. Frente a estos argumentos, hay quienes dicen que las herramientas de la biotecnología moderna, como la criopreservación, contribuirá a la conservación *ex-situ* de la biodiversidad. Pero, de hecho, ¿la pérdida de biodiversidad debido a la destrucción de los bosques tropicales no es mayor que la pérdida de la biodiversidad genética debido a la erosión genética? (Leisinger, 1999).

5. Entonces, ¿Cómo garantizar que el uso de las Agrobiotecnologías no afecte a la biodiversidad de los agroecosistemas y no agrave la dependencia de los agricultores?

Solo se asegurará cuando se hayan puesto en marcha los recursos necesarios para generar o utilizar las tecnologías y los productos de la biotecnología moderna. Las estructuras de bioseguridad deben existir en todos los países y con los recursos humanos, materiales y financieros para llevar a cabo su tarea. Hoy, los productos OGMs (semillas y productos alimentarios) están circulando en muchos países sin su conocimiento. ¿Cómo van a saberlo sin un mínimo de capacidad de control y detección? La preservación de la biodiversidad en relación con el uso de OGM es posible si y sólo si el país usuario fortalece su capacidad de evaluación y gestión de los riesgos ambientales asociados a la introducción de los OGMs.

La independencia respecto a los intereses exteriores es compleja ya que no se tiene control sobre su propia herencia genética. Por otra parte, ¿cuántos son los países que poseen los conocimientos técnicos capaces de proteger los derechos de propiedad intelectual? Estas son todas las necesidades de creación de capacidades para asegurar tener la esperanza de minimizar esta dependencia.

Las incertidumbres surgidas, primero por los problemas ambientales y luego por las consecuencias de las nuevas tecnologías, han favorecido una visión diferente. Las incertidumbres científicas representan las condiciones diarias y normales tanto para las ciencias y las tecnologías como para sus aplicaciones sociales. Cuando la información científica resulta incierta, insuficiente o susceptible de generar interpretaciones divergentes, el derecho asume la responsabilidad de llenar los espacios dejados por la ciencia: la inconclusión intrínseca y la no concluyente indeterminación del conocimiento científico pueden apenas coincidir con la necesidad de adoptar elecciones sociales, políticas públicas y decisiones legales (O'Riordan y Cameron, 1994).

Hay una necesidad de establecer textos y marcos normativos y legislativos nacionales para avanzar gradualmente hacia una legislación regional (Mercosur, Latinoamericana, etc.) armonizada sobre bioseguridad. Debe asegurarse de que dicha legislación sirva a los mercados y los productos nacionales preservando al mismo tiempo los riesgos potenciales. Asimismo, es fundamental formar especialistas en condiciones de participar en las principales negociaciones internacionales. Además, los propios agricultores deben ser más conscientes de la promoción y la protección de su patrimonio y de la biodiversidad. Hay una gran falta de información sobre las agrobiotecnologías para el público. Las agrobiotecnologías son del presente para el futuro, y los agricultores deben adoptarlas con toda objetividad. Una información completa y adecuada sobre las agrobiotecnologías es necesaria porque el público necesita tomar decisiones sobre sus



productos. Para ello, se debe fortalecer la capacidad de comunicación de las partes interesadas para mejorar su comprensión pública.

6. ¿Bajo qué condiciones económicas y políticas se beneficiarán de las agrobiotecnologías la productividad agrícola y con ello ayudar a la biodiversidad?

La investigación en el sector público fue el origen de la primera Revolución Verde, lo que ayudó a mejorar la producción de trigo y arroz en Asia. Las investigaciones innovadoras actuales en agrobiotecnología se hacen principalmente por unas pocas grandes empresas multinacionales, con una pequeña contribución realizada en el sector público y en las pequeñas empresas. Las empresas luchan por los derechos de propiedad intelectual a través de las patentes para obtener un retorno sobre sus inversiones. Esto es inevitable bajo el sistema actual de derechos de la propiedad intelectual, pero deben tomarse medidas para garantizar que los Institutos de investigación agrícola de los países en desarrollo puedan tener acceso a la información, así como a los materiales y a los procedimientos patentados necesarios para sus agricultores. Por desgracia, la ayuda financiera para los sistemas de investigación agrícola en los países en desarrollo es escasa, por lo que hay que revertir esta tendencia que amenaza la seguridad alimentaria mundial.

Las prácticas agrícolas tienen efectos adversos sobre la biodiversidad de varias maneras. La mayoría de estos efectos pueden ser total o parcialmente controlados por un buen uso de las tecnologías y estrategias de gestión de los cultivos disponibles. Integrados en una gestión ambientalmente pertinente y un seguimiento riguroso, los cultivos transgénicos han demostrado un efecto beneficioso para los aspectos ambientales de la agricultura moderna (Ammann, 2004). Los estudios científicos y el desarrollo tecnológico siempre han abierto nuevas posibilidades para el hombre (la rueda, el fuego, el auto, el avión, la vacuna, la célula, etc.), pero el cambio nunca se ha manifestado sin generar temores y resistencias con mucho énfasis en los posibles peligros de la tecnología.

Según declaración de la FAO (2000), la biotecnología ofrece instrumentos poderosos para el desarrollo sostenible de la agricultura, la pesca y la actividad forestal, así como de las industrias alimentarias. Cuando se integra debidamente con otras tecnologías para la producción de alimentos, productos agrícolas y servicios, las agrobiotecnologías pueden contribuir en gran medida a satisfacer, en el nuevo milenio, las necesidades de una población en crecimiento y cada vez más urbanizada. Para aprovechar todo el potencial de las agrobiotecnologías, es necesario desarrollar políticas adecuadas a fin de asegurar el diagnóstico preciso de los riesgos potenciales, con el objeto de evitarlos cuando sea necesario.

7. Conclusiones

Las preguntas planteadas por la interacción entre la biodiversidad y las agrobiotecnologías tienen unas consecuencias considerables y deben ser el objeto de un diálogo abierto y esclarecedor para la sociedad. Todos los interlocutores pertinentes, es decir, los agricultores (principalmente de los países en desarrollo), los científicos, los industriales, las organizaciones de interés público, los políticos y los medios de comunicación deben participar en el debate. No debemos descuidar los valores culturales relacionados con la agricultura y la producción de alimentos. La agricultura está íntimamente relacionada con numerosos problemas, entre ellos la pérdida de la biodiversidad, el calentamiento global y la disponibilidad del agua. A pesar del importante aumento de la productividad, la malnutrición y la pobreza siguen asolando gran parte del mundo.

Los estudios científicos y el desarrollo tecnológico siempre han abierto nuevas posibilidades para el hombre (la rueda, el fuego, el auto, el avión, la vacuna, la célula, etc.), pero el cambio nunca se ha manifestado sin generar temores y resistencias con mucho énfasis en los posibles peligros de la tecnología (Ouedraogo, 2006). Las agrobiotecnologías pueden tener muy diferentes impactos sobre la biodiversidad, dependiendo del tipo particular de aplicación en



cuestión y su método de aplicación. Los resultados dependerán tanto de la situación de la agricultura y del contexto social. Si, en los países en desarrollo, sólo un pequeño número de grandes productores pueden utilizar las nuevas semillas transgénicas, esto podría dar lugar al nacimiento de grandes áreas de monocultivos, con una mínima mejora en el mantenimiento de la biodiversidad y una débil reducción de la pobreza.

La “brecha molecular” que existe entre los países desarrollados y los países en desarrollo amenaza con agravar las desigualdades de hoy... (E-campo, 2003). Las agrobiotecnologías permiten considerar la preservación de las tierras silvestres que no se utilizan, sobre todo en los bosques tropicales, lo que elimina la necesidad de cultivar más tierras. El Consejo británico de Nuffield (Nuffield Council del Reino Unido) de Bioética llegó a la siguiente conclusión: por el potencial de la biotecnología, "hay que responder a este imperativo moral para que sean fácilmente disponible y asequible los cultivos transgénicos" (Consejo de Bioética de Nuffield, 1999). Un informe elaborado conjuntamente por las Academias de Ciencias de la India, China, México, Reino Unido, Brasil y Estados Unidos, así como por el PNUD llegó a conclusiones similares, haciendo hincapié en el hecho de que esta tecnología era realmente esencial. Estas organizaciones y otras del sector público siguen convencidas de que las agrobiotecnologías pueden ayudar, si se aplican con sabiduría, al aumento de la producción agrícola en los países en desarrollo. Por lo tanto, parte de la biodiversidad nativa podría ser preservada (Fédération Européenne de Biotechnologie, 2001). Para aprovechar todo el potencial de las agrobiotecnologías, es necesario desarrollar políticas adecuadas a fin de asegurar el diagnóstico preciso de los riesgos potenciales, con el objeto de evitarlos cuando sea necesario. La Biodiversidad y las Agrobiotecnologías son recursos estratégicos, por lo tanto, la pregunta no es si la nueva tecnología debe ser adoptada o no, sino, cual es la mejor manera de utilizar las nuevas oportunidades que nos ofrece, y luego habilitar una política de regulación para su uso.

8. Bibliografía

- Ammann, K. – 2004 - The impact of agricultural biotechnology on biodiversity: a review - Botanic Garden, University of Bern.
- CBD – 1992 - Electronic Source: Convention on Biological Diversity, United Nations - accessed: 2003. <http://www.biodiv.org/doc/publications/guide.asp>
- Consejo de Bioética de Nuffield – 1999 – Genetically modified crops: the ethical and social issues <http://www.nuffieldfoundation.org/bioethics.publication/pub0010805.html>
- Fédération Européenne de Biotechnologie – 2001 – Biodiversité: l’impact de la biotechnologie - <http://www.youscribe.com/catalogue/presentations/savoirs/techniques/biodiversite-l-impact-de-la-biotechnologie-380582>
- Jonhson, S. P. – 1993 - The Earth summit: the United Nations conference on Environment and development (UNCED) - London, UK: Graham and Trotman.
- Leisinger, K. – 1999 - Biotechnology for developing country agriculture: problems and opportunities - Disentangling risk issues. 2020 Focus 2, Brief %. IFPRI Wa D.C. USA.
- O’Riordan, T. and J. Cameron (eds.). (1994). Interpreting the Precautionary Principle. Routledge.
- Ouedraogo, J.T. – 2006 - Les rapports entre biodiversité, les OGMs et la biotechnologie : perspectives africaines - 5th Ordinary Session of the World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST) – UNESCO - Ministère de la Recherche Scientifique, République du Senegal.
- Secretaría de Ambiente y desarrollo Sustentable – 2015 – 5° Informe Nacional para la Conferencia de las partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) – Julio de 2015 – 97 pág.