



Agrobiotecnologías y biodiversidad

Miguel Ángel BOLAÑO¹

Sumario: 1. Biotecnologías 2. La biotecnología y el agro 3. La agrobiotecnología 4. El surgimiento de la bioeconomía 5. Las nuevas trayectorias biotecnológicas 6. Oportunidades de la moderna biotecnología en los sistemas agroalimentarios 7. ¿Qué pueden hacer las biotecnologías para el uso sostenible de la biodiversidad? 8. Biodiversidad 9. Referencias Bibliograficas

43

Resumen: El mundo enfrenta un dilema particularmente acuciante: por un lado se le pide incrementar la producción y la productividad; por otro, cada día son más evidentes los riesgos medioambientales que se corren si se mantienen las actuales prácticas productivas, prácticas que parecen insostenibles, desde el punto de vista energético y de los recursos naturales. Esas tecnologías, si bien no han perdido su relevancia en muchos lugares, ya no parecen ser tan eficientes como hace dos o tres décadas. Una mejoría de esa naturaleza exige un cambio de paradigma en la aproximación científica y tecnológica que solo será posible a través de los avances que se logren en el campo de la biotecnología moderna, tanto en lo que se refiere a la producción agrícola como a la biotecnología industrial. Posibilitar la incorporación de esta visión en el diseño de políticas es un desafío esencial.

Abstract: The world faces a particularly acute dilemma: one is asked to increase production and productivity; on the other, every day more obvious environmental risks involved if current production practices, practices that seem unsustainable from the point of view energy and natural resources remain. These technologies, if not well have lost its relevance in many places, no longer seem to be as efficient as two or three decades ago. An improvement of this nature requires a paradigm shift in scientific and technological approach that will only be possible through the progress achieved in the field of modern biotechnology, both in terms of agricultural production and biotechnology industrial. Enabling the incorporation of this vision in the design of policies is a key challenge.

Palabras Claves: Agrobiotecnologías – Biotecnologías- Biodiversidad.

Keywords: Agricultural biotech - Biotechnologies - Biodiversity

1. Biotecnologías

La Biotecnología se define como el uso de organismos vivos o partes de ellos (estructuras subcelulares, moléculas) para la producción de bienes y servicios. En esta definición se encuadran actividades que el hombre ha venido desarrollando por miles de años, como la producción de alimentos fermentados (pan, yogurt, vinos, cerveza, etc.).

La Biotecnología Moderna es aquella que, contemplando la definición anterior, hace uso y dominio de la información genética. El nacimiento de la ingeniería genética a principios de la década del setenta, sentó las bases de esta nueva actividad. Esto permitió transferir genes (información genética) de una especie a otra y por lo tanto ‘programar’ organismos vivos para que realicen un sinnúmero de tareas específicas en la producción industrial.

2. La biotecnología y el agro

¹ Ingeniero de Recursos Naturales Renovables para Zonas Áridas. UNLaR. Prof. Adjunto A/C Cátedra Ganadería Sustentable II. Carrera de Ingeniería de Recursos Naturales Renovables para Zonas Áridas. Sede Universitaria Chamental. UNLaR. E-mail: miguelbolagno@yahoo.com.ar



Las técnicas de ingeniería molecular aplicadas al mejoramiento de cultivos y la biotecnología incorporada al manejo agrícola permiten un importante incremento en la productividad y la extensión de las fronteras agrícolas de manera ambientalmente sustentable. Los aportes de la biotecnología al agro incluyen técnicas de cultivo y propagación; nuevas variedades (organismos genéticamente modificados); biocidas y biofertilizantes, métodos de detección de enfermedades y plagas, etc.

3. La agrobiotecnología

El mundo enfrenta un dilema particularmente acuciante: por un lado se le pide incrementar la producción y la productividad; por otro, cada día son más evidentes los riesgos medioambientales que se corren si se mantienen las actuales prácticas productivas, prácticas que parecen insostenibles, desde el punto de vista energético y desde el punto de vista de los recursos naturales.

Esta no es una situación nueva; el mundo ha estado en situaciones similares. De hecho, hace 50 años se vivió un conflicto parecido entre el crecimiento de la población y el estancamiento en la oferta de alimentos. En aquel momento, el surgimiento de lo que se ha dado en llamar “la revolución verde” ofreció una respuesta tecnológica exitosa y permitió incrementar la producción de cultivos alimenticios, atender la demanda de alimentos y evitar una posible crisis alimentaria. Mejores variedades de plantas y un mayor y mejor uso de los insumos, como el agua y los fertilizantes, junto, en algunos casos, a la incorporación de nuevas tierras, permitieron una producción mayor y más equilibrada.

Esas tecnologías, si bien no han perdido su relevancia en muchos lugares, ya no parecen ser tan potentes como hace dos o tres décadas: la productividad encuentra topes en los límites genéticos, la escasez de agua afecta la producción, la competencia entre el uso humano y el agrícola plantea enfrentamientos difíciles. Además, la preocupación por el cambio climático entra en conflicto con el uso intensivo de insumos agrícolas, que con frecuencia son vistos como uno de los peores males en términos de emisión de CO₂. Y si este no fuera el caso, la escasez energética —basta ver el incremento dramático en el precio de los combustibles— hace que la continuación de los patrones tecnológicos actuales deba ser tomada, en cualquier caso, como un mal menor y no una auténtica solución a la problemática que se avecina. Muy por el contrario, la agricultura, en su carácter de fuente de biomasa, es apreciada, cada vez más, como una actividad clave ante el surgimiento de este nuevo escenario energético.

La experiencia ha mostrado que el impacto medioambiental de la industria es directamente proporcional al nivel de actividad económica (por ejemplo, si la producción se duplica, el impacto se duplica). Entonces, si se incrementa la producción, hay que hacer mejoras en el desempeño ambiental o en la eficiencia ecológica de la tecnología que se utilice, para evitar el consiguiente aumento en el impacto ambiental. Y, para que esto sea posible, las innovaciones científicas y tecnológicas resultan esenciales.

En su informe *The application of biotechnology to industrial sustainability*, la OCDE (2001) propone una estrategia de trabajo que permita incrementar la producción y la productividad perfeccionando los requisitos tecnológicos y dejando constante el medio ambiente. Según este estudio, si el crecimiento industrial alcanzara una tasa constante del 4%, la mejoría del medio ambiente, por medio de mejoras en las tecnologías de producción convencionales, sería imposible. Una mejoría de esa naturaleza exige un cambio de paradigma en la aproximación científica y tecnológica que solo será posible a través de los avances que se logren en el campo de la biotecnología moderna, tanto en lo que se refiere a la producción agrícola (cultivos transgénicos), como a la biotecnología industrial. Posibilitar la incorporación de esta visión en el diseño de políticas es un desafío esencial.



En este contexto, la biotecnología, entendida como *el conjunto de técnicas que utilizan organismos vivos o sustancias derivadas de estos organismos para modificar un producto, mejorar plantas o animales o desarrollar microorganismos para usos específicos*, comienza a cobrar importancia como una forma de encontrar soluciones a los conflictos antes mencionados.

A partir del descubrimiento de la estructura del ADN, los avances en biología, en las tecnologías de la comunicación (TIC) y en las nanociencias han creado un panorama científico y tecnológico que no solo puede reconfigurar las relaciones insumo-producto, sino también rediseñar e incluso “crear” productos y procesos completamente nuevos. Al abrir la posibilidad de cambiar los “límites” de los procesos biológicos y su manera de interactuar con los recursos naturales (por ejemplo, con el suelo, el agua y la energía solar), las nuevas tecnologías están abriendo un sorprendente abanico de oportunidades, no solo para los alimentos, las fibras y la producción de energía, sino en casi todos los sectores de la economía, incluidos los productos farmacéuticos y la industria en general. Este proceso ha ido ganando terreno, y ya han comenzado a aparecer nuevos actores y nuevas instituciones, legales y reguladoras, como reflejo de la nueva producción científica y tecnológica, y como reflejo también de la aparición de nuevos mercados y nuevos patrones de comercio internacional. Existe un amplio consenso sobre la difusión del paradigma biotecnológico como una tecnología genérica y multidisciplinaria, que puede afectar a un conjunto muy amplio de actividades y sectores. La biotecnología muestra además una fuerte convergencia con otras tecnologías, como las tecnologías de la información (TIC) y la nanotecnología.

4. El surgimiento de la bioeconomía

Los avances logrados por la biotecnología y el resto de las ciencias (nanotecnología, química, etc.) e innovaciones con las que se le vincula (por ejemplo, las tecnologías de la información y la computación) han ido perfilando una nueva perspectiva de la organización de la economía: la de una “bioeconomía basada en el conocimiento” (KBBE, por sus siglas en inglés). Esto implica una nueva forma de concebir los procesos económicos en donde el uso de la energía y de los recursos naturales se estructura de una manera más sustentable y se plantea el aprovechamiento del potencial que tienen las nuevas ciencias de la vida en beneficio tanto de la agricultura como de la industria (Expert Group Meeting on Industrial Uses of Plants for the Production of Biomaterials 2008). La OCDE (*Organization for Economic Cooperation and Development*) ha sintetizado esta visión como *“el conjunto de las operaciones económicas de una sociedad que utiliza el valor latente en todos los productos y procesos biológicos para extraer un nuevo crecimiento y un mayor bienestar para los ciudadanos y las naciones”*.

“Conocimiento” y “vida” son los componentes básicos de esta visión que está comenzando a ser considerada como una alternativa viable para transformar las economías sustentadas en el petróleo y sus derivados en economías que utilicen combustibles y materiales renovables, cuya explotación no vaya en deterioro del ambiente y que sean de amplia disponibilidad.

En esencia, la convergencia de la nueva biología, la genómica, la química, las ciencias de los materiales y las tecnologías de la información permite un mayor uso de la materia vegetal y de otros organismos vivos para transformarlos en energía y otro tipo de productos y en nuevas cadenas de valor que permitan cuidar el ambiente, sin sacrificar la oferta laboral y, por tanto, contribuir a reducir la pobreza y mejorar la calidad de vida de la población mundial.

El denominador común de la bioeconomía basada en el conocimiento es la aplicación intensiva del conocimiento a los procesos y a los recursos naturales para producir bienes y servicios y generar nuevas cadenas de valor.

Mientras en los ciclos precedentes, la organización y el crecimiento de la economía se planteaba, en gran medida, como dependiente de la explotación de los recursos naturales no renovables —energía producto de la fotosíntesis de hace millones de años y que con el paso de



los años se transformó en combustibles fósiles— en el contexto de la bioeconomía basada en el conocimiento, las cadenas de valor están evolucionando hacia formas que podrían denominarse como “fotosíntesis en tiempo real”. En las figuras 2 y 3 se puede apreciar un esquema de la naturaleza del ciclo de los insumos en la KBBE, así como una síntesis no exhaustiva de la forma en que el conocimiento, la tecnología y los mercados se incorporan, en esta bioeconomía a las cadenas de valor.

Este proceso está en marcha y sus efectos ya se hacen sentir en sectores como la alimentación, la salud, el transporte, la construcción y la industria del turismo, entre otros. En la agricultura, en particular, los cultivos derivados de la biotecnología (los organismos vivos modificados) se utilizan desde hace más de una década, y constituyen una de las tecnologías que más rápidamente se han adoptado en la historia de la agricultura.

Si bien este tipo de tecnologías han sido —y aún son— objeto de intensos debates, puede decirse que la agrobiotecnología está más cerca de convertirse en la norma de la agricultura moderna (como se ha mostrado en el apartado sobre evolución de la biotecnología), antes que la excepción. Se trata de un proceso que muy probablemente irá ganando fuerza a medida que se consoliden los biocombustibles como un componente importante en la transición hacia una matriz energética mundial mucho menos dependiente de los combustibles fósiles.

La producción de biomateriales incluye los biopolímeros y los bioplásticos para los sectores de la construcción y la ingeniería, pero esto es apenas una pequeña parte de la demanda total. La combinación de lo que ha empezado a conocerse como la “biotecnología verde” (plantas) y “blanca” (la industria) ya está generando cambios significativos, y se anticipa que va a ganar terreno en los mercados en un futuro no muy lejano. En efecto, la biotecnología muestra una fuerte convergencia con otras tecnologías, como las TIC y la nanotecnología. Treinta años después de sus primeras aplicaciones, y pese a no haber desplegado aún todo su potencial, el paradigma biotecnológico ya redefine el funcionamiento y la configuración de muy diversos sectores sociales y económicos, especialmente en las áreas de la medicina, la salud humana y la producción agroalimentaria.

A pesar de que estos avances se encuentran en sus primeras etapas y solo representan una pequeña fracción de los mercados de los diferentes sectores, lo importante es que, en la mayoría de los casos, su factibilidad está demostrada. A futuro, la cuestión no parece estar en si la ciencia puede ofrecer lo que se espera de ella; su potencial probablemente superará todas las proyecciones. Los temas a considerar tienen que ver con las inevitables tensiones relacionadas con la “transición” y con las políticas e instituciones que deben velar por el ordenamiento de los nuevos procesos. Entre estos temas están los relacionados con la seguridad alimentaria, ya que un mayor uso de los recursos naturales con propósitos no alimentarios representa un nuevo escenario de competencia para la producción de alimentos.

Por otra parte, la KBBE representa una nueva fórmula en la que, en términos generales, se combinan el conocimiento y los recursos para crear riqueza para la sociedad, y ese proceso necesita de políticas que promuevan y guíen las inversiones y las nuevas instituciones, para garantizar la seguridad de las nuevas tecnologías y la distribución equitativa de la nueva riqueza que se genere.

Ahora bien, América Latina se encuentra en una situación ventajosa. Para empezar, ha destinado recursos y tiene experiencia en la producción de biocombustibles, sobre todo Brasil, que desde hace más de tres décadas destina fondos al desarrollo de esta actividad. Según estimaciones de la OCDE (2008), América Latina es la única región de la cual se espera que en el 2050 encuentre en los biocombustibles la fuente energética para cubrir sus demandas. Por si fuera poco, esta región cuenta con una amplia oferta de recursos naturales, lo que le confiere un enorme potencial en el marco del nuevo paradigma que recién empieza a delinearse.



5. Las nuevas trayectorias biotecnológicas

La moderna biotecnología, desarrollada a partir de mediados de los años setenta con el secuenciamiento del ADN, se caracteriza por un conjunto de características que se expresan en la configuración de los sistemas sectoriales de innovación, *i)* muestra una creciente interpenetración entre ciencia básica y tecnología, que dificulta la separación entre la investigación y el desarrollo, y requiere de nuevas formas de coordinación para la generación del conocimiento de base; *ii)* abarca un amplio conjunto de tecnologías (basadas en el ADN recombinante, en la bioquímica o inmuoquímica y en el bioprocesamiento), lo que resulta en una base científica y tecnológica de naturaleza *multidisciplinaria* recombinatoria e integradora (que incluye una amplia variedad de disciplinas como la biología molecular, la química, la ingeniería bioquímica, la microbiología), con convergencia y sinergia con otras tecnologías de punta (informática, nanotecnología, tecnología de los materiales); *iii)* se trata de una *tecnología genérica, transversal*, que abarca una amplia gama de sectores productivos y de servicios; *iv)* tiene diversos grados de *complementariedad* y *ruptura* con tecnologías existentes en los sectores de aplicación, de allí la gran importancia que adquieren los activos complementarios; *v)* genera impactos económicos sistémicos a partir de las articulaciones entre proveedores, usuarios, prestadores de servicios, proveedores de bienes insumos especializados, industrias de envases y logística; *vi)* potencia las estrategias competitivas de las empresas usuarias mediante el desarrollo de productos de mayor valor, calidad y seguridad, de la disminución de los tiempos y costos de investigación y desarrollo (id), y de los costos de producción y de transacción, convirtiéndose en fuente de ganancias diferenciales o rentas extraordinarias.

Estas tecnologías pueden cumplir distintos papeles en el proceso productivo: constituir la *tecnología central* (como los cultivos genéticamente modificados), asumir una *función clave* (como el uso de enzimas en los procesos de fermentación), o bien constituirse en una *tecnología de soporte* (como es el caso del uso de marcadores moleculares para controlar el crecimiento de plantas).

Las áreas de aplicación de la moderna biotecnología cubren un amplio rango de sectores económicos y de servicios; no obstante, en el ámbito mundial, los de mayor alcance actual son los desarrollos en medicina y salud humana y en las producciones agroalimentarias. El sector de salud humana es el más importante, pues absorbe cerca de 87 por ciento del gasto total en id biotecnológicas.

6. Oportunidades de la moderna biotecnología en los sistemas agroalimentarios

En la década de los setenta, diversos estudios preveían grandes oportunidades para la aplicación de la moderna biotecnología en los sistemas agroalimentarios (saa); sin embargo, éstas no se manifestaron con la velocidad, profundidad y amplitud esperada. Desde mediados de los años ochenta, su difusión cobra un nuevo impulso a partir de las posibilidades que abren la ingeniería genética y la genómica para la identificación y desarrollo de nuevas características de insumos y productos. En los saa, la moderna biotecnología posibilita: *i)* aumentar la eficiencia y disminuir costos; *ii)* mejorar la calidad, seguridad y consistencia de los alimentos; *iii)* producir materias primas con cualidades específicas según sus usos industriales posteriores; *iv)* diversificar productos; *v)* mejorar los sistemas de control de calidad y seguridad; *vi)* potenciar las estrategias competitivas de las firmas al distribuir riesgos, y *vii)* disminuir tiempos y costos de id. Sus aplicaciones en estos sectores abarcan un amplio espectro de posibilidades, como puede observarse en la gráfica 1, siendo las más importantes hasta el momento, en la producción agrícola, las derivadas de la ingeniería genética con la difusión en un número reducido de cultivos de semillas genéticamente modificadas, resistentes a herbicidas y a enfermedades, y más recientemente de semillas con genes “apilados” que las hacen resistentes a más de un elemento. En la producción ganadera, las innovaciones más difundidas están asociadas a vacunas, a la identificación de mapas genéticos y la clonación de animales. Otras posibilidades de aplicación de la mb



en la agricultura, como las biotecnologías de la segunda generación (semillas con aptitudes específicas según su uso industrial posterior) o la utilización de biomasa para usos industriales, de desarrollo más reciente, tienen amplio potencial en el futuro inmediato. Los usos de la mb en las industrias de la alimentación (enzimas recombinantes para los procesos de fermentación, nuevos alimentos funcionales, prebióticos y probióticos, y la aplicación de la mb para el control de calidad y seguridad de los alimentos) se encuentran en franca expansión.

Los avances de la moderna biotecnología en los sistemas agroalimentarios se han sustentado en gran medida –en particular en lo que se refiere a la generación de los conocimientos científicos de base– en innovaciones previas alcanzadas en las industrias químicas y de las farmacobioteecnologías. Ello explica que, si bien las empresas especializadas en biotecnología agrícola tuvieron un papel relevante en el desarrollo de genes con resistencia a herbicidas, buena parte de las empresas centrales en la difusión de la agrobiotecnología consiste en grupos diversificados provenientes de la química, como es el caso de las empresas transnacionales (etn) Dow Agrochemical, Du Pont, Syngenta, Monsanto y Bayer Crop Science. Estos grupos llevaron adelante una estrategia que combinó el desarrollo de capacidades propias y la conformación de alianzas con empresas especializadas en agrobiotecnología que luego absorbieron en la siguiente fase de difusión de la mb. En una segunda etapa, se inició un proceso de especialización de las grandes firmas presentes en el sector.

7. ¿Qué pueden hacer las biotecnologías para el uso sostenible de la biodiversidad?

La biotecnología moderna ofrece la oportunidad de convertir la **biodiversidad** en factor de desarrollo económico y social a través de su valoración, uso sostenible y conservación, proporcionando nuevos métodos de investigación. Las herramientas biotecnológicas pueden contribuir a la conservación y caracterización de la biodiversidad, mejorar los procesos productivos y proteger el ambiente y contribuir con la investigación al diseño de estrategias de manejo que contribuyan a la promoción de sistemas de manejo sostenibles de la fauna, flora y otros recursos silvestres como mecanismos para mejorar la calidad de vida de las comunidades locales.

La Biotecnología ofrece nuevas técnicas que complementan a las metodologías tradicionales, como las técnicas de la Biología Molecular y el Cultivo de Tejidos Vegetales, los marcadores de ADN, la genómica. La conservación ex situ de la biodiversidad se puede realizar en diferentes sistemas, entre ellos los bancos de germoplasma y de genes, en donde se utilizan algunas técnicas biotecnológicas.

8. Biodiversidad

La concepción de la **biodiversidad biológica o biodiversidad** es definida según las Naciones Unidas desde un concepto multidimensional que incluye genes, especies, ecosistemas y sus funciones; es así que para este organismo internacional es entendida como "la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres, marinos, otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte y que a su vez comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas".

Actualmente se calcula que la biodiversidad está sufriendo una veloz reducción, como consecuencia de una elevada tasa de extinción de especies. Esta situación estaría relacionada al accionar del ser humano, y se la atribuye, entre otras cosas, a la contaminación del aire, agua y suelo, la conversión de hábitats naturales en tierras de agricultura, ganadería intensiva, urbanización y minas, degradación de ambientes, desertificación, etc.

Desde el origen de la humanidad se han ignorado las cuestiones referidas a la conservación de la biodiversidad, probablemente porque existía la creencia de que ésta era infinita, al igual que los recursos naturales. Sin embargo, en los últimos tiempos se observa un incremento vertiginoso de la población humana mundial y, por lo tanto, del aumento de la demanda alimen-



ticia. Todo indica que esta demanda no dejará de aumentar y que el abastecimiento desde los sistemas naturales llegará a un límite.

Los recursos limitados y el deterioro ambiental han escapado a los sectores productivos, económicos y científicos, alcanzando a sectores de la comunidad general, que en parte parece comenzar a percibir cuánto dependemos los seres humanos de los demás organismos vivos y del ambiente. La reflexión entonces, implica pensar en cuáles son las decisiones que tomamos para preservarlos, sensibilizando la opinión pública al respecto.

Frente a esta problemática existirían al menos dos perspectivas para argumentar vinculadas al por qué es necesario conservar la biodiversidad. Por un lado, desde un punto de vista moral y “biocéntrico”, se puede pensar que la diversidad biológica en sí misma tiene un valor intrínseco y el ser humano tiene la obligación de conservar el medio que utiliza para desarrollarse. En este sentido y desde un enfoque más filosófico, cabe preguntarse hasta qué punto el ser humano tiene derecho a manipular los sistemas naturales y los seres vivos. Paralelamente y desde un punto de vista práctico y antropocéntrico, es necesario conocer el valor de la biodiversidad dado por los beneficios que le ofrece la naturaleza al ser humano.

Como muestra de esto se reconocen diferentes recursos naturales de los que se beneficia el ser humano; muchos de ellos utilizados directamente para alimentación, como la agricultura, la cría de animales (ambas a partir de la domesticación de especies salvajes), la cosecha directa, como la pesca, entre otros.

Otros beneficios son encontrados en los compuestos utilizados en fármacos sintetizados por organismos vivos, elementos de la naturaleza utilizados como combustible, para la construcción o para el desarrollo tecnológico, sin contar con aquellos servicios intangibles que prestan algunos seres vivos, como la oxigenación, captura de carbono, regulación del clima, polinización, elementos esenciales para la vida humana.

Todos los productos y recursos que surgen de la naturaleza y que son aprovechados en el mercado dependen directa o indirectamente de la variabilidad biológica. La biodiversidad determina las interacciones entre los seres vivos, las cuales son extremadamente complejas.

Ningún organismo vivo es una entidad independiente, por lo tanto es difícil de prever (y evaluar) la consecuencia (y el costo) de la desaparición de una especie, y cualquier evaluación o cálculo económico del valor de una de ellas no puede excluir a las otras.

Para focalizar los esfuerzos de preservación de los recursos naturales y así optimizar los costos asociados, se ha intentado identificar especies claves, aquellas de las cuales depende el ecosistema, y que si se pierden causarían la pérdida de su identidad y funcionalidad.

Sin embargo, las interacciones entre los organismos impiden que estas especies claves sean aisladas de las demás, por lo cual no se puede ignorar aquellas especies no consideradas claves y saber qué pasaría si éstas desaparecieran.

El ecosistema no puede ser considerado como la sumatoria de las especies presentes, sino como el resultado de las interacciones entre ellas y de éstas con el medio. Por otra parte, la biodiversidad es un estabilizador ecológico, dado que a medida que aumenta la variabilidad de organismos, aumentan las funciones ecosistémicas y el sistema tendrá mayor capacidad de recuperarse frente a un disturbio y de mantener la integridad de sus relaciones básicas. Por lo tanto, la conservación de la biodiversidad sería un elemento esencial para el desarrollo sostenible.

Las decisiones que toma el ser humano con respecto al uso de los recursos naturales parecen basarse en consideraciones de índoles económica, política, social y cultural, pero principalmente determinadas por las fuerzas que intervienen en el sistema de libre mercado.



La valuación de la pérdida de organismos vivos parece ser, como mínimo, muy difícil. Sin embargo, es fundamental el aporte de los ecólogos en el intento de objetivar el costo material de los servicios ecosistémicos, que ayudaría a dar un fundamento científico para justificar los recursos financieros que deben asignarse a los programas de conservación.

Por otra parte, los recursos económicos destinados a estos planes en muchos casos implican altos costos sociales. El dinero utilizado deja de ser destinado para la reducción de la pobreza y la creación de áreas protegidas, anula las opciones de uso y beneficio económico para la comunidad local, entre otros conflictos.

La diferencia entre los recursos naturales y otros recursos económicos es que los naturales no pueden ser renovados inmediatamente, y en algunos casos no pueden ser renovados jamás. Por lo tanto, la cosecha de estos recursos debería ser un balance consciente entre el beneficio presente y los costos futuros.

Sea cual sea el punto de vista de la argumentación (moral o económica), la realidad es que el ser humano existe y utiliza los recursos que le ofrece la naturaleza, y que la conservación de la biodiversidad parece ser fundamental para la permanencia del mundo vivo y para su utilización sostenible. *Entonces vale la pena preguntarse, desde la perspectiva personal, cuál es el rol que debería tomar cada uno de los actores involucrados, sus limitaciones y alcances; particularmente aquellos científicos que forman parte del plantel de instituciones estatales, como representantes calificados de la sociedad.*

9. Referencias Bibliográficas:

- Gutman, G. y Lavarello, P. 2007. Biotecnología y desarrollo. Avances de la agrobiotecnología en Argentina y Brasil. Economía: teoría y práctica • Nueva Época, número 27, julio-diciembre 2007. pgs: 9-39.
- Sharry, S. Capítulo: Organismos genéticamente modificados: ¿qué son?. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. www.agro.unlp.edu.ar. Pgs: 1-9.
- Trigo, E. 2009. La agrobiotecnología en las Américas: una mirada a la situación actual y a las tendencias futuras. San José, C.R.: IICA. <http://www.iica.int>.