

# **semillas transgénicas**

**en centros de origen  
y diversidad**



**Isabel Lapeña**

Isabel Lapeña es Master en Política Ambiental por la London School of Economics and Political Science (LSE) del Reino Unido y Abogada graduada en la Universidad Complutense de Madrid, España. Es especialista en el desarrollo de políticas y normativas vinculadas a la creación de sistemas de bioseguridad, la conservación y uso sostenible de la agrobiodiversidad, el acceso a los recursos genéticos y la protección de los conocimientos tradicionales.

Es miembro de ELAW y de la Comisión de Derecho Ambiental de la Unión Mundial para la Naturaleza - UICN. En la actualidad, desempeña el cargo de Abogado Senior del Programa de Asuntos Internacionales y Biodiversidad de la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, a la que pertenece desde el año 2001.

ilapena@spda.org.pe

Entre sus publicaciones figuran:

Lapeña, I. (2004). Genéticamente Modificado. Principio Precautorio y Derechos del Consumidor en el Perú. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. Lima, Perú. 2004. Traducido al inglés en el año 2006.

Lapeña, I. (2005). “Da Rotulagem de Productos Transgenicos”. En Organismos Genéticamente Modificados. Marcelo Dias Varela and Ana Flavia Barros-Plataiu. Belo Horizonte, Brasil. 2005.

Lapeña, I., Ruiz, M. (Eds).(2004). Acceso a los Recursos Genéticos. Propuestas e Instrumentos Jurídicos. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. Lima, Perú. 2004.

Ruiz M., Lapeña, I., Clark, S. (2004). “The Protection of Traditional Knowledge in Peru: A Comparative Perspective”. In Washington University Global Studies Law Review Vol.3 Number 3.

Ruiz, M., Lapeña, I. (2003). Descripción del Régimen Político y Legal para la Agrobiodiversidad: El Contexto Internacional y la Situación en el Perú. Proyecto Conservación In Situ de Cultivos Nativos y Sus Parientes Silvestres. IIAP.PNUD. FMAM. Cooperazione Italiana. Lima. Perú. 2003.

Caillaux, J., Ruiz, M., Lapeña, I. (2002). “Environmental Public Participation in the Americas”. In The New Public. The Globalization of Public Participation. Environmental Law Institute. 2002



## Semillas Transgénicas en Centros de Origen y Diversidad

Isabel Lapeña

Sociedad Peruana de Derecho Ambiental  
Prolongación Arenales No. 437, San Isidro, Lima, Perú.  
Teléfonos: (511) 422 2720- 441 9171, Fax: (511) 442 4365  
www.spda.org.pe

Esta publicación ha sido posible gracias al financiamiento de Swedish International Biodiversity Programme, SwedBio. La responsabilidad sobre el contenido del presente libro recae enteramente en la persona de la autora.

Edición a cargo de la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental  
Primera Edición. Enero 2007.

La presente edición ha contado con el apoyo de The John D. and Catherine T. Mac Arthur Foundation.

Citación: Lapeña, I. (2007). Semillas Transgénicas en Centros de Origen y Diversidad. SPDA. Lima, Perú.

Impreso en Lima, Perú.  
Concepto gráfico: xignos.net

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú No. 2007-00351



Todos los derechos reservados. Se prohíbe toda reproducción parcial o total de esta obra, a través de medios mecánicos o electrónicos, sin la autorización expresa de la autora.

*A mi madre*  
*A José Luis*



## ÍNDICE

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO PRIMERO</b>	<b>23</b>
<b>CENTROS DE ORIGEN Y DIVERSIDAD</b>	
1. Los Jardines de Caos	28
2. La Diversidad Agrícola	32
2.1. Los Cultivos Nativos	34
2.2. Los Parientes Silvestres	35
3. Desde la Cosmovisión Andino - Amazónica	37
4. La Lógica de la Coexistencia	38
5. El Campesino, lo Silvestre y lo Domesticado	41
6. Los Beneficios de la Diversidad Espacial	44
6.1. Desde una Perspectiva Global	45
A) Erosión Intraespecífica	46
B) Erosión de Especies	47
C) Erosión de Ecosistemas	48
6.2. Desde una Perspectiva Local	49
<b>CAPÍTULO SEGUNDO</b>	<b>55</b>
<b>CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y DE BIOSEGURIDAD</b>	
<b>I. LA GEOGRAFÍA DEL RIESGO</b>	<b>55</b>
1. El Flujo Génico	59
1.1. Desde Cultivos GM a Poblaciones Silvestres	61
A) Consecuencias Posibles	64
B) El Cómo de la Transgénesis	66
C) El Dónde de la Transgénesis	68
D) Ausencia de Conocimiento e Incertidumbre Científica	69
1.2. Desde Cultivos GM a Variedades Nativas o Landraces	70
A) Una Dispersión Inevitable	72
B) Consecuencias Posibles	77
C) Cultivos Transgénicos y Erosión Genética en Centros de Origen	80
D) Ausencia de Conocimiento e Incertidumbre Científica	85
2. Los Proyectos de Conservación In Situ	88

<b>II.</b>	<b>RESPUESTAS DE BIOSEGURIDAD</b>	<b>92</b>
1.	El Análisis del Riesgo	94
	1.1. La Evaluación del Riesgo	94
	A) Sobre el Ámbito de la Evaluación del Riesgo	97
	B) Sobre la Forma de Realizar la Evaluación del Riesgo	104
	1.2. El Manejo del Riesgo	105
	A) Nivel de Aceptabilidad del Riesgo	107
	B) La Gestión del Riesgo	109
	1.3. El Monitoreo del Riesgo	113
2.	Caminar antes de Correr	115
	2.1. Perú	116
	2.2. Ecuador	117
	2.3. Bolivia	118
	2.4. Colombia	119
	2.5. Venezuela	122
	2.6. Algunos Elementos Comunes	122
3.	Bioseguridad con Alcance Subregional	130
4.	Un Precedente de Interés: México	131
	<b>CAPÍTULO TERCERO</b>	<b>135</b>
	<b>CONSIDERACIONES SOCIOECONÓMICAS Y DE BIOSEGURIDAD</b>	
<b>I.</b>	<b>CONSIDERACIONES SOCIOECONÓMICAS</b>	<b>136</b>
1.	Una Visión desde el Perú	140
2.	En un Contexto de Agrobiodiversidad	145
	2.1. Riesgos sobre el Capital Natural Crítico	147
	A) Sustitución de Sistemas de Semillas	148
	B) Autosuficiencia y Seguridad Alimentaria	151
	C) Desplazamiento de Mercados	153
	2.2. Riesgos sobre el Capital Humano	154
	A) La Autonomía en el Hacer de la Agrobiodiversidad	158
	B) Una Semilla No Es Una Semilla	162
	C) Los Derechos del Agricultor	163
	2.3. Riesgos sobre el Capital Social	170
	2.4. Las Instituciones Cuentan	174
	A) Desplazamiento Normativo e Institucional	176
	B) Democratizar la Tecnología	179

II.	EN LAS DECISIONES SOBRE BIOTECNOLOGÍA MODERNA	183
III.	EN LAS DECISIONES SOBRE BIOSEGURIDAD	188
1.	El Protocolo de Cartagena	189
2.	Los Sistemas Nacionales de Bioseguridad	190
2.1.	Marcos de Bioseguridad de los Países de la Subregión Andina	195
	A) Perú	196
	B) Colombia	197
	C) Bolivia	198
	CONCLUSIONES	199
	GLOSARIO	207
	BIBLIOGRAFÍA	221



## Listado de Cuadros

Cuadro 1. Centro de Origen y Diversidad Andino - Amazónico	26
Cuadro 2. Perú Origen Único de la Papa	29
Cuadro 3. Desde el Banco de Germoplasma a la Chacra Andina	51
Cuadro 4. Mejoramiento de la Papa mediante Biotecnología Moderna	72
Cuadro 5. Flujo de Genes en el Cultivo de Papa y sus Parientes Silvestres	75
Cuadro 6. Proyectos de Conservación In Situ en el Perú	89
Cuadro 7. Principios Rectores para la Elaboración de Políticas a fin de que los Centros para las Cosechas del Futuro Aborden la Posibilidad de la Presencia Involuntaria de Transgenes en las Colecciones Ex Situ	106
Cuadro 8. Propuestas para el Manejo del Flujo Génico en la Papa	112
Cuadro 9. Marco Normativo e Institucional en Relación con los Cultivos Transgénicos en la Subregión Andina	124
Cuadro 10. Suscripción de Convenios Relacionados con los Cultivos GM por los Países de la Subregión Andina	168
Cuadro 11. Las Semillas se Buscan entre Ellas	174
Cuadro 12. Ciencia, Tecnología e Innovación en el Perú	177
Cuadro 13. Acceso a la Tecnología de Papa Resistente a Virus: Un Caso Estudio desde México.	182



## PRESENTACIÓN

Las decisiones en torno a la biotecnología son difíciles. La biotecnología moderna es una materia de carácter multidisciplinar y los márgenes que trazan su desarrollo no son un camino en línea recta, sino el entramado de complejas relaciones de carácter social, científico y político.

Es la ingeniería genética una disciplina que, durante los últimos años, ha generado una gran presencia en las sociedades de los países, al provocar nuevos retos de carácter político, institucional, técnico, económico, social y ético. También ha sido el escenario de múltiples tensiones en los ámbitos nacional e internacional. Mucha de esta confrontación radica en que la ingeniería genética nos sitúa ante nuevos productos, como son las semillas y alimentos transgénicos, que se encuentran disponibles en el mercado nacional e internacional y que son, incluso, objeto de los programas de ayuda alimentaria. Estos productos arrojan un gran número de esperanzas en la solución de problemas, de carácter agronómico y nutricional, entre otros, pero también tienen cuestionamientos en relación con los riesgos ambientales y para la salud de las poblaciones.

Ante este balance de oportunidades y riesgos, no sólo el tomador de decisiones, también el ciudadano, se encuentra ante dilemas nuevos no enfrentados hasta ahora en el marco del desarrollo agrícola. Cuál es el tipo de agricultura y alimentación que las sociedades desean a futuro; qué formas de producción; qué modelo de desarrollo rural; cuáles son los beneficios que se esperan de estas tecnologías y cuál la aceptabilidad del nivel de riesgos a la salud y al medioambiente, son cuestiones que van a necesitar de consensos sociales.

Muchas son las contribuciones que la ingeniería genética ha dado al mundo de la agricultura desde 1983 en que se produjo el primer experimento en plantas transgénicas. Desde entonces, el ritmo de los progresos en esta especialidad de la ciencia ha sido y es imparable. Términos como genómica, proteómica, metabolómica, bioinformática, nanotecnología son reflejo de la celeridad de estos avances y se constituyen en el nuevo lenguaje a ser aprendido por reguladores y ciudadanos. No sólo el número de hectáreas cultivadas con semillas genéticamente modificadas, también la extensión de los procesos de mejoramiento, los nuevos productos y demandas, la complejidad del armazón institucional que los acompaña, son expresión directa de que nos encontramos ante nuevas formas de hacer ciencia y desarrollo.

La superación de las barreras entre las especies, desvinculada de los procesos de adaptación y evolución naturales, sin embargo, deja abiertas muchas ventanas a la incertidumbre científica. Al menos, por el momento. Dichas incertidumbres se acrecientan ante la misma celeridad de las innovaciones y la variedad de los propósitos. El ejemplo más inmediato al respecto, lo ofrece la modificación genética de cultivos, que tradicionalmente han estado destinados a la alimentación humana o animal, con la finalidad de obtener productos industriales o farmacéuticos.

Al mismo tiempo, la abrumadora capacidad de diseminación que esta nueva tecnología está teniendo, no sólo en los laboratorios sino también en los campos, obliga a los distintos actores a sumarse al análisis de cuestiones muchas veces nuevas y a dar respuestas inmediatas a problemas no del todo bien digeridos y frente a los que, a veces, los países no se encuentran debidamente preparados. Éste sería el caso de algunos países en desarrollo, que sumado a su debilidad institucional y tecnológica, se ven enfrentados con la responsabilidad que implica la premura de tomar decisiones en situaciones de escasos recursos y en contextos de una gran riqueza en diversidad biológica. En concreto, este sería el antecedente a considerar al tratar de exponer las respuestas regulatorias e institucionales que, en materia de bioseguridad, se están dando desde los países que son centros de origen o de diversidad, en el ámbito andino-amazónico.

Los posibles cambios en las prácticas agrícolas y las potenciales consecuencias ambientales y sociales derivados de la introducción de semillas transgénicas en los centros de origen y diversidad, son y han sido de especial preocupación a nivel internacional. La mención a los centros de origen como depósitos de recursos genéticos de trascendencia para la agricultura y la alimentación mundial a futuro, y los efectos que puedan tener en ellos estos nuevos productos, son referencia recurrente por parte tanto de los que defienden como de los que se oponen a esta tecnología. El Protocolo de Cartagena sobre la Seguridad de la Biotecnología (2003) hace referencia explícita a esta preocupación, que también es mención frecuente en numerosos trabajos de carácter científico y académico.

Sin embargo, existe una gran ausencia de estudios en profundidad sobre las realidades que acompañan a los centros de origen y de diversidad y sobre las potenciales consecuencias, tanto ambientales como socioeconómicas, de la introducción de cultivos transgénicos en las mismas. Asimismo, es mínima la investigación realizada in situ, sobre la evaluación de los riesgos ambientales y socioeconómicos de la introducción de semillas transgénicas en estos centros de diversidad ubicados en ecosistemas tropicales.

Por ello, este libro pretende contribuir a analizar las distintas variables que se suman en el análisis de la introducción de semillas genéticamente modificadas en centros de origen y de diversidad, tanto desde una perspectiva ambiental como socioeconómica. El presente documento, es el resultado de un período de dos años de investigación realizada a través de una profunda revisión de la literatura existente en el tema y de numerosas entrevistas entorno a los tres ejes fundamentales de conservación in situ, bioseguridad y biotecnología. Y ello se ha realizado partiendo de un contexto de países que cuentan con una gran diversidad agrícola y en los que se desarrollan políticas de alcance nacional e internacional para la protección de los recursos fitogenéticos que son de importancia para la alimentación y la agricultura mundiales.

Al respecto, consideramos que, hasta la fecha, no se han dado los canales de comunicación apropiados entre los expertos en conservación in situ, los biotecnólogos y los reguladores de los marcos nacionales de bioseguridad, que den como resultado una mayor transparencia

y mejor comprensión de las relaciones entre los ejes temáticos mencionados. Con el fin de contribuir a un mayor entendimiento entre estas tres especialidades, el presente libro ha tratado de recoger, igualmente, los contenidos fundamentales que puedan ayudar a establecer los enlaces entre las mismas.

En este sentido, el objetivo de la presente investigación es ofrecer una reflexión mayor sobre el significado de ser centro de origen y diversidad; indicar cuáles son sus coordenadas sociales, económicas y ambientales de riqueza en biodiversidad; el valor de su existencia y preservación y qué consecuencias puede conllevar a futuro la paulatina erosión de los recursos y conocimientos tradicionales que fluyen en ellos. Y, a partir de ahí, qué consecuencias puede tener la introducción de semillas genéticamente modificadas en estos procesos evolutivos y sociales que son únicos, describiendo, finalmente, el ejercicio de las medidas de bioseguridad que serían deseables para estos contextos.

Partimos, con ello, por asumir que las nuevas aplicaciones de la biotecnología moderna, y la evaluación de los beneficios y de los riesgos que ésta implica son distintos para cada contexto específico en el que se incorporen y para las diferentes partes del mundo donde dichos avances pretendan introducirse. Dependiendo de esta “geografía”, van a ser variables las cuestiones que emerjan desde la ética, los efectos socioeconómicos, para la salud, la seguridad alimentaria o los impactos sobre la biodiversidad. En este marco, el estudio de los centros de origen y diversidad como posibles depósitos de nuevas tecnologías merece una calificación especial y diferenciada.

El presente libro aborda los temas mencionados a lo largo de tres Capítulos. El primero de ellos se centra en el concepto de centro de origen, con especial referencia al medio andino-amazónico, y hace un recorrido por los procesos evolutivos que los caracterizan, las implicancias de la conservación in situ de la agrobiodiversidad y la importancia del ser humano que nutre, mediante sus cocimientos y prácticas tradicionales, esta variabilidad genética de interés para la alimentación y la agricultura de la humanidad.

El Capítulo Segundo desarrolla las consideraciones ambientales de la introducción de semillas genéticamente modificadas en centros de origen y diversidad y las respuestas de bioseguridad ante las mismas. La primera parte de este capítulo se centra en el análisis de los potenciales impactos ambientales y, en particular, en el examen teórico del flujo génico entre los cultivos transgénicos y los cultivos nativos y sus parientes silvestres. Asimismo, el estudio se detiene en la relación entre cultivos transgénicos y erosión genética en centros de origen. Finalmente, se hace mención a las relaciones de coexistencia con los proyectos de conservación in situ desarrollados en dichos espacios.

La segunda parte analiza las respuestas de bioseguridad que han de darse desde los países que son centros de origen y diversidad. Con este fin, se realiza un recorrido por las distintas posiciones en torno a la evaluación de los riesgos ambientales, la gestión y el monitoreo del riesgo. Por último, se concluye con una descripción de los marcos regulatorios e

institucionales de bioseguridad de los países de la Subregión Andina, de forma que el lector pueda discernir sobre las capacidades de bioseguridad con las que se cuenta en estos países de ecosistemas tropicales y, casi todos ellos, centros de origen y diversidad de cultivos de importancia para la alimentación mundial.

Finalmente, el Capítulo Tercero se detiene en el análisis de las consideraciones socioeconómicas de la introducción de semillas genéticamente modificadas en espacios de diversidad agrícola. En su primera parte, se pretende poner en evidencia cuestiones relativas a los riesgos y beneficios sociales y económicos, a quién benefician y quiénes son los perjudicados; las implicaciones que los regímenes de propiedad intelectual pueden tener sobre las políticas de semillas y derechos del agricultor; las repercusiones sobre el manejo agrícola de los pequeños agricultores y los medios de vida de las poblaciones rurales en los países en desarrollo y los cambios institucionales y de investigación. La segunda parte de este capítulo evalúa la integración de dichas consideraciones socioeconómicas en las decisiones nacionales sobre la biotecnología moderna y en el desarrollo e implementación de los regímenes de bioseguridad.

En el recorrido argumental de la presente investigación se ha tomado como punto de referencia el Perú como país centro de origen y diversidad andino-amazónico, en donde se concentra una gran riqueza y diversidad cultural y biológica. El partir del contexto peruano nos permite ofrecer una instantánea de las realidades sociales, económicas y culturales en las que se insertan las nuevas tecnologías. También nos faculta a idear los esquemas tecnológicos, normativos e institucionales que pueden ser comunes a otros países con alta diversidad agrícola. Con ello, se pretende fundamentar la importancia de dotar de contexto e historia a las decisiones sobre biotecnología y bioseguridad. Por último, se hace mención a la papa como un ejemplo de cultivo transgénico a ser desarrollado en su mismo centro de origen, que es el Perú, con el fin de ayudar a una reflexión mayor.

Esta investigación no habría sido posible sin los intercambios de ideas y discusiones que tuvieron lugar entre los numerosos expertos que asistieron al Taller que se celebró en Lima en noviembre del 2005 en torno al tema de referencia. También es el resultado de las conversaciones habidas con María Scurrah, Michelle Chauvet, Santiago Pastor, Antonietta Gutierrez Rosati, Willy Roca, Manuel Sigüeñas, Andrés Valladolid, Ramiro Ortega, Rodrigo Moreno, Alejandro Argumedo, Juan Torres, Napoleón Machuca, Dora Pariona, entre otros, y el apoyo de Manuel Ruiz.

Finalmente, quisiera reconocer a SwedBio por su contribución y ayuda para la ejecución del proyecto sobre “Semillas Genéticamente Modificadas en Centros de Origen y/o Diversidad” y la realización de la presente publicación. En particular, quisiera agradecer a Jan Wärnbäck y Klara Jacobson.

## INTRODUCCIÓN

El ámbito del presente estudio se circunscribe al de la biotecnología moderna aplicada a los cultivos. El concepto de la biotecnología agrícola abarca, desde su concepción genérica, a un conjunto de procesos de investigación que están siendo desarrollados con el fin de manipular la estructura de los organismos para su aprovechamiento en la agricultura. El Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB, 1993) recoge este concepto de biotecnología al definirla como “*toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos*” (Art. 2).

De todas las técnicas disponibles en la biotecnología agrícola, la biotecnología moderna o ingeniería genética se refiere, de forma concreta, a la tecnología utilizada para identificar y transferir un gen o varios genes (llamados transgenes) de una especie a otra, dando lugar a la creación de un organismo genéticamente modificado nuevo. El transgén que se inserta en el nuevo organismo estará destinado a controlar un rasgo agronómico determinado (como puede ser la resistencia a un tipo de insecto) que se expresará en el nuevo organismo creado.

Este proceso, puede implicar un cambio en el “nivel de expresión” del organismo creado nuevo y se puede transmitir a las generaciones sucesivas. De esta manera, la biotecnología moderna o ingeniería genética consiste en la modificación de la estructura genética de un organismo mediante transgénesis, en virtud de la cual, se introducen uno o más genes en las células receptoras animales o vegetales, sin que haya reproducción sexual. El organismo modificado nuevo se denomina organismo vivo modificado (OVM) u organismo genéticamente modificado (OGM) que, para los fines del presente estudio, se utilizan como sinónimos. Con idéntico significado haremos alusión al término de cultivo transgénico.

A esta concepción más específica, se refiere el Protocolo de Cartagena sobre la Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica<sup>1</sup>, que delimita en su Artículo 3 el concepto de biotecnología moderna a la aplicación de:

- a) Técnicas in vitro de ácido nucleico, incluidos el ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u orgánulos, o
- b) La fusión de células más allá de la familia taxonómica. Estas técnicas, que no forman parte de las empleadas en la selección y mejora tradicionales, permiten sobrepasar las barreras fisiológicas naturales, ya sean reproductoras o de recombinación (Secretaría CDB 2000).

---

<sup>1</sup> El Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología se dictó en desarrollo del Convenio de Diversidad Biológica y fue adoptado el 29 de enero 2000 en Montreal, entrando en vigor el 11 de setiembre 2003. A julio del 2006 había sido ratificado por 134 países. El Protocolo de Cartagena regula de forma específica el movimiento transfronterizo (importación/exportación) de organismos vivos modificados.

La ingeniería genética, entonces, se aleja de los métodos empleados en el mejoramiento convencional de los cultivos. En el mejoramiento agrícola convencional, cada progenitor transmite la mitad de su estructura genética a su descendiente. Ello puede implicar el trasladar, junto con las características deseadas, otras que no lo son tanto, por lo que serán necesarias sucesivas generaciones de mejoramiento para que éstas últimas puedan ser eliminadas. Por el contrario, la biotecnología moderna permite transferir genes superando las barreras que existen entre las especies, con el fin de elegir el rasgo deseado e insertarlo en el organismo nuevo. Al respecto, Tester (1999, citado en FAO 2002) establece tres formas de obtener organismos genéticamente modificados, mediante:

- Transferencia amplia, cuando existe una transferencia de genes de un reino a otro (por ejemplo, de una bacteria a una planta).
- Transferencia estricta, cuando existe una transferencia de una especie a otra dentro del mismo reino (por ejemplo, de una planta a otra planta).
- Tweaking o ajuste, mediante el cual se modifican genes ya presentes en el genoma de la planta, con el fin de alterar el grado o la modalidad de expresión.

El presente documento se centra en la biotecnología moderna aplicada a los cultivos, por ser éste el espacio que mayores preocupaciones ha suscitado en relación con los centros de origen y diversidad<sup>2</sup>. Este ámbito es también donde más desarrollo científico ha existido; mayor comercialización y disponibilidad en el mercado de nuevos productos transgénicos y donde, hasta la fecha, se han centrado los debates en torno a los problemas ambientales, sociales y económicos, así como distintas consideraciones de carácter normativo.

Igualmente se delimita, obviamente, el ámbito al estudio de lo que el Protocolo de Cartagena denomina la “introducción intencional en el ambiente de organismos vivos genéticamente modificados”. Se presta, con ello, particular atención a la introducción de organismos vivos modificados en entornos ambientales no controlados, como son los centros de conservación in situ de la agrobiodiversidad en ecosistemas tropicales. El análisis de la introducción de OVM para su uso confinado o en entornos controlados, o el referente a organismos destinados a la alimentación humana o animal o para procesamiento no serían objeto de la presente investigación.

### • Tendencias: Cultivos Transgénicos en el Mundo

Una mirada rápida sobre el estado del arte en el que se encuentran los cultivos transgénicos en el mundo, nos lleva a afirmar, sin temor a errar, que casi toda la investigación en biotecnología moderna agrícola se ha dirigido, hasta la fecha, al desarrollo de nuevas

---

<sup>2</sup> Si bien el ámbito de biodiversidad agrícola que se encuentra en los centros de origen, no sólo se refiere a la variabilidad de las plantas sino también a la taxa de otros componentes biológicos como animales, artrópodos y a la biota del suelo, únicamente nos referimos a plantas, y, dentro de ellas, a las que están destinadas al uso para la alimentación y la agricultura, exceptuando del ámbito de estudio los árboles y pastizales.

variedades de plantas destinadas a su explotación comercial a gran escala y concentradas en ecosistemas templados. Esta concentración se refleja no sólo en los países que las han adoptado y en las especies mejoradas sino, también, en los rasgos introducidos. Así, la mayoría de los cultivos transgénicos comercializados hasta la fecha se reducen a cuatro especies y sólo incorporan un número limitado de genes destinados a conferir resistencia a insectos o tolerancia a herbicidas.

Esta situación se debe, fundamentalmente, a que ha sido la industria privada la que ha dominado la inversión en investigación y desarrollo sobre la biotecnología agrícola. Factores como la limitada escala de los mercados, el acceso a propiedad intelectual, el contar con un aceptable nivel de retorno en la inversión en I&D, las características únicas e individuales de determinados cultivos y las dinámicas del mercado, entre otros, son factores que han retraído la incursión del sector privado en una mayor diversidad de cultivos y rasgos (USDA 2006).

En relación con este punto, se estima que, según datos del 2002, en los países industrializados, el sector público destinó un total de US\$ 900 a 1000 millones por año a la investigación biotecnológica, frente a los US\$ 1,000-1,500 por año del sector privado. El sector público dedicó un 16% del total del presupuesto previsto para I&D, frente a un 40% del total asignado por el sector privado<sup>3</sup>. En los países en desarrollo, las cifras son de US\$ 140-200 millones por año la referida a la inversión realizada por el sector público (se incluye la ayuda internacional), siendo indeterminada la financiación por el sector privado. Los centros del CGIAR (los 15 centros que conforman el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional) destinarían un total de US\$ 25-50 millones (equivalente a 8% del total de su presupuesto en I&D) (Byerlee y Fisher 2002, citado en FAO 2004a).

Este desplazamiento del sector público por el privado, tiene consecuencias específicas en el objeto de la investigación en biotecnología, que se ha concentrado en aquellos cultivos y rasgos que pueden tener mayores retornos en relación con las inversiones realizadas. Estos mercados, normalmente coinciden con los intereses de los agricultores de los países más desarrollados y con la gestión de insumos agrícolas más especializados.

La industria en biotecnología agrícola, se caracteriza, asimismo, por un creciente grado de concentración dentro del sector privado lo que origina serios problemas en las normas de competencia. Desde los años 90, se ha venido producido un proceso de integración por parte de los principales segmentos del mercado agrícola, como son las líneas de agroquímicos (herbicidas, insecticidas, fungicidas y otros agroquímicos), semillas y rasgos

---

<sup>3</sup> De acuerdo con el Informe sobre Estadísticas en Biotecnología de los Países de la OCDE del 2006, la mayor concentración de compañías dedicadas a la biotecnología moderna tiene lugar en USA con 2,196 compañías, seguido de Japón (804) y Francia (755). Asimismo, los países cuyo sector público dedica más recursos a la investigación en biotecnología de su total asignación a I&D, son Nueva Zelanda con un 24,2% seguido de Corea (15,3%) y Canadá (12,4%) (Van Beuzekom y Arundel 2006: 14-16).

biotecnológicos, en un contado número de corporaciones. Se ha producido una paulatina convergencia de estos tres ejes bajo el dominio de un grupo de compañías como son Monsanto, DuPont, Syngenta y Bayer, que controlan la propiedad de las mencionadas líneas de la industria agrícola. De la misma manera, esta convergencia también ha tenido lugar en la detentación de patentes en biotecnología agrícola en estas mismas compañías y en países industrializados<sup>4</sup> (UNCTAD 2006: 14).

En el año 2006, se producían cultivos transgénicos con fines comerciales en un total de 102 millones de hectáreas en 22 países, lo que significa que, en una década, la superficie dedicada a este tipo de cultivos se ha multiplicado por sesenta. Como ya se ha hecho mención, el desarrollo de los cultivos transgénicos ha sido muy desigual, por los países productores, los cultivos y las características tratadas. Así los países de mayor producción de cultivos transgénicos, en el año 2006, han sido Estados Unidos con una superficie de 54,6 millones de hectáreas, seguido de Argentina (18), Brasil (11,5), Canadá (6), India (3,8), China (3,5), Paraguay (2) y Sudáfrica (1,4). A ellos se añaden Uruguay, Filipinas, Australia, Rumanía y México, con extensiones inferiores a un millón de hectáreas<sup>5</sup>. La mayoría de los cultivos GM se refieren al cultivo de soya (57%), maíz (25%), algodón (13%) y colza (5%). Hasta la fecha, la comercialización de los cultivos GM únicamente se ha fijado en estos cultivos y en el tratamiento de dos rasgos o características, como son la tolerancia a herbicidas (68%) y la resistencia a insectos (19%) y también en productos apilados con las dos características Bt y tolerancia herbicidas (13%) (James 2006).

Si bien es difícil predecir los nuevos productos que entrarán en los mercados como resultado de los desarrollos de la industria biotecnológica, algunas posibilidades incluyen el desarrollo de plantas que ofrezcan mejoras nutricionales para el consumo humano o animal; resistentes a la sequía y a otros estreses de carácter ambiental como salinidad; plantas resistentes a plagas y enfermedades; cultivos que contienen una variedad de rasgos transgénicos introducidos en la misma planta (*stacked traits*) y otros modificados genéticamente para producir fármacos como vacunas o anticuerpos o con finalidades industriales (USDA 2006).

---

<sup>4</sup>Según una investigación realizada por Schimmler y King (2005 citado en UNCTAD 2006: 26), durante el año 2002, el 95% de las patentes que originalmente estaban en manos de pequeñas compañías de semillas o de biotecnología agrícola habrían pasado a ser adquiridas por grandes compañías de agroquímicos o corporaciones multinacionales. El mismo estudio manifiesta que, en USA, el 41% de las patentes en biotecnología agrícola que fueron otorgadas durante el período de 1982 - 2001 estarían en manos de cinco corporaciones (UNCTAD 2006: 32). Según el informe, la concentración del mercado de patentes todavía sería mayor a favor de estas compañías como consecuencia de los contratos de licencias (*licensing arrangements*) y de las transacciones entre compañías, que no se verían reflejados en las cifras de las oficinas de patentes.

<sup>5</sup> El área máxima a ser plantada va a depender en gran medida de la cantidad de tierra arable o dedicada a la agricultura existente en un país determinado. Con esta referencia, en el año 2005, Argentina tenía el mayor porcentaje dedicado a los cultivos GM, correspondiendo a un 61% del total de su superficie agrícola, seguido de USA (29%), Brasil (16%), Canadá (13%) y China (2.3%) (Van Beuzekom y Arundel 2006: 48).

En relación con el presente estatus de las aplicaciones biotecnológicas en los países en desarrollo, la base de datos creada por FAO al respecto, FAO-BioDeC<sup>6</sup>, pone de manifiesto que, de la información recogida en la misma a través de 2000 registros de más de 70 países en desarrollo, los cultivos GM han sido comercializados en un número reducido de estos países. Hasta la fecha, únicamente se encuentran en fase de comercialización un número limitado de cultivos, como la soya, el maíz, el algodón, la calabaza y la papaya. Esta liberación de OVM se ha producido predominantemente a través de la importación de tecnologías desarrolladas al exterior de estos países, mediante la importación de semillas GM por compañías privadas hacia los países en desarrollo, en donde, con frecuencia, han sido objeto de hibridación con las variedades locales, con el objeto de incrementar su adaptación a las condiciones y requerimientos locales.

Como consecuencia, el mayor interés se ha depositado en *commodities* fundamentalmente cultivadas en los países industrializados. Esta situación ha llevado, a parte de la doctrina, a afirmar que la mayoría de los cultivos transgénicos responden a necesidades agronómicas que no necesariamente son las prioritarias de los países en desarrollo, más necesitados de hacer frente a condiciones abióticas desfavorables, como pueden ser la sequía o la salinidad en vez de, por ejemplo, la resistencia a herbicidas (problema que, desde estos países, puede ser resuelto con una mayor disponibilidad de mano de trabajo agrícola).

Asimismo, el carácter extensivo de los regímenes de derechos de propiedad intelectual y el dominio del sector privado en la investigación y desarrollo de las innovaciones de biotecnología moderna, concluyen en la financiación de cultivos y rasgos que son de valor limitado para las poblaciones de escasos recursos de estos países (Commission on Intellectual Property Rights 2002: 63). Y, con ello, en la limitada contribución de los cultivos GM a fortalecer la seguridad alimentaria de estas poblaciones, y, en general, el escaso nivel de asimilación de estas tecnologías por parte de los países en desarrollo (Changchui 2004).

Ante el limitado grado de adopción de la biotecnología moderna por parte de estos países, parte de la doctrina ha destacado el peligro de que ese produzca un “*molecular divide*” o el incremento de la distancia tecnológica y científica existente entre los países industrializados y los países en desarrollo, que, a la larga, podría gravitar sobre la competitividad del sector agrario de éstos últimos. Frente a ello, otro sector de la doctrina manifiesta su preocupación ante el excesivo énfasis que se da a estas nuevas tecnologías, lo que puede conducir a no financiar otras aproximaciones tecnológicas de menos “glamour”, pero también de menor costo, y que pueden tener interés para el desarrollo de cultivos destinados a los agricultores de subsistencia -con una mayor contribución a la seguridad alimentaria de las poblaciones y concentración en los cultivos tradicionales-. Asimismo, estas tendencias doctrinales apuntan

---

<sup>6</sup> En relación con Latinoamérica y el Caribe, la mencionada base de datos contiene un total de 206 registros (agrícolas, forestales, pastizales y otros), de los cuales, 110 registros corresponderían a ensayos de campo; 90 estarían en fase experimental; 5 estarían en fase de comercialización y 1 sin especificar su destino [http://www.fao.org/biotech/inventory\\_admin/dep/default.asp](http://www.fao.org/biotech/inventory_admin/dep/default.asp) (Consultado Mayo 2006).

en señalar que la incursión de estas nuevas tecnologías estaría ayudando a polarizar aún más el sector agrícola al interior de los países, en función del tamaño, el grado de capitalización y la capacidad de acceso a estas tecnologías por parte de los agricultores, contribuyendo, de esta forma, a aumentar la marginalización económica de aquellos dotados con menores capacidades.

## CAPÍTULO PRIMERO

### CENTROS DE ORIGEN Y DIVERSIDAD

No se puede realizar una apropiada evaluación de los potenciales riesgos de las semillas GM, si no se atiende, de manera más exhaustiva a como se ha venido realizando hasta la fecha, a los escenarios ambientales y sociales en donde se van a desplegar estas nuevas tecnologías. Y, en particular, a las realidades que son propias de los ecosistemas tropicales y de los procesos de domesticación agrícola que dan como resultado mismo la existencia de centros de origen y de diversidad en el mundo.

En este sentido, si hay una idea sobre la que existe consenso general, es que no todas las zonas de la tierra comparten la misma riqueza y diversidad de especies. Dicha afirmación también se aplica en el caso de la diversidad agrícola. Existen, por el contrario, determinadas regiones en el mundo, en donde esta diversidad se encuentra concentrada y donde se reúnen las reservas más importantes de recursos genéticos vegetales de trascendencia para la agricultura y la alimentación mundial. Esta diversidad de germoplasma, es consecuencia de las particularidades de los ecosistemas en los que se han modificado, reproducido y adaptado las distintas especies y de las culturas de los agricultores que las han manejado.

Un cúmulo de condiciones morfológicas y climáticas ha favorecido el que se den las circunstancias idóneas para que esta variabilidad genética se produzca. La extrema dificultad de climas y de suelos, los límites agronómicos, las barreras que imponen al cambio tecnológico y a los mercados son marcadas características de los ecosistemas de montaña, que han visto nacer a grandes culturas y civilizaciones y son las sedes de esta gran diversidad agrícola (Brush 1998; Brush 2004: 73).

A estos espacios nos referimos al hablar de centros de origen y diversidad. Este término se remonta a 1920, fecha en que Vavilov, un científico ruso, catalogó la diversidad agrícola del planeta y diseñó un “mapa genético” en el que se intentó identificar el origen geográfico de plantas de importancia para la seguridad alimentaria global, como pueden ser el maíz, la papa, los cereales y el arroz. En este “mapa genético”, Vavilov distinguió ocho centros de origen primarios o regiones de diversidad genética de las plantas y varios centros secundarios, atendiendo a la calificación taxonómica y a las áreas de mayor concentración de razas, especies, variedades cultivadas y sus parientes silvestres.

Así, la presencia de una mayor variabilidad de especies; el carácter endémico de las mismas; la existencia de poblaciones silvestres relacionadas o antepasados de las cultivadas; de parásitos especializados de las especies cultivadas y de una cultura agronómica antigua fueron los criterios que fundamentaron la identificación de dichos centros. Siguiendo estos criterios, Vavilov determinó que la biodiversidad agrícola proviene en su mayor parte de

ocho núcleos identificables como son 1) el Norte de la China; 2) India y un centro secundario en el Sudeste Asiático; 3) el Asia Central; 4) el Asia Menor; 5) el Mediterráneo; 6) Etiopía; 7) México y 8) la zona Andina, con dos centros secundarios como son Chile y la región de Brasil-Paraguay.

En Latinoamérica, junto con el Centro de México-América Central (en donde habrían tenido su origen cultivares como el ají y el maíz) se ubicaría el Centro Sudamericano, en el que los países del área andina como Perú, Ecuador y Bolivia serían origen, entre otros, de cultivares como el tomate, la papa, el ají, el frijol y el zapallo. De esta forma, la zona andina se destacaría como uno de los genocentros más importantes del mundo.

El concepto de “centros de origen” ha sido objeto de revisión por la doctrina numerosas veces, por entender que el proceso de domesticación, en el caso de algunos cultivares, se extiende a amplias zonas y no se encuentra localizado espacialmente. Así, algunas fuentes califican los centros de origen o diversidad como creaciones artificiales que, normalmente, reproducen una amalgama de centros de cultivos individuales. En este sentido, el identificar a una región como centro de diversidad de un cultivo en particular, no significaría que la diversidad del mismo esta concentrada en todo su ámbito, sino probablemente, e históricamente, en algunos lugares concretos de ésta. Por otra parte, la distinción entre áreas primarias y secundarias de diversidad, no se referiría a la cantidad de diversidad concentrada en las mismas, sino que guardaría estrecha relación con las secuencias temporales seguidas en el desarrollo de la agricultura. Los centros secundarios de diversidad genética agrícola serían aquellos que aparecieron en una etapa posterior, en muchos casos, miles de años desde que el período de domesticación tuvo lugar en las áreas primarias o centros de origen propiamente dichos (IPGRI 2001).

En el mismo sentido, autores como Brush (2004) argumentan que, con motivo del carácter dinámico y móvil de la agricultura y de los procesos de erosión genética que han sufrido algunos de estos centros de origen a lo largo del tiempo (i.e. la erosión genética sufrida por Turquía como centro de origen y diversidad del trigo), se podría decir que, en la actualidad, la diversidad no tiene domicilio fijo. No obstante, según el mismo autor, todavía se podría afirmar que está vigente el hecho de que existen unos refugios de biodiversidad agrícola en donde se da una alta concentración de diversidad genética de plantas domesticadas y donde éstas guardan una mayor relación con sus ancestros y sus parientes silvestres, existiendo, igualmente, una alta concentración de estos últimos.

Por otra parte, el concepto de “centros de diversidad” se refiere tanto a los lugares en que tuvieron su origen muchos cultivos de importancia para la alimentación mundial, como a aquellos en los que se han desarrollado, con el tiempo, una gran variedad de especies nativas, de especies relacionadas o de sus parientes silvestres. En consecuencia, es un término genérico que pretende acoger a los centros de origen y a otros centros de diversidad de los cultivos y que reconoce, asimismo, que, muchas veces, el lugar de origen de un cultivo y el lugar donde se encuentra su mayor diversidad no son siempre coincidentes.

En este punto, se hace necesario destacar dos dimensiones distintas. Desde una perspectiva espacial, y tratándose de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, dichos centros de diversidad no se pueden considerar ni se han considerado islas. Éstos son y han sido el punto de partida de la distribución y el intercambio mundial de muchos cultivos de importancia para la alimentación de la humanidad<sup>7</sup>. Desde una escala temporal, cabe decir que dichos procesos aún continúan vigentes, de manera que países lejanos pueden seguir necesitando de la base genética hallada en estos centros para el mantenimiento de sus propios cultivos<sup>8</sup>.

Por último, a las discrepancias arriba mencionadas se unen las de carácter normativo y político. Las diferencias en el concepto de centros de origen parten de las consecuencias de índole política que la misma calificación de Vavilov ha devengado a lo largo del tiempo. Nos referimos, en concreto, a la inclusión del concepto en acuerdos internacionales como el Convenio de Diversidad Biológica (CDB, 1993) o el Tratado Internacional de la FAO de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (2004).

El CDB se refiere a “país de origen de recursos genéticos” como “el país que posee esos recursos genéticos en condiciones *in situ*”, entendiéndose por éstos, en relación con las especies domesticadas o cultivadas, “los entornos en los que hayan desarrollado sus propiedades específicas” (Art. 2). El CDB se apoya en este concepto, para el establecimiento de algunos parámetros fundamentales, como son las reglas de acceso y distribución de beneficios procedentes de la utilización de los recursos genéticos procedentes de estos países. En esta línea, se ha llegado a cuestionar el concepto de centros de origen por la dificultad práctica que conlleva el definir cuál ha sido exactamente el lugar donde una especie adquirió una determinada característica distintiva y al que deben revertirse los beneficios derivados de la utilización de dicho recurso.

Por su parte, el Tratado Internacional establece que, por centro de origen, “se entiende una zona geográfica donde adquirió por primera vez sus propiedades distintivas una especie vegetal, domesticada o silvestre” y, por centro de diversidad de cultivos, “una zona geográfica que contiene un nivel elevado de diversidad genética para las especies cultivadas

---

<sup>7</sup>No obstante, si bien en los distintos foros nacionales e internacionales se destaca la importancia de preservar estos lugares donde se concentran los parientes silvestres y las variedades locales o los cultivos nativos con trascendencia para la alimentación de la humanidad en general, pocos son los instrumentos que han sido creados para garantizar un determinado régimen de protección de estas áreas. Así, si bien se ha promovido la conservación de las áreas de naturaleza silvestre, mediante instrumentos jurídicos de distinta índole, no se puede decir que dichas áreas naturales protegidas hayan contemplado, hasta la fecha, el estar destinadas a la conservación de estas reservas de importancia cultural y genética para la alimentación y la agricultura.

<sup>8</sup> Así, el Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (2004) vendría a garantizar la continuación de estos procesos de intercambio. El Tratado establece una vía facilitada para el acceso a determinados cultivos que son de importancia para la alimentación de la humanidad. Entre la lista de cultivos, que se relaciona en su Anexo I, se incluye la papa, el camote y el frijol, de los que los países andinos son centros de origen y diversidad. Sin embargo, quedarían excluidos de la mencionada lista, el tomate y otros tubérculos o forrajes tropicales, de los que también son centros de origen y diversidad algunos países andinos.

*en condiciones in situ*” (Art. 2). Estas zonas constituyen la fuente más probable de variabilidad genética natural, donde tienen su existencia especies domesticadas identificables, como cultivares tradicionales o landraces, dentro de ecosistemas agrícolas creados por el hombre, y que representan lugares idóneos para la conservación in situ.

Finalmente, el Tratado de la FAO promueve la conservación in situ como la referida a “*la conservación de los ecosistemas y los habitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies de plantas domesticadas y cultivadas, en los entornos en que se hayan desarrollado sus propiedades específicas*”. Un elemento que merece ser destacado de la mencionada definición es el hecho de que acoge la preocupación de que la conservación de especies in situ no será posible si no se conservan los ecosistemas donde dichas especies se desarrollan. Únicamente es en estos ambientes, donde se produce la evolución de los cultivos ante circunstancias externas complejas, dando posibilidad a nuevas composiciones y mutaciones genéticas con valor real o potencial a futuro. En consecuencia, es una asunción lógica que, si en algún lugar debe potenciarse la conservación in situ de los cultivos y de los recursos genéticos de las plantas, es en aquellas regiones donde tuvieron su origen y su evolución, es decir, en los llamados centros de origen o centros Vavilov.

### **Cuadro 1. Centro de Origen y Diversidad Andino - Amazónico**

La Subregión Andina alberga 2 de los 25 megacentros de biodiversidad del mundo; un centro primario de los 8 centros Vavilov y un centro de domesticación secundario. Únicamente en el territorio de Perú y Bolivia se han originado y diversificado cerca de 80 especies y domesticado entre 174 a 182 especies de plantas (Roca et al. 2005).

El proceso de domesticación cuenta, en estas áreas, con una larga historia. Un claro ejemplo de ello lo ofrece el Perú, en donde la agricultura tiene una antigüedad de más de 10,000 años. El Perú tiene especiales condiciones de heterogeneidad geográfica y climática que abarca desde los desiertos de la Costa, los Andes y la ecología de la Amazonía. Ello ha favorecido la variabilidad de cultivos y el asentamiento de una gran diversidad de culturas. Así, en el Perú se encuentran 82 de las 103 zonas de vida natural que existen en el mundo y alberga a una pluralidad de 45 diferentes etnias y 14 familias lingüísticas.

Se estima que el Perú posee aproximadamente 17,000 especies de plantas, de las cuales una cantidad superior a 5,200 son endémicas, es decir, únicamente se encuentran en el Perú (Brako y Zarucchi 1993)<sup>9</sup>.

<sup>9</sup>Se estima que el número de plantas endémicas es igualmente enorme en el resto de los países de la Subregión Andina: Venezuela (8,000); Perú (5,356); Ecuador (4,000); Bolivia (4,000) y Colombia (1,500). El número total sería de 22,836 especies endémicas en la Subregión Andina, si bien se cree que dicha cifra puede ser superior en la realidad (CAF 2005a: 52).

Asimismo, en el Perú se encuentran dos importantes centros de origen y domesticación de cultivos como son los Andes y la Amazonía. Es, además, centro de diversidad de otros cultivos que fueron introducidos, pero que han logrado adaptarse a la diversidad de climas y ecosistemas. El resultado es la existencia de, aproximadamente, 182 especies de plantas domesticadas nativas, de las que 174 son de origen andino, amazónico y costeño y 7 de origen americano, que fueron introducidas hace siglos.

Así, desde el 8,000 AC se tienen indicios de la existencia en el Perú de cultivos como la papa (*Solanum sp.*) el olluco (*Ullucus tuberosus*), la yuca (*Manihot esculentum*), el camote (*Ipomoea batatas*), la jicama (*Pachyrhizus sp.*), el pallar (*Phaseolus lunatus*), el frijol (*Phaseolus vulgaris*), la oca (*Oxalis tuberosus*) y el ají (*Capsidium chinense*). La presencia del zapallo (*Curcubita sp.*) se remonta al 7,000 AC y el algodón (*Gossipium barbadense*) al 4,200 AC. Dichos cultivos han sido testigos del nacimiento de imperios y culturas como los Wari, Chavin, Tiwanaku e Inca, entre otros y de una herencia cultural milenaria.

Otros cultivos como el maíz (*Zea mays*), de origen centroamericano, tienen una historia en el Perú desde el 4,000 AC donde fue adaptado a los diversos pisos ecológicos, llegándose a existir, en la actualidad, más de 55 razas (Perry et al. 2006).

En el Perú existe un total de 3,140 especies nativas utilizadas, de las cuales 1,005 son especies cultivadas y 2,135 son especies silvestres. Los recursos fitogenéticos son utilizados de muy diversas maneras: 682 especies en alimentación, 1,044 con fines medicinales, 444 como recursos madereros, 86 como forrajeras; y otros en usos tales como abonos, aceites, agroforestería, ornamentales, etc. (Brack Egg 1995, citado en Pastor et al. 1995).

Las especies más importantes a nivel mundial cuyo origen es el Perú son la papa, el maíz, el tomate, el camote, la yuca, el algodón, el achiote, la shiringa y la papaya.

Se estima que el 35% de la producción mundial de alimentos proviene o se origina en los recursos genéticos andino-amazónicos. Más de un tercio de la alimentación mundial proviene de productos cuyo centro de origen es la región andino-amazónica (González Rosquel 1997).

## 1. LOS JARDINES DEL CAOS

Los centros de origen son los centros primarios de diversidad para algunos cultivos y testigos del constante flujo de genes entre los cultivos y las plantas silvestres afines. Ello pone de relieve su potencial como centros geográficos que dan lugar al constante nacimiento de nueva variabilidad genética. Es en estos centros donde, por tanto, la conservación *in situ* alcanza un mayor desarrollo e importancia y donde debe y puede realizarse.

La conservación *in situ* implica la domesticación y el manejo continuo de la diversidad de cultivos en los habitats mismos en donde estos cultivos han evolucionado. No sólo acoge a las plantas domesticadas, también se extiende a las plantas silvestres relacionadas y a las malezas que se pueden presentar junto con los cultivares. La conservación *in situ* tampoco se restringe al registro de muestras de especies, sino que da cuenta de procesos, de desarrollos evolutivos que continúan, hasta el día de hoy, dando forma a esta diversidad. Este dinamismo e interacción se debe a la presencia de los pequeños agricultores y las comunidades campesinas. Éstos son y han sido los actores principales que históricamente han dirigido dichos procesos de cambio. Así, la existencia de los centros de origen no es un mero accidente geográfico, es también el resultado de sociedades y tradiciones culturales específicas (Brush 2004: 30).

Con ello, se evidencia el papel desempeñado por los agricultores en dos sentidos: por una parte, los cultivos son el resultado de factores puramente naturales como la selección natural y la mutación natural, pero, también y particularmente, son consecuencia de la selección y manejo por el hombre; por otra parte, son las decisiones de los agricultores las que han definido históricamente y lo harán en el futuro, las opciones en favor de determinadas variedades, y, como resultado, la persistencia o desaparición de las mismas. Su conservación a futuro dependerá de la sostenibilidad de dichos procesos, tanto naturales como de intervención humana.

De esta manera, cuando hablamos de variabilidad agrícola debemos tener en cuenta que la importancia de ésta radica, no en el resultado que es la diversidad genética en sí misma, sino en los procesos. En la dinámica de los procesos evolutivos que dan lugar a esta diversidad y en los que interviene este complejo entramado de relaciones biológicas y humanas. En los “jardines del caos” (Wilkes 1991) la evolución se da en sistemas complejos, donde todos los elementos están interrelacionados y la mutación es de la ecología del hábitat en el que tiene lugar. La diversidad de cultivos es, de esta forma, la representación más visible de un gran ensamblaje de elementos y relaciones. Así, la variabilidad de cultivares incluye muchos más elementos que los de la mera diversidad genética de los mismos: criterios humanos y accidentes ecológicos.

## Cuadro 2. Perú, Origen Único de la Papa

Frente a concepciones del pasado que apoyaban el origen geográfico múltiple de la papa, recientes estudios realizados sobre 261 variedades silvestres y 98 variedades nativas concluyen en definir al Perú como el centro de origen único de la papa. Es en el Sur del Perú donde se localiza el nacimiento de la especie y su domesticación posterior y desde donde encontró su camino, diseminándose por los Andes hacia el Norte y el Sur. De aquí partieron estas variedades de papa para convertirse en cultivos nativos de la isla de Chiloé y el archipiélago de Chonos en Chile, en Argentina, en Bolivia, y a lo largo de toda América (Spooner et al. 2005).

Los primeros indicios del origen de la papa (*Solanum sp.*) en el Perú se remontan al 8,000 AC según yacimientos arqueológicos encontrados en Ayacucho. Con seguridad su presencia se establece en el 4,400 AC (Brack Egg 2005).

En el Perú existen 8 especies de papas domesticadas y, dentro de ellas, se cuenta con aproximadamente 4,500 cultivares nativos (de los cuales, más de 1,000 variedades se cultivarían por encima de los 3,200 m.s.n.m.). Asimismo, se considera que existen aproximadamente 190 parientes silvestres que representan un depósito único de germoplasma útil para el cultivo de la papa (Salas y Roca 2005).

De las cifras mencionadas, se estima que casi 2,000 variedades de papa son endémicas del Perú y, al menos, 90 variedades silvestres son, también, de origen endémico del Perú. De todas las variedades de papa, solamente una es cultivada a gran escala a nivel mundial y es la papa blanca o común (*Solanum tuberosum*).

Con el aporte de la papa, el Perú ha hecho su mayor contribución a la alimentación mundial. La papa se cultiva en cerca de 151 países; representa un alimento básico en la dieta de la población mundial y contribuye a reducir el hambre y lograr la seguridad alimentaria. Actualmente, la papa es el cuarto alimento básico en el mundo, después del arroz, el trigo y el maíz. En el año 2004 la producción mundial de papa ascendió a 327 millones de toneladas y ocupó una superficie total sembrada de 18 millones de hectáreas.

El Perú ocupa el puesto 23 entre los principales productores de papa, participando con el 0,7% de la producción mundial. El rendimiento promedio en el Perú es de 9,4 toneladas por hectárea, nivel por debajo del promedio mundial ascendente a 15,7 toneladas por hectárea. Es en la Sierra del Perú donde se concentra la superficie cultivada de papa (el 96% de la superficie cultivada de papa), obteniéndose niveles de rendimiento por hectárea inferiores con respecto a las zonas productoras de la Costa.

La papa es el principal cultivo del país, de ahí su importancia económica y social. En el Perú, la papa es el cultivo que más contribuye al Valor Bruto de la Producción Agrícola del país (14,7% del VBPA). También es una importante fuente de empleo rural: aproximadamente 22,000 familias (110,000 puestos de trabajo permanentes) dependen de la producción de papas nativas.

El agricultor andino produce la papa para consumo directo y para siembra y, a veces, la somete a procesamiento, que realiza siguiendo técnicas ancestrales de producción destinadas al

autoconsumo y al mercado local. Los principales productos resultado de este procesamiento artesanal son el chuño (“chuño negro”), moraya o tunta, tocosh y la papa seca.

Los productores de la papa son principalmente minifundistas (el 74% de las unidades agropecuarias con cultivos de papa tienen una extensión menor a 5 hectáreas). La venta individual y no organizada de niveles de producción reducidos es la principal causa de que los productores minifundistas no tengan influencia en las decisiones de las cadenas comerciales. Del total de la superficie dedicada al cultivo de papa, solo el 30% cuenta con riego, localizándose en la costa y valles interandinos.

Los hongos son la causa más importante de enfermedades de la papa con incidencia en el país, en especial, la rancha o el tizón tardío producido por el hongo *Phytophthora infestans*.

Los campesinos andinos conservan in situ el germoplasma de papas nativas. Este es un recurso con un gran potencial pero escasamente explotado por los programas de mejoramiento genético. En el Perú, el área cultivada con papas nativas no sobrepasa el 20% del total, con una profusión de las variedades mejoradas, desde el nivel del mar hasta los pisos altos, incluso desplazando a las papas nativas.

No obstante, existe una escasa demanda de semilla certificada de papa por parte de los productores. Esto se debe fundamentalmente al potencial para la producción de semilla de alta calidad que se da en las zonas alto-andinas (únicamente se da una demanda del 0,16% de semilla certificada) pero, también, a los costos altos del material genético, especialmente para los agricultores minifundistas (MINAG 2003).

La diversidad de papas es fundamental para la seguridad alimentaria del poblador andino. Sin embargo, los cambios de vida y hábitos alimentarios están influyendo negativamente en la conservación de la diversidad genética de la papa. Así, el consumo per cápita de papa ha disminuido en beneficio de otros productos como son el arroz y los derivados del trigo.

Reconociendo la contribución de la papa a la seguridad alimentaria de la población andina y peruana, a su diversidad biológica y cultural y al conocimiento tradicional, el gobierno peruano declaró oficialmente el 30 de mayo como el “Día Nacional de la Papa” (Decreto Supremo No. 009-2005-AG).

A nivel internacional, las Naciones Unidas han declarado el año 2008 como el “Año Internacional de la Papa”.

Frente a la aproximación que se realiza desde los centros de conservación *ex situ* o los bancos de germoplasma, en la conservación *in situ*, la variabilidad genética comprende la coevolución e interrelación entre los cultivos, los elementos biológicos y ecológicos y el hombre. Los centros *ex situ* no se muestran como los más adecuados para dar cabida a todos estos elementos. En ellos, la conservación de los parientes silvestres, las semillas recalcitrantes o las malezas es prácticamente inviable. Así, se dice, el pretender conservar los distintos elementos de esta coevolución y las distintas accesiones que conlleva cualquier cultivo en bancos de genes, es equiparable a intentar preservar la biodiversidad de los bosques tropicales en jardines botánicos o en zoológicos (Brush 2004: 197).

En consecuencia, en la conservación *in situ*, nos encontramos en presencia de un sistema. Éste incluye componentes de carácter biológico, como son la variabilidad de cultivos, pestes, patógenos, que han coevolucionado con los progenitores silvestres, sujetos a un flujo génico con el reino de los cultivos domesticados. Y, al mismo tiempo, éste también se integra por el factor humano, que se refleja en la selección descentralizada y local de semilla, los sistemas de conocimiento y manejo de los pisos ecológicos, el intercambio de semilla, la cultura, los rituales, la gastronomía y la memoria de las comunidades que los preservan (Brush 2004).

Así, entre los beneficios que resultan de esta conservación *in situ*, se destacan la permanencia y fortalecimiento del conocimiento tradicional; la concepción y el vínculo de la conservación con el uso; la riqueza de diversidad de alelos y genotipos; las adaptaciones específicas; la divergencia local; la diversidad para atender la variación temporal; la continuidad en los procesos evolutivos de los cultivos; el evitar la regeneración; la participación del hombre y el control sobre su acceso y distribución de beneficios (Brown 1999, citado en Brush 2004: 198).

El resultado más visible de estos procesos lo compone la variabilidad de los cultivos y de los recursos fitogenéticos para la agricultura<sup>10</sup>. Este es el motivo por el que la preservación y el éxito de la conservación *in situ* no debe medirse en relación con el número de genotipos y de alelos preservados, sino, también, por el número de agricultores que se dedican a conservar y a manejar la agrobiodiversidad de acuerdo con sus criterios y prácticas locales específicas.

Las comunidades campesinas ubicadas en estos centros de origen y que han manejado la agrobiodiversidad local por siglos, han estado sujetas históricamente a influencias exógenas de distinto tipo (i.e. criterios de consumo). Éstas, a veces, han sido objeto de asimilación y sincretismo, otras de rechazo, por su inviabilidad y falta de adaptación a las condiciones locales. La capacidad de manejar la agrobiodiversidad también varía dentro de las propias comunidades y depende del grupo étnico, del estatus social, de las relaciones de género

---

<sup>10</sup> Sin embargo, esta conservación dinámica de la agrobiodiversidad se ha visto tradicionalmente afectada por una ausencia de estudios ecogeográficos, diagnósticos, metodologías de monitoreo y caracterización genética de las poblaciones. Y, también, por tener que enfrentar la imposibilidad de replica de muchas de las semillas y prácticas en ambientes locales diferentes, lo que, en un círculo vicioso, ha llevado, a su vez, a un menor interés por parte de los académicos (Sevilla 2002).

(es sabido que las mujeres desempeñan un papel fundamental como conservacionistas de las semillas locales) y de la edad de los agricultores mismos. Esta diversidad de factores es relevante en la perpetuación de estos núcleos de diversidad.

La memoria de estos “jardines del caos” es también la de una historia de intercambios continuos de recursos destinados a la alimentación y a la agricultura. Se trata de una fluida relación de interdependencia entre comunidades y de movimientos continuos de recursos genéticos con el fin de cubrir la seguridad alimentaria de las distintas poblaciones. Y no sólo a nivel local, también en el ámbito global. Partimos de una tradición de intercambio de recursos fitogenéticos entre los distintos continentes y desde los centros de origen hacia medioambientes diversos. Ello ha dado lugar a que los cultivos que partieron de los centros de origen se desarrollaran, en ocasiones incluso mejor, en entornos ajenos y resultaran en nuevos enclaves de diversidad genética, que también sería objeto de intercambio.

Cuando han surgido enfermedades o pestes, también se ha recurrido a los centros de diversidad de las variedades, con el fin de buscar los medios y las soluciones con los que hacer frente a dichos problemas. En conclusión, ningún país es independiente en términos de recursos genéticos de plantas y, particularmente, la dependencia de los centros de diversidad primarios continua siendo una realidad a futuro.

## 2. LA DIVERSIDAD AGRÍCOLA

En la conservación in situ, el pequeño campesino confía en el uso de la diversidad agrícola como una forma de manejo del riesgo con el que se enfrenta en el día a día. La diversidad agrícola o agrobiodiversidad es (de acuerdo con el Anexo I de la Decisión III/11 de la Conferencia de la Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica) un término amplio que incluye todos los componentes de la diversidad que son de relevancia para la alimentación y la agricultura y todos los de la diversidad biológica que constituyen o forman parte de los ecosistemas agrícolas. Entre ellos, se menciona la variedad y variabilidad de animales, plantas y microorganismos, en los niveles de genes, especies y ecosistemas, que son necesarios para mantener las funciones principales, las estructuras y procesos de los ecosistemas agrícolas. Sin embargo, dicha definición omite un elemento relevante como es la contribución de las prácticas de los campesinos necesaria para que esta diversidad se manifieste.

Con ello, estamos hablando del proceso de domesticación que ha tenido lugar desde hace más de 10,000 años y que implica la selección y el mejoramiento continuos de las especies silvestres y su adaptación a los habitats creados por el hombre, con el fin de atender sus necesidades. Ante cada medio ambiente específico y situaciones concretas de estrés, los agricultores han respondido ejerciendo sus mayores habilidades en la selección de las semillas morfológicamente mejores o con rasgos de producción distintivos. Por ello, la agrobiodiversidad es igualmente el origen y el resultado de mecanismos creados por el agricultor para gestionar o manejar el riesgo con el que esta obligado a enfrentarse.

En general, cabría expresar que la agricultura, por sí misma, es una actividad que se enfrenta a un gran número de vulnerabilidades. Éstas se reflejan en las condiciones ambientales, el clima, la calidad del suelo, de la semilla, las plagas y el mercado, entre otras, y hacen que el agricultor se convierta, por su misma esencia, en un especialista en el manejo de la incertidumbre y el riesgo. En la búsqueda de mecanismos de respuesta y evitar epidemias, plagas, de adaptarse a las condiciones climáticas cambiantes, los agricultores se ven en la necesidad de extender la variabilidad de plantas con las que interactúan y con las que dar satisfacción a sus usos cotidianos y a su capacidad de intercambio<sup>11</sup>.

En consecuencia, la diversidad agrícola actúa como “un seguro” frente a una multiplicidad de riesgos que van desde la heterogeneidad de los ecosistemas, la fragmentación y divergencia de los suelos, la dureza y el contraste climático; a otros de carácter social, como la lejanía de los mercados, el limitado acceso a información y tecnología o la falta de infraestructuras propias de estos núcleos de agrobiodiversidad.

En este sentido, los criterios del agricultor para la selección de las especies agrícolas serán plurales. No siempre el cultivo responderá a un criterio de mayor productividad, también podrá corresponderse con una mayor resistencia al estrés biótico o abiótico, a circunstancias agrícolas de difícil manejo, como la mejor adaptación a determinados pisos ecológicos o finalmente, a preferencias subjetivas y gastronómicas. El destino de los cultivos será también diverso y estará reservado a cubrir necesidades distintas a las alimentarias o agronómicas, que emergen en la vida diaria, como las necesidades de cobijo, fuego, medicinas, prácticas religiosas, insecticidas, por mencionar algunos.

El resultado de lo expuesto es la gran diversidad de cultivares y especies nativas característica de la conservación *in situ*. Existen diferentes maneras de definir y “medir” esta gran diversidad, no obstante. Perspectivas distintas, como son las del agricultor o del científico o académico, nos proporcionarán comprensiones diferentes en la cuantificación de la diversidad. En este sentido, nos encontramos con dos visiones posibles al hablar de diversidad: una reduccionista extrema y una más global o holística (Brush 2004). Podemos entender la diversidad a nivel molecular como fragmentos de ADN o, por el contrario, al nivel de ecosistemas, lo que incluiría la interacción de complejos de especies, incluidas las culturas humanas y los sistemas de conocimiento.

Al nivel más primario, cualquier recurso genético comienza con códigos de ADN que instruyen el desarrollo de las plantas y les dan su forma y expresión. Los rasgos que definen las especies o las clases al interior de las especies (la variabilidad intraespecífica) vienen determinados por diferentes niveles de información genética: genes simples, genes múltiples y complejos de genes.

---

<sup>11</sup> En relación con la importancia de la biodiversidad para el futuro de la agricultura, es de interés la Declaración realizada por la FAO con motivo del Día Mundial de la Alimentación del año 2004: “The future of agriculture depends on biodiversity” <http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2004/51102/index.html> (Consultado Agosto 2006).

La conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos demandaría, no obstante, una perspectiva de mayor amplitud que una mera visión desde los genes o las especies propiamente. Y ello por dos razones fundamentales. Por una parte, las especies de plantas no funcionan como entes biológicos aislados de otras especies de plantas; por el contrario, son miembros de familias de plantas domesticadas e interrelacionadas de formas múltiples, a veces únicamente diferenciadas por la presencia de algún cromosoma adicional. Asimismo, como se ha mencionado, están estrechamente relacionadas con las especies no domesticadas y existe un intercambio de genes con las mismas. En segundo lugar, los cultivares o especies nativas son expresiones culturales, no sólo biológicas, extremadamente dependientes de los humanos para su supervivencia (Brush 2004: 54).

A efectos de la evolución de las especies agrícolas, tan importante como la diversidad entre especies es la diversidad dentro de cada especie. Esta última responde a su adaptación a medioambientes particulares a través de una mezcla de supervivencia natural y de selección por el hombre. El resultado es el desarrollo de multiplicidad de variedades locales nativas.

## 2.1. Los Cultivos Nativos<sup>12</sup>

Las variedades nativas o cultivos tradicionales son entendidas como “poblaciones” más que como variedades individuales seleccionadas cuidadosamente; y, como poblaciones de cultivares, están caracterizadas por una gran variedad fenotípica y genética, dentro de las especies principales. Así, Harlan (1975, citado en Brush 2004) define las variedades nativas como aquellas que tienen una cierta integridad genética; son reconocibles morfológicamente; los agricultores las dotan de un nombre propio y responden a una adaptación diferente ante tipos de suelos, tiempos de cultivo y madurez, altura, valor nutritivo, uso y otras propiedades. Tal equilibrio y versatilidad habría sido el resultado de generaciones de conocimiento y prácticas agrícolas y de miles de años de selección natural y humana.

De lo mencionado, cabe extraer una idea principal: los cultivos nativos están sujetos a un continuo cambio e interacción. En este sentido, el calificativo de “tradicionales”, referido a este tipo de variedades, sería equívoco por llevar a entender que éstas son obsoletas y estáticas (Brush 2004). Sin embargo, estas variedades son modernas y su evolución es tan dinámica como la de los sistemas agrícolas en los que se desarrollan. El carácter tradicional les viene dado por su larga historia que, junto con su importancia en número, extensión, distribución geográfica e interés para el hombre, ha dado lugar a una gran variabilidad en sus formas y composición.

---

<sup>12</sup>Dentro de las especies, los cultivares pueden ser ampliamente categorizados entre las variedades del agricultor, también denominadas *landraces* o variedades tradicionales (poblaciones que son el producto del mejoramiento y la selección llevada a cabo por los mismos agricultores, ya sea de forma deliberada o no, de manera continua durante muchas generaciones) y las variedades modernas (también denominadas variedades de alto rendimiento o de alta respuesta, que son el producto de mejoradores profesionales que trabajan para institutos de investigación del sector público o para compañías privadas). Las variedades de los agricultores son las que tienden a mantener los altos niveles de diversidad genética y a ser el objetivo de los esfuerzos de conservación (FAO 1998).

Esta variabilidad estaría ilustrada, en el caso del maíz, mediante la mención a las distintas razas existentes o en el caso de la papa, cuando se subclasifican sus poblaciones entre especies poliploides, subespecies y variedades. Todas ellas, hacen referencia a agrupamientos de las poblaciones en función de características comunes compartidas y referidas a rasgos agronómicos, características morfológicas, adaptación ambiental o marcadores moleculares.

Finalmente, entre los rasgos distintivos de las variedades nativas destaca su alta capacidad para tolerar el estrés biótico y abiótico; la gran estabilidad en la producción y el nivel de producción intermedio que ofrecen ante sistemas agrícolas de bajos insumos (Zeven 1998, citado en Brush 2004: 53).

## 2.2. Los Parientes Silvestres

Otra consecuencia clara de los 10,000 años del proceso de domesticación es la constante interacción que ha tenido lugar entre la biodiversidad en general y los sistemas agrícolas. La comunicación que existe entre las plantas domesticadas y las plantas silvestres sigue siendo objeto de una continua mutación y cambio.

De esta manera, la calificación como “silvestres” dada a ciertas especies emparentadas o relacionadas con las variedades domesticadas, puede dar lugar a una absoluta confusión en relación con estos recursos y los habitats en los que se desarrollan. La misma parece indicar que dichas especies se originan con absoluta independencia de la actividad y designio humano, en áreas naturales salvajes o no intervenidas (Watson y Hinchcliffe 1996). Sin embargo, mucho de lo silvestre es esculpido y conservado por el actuar humano.

Los agricultores, de la misma manera que cultivan distintas variedades de una misma especie en un mismo terreno agrícola, también realizan un tratamiento de las malezas y de las especies silvestres, conservándolas y manejándolas con fines diversos en los alrededores de las chacras. Así, muchos campesinos recolectan e incorporan de forma deliberada estos recursos como un elemento más en su forma de vida y subsistencia, recolectándolos, usándolos o vendiéndolos, así como experimentando con su cultivo y domesticación. Por ello, no se debe entender como algo propio de las culturas más primitivas de cazadores y recolectores, sino como el resultado de un manejo del medio por parte de los pequeños agricultores.

La importancia que tiene esta “cosecha escondida” (IIED 1995; Watson y Hinchcliffe 1996) para las comunidades locales con vistas a garantizar, fundamentalmente, su seguridad alimentaria en el largo plazo, es lo que determina su manejo e integración en los sistemas agrícolas. Así, su existencia es de importancia para las comunidades locales como fuente suplementaria de alimentación; complemento de las cualidades nutricionales de las dietas locales; excelente fuente de micronutrientes—vitaminas y minerales—; de libre acceso y fuente fácil de alimentos; con bajos requerimientos de mano de obra agrícola; ingrediente vital

en costumbres culinarias y prácticas en algunas regiones; dispensa crucial en momentos de crisis y hambrunas provocadas por sequías, malas cosechas, pestes o conflictos civiles o como objeto de rituales y cultos. Finalmente, los parientes silvestres pueden adquirir un papel nutricional fundamental junto con los cultivares locales, cuando se trata de las poblaciones más pobres, sin acceso a la tierra o de poblaciones marginadas o desplazadas (Garí 2003).

Los parientes silvestres concentran una inmunidad de siglos frente a las distintas amenazas ante las que muchas veces han sucumbido sus parientes cultivados. En términos evolutivos, los parientes silvestres de las plantas domesticadas vendrían a confirmar la teoría de que sólo sobreviven los mejores, los que mejor se adaptan a las situaciones difíciles y mutantes del medioambiente. En este sentido, se dice, que aún en estrecha relación con los cultivos, son estos parientes silvestres los que han evolucionado para competir mejor frente a las enfermedades, los insectos, los hongos, las sequías e inundaciones, el frío y el calor, los que mejor se adaptan a las condiciones cambiantes del entorno y los desastres naturales. Por ejemplo, en el Perú, como centro de origen andino-amazónico, se pueden encontrar parientes silvestres en condiciones in situ de cultivos como la yuca, el camu-camu, la granadilla, la papa, la oca, la quinua, la kiwicha, el olluco, la mashua, la arracacha, el yacón, el tarwi, el camote, la calabaza, el ají, el pepino y el tomate.

Como se ha manifestado con anterioridad, esta diversidad genética, encuentra su mayor esfuerzo de preservación en la conservación in situ, es decir, en sus propios habitats, más que en la preservación estática propia de los bancos de germoplasma creados nacional e internacionalmente. De esta manera, del *“Informe sobre los recursos fitogenéticos en el mundo”* de la FAO (1998) se deduce que, de las accesiones contenidas en las colecciones ex situ, la mitad de las mismas corresponderían a cultivares avanzados y a líneas de mejoramiento, un tercio serían cultivares tradicionales o landraces y únicamente el 10% se trataría de parientes silvestres.

Las cifras anteriores también pueden leerse como reflejo de la poca importancia que hasta ahora se ha prestado al estudio de los parientes silvestres por los sistemas formales de semillas y por los mejoradores de plantas. En este sentido, cabría afirmar que los parientes silvestres han sido objeto de una tradicional falta de comprensión y valoración. Su clasificación e identificación es insatisfactoria a nivel académico. Menor conocimiento existe en relación con su distribución, tamaño y densidad de las poblaciones, su comportamiento genético, mecanismos de polinización, flujo génico, etc. Dado que muchas de estas especies no han sido cultivadas, su estudio agronómico ha sido prácticamente inexistente, por lo que la mayoría del conocimiento sobre las mismas radica en los pequeños agricultores y las comunidades que tradicionalmente han hecho uso y se han relacionado con los mismos.

En la actualidad, es este conocimiento nativo el que desarrolla una mayor comprensión de la dinámica medioambiental de estas poblaciones y su interacción con otros componentes del medioambiente físico (Heywood 1999). No obstante, la falta de estudio y de comprensión de

estos recursos genéticos comporta, igualmente, una falta de valoración de los conocimientos y prácticas agrícolas de los agricultores para su manejo y conservación. Esta falta de representación implica el que el potencial uso e interrelación con los sistemas agrícolas sea impredecible. Y su valor, difícil de cuantificar. No obstante, no se puede asegurar que una planta silvestre cuyo valor hoy en día no es conocido, no pueda tener un potencial económico en el futuro (Srivastava et al. 1996).

### 3. DESDE LA COSMOVISIÓN ANDINO - AMAZÓNICA

En el área andino-amazónica, muchos de los parientes silvestres se desarrollan en las chacras y en determinados habitats naturales alrededor de las mismas, como los pajonales, bofedales, bosques y matorrales. Existe una permanente comunicación y entrecruzamiento entre las especies de la chacra y las que rodean a ésta. Dicho entrecruzamiento es fomentado por la creatividad de algunos campesinos conservacionistas que crean verdaderos jardines botánicos en estas zonas (CCTA 2002).

Sin embargo, para los propios campesinos no existe una división muy definida entre lo cultivado y lo no cultivado. Para ellos todo es un continuo. Así, “*la comunidad humana cría a la naturaleza, mientras ésta cría con sus cultivos a la comunidad humana*” (CCTA 2002). En este sentido, la cosmovisión tradicional andina se aparta de la perspectiva antropocéntrica occidental —en la que predomina una visión de dominio y de hegemonía del hombre sobre la naturaleza y de “domesticación”- y se fundamenta en una relación recíproca y horizontal entre el ser humano y la naturaleza, en donde el ser humano es una forma más de vida.

La relación es recíproca y de crianza: de la misma manera que él recibe, también debe devolver a la naturaleza, a la *Pachamama* o madre tierra. Y de la misma forma que él cría la vida en la chacra, también las plantas y los animales lo crían a él. Es ilustrativo de ello la crianza de las papas, que se experimenta como una relación de cuidado entre las personas, en la que las mujeres campesinas opinan que las plantas de papa son sus hijas, hermanas o madres, según la etapa de crecimiento. Todos se crían. Por ello se habla de “vivenciar” las semillas, no como recurso genético, sino como Madre semilla o *Kawsay Mama* (en quechua) o *Qepa Mama* (en aymará) (Valladolid 2005: 15). En esta relación se encuentran incluidas las deidades y los espíritus.

En la cosmovisión andina, las plantas silvestres se alternarían con las cultivadas cuando no es un buen año para éstas. El campesino andino puede distinguir entre papas que son consideradas parientes silvestres pero no se encuentran libres en la naturaleza, por considerarlas al amparo de sus deidades; de otras que se están asilvestrando por haber sido dejadas en campañas agrícolas anteriores; de las papas ancianas que tienen familiaridad con las cultivadas, pero que se consideran los cultivos de los antepasados, de otros niveles de papas silvestres. A todas ellas se refieren haciendo uso de distintas denominaciones como las “sachas”, “quita”, “atoc”, “papa zorro”, “los de los gentiles”, “los discípulos”, “las madres”

y otros tantos nombres con los que se denomina a los parientes silvestres y que son diversos según el área geográfica donde se encuentren (Torres y Parra 2005).

Según los autores mencionados, esta falta de diferenciación taxativa se puede corresponder con la continuidad entre los espacios de la chacra y el entorno del medio silvestre, y, a veces, con la escasa distancia entre las especies consideradas libres y las domesticadas. Con ello, se confirma lo mencionado anteriormente, y es la consideración entre el campo de cultivo y las áreas de vida silvestre no como algo discontinuo, sino como elementos integrados en un mismo ecosistema agrícola.

De igual manera, desde la perspectiva de las comunidades locales amazónicas, éstas consideran como “cultivos” a especies que crecen de manera silvestre y cuyo fruto o parte consumible es recolectada una o más veces al año, como ocurriría con la castaña (*Bertholletia excelsa*) (Pastor et al. 2006).

Siguiendo lo referido en el documento del Proyecto de conservación in situ de IIAP, PNUD, FMAM y Cooperazione Italiana (2002), una visión muy distinta a la anterior la ofrecería la visión académica, en virtud de la cual, una planta sería “cultivada” cuando ha disminuido o incluso desaparecido su fertilidad y su capacidad de reproducirse, y, por ello, para reproducirse debe sembrarse cada año. Ello las llevaría a tener características taxonómicas distintas de las silvestres. Estas últimas producirían más semillas o tipos de semillas con coberturas que les permiten soportar, sin germinar, períodos de condiciones adversas en el suelo hasta esperar el momento apropiado. Las malezas, por su parte, presentarían una situación intermedia entre las silvestres y las cultivadas, con capacidad de adaptarse fácilmente a los ambientes creados para las especies cultivadas.

#### 4. LA LÓGICA DE LA COEXISTENCIA

La potencialidad de flujo génico o de entrecruzamiento entre los cultivos nativos entre sí y entre las poblaciones silvestres y las domesticadas es inherente a la complejidad ecológica de estos ecosistemas. El flujo génico es la incorporación de genes procedentes de una o más poblaciones distintas en el pool genético de una población determinada (Ellstrand 2003). Este flujo génico o migración génica, se puede dar en las plantas como consecuencia de polinización, dispersión de semilla, e, incluso, mediante el material vegetativo.

Ya sea como consecuencia de un proceso natural resultado de la vecindad de las áreas de cultivo, de una diversidad de factores ecológicos o producto de un actuar intencionado del campesino en la búsqueda por nuevos cultivos o rasgos con mejor resistencia a las plagas y enfermedades, el resultado es el mismo: la comunicación genética, el entrecruzamiento y la introgresión genética. Y, con ella, el origen de nuevas variedades y diversos tipos de combinaciones genéticas que, muchas veces, le han permitido al agricultor afrontar las realidades agroecológicas con mayor éxito.

En los centros de origen, todas las referidas circunstancias pueden concurrir y hacer que la magnitud y probabilidad de que se produzca el flujo génico sean elevadas, al ser absolutamente favorables las condiciones para que el entrecruzamiento entre las distintas poblaciones domesticadas y silvestres, que coexisten en dichas áreas geográficas, se produzca.

En particular, en la interacción entre las poblaciones silvestres y las cultivadas, la existencia de una identidad de ancestros entre las primeras y las variedades tradicionales, hace que el flujo génico entre ellas sea factible. También pueden contribuir otras circunstancias de carácter biológico, como son la coincidencia de ecosistemas o proximidad de habitats en los que sobreviven, de períodos de floración o de polinizadores, que hacen que la hibridación sea posible y dé como resultado la supervivencia de variedades nuevas. El flujo génico, por otra parte, también puede depender de factores que van desde la propia naturaleza de autopolinización o de polinización cruzada de la misma especie, o de sus condiciones biológicas y de manejo.

Igualmente, el estudio del entrecruzamiento o flujo génico parte por entender que éste se produce en una doble dirección: desde las poblaciones silvestres a las domesticadas y, a la inversa, desde las domesticadas a las silvestres.

En relación con el primero, la historia de la agricultura ha evidenciado que el intercambio genético entre las especies silvestres y las domesticadas es característico en muchos cultivos de importancia y es una circunstancia a tener en cuenta en la composición genética de estos últimos. Este cruzamiento entre las especies silvestres y los cultivos, ha tenido lugar en especies como el maíz, la papa, el tomate, el arroz, y el trigo, entre otros. De esta forma, el flujo génico es muy probable que haya contribuido enormemente en la restauración de cultivos domesticados y que los parientes silvestres hayan sido fuente de nuevos alelos seleccionados por los campesinos para sus procesos de mejoramiento.

Cuando los parientes silvestres coinciden con los cultivos nativos en los mismos habitats o pisos ecológicos, las posibilidades de que los parientes silvestres sean una fuente importante de variabilidad son evidentes e indiscutibles. No obstante, la intervención del hombre va a ser necesaria, la mayoría de las veces, para que este flujo desde lo silvestre a lo domesticado se produzca. De esta manera, con independencia de las prácticas de los mejoradores modernos de variedades, determinadas experiencias tradicionales de los campesinos, como la de utilizar parte de la cosecha como semilla para la producción del año siguiente, sin reemplazar dicha semilla con la introducción de variedades mejoradas nuevas, favorecen el que este flujo génico desde lo silvestre hacia lo domesticado se produzca (Papa 2005).

En algunos casos, la hibridación entre las poblaciones silvestres y las domesticadas promueve el desarrollo de malezas que se encuentran en el interior de las áreas de cultivo, en zonas de cultivos abandonados o en los lugares próximos a los cultivados. Las malezas también pueden originarse con el escape de genotipos domesticados a las zonas aledañas

a los mismos (también llamados voluntarios). Estas malezas tienen capacidad para actuar de “puente genético”, favoreciendo la introgresión entre las poblaciones silvestres y las domesticadas, al reunir características de ambas. Estas poblaciones logran, asimismo, retener su habilidad para compatibilizar con las poblaciones domesticadas, lo que conlleva el que puedan encontrarse en áreas geográficas lejanas a sus centros de origen, coexistiendo con frecuencia en las mismas áreas en las que habitan las poblaciones cultivadas relativas.

En relación con el flujo génico desde las poblaciones domesticadas a las silvestres, algunos autores entienden que, en la mayoría de los cultivos, éste tiene mayores probabilidades de éxito que el que se pueda producir en sentido contrario. Y esta circunstancia, puede implicar consecuencias de distinto alcance. Así, el flujo génico desde una población domesticada puede llegar a producir una reducción en la diversidad genética de los parientes silvestres, al asimilarse progresivamente a la composición genética de sus relativos domesticados, llegando incluso, en algunos casos, a la extinción de los mismos (Ellstrand 2003).

La propia presión que se impone en los mismos agroecosistemas puede favorecer la existencia de relaciones de carácter asimétrico. Según estas relaciones, existiría una mayor cantidad de poblaciones domesticadas que actuarían como “fuente” en relación con la menor cantidad de las poblaciones silvestres que actuarían como “depósito” (Papa 2005). Esta introgresión asimétrica podría llegar a implicar el desplazamiento de los alelos silvestres, que serían reemplazados por los alelos de las poblaciones domesticadas. Debido a la menor diversidad presente en las poblaciones domesticadas en relación con las silvestres, el efecto resultante de esta introgresión asimétrica podría ser el de una mayor reducción en la diversidad genética (Ellstrand 2003).

En todo caso, estudios realizados indican que esta hibridación espontánea tiene lugar, como norma general, entre las especies más importantes como el trigo, el maíz, el mijo, la papa, el algodón, el frijol, o la colza, entre otros, y sus parientes silvestres. Según Ellstrand (2003), de los 25 cultivos más importantes para la agricultura, el 90% hibridarían naturalmente con sus parientes silvestres. Esta no es una excepción para el caso de los cultivos nativos andinos.

Si bien, como vemos, la probabilidad de que se dé una introgresión desde las poblaciones domesticadas a las silvestres es relevante, todavía existe la necesidad de una mayor investigación en relación con las consecuencias concretas y el significado que este flujo génico puede llegar a tener en la evolución e impactos en las poblaciones silvestres receptoras<sup>13</sup>. Otra cuestión necesitada de mayor estudio es la relativa a la frecuencia de estas migraciones, si se dan de forma fluida o son objeto de intercambios esporádicos.

---

<sup>13</sup> Al contrario de lo manifestado, para otros autores la introgresión desde parientes silvestres a cultivos domesticados sería mayor que la producida en sentido contrario, lo cual sería una buena noticia cuando hablamos de introgresión de transgenes en el medio natural. Véase Stewart et al. (2003: 809).

De lo dicho, cabe concluir que el flujo génico tendrá mayor oportunidad de producirse en aquellos lugares en los que la existencia de poblaciones silvestres y malezas es más abundante. Así, será en centros de origen y diversidad, en donde la concentración de los parientes silvestres es mayor y se da una mayor concurrencia de cultivos domesticados con sus parientes silvestres relativos, en donde la probabilidad y magnitud de los procesos de flujo génico será también superior.

## 5. EL CAMPESINO, LO SILVESTRE Y LO DOMESTICADO

La agrobiodiversidad sin gente es una fotografía estática e incompleta. No existe una valoración adecuada de la misma si atendemos exclusivamente a la importancia de los recursos filogenéticos, sin considerar el elemento esencial que constituyen los sistemas de conocimiento que los acompañan y las instituciones sociales que les sirven de soporte<sup>14</sup>.

Los ecosistemas agrícolas son el resultado de la interacción del hombre con los mismos y de la adecuación artificial de los habitats de vida silvestre a sus propias necesidades. La diversidad genética agrícola, en consecuencia, no es el resultado de un mero accidente de carácter geográfico sino el producto de una “alimentación” continua por parte de generaciones de campesinos de la diversidad que les ha sido heredada<sup>15</sup> y el fruto de un legado cultural milenario.

Los sistemas de conocimiento tradicional, a diferencia de los ordenes formales de conocimiento, se caracterizan por su carácter local; ser objeto de transmisión oral; tener su origen en la experiencia; poner un mayor énfasis en lo empírico más que en lo teórico; en la reiteración, cambio y mutabilidad; amplio acceso e intercambio; distribución fragmentada; orientación a la ejecución práctica y holismo o visión global (Ellen y Harris 2000, citados en Brush 2004).

---

<sup>14</sup> Según Brush (2004: 31), el agricultor andino en el Perú puede llegar a mencionar de cincuenta a sesenta variedades de papa, incluso aunque no llegue a cultivar tantas variedades. Muchas de las denominaciones claramente implican una combinación de los términos en quechua, aymara y español. La clasificación realizada por los agricultores responde a razones de diversa índole como el fenotipo, la ecología y el uso. Así, entre las especies, distinguen entre las cultivadas, silvestres o malezas. También distinguen las que son resistentes a las heladas, cultivadas en grandes altitudes o amargas. Entre las variedades, las clasifican según sus características aparentes como la forma, la cantidad de “ojos” que tienen y el color. Dentro de las subvariedades las distinguen por la diferencia en sus colores (Brush 2004: 102-105).

<sup>15</sup> La contribución histórica de las comunidades campesinas en la conservación de la diversidad agrícola ha sido plasmada en el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (2004) que reconoce explícitamente, en su Art. 9, “la enorme contribución que han aportado y siguen aportando las comunidades locales e indígenas y los agricultores de todas las regiones del mundo, en particular los de los centros de origen y diversidad de las plantas cultivadas, a la conservación y el desarrollo de los recursos fitogenéticos que constituyen la base de la producción alimentaria y agrícola en el mundo entero”.

Los elementos citados también confluyen en la cosmovisión del poblador andino y amazónico. A ello se añade una identidad cultural propia. En concreto, la cosmovisión andina evidencia una interrelación entre el medio ambiente y el campesino que le es propia; se compone de una determinada aprehensión del mundo real y del conjunto de conocimientos procedentes de la experiencia individual y social, de los espacios vividos. Todo ello conforma la identidad cultural del campesino andino y su cosmovisión. En este marco, la toma de decisiones productivas responde a normas consuetudinarias y a relaciones de carácter social específicas, que dotan de significación y prestigio a los individuos que las adoptan al interior de las comunidades.

De esta forma, la selección y el manejo de los cultivos por el pequeño campesino están social y culturalmente determinados. Hoy en día, factores como son las condiciones sociales a las que se tiene que enfrentar el agricultor para manejar el riesgo; la existencia de demanda y de mercados; las posibilidades de acceder a los mismos; la disponibilidad de créditos, de mano de obra; los programas de ayuda al desarrollo; la asistencia pública o el acceso a insumos agrícolas como pesticidas o métodos de irrigación, son igualmente determinantes en la selección y el manejo de la diversidad de la que hablamos.

En el contexto presente de centros de origen y diversidad, la selección y el manejo de los cultivos por el pequeño campesino andino se encuentra guiada por criterios que le hacen inclinarse por unos atributos por encima de otros. La jerarquía de sus preferencias viene definida, en primer lugar, por los factores ecológicos y agronómicos (heterogeneidad ambiental como puede ser la calidad de los suelos, la disponibilidad de recursos hídricos, la presencia de patógenos y pestes); en segundo lugar, por el riesgo al que tiene que hacer frente y su capacidad para manejarlo (la organización social) y, en último lugar, por el destino final de los mismos, es decir, sus usos (dieta, culturales, rituales) y mercados (Brush 2004).

En todo ello, el terreno de cultivo y su entorno es el laboratorio en el que se desempeña el conocimiento especializado del campesino y de las comunidades locales y donde ejercen su valor de opción. La calidad y estabilidad de los cultivos son atributos tan importantes como la cantidad y la productividad, a la hora de calcular el beneficio de una determinada variedad o cultivo. La calidad se refiere tanto a condiciones absolutamente subjetivas, como las características gastronómicas del sabor y el gusto, como a su resistencia a plagas y a demandas de mercado. El contar con una producción estable es un factor añadido a los anteriores.

Dichos saberes no sólo se refieren a la selección de la semilla, sino que se reflejan en cada una de las prácticas de manejo de la diversidad agrícola. Los conocimientos tradicionales, que permiten “conversar” con las señales del clima y el suelo, se aplican en el momento de preparar y criar los suelos de las chacras; fijan estrategias de siembra, con distintas variedades dentro de una misma chacra; complementan la crianza de los animales domésticos para abono y fuerza de trabajo; se emplean para cosechar, seleccionar semilla, almacenar y transformar; mejoran las mismas chacras mediante la crianza del suelo, agua y microclima,

a través de la construcción de andenes, lagunas, canales de riego y crían el paisaje donde crecen los parientes silvestres y las plantas indicadoras del clima y de la fertilidad del suelo (Rengifo e Ishizawa 1997).

Muchas veces, la selección y el manejo diferirá de un agricultor a otro atendiendo a sus distintas preferencias; otras, no será objeto de una elección individual sino producto de una organización social determinada. En algunas comunidades andinas existe una organización especialmente dispuesta, con valores jerárquicos y relativa a ordenaciones espirituales y de poder, que se manifiesta de distintas formas en el manejo y la selección de las tecnologías. De este modo, la relación del poblador con el medio que le rodea se traduce en un complejo entramado social en el que sus individuos se distinguen por ser especialistas religiosos o conocedores de los poderes sobrenaturales de la *Pachamama* o de la Madre Tierra; en conservacionistas, en cuidadores de los cultivos y de la salud de las chacras (*Arariwas*) o en fiscalizadores de las tierras (*Paq'os*) y del paisaje. Ellos son los conocedores de la ubicación de los parientes silvestres, de las cualidades de las variedades nativas o de las características de los agroecosistemas. De la misma manera, se constituyen en comités de ayuda mutua en las labores agrícolas, de riego, de plagas y enfermedades (Urrunaga 2002).

Junto con este proceso de concentración y sincretismo (de criterios locales y exógenos en la selección de los cultivos) se da otro paralelo de dispersión de semillas y saberes, que corresponde a una visión holística de la biodiversidad y sigue unos determinados patrones de capital social. Así, el campesino andino se inserta en una continua red de flujo físico de semillas y de intercambio de prácticas y tecnologías. “*Los caminos andinos de las semillas*” dan fe de la existencia de redes sociales que permiten la dispersión y el fluir de la semilla. Así, se dice, “*ser andino es ser caminante*” (Rengifo e Ishizawa 1997: 22).

Y es este continuo intercambio el que permite la regeneración de la diversidad. Este proceso activo y continuo es el que lleva y trae las semillas y los saberes de crianza: si los valles y laderas andinos occidentales son severamente afectados por las variaciones climáticas extremas, los campesinos caminan a traer diversidad de semillas de los valles y laderas orientales que no han sido afectados. Así, la conservación no se circunscribe a los límites de una comunidad, de una microcuenca o cuenca, sino que se extiende o se contrae geográficamente de acuerdo a variaciones climáticas y a la necesidad de cultivos, entre otros factores. Este circuito de semillas, garantiza a las familias un centro de aprovisionamiento de semillas seguro y se constituye en una red flexible, libre y solidaria de comunicación entre familias y comunidades (Rengifo e Ishizawa 1997).

La preservación de esta agrobiodiversidad a futuro dependerá enormemente de estos agricultores, conocimientos tradicionales y de estas redes. De ahí, que sea preciso subrayar la gran trascendencia que los sistemas tradicionales de conocimiento han tenido y tienen para el manejo y la preservación de esta agrobiodiversidad. Y, paralelamente, la importancia que la propia evolución a la que se ven sometidas estas culturas y valores tienen para la preservación de la misma. Así, la agrobiodiversidad también es el testimonio de un conjunto

de variables sociales, culturales, espirituales y éticas que componen la identidad de los agricultores al nivel de la comunidad o en el ámbito local.

De todo lo anterior se extrae otra consecuencia fundamental: la dependencia del poblador rural de los recursos naturales y del medio que le rodea para su seguridad alimentaria es muy grande. Esta circunstancia lo separa del poblador urbano, cuya subsistencia se asienta en factores de otro tipo como capital físico, humano y financiero. Esta dependencia, finalmente, se acentúa de forma particular en relación con los agricultores en mayores niveles de pobreza.

## 6. LOS BENEFICIOS DE LA DIVERSIDAD ESPACIAL<sup>16</sup>

Como ya se ha hecho referencia, la importancia social, económica y cultural de la agrobiodiversidad de la región andino-amazónica, como centro de origen y área en la que se desempeña la conservación in situ, es incalculable. Sin embargo, esta afirmación hay que dotarla de una dimensión temporal adecuada. En el pasado, la importancia de los recursos filogenéticos para la alimentación mundial ha sido indiscutible, de forma que se estima que el 35% de la producción mundial de alimentos proviene o se ha originado en los recursos genéticos andino-amazónicos y más de un tercio de la alimentación mundial proviene de productos cuyo centro de origen es la región andino-amazónica.

No hablamos solo del pasado: el mejoramiento a partir de los cultivos nativos y los parientes silvestres sigue implicando el ahorro de costes enormes en la producción agrícola a los distintos países del mundo y el abaratamiento en el precio de los productos a los consumidores a nivel mundial. Sin embargo, a futuro, surgen nuevos cuestionamientos de economía ante la dificultad de conservar esta diversidad, al tener rasgos de bienes públicos en la práctica, en los que el coste por su conservación no tiene un retorno adecuado para los agricultores encargados de su custodia.

Por otra parte, algunos científicos cuestionan la necesidad de mantener cultivos que se consideran obsoletos e incluso de baja producción, incapaces de responder adecuadamente ante las nuevas tecnologías e incluso inhábiles para hacer frente a determinado tipo de

<sup>16</sup>Según el concepto de “diversidad temporal”, recae en la labor del mejorador moderno el crear continuamente nuevas variedades que respondan a las plagas y enfermedades; frente a éste, se habla de un concepto de “diversidad espacial” como la referida a una riqueza y abundancia genética circunscrita a un área geográfica determinada. A esta diferenciación se refiere el estudio de Rubenstein, K., Heisey, P., Shoemaker, R., Sullivan, J., Frisvold, G. (2005). “Crop Genetic Resources. An Economic Appraisal”. *Economic Information Bulletin*. No. 2, May 2005. A Report from the Economic Research Service. United States Department of Agriculture (USDA). En este documento se plantea, también, la ausencia de diversidad genética como un problema para el mejoramiento agrícola en USA, al implicar un mayor riesgo ante nuevas vulnerabilidades y plagas y analiza los costes y beneficios que implica la conservación in situ de esta diversidad.

plagas. En este sentido se plantean preguntas como ¿por qué preocuparse por lo obsoleto cuando nos encontramos con variedades modernas que responden con mayor flexibilidad a la demandas de los cambios medioambientales y a los patrones de consumo? o ¿por qué son necesarios los cultivos nativos y sus parientes silvestres cuando los nuevos tiempos demandan una “diversidad temporal” y no una diversidad espacial?. Es decir, bastaría el contar con una capacidad de generar variedades que sean frecuentemente modificadas para ofrecer resistencia a la evolución de las plagas y enfermedades. Por distintas razones, estas posiciones nos aproximan a un futuro de gran vulnerabilidad.

## 6.1. Desde una Perspectiva Global

El valor de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura radica en su valor de existencia como recurso genético en sí mismo y no como *commodity*. Es decir, la diversidad de recursos genéticos tiene un valor y un beneficio que es independiente de su valor de mercado y, su mera existencia, puede implicar, desde el inicio, un valor para los países, los mejoradores, los agricultores y los consumidores. De la mera existencia de esta diversidad genética, se pueden capturar beneficios, incluso aunque estos no se reflejen en precios de mercado.

También es clave la capacidad de reaccionar frente al cambio. En el contexto agrícola, partimos de la interrelación de dos componentes distintos: las condiciones en las que los cultivos evolucionan y el cultivo mismo. Ambos, el cultivo y el medioambiente, pueden ser objeto de modificaciones. Las circunstancias ambientales cada vez se encuentran sujetas a mayores mutaciones y a cambios de consecuencias impredecibles que afectan al clima, a la calidad del suelo y la disponibilidad del agua. La necesidad de responder ante ellos va a depender, cada vez más, de la capacidad de crear variedades que se adapten a las distintas condiciones y que hagan frente a los distintos procesos y problemas agronómicos. Todas las variedades son, así, objeto de un posible mejoramiento con el fin de hacer frente a la evolución de las demandas, sea cual sea el medio de transformación elegido.

En sí misma, la agricultura es una actividad sujeta a multiplicidad de riesgos, que no son solo ambientales, como las alteraciones en los precios de los insumos como semillas, abonos y fertilizantes, los precios y las demandas del mercado. La posibilidad de hacer frente a todos los *shocks* procedentes de los distintos frentes viene dada, en gran medida, por la capacidad de los productores de ajustarse al cambio mediante el manejo de una variabilidad de cultivos. De ahí la importancia de contar con una amplia e integrada base de seguridad genética.

No obstante, la verdadera valoración de la diversidad genética agrícola quizás se comprenda mejor al evaluar su ausencia más que al valorar su existencia: ¿qué puede llegar a ocurrir en el caso de que no contemos con ella?. En este punto, el concepto de erosión genética se refiere a la pérdida gradual de la diversidad genética y puede generarse en tres niveles como son la pérdida de diversidad de genes dentro de una especie; la pérdida de diversidad de las especies en los ecosistemas y la pérdida de ecosistemas.

## A) Erosión Intraespecífica

En relación con la erosión a nivel genético partimos de una clara evidencia: ya sea utilizada mediante los sistemas tradicionales de agricultura, el mejoramiento convencional o la biotecnología moderna, la diversidad genética es la base sobre la que se sustentará el mejoramiento de los cultivos futuros, la adaptación a las nuevas circunstancias ambientales y la seguridad alimentaria de las generaciones presentes y futuras.

La habilidad con la que cuentan ciertas variedades para hacer frente a plagas, enfermedades, a la pobreza de suelos, a las heladas y sequías, para dotar de mayor cantidad de proteínas o tener un mejor sabor en su consumo, reside en determinados rasgos que son transmitidos naturalmente en su composición genética. Si esa diversidad genética desaparece, también se eliminan nuestras posibilidades de responder al continuo cambio de necesidades y condiciones al que nos vemos sometidos.

En este sentido, las pérdidas de la biodiversidad estrechan el marco genético necesario para las futuras adaptaciones. Por ello, es muy importante contar con la diversidad intraespecífica, por las posibilidades que ofrece de adecuar nuestros sistemas de producción a unas circunstancias medioambientales en continua mutación y de disminuir nuestra vulnerabilidad ante ellas.

Muchos de los avances del mejoramiento genético y de la biotecnológica tienen su fuente y materia prima en los “bancos de germoplasma in situ” que son los cultivares y sus parientes silvestres conservados por las generaciones sucesivas de campesinos. Para el mejoramiento genético de plantas y animales, los investigadores agrícolas se valen de esta variedad intraespecífica que se encuentra en los cultivos nativos y sus parientes silvestres. Sin embargo, se da la paradoja de que este mismo éxito en el mejoramiento genético puede llegar a poner en peligro la misma base de diversidad genética de la que se sirve.

Los procesos de mejoramiento y de selección conllevan a elegir las plantas, semillas, caracteres y genes que mejor se adecuan a las condiciones deseadas. Estos mismos procesos pueden implicar un estrechamiento de la base genética que les sirve de sustento. Las causas del mismo pueden venir dadas por una “sustitución genética”, de forma que determinadas variedades de un cultivo (genotipos) son suplantadas por otro grupo o variedad del mismo cultivo, implicando una erosión alélica (i.e. cuando las variedades modernas o mejoradas de un cultivo sustituyen a las nativas). También pueden estar ocasionadas por un “desplazamiento genético” que puede suceder cuando, en una región determinada, un cultivo es suplantado por otro cultivo distinto, eliminando por completo las poblaciones locales del cultivo nativo (i.e. cuando las plantaciones de soja desplazan a las de maíz o a otros cultivos de carácter local) (Brush 2004). Esta homogeneización puede dar lugar a una mayor vulnerabilidad y menor capacidad de reacción y respuesta a futuro.

## B) Erosión de Especies

De conformidad con el “Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo” de la FAO (1998), una de las causas principales de este mayor riesgo de vulnerabilidad genética, se estaría produciendo por el masivo reemplazo de las variedades tradicionales o de los cultivos nativos por las variedades homogéneas modernas<sup>17</sup>. La pérdida de una especie completa podría implicar, también, la pérdida de sus parientes silvestres. Con ello, presenciamos un acelerado proceso de estrechamiento y homogeneización genética, que constituye, sin duda, una grave amenaza para el “sistema inmunológico” (Vietmeyer 1996) que es la agrobiodiversidad desarrollada en condiciones in situ.

Esta uniformidad de genes y de especies representa una clara multiplicación de la magnitud del riesgo. La homogeneización genética -con nuevas variedades cultivadas de forma masiva- puede llevar a situaciones de colapso ante determinadas situaciones de plagas o epidemias que afecten a las mismas especies con una misma base genética. No son pocos los casos habidos a lo largo de la historia que han dado lugar a situaciones de pobreza, de hambruna o de pérdidas económicas devastadoras y que continúan poblando las noticias en la materia. Uno de ellos fue el de la pandemia del mildiú de la papa (*Phytophthora infestans*) en Irlanda en 1846 que resultó en un millón de muertos con motivo de la hambruna y en la migración de gran parte de su población a los Estados Unidos. La misma uniformidad genética contribuyó a la expansión del *Southern Corn Leaf Blight* que implicó una disminución del 15% en la producción de maíz en los Estados Unidos en 1970 (Rubenstein et al. 2005: 12).

De ahí, que el Informe de la FAO (1998: 13) manifieste, de forma expresa, que *“Preocupa de manera particular la pérdida irreversible de genes, unidad funcional básica de la herencia y fuente primordial de la variación del aspecto, las características y el comportamiento de las plantas. También pueden perderse complejos de genes y especies, que en la práctica se convierten en extintos, y pueden desaparecer asimismo variedades de plantas (por ejemplo una variedad de trigo o de yuca). Mientras que las variedades pueden desaparecer sin una pérdida correspondiente de diversidad genética (los genes de una variedad perdida pueden mantenerse en otra), las variedades como combinación única de genes pueden tener un valor particular y una utilidad inmediata”*.

---

<sup>17</sup> Es notable cómo los agricultores, al adoptar variedades modernas, también introducen nuevas enfermedades y plagas que anteriormente eran secundarios o inexistentes. Ello ha sucedido, por ejemplo, en el caso del maíz en el Perú, donde al agricultor, el deseo de querer tener una mayor producción le ha llevado a prácticas que introducen enfermedades de maíces traídos de fuera, siendo imperativo en la actualidad, el buscar la resistencia frente a estas nuevas plagas. Información extraída de Víctor Noriega Nalvarte. Programa de Maíz, Universidad Nacional Agraria La Molina. Presentación realizada en el Seminario Internacional sobre “Liberación de Organismos Vivos Modificados en Ecosistemas Tropicales: Análisis y Gestión de Riesgos” celebrado del 28 de Noviembre al 2 de Diciembre del 2005 en Lima, Perú. ICGEB-UNALM.

### C) Erosión de Ecosistemas

A nivel de ecosistemas, el hecho de que se fomente el cultivo de las mismas variedades en distintos habitats agrícolas, es una causa de preocupación en sí misma. Ello es clave cuando se observa la gran interdependencia que existe entre los países en relación con los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

Estos recursos han sido objeto, a lo largo de la historia, de un intercambio libre y abierto con el objetivo de preservar esta diversidad intraespecífica. De ahí que, tradicionalmente, se haya producido un desarrollo de procesos de intercambio, no sólo a nivel local, sino también a nivel global, con movimientos de recursos entre los distintos continentes, desde los centros de origen hacia ecosistemas agrícolas diversos. Estas migraciones han resultado en que, incluso, dichos cultivos se hayan desarrollado mejor en medioambientes ajenos a sus centros de origen. El resultado ha sido el de una nueva diversidad genética, que también ha sido objeto de intercambio. De la misma forma, cuando han surgido enfermedades o plagas, se ha recurrido a los centros de origen de los cultivos para buscar los medios y las soluciones con los que hacer frente a dichas enfermedades o problemas.

Este no es solo un viaje de ida. Ningún país es independiente en términos de recursos fitogenéticos. Ello implica que existe una interdependencia de los países de otras regiones en relación con los recursos genéticos que son fundamentales para la alimentación de sus poblaciones. Esa dependencia llega a ser del 70% en la mayoría de los casos y del 100% en algunos casos, según datos extraídos de la FAO (1998).

Por ello, la homogeneización a nivel de ecosistemas conduce a una reducción peligrosa de la ecobase alimentaria de la humanidad<sup>18</sup>. La consecuencia de este empobrecimiento de la base genética es el resultado con el que hoy en día nos encontramos: la base alimentaria de la mayoría de la humanidad se asienta de manera fundamental en doce productos agrícolas, entre los que se encuentran el maíz, el mijo, el arroz, el sorgo, y el trigo; en algunos tubérculos como la papa, la yuca, el camote y en varias legumbres como el frijón, la soya, el maní y en la banana, el coco y la caña de azúcar.

---

<sup>18</sup> Así, según Flores Palacios, el nivel de dependencia sería elevado también para los países que son centro de origen y de diversidad en relación con cultivos no originados en la Subregión. La autora señala que, en los países del área andina, el nivel de dependencia de recursos fitogenéticos procedentes de otros orígenes, sería del 81%-93% en Bolivia; 89%-97% en Ecuador; 80%-93% en Perú; 84%-94% en Colombia y 88%-99% en Venezuela. Así, el nivel de calorías procedentes de cultivos que no se originan en la región es alto y procede fundamentalmente del trigo, azúcar, arroz, maíz, soya, plátano y banana. Flores Palacios, X. (sin fecha). *Contribution to the Estimation of Countries' Interdependence in the Area of Plant Genetic Resources*. Background Study Paper no. 7 Rev. 1. Documento preparado para la Secretaría de la Comisión de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).

De una diversidad de aproximadamente 7,000 especies destinadas a la alimentación y a la agricultura, son únicamente 30 las especies sobre las que descansa el 90% del consumo de calorías en el mundo. Según el Informe de la FAO citado, son tres cultivos como el arroz, maíz y el trigo, los que proveen del 60% de suministro de calorías en las dietas del hombre y únicamente 30 variedades suministran el 95% de las calorías derivadas de las plantas.

Ante el panorama descrito, el promover el desarrollo en condiciones in situ de la diversidad genética agrícola, que permite que las variedades sigan sus procesos de evolución continua y de adaptación a las posibles plagas y circunstancias ambientales cambiantes, es crítico. Esto no es posible mediante su preservación en bancos de germoplasma, al haber sido congelado su proceso evolutivo<sup>19</sup>. Ello, igualmente pone en evidencia lo imperativo de preservar los ecosistemas, muchas veces frágiles, en los que se desenvuelven estas reservas genéticas y que son el campo de juego de los parientes silvestres<sup>20</sup>. Pero también destaca el imperativo de preservar a sus guardianes y los procesos que les sirven de base (Torres y Parra 2005). No se trata únicamente de sustitución de genes, también de conocimientos y formas distintas de innovación tecnológica.

## 6.2. Desde una Perspectiva Local<sup>21</sup>

De lo expuesto se comprende que hay muchas maneras de medir esta agrobiodiversidad. El fundamento de esta diferente medición y visión sobre la diversidad agrícola se halla determinado por los diferentes motivos y usos provenientes de los distintos actores. No

---

<sup>19</sup> Prueba de esta pérdida de material genético en condiciones in situ es el hecho mismo de que durante los últimos años los centros CGIAR han “restaurado” germoplasma en al menos 41 países en el mundo, tratándose de las mismas accesiones que fueron entregadas por los países a dichos centros internacionales en el pasado.

<sup>20</sup> De las variedades silvestres se han obtenido genes que han conferido resistencia a epidemias y enfermedades y que han sido utilizados para la producción de una gran variedad de plantas de importancia para la alimentación mundial, desde el arroz, a la papa o el tomate. Las mejoras también han estado destinadas al incremento de cualidades en los cultivos, como la incorporación de proteínas en el trigo o de vitamina C en el tomate, procedentes de sus parientes silvestres (IPGRI 2000).

<sup>21</sup> El Plan de Acción Mundial para la Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura aprobado en la Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos (Leipzig, Alemania, 17–23 Junio 1996) incorpora esta preocupación. En su Acción Número 4 propone la *“Promoción de la conservación in situ de las especies silvestres afines de las cultivadas y las plantas silvestres para la producción de alimentos”*. Entre sus objetivos incluye el de *“Lograr que se comprenda mejor la contribución de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura a las economías locales, la seguridad alimentaria y la higiene del medio ambiente”*. Entre las políticas y estrategias incluye la de *“(g) apoyar los esfuerzos de las comunidades indígenas y locales para la ordenación de las variedades silvestres afines de las cultivadas y las plantas silvestres para la producción de alimentos en las zonas protegidas o cuando se reconozcan derechos vigentes aborígenes o de tratados; (h) examinar las necesidades existentes en relación con las consecuencias para el medioambiente, para incorporar una evaluación de los efectos probables de las actividades propuestas sobre la biodiversidad local para la alimentación y la agricultura, en particular sobre las plantas silvestres afines de las cultivadas”*. Y propone entre el accionar de los gobiernos el de *“(b) inducir a las comunidades locales a que conserven y aprovechen las variedades silvestres afines de las cultivadas y las plantas silvestres para la producción de alimentos, y a que aporten su participación en las decisiones relacionadas con dicha conservación y aprovechamiento a nivel local”*.

se puede equiparar la medición de la diversidad agrícola que hace un mejorador moderno de plantas, de la que realiza un ecólogo, un biólogo, un economista, un regulador o un agricultor. Por lo mismo, no cabe uniformizar tampoco los intereses. Así, lo que para un científico o un economista pueden ser cultivos obsoletos o no competitivos o desechados en el mercado, para las poblaciones locales puede constituir un medio para asegurar su subsistencia.

La agrobiodiversidad es el primer eslabón en la cadena alimentaria de muchas poblaciones rurales. Por ello, a pesar de los pocos recursos que tradicionalmente se han venido dedicando a la investigación nutricional de estas plantas nativas o landraces y de sus parientes silvestres, se reconoce que su importancia para la calidad alimentaria y nutricional de las poblaciones locales es fundamental. No olvidamos tampoco la importancia de la dimensión social y cultural de estos alimentos como parte de su identidad y desarrollo humano en general<sup>22</sup>.

Desde la perspectiva agronómica, la diversificación de cultivos permite al agricultor realizar un control biológico de plagas (al promover la diversidad de organismos útiles tanto en el suelo como en el follaje de los cultivos, los cuales actúan como controladores naturales de plagas y enfermedades, lo que evita el uso de pesticidas químicos); redundando en un mejor aprovechamiento de los nutrientes del suelo (al promover la diversidad de prácticas agrícolas: rotaciones, asociaciones, policultivos y agroforestería, con especies y variedades diferentes; lo que finalmente implica el aporte de una diversidad de fuentes de materia orgánica del suelo) y contribuye a la creación de sinergias positivas para la producción de los distintos cultivos, ya sea mediante el mejor aprovechamiento de nutrientes, la creación de microclimas benéficos, o el control de plagas y enfermedades (Felipe 2004).

Por otra parte, el mero hecho de que el desempeño de las variedades nativas se den en las condiciones más difíciles, de mayor pobreza de suelos, con carencia de abonos, etc. destaca las condiciones superiores de dichas variedades, al permitir su mejor adaptabilidad y hacerlas más idóneas para afrontar las mismas condiciones en las que viven las poblaciones con menores ingresos.

Por último, la agrobiodiversidad dota de capacidad de subsistencia y de autonomía al pequeño agricultor. La variabilidad genética y de especies le permite eludir, en gran medida, la exigencia de insumos exógenos. En el momento en que las comunidades locales pierden el control sobre sus variedades locales o nativas y sobre su conocimiento, arriesgan el control sobre sus sistemas agrícolas y pasan a depender de fuentes externas proveedoras de semillas y de sus respectivos reglamentos de manejo (Shand 1997).

---

<sup>22</sup> Esta importancia de la agrobiodiversidad para el desarrollo endógeno de la población rural no ha sido reconocida con éxito en las políticas nacionales de investigación y desarrollo agrícolas. Ello, quizás, puede ser debido a una falta adecuada de valorización monetaria de estos recursos y a su reflejo infiel en los precios de mercado y en las cifras de exportación agrícola.

### Cuadro 3. Desde el Banco de Germoplasma a la Chacra Andina

El Centro Internacional de la Papa (CIP) mantiene el banco de germoplasma de papa más grande del mundo, con representación de 1,500 muestras de aproximadamente 100 especies silvestres recolectadas en ocho países de América Latina y 3,800 papas tradicionales andinas cultivadas.

En diciembre del año 2004 se suscribió un “Acuerdo sobre la repatriación, restauración y monitoreo de la agrobiodiversidad de las papas nativas y sistemas de conocimiento colectivo asociado” entre la Asociación de Comunidades del Parque de la Papa y el Centro Internacional de la Papa (CIP)\*. Este acuerdo destaca que ambas partes son conscientes de que la conservación y el uso sostenible de la máxima agrobiodiversidad posible es de importancia vital para mejorar la nutrición, salud y otras necesidades de la creciente población mundial y juega un papel fundamental en la conservación de los sistemas sustentables de la biosfera. Asimismo, subraya que las comunidades han sido y siguen siendo los verdaderos custodios de estos sistemas agrícolas y las mejor capacitadas para manejar y conservar esta diversidad. Y promueve la recuperación de los derechos y responsabilidades propios de las costumbres de las comunidades indígenas, que son el fundamento de esta conservación.

El objetivo del acuerdo se limita a la repatriación a manos de las comunidades del Parque de la Papa, de elementos relativos a la diversidad de la papa nativa y el conocimiento asociado con el fin de promover la colaboración entre la conservación ex situ y la in situ, al realizar investigación y mejoramiento participativo.

Una parte fundamental del acuerdo prevé que estas comunidades podrán usar, intercambiar, guardar para futuras cosechas y vender la semilla guardada y otro material propagativo. También declara su derecho a participar en cualquier decisión al respecto y en los beneficios que se deriven del uso de esta diversidad agrícola.

\* La Asociación de Comunidades del Parque de la Papa está constituida por la Asociación ANDES y seis comunidades en Písaq, Cusco, Perú. El CIP es uno de los 15 centros del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional - CGIAR, por sus siglas en inglés— que son responsables de los bancos de germoplasma de la diversidad agrícola más importantes del mundo.

Desde la perspectiva de la erosión genética, las circunstancias mencionadas en el apartado anterior se trasladan con mayor intensidad al ámbito local. En el presente, recobran añadido interés ante la presencia de nuevas amenazas de carácter global a las que el campesino tiene que hacer frente, como las provenientes del cambio climático. La variabilidad de las especies agrícolas será igualmente el sistema inmunológico que servirá como amortiguamiento ante nuevos e impredecibles *shocks* de carácter climático.

La erosión genética y la erosión de conocimientos tradicionales tienen una comunicación directa. La homogeneización de cultivos ha forzado el que muchos campesinos olviden sus prácticas y conocimientos tradicionales y los sustituyan por paquetes tecnológicos ajenos a

sus patrones de manejo del riesgo y de organización social<sup>23</sup>. Desde los procesos agrícolas, de la misma manera que los sistemas agrícolas se simplifican, también lo hacen sus formas de manejo y selección. Ello puede tener, por ejemplo, claras repercusiones en el uso y la conservación de la llamada “cosecha escondida” de los parientes silvestres, que dejan de tener un rol en dichos sistemas productivos. También en la búsqueda por el agricultor de nuevos cultivos que respondan, con una mejor adaptación, al medio local.

Así, puede ocurrir que el campesino deje de ser autónomo en la elección de la semilla y en su manejo, deje de ser productor para pasar a ser cliente. Y que el conocimiento local sobre la diversidad se vaya perdiendo ante el predominio de la transferencia de tecnologías foráneas, cuyos métodos de manejo son monopolizados por las propias compañías suministradoras del producto.

En este sentido, se hace imposible hablar de conservación y uso sostenible del pool genético de especies y de ecosistemas si no se presta debida atención a la preservación de los procesos agrícolas que lo sostienen y de las culturas humanas asociadas. Por ello, tan preocupante como la pérdida de la biodiversidad es la desaparición misma de las culturas que le sirvieron de base. Y de ahí, también, que datos como la erosión de la diversidad cultural estén intrínsecamente unidas a la pérdida de diversidad agrícola<sup>24</sup>.

En concreto, en el espacio andino-amazónico, se presencia cómo las comunidades rurales se están despoblando de forma paulatina, las migraciones del campo a la ciudad son procesos sin retorno, las chacras se abandonan, los conocimientos de generaciones se pierden, también las prácticas agronómicas y el dominio de la tecnología andina<sup>25</sup>. Con ello, se rompen las cadenas generacionales encargadas de mantener el *continuum* en el ejercicio de las actividades agrícolas y de preservar los cultivos nativos de la zona andino-amazónica. El progresivo envejecimiento de los agricultores conservacionistas y la ausencia

---

<sup>23</sup> Desde la perspectiva de género, las consecuencias de esta importación de tecnologías ha sido objeto de numerosos estudios, al ser las mujeres las que tradicionalmente han realizado las labores de selección y almacenaje de las distintas variedades nativas y ser las depositarias de conocimientos en relación con el uso de las plantas silvestres.

<sup>24</sup> En este contexto, se prevé que a lo largo del siglo XXI se produzca la desaparición de cerca de 6,000 lenguas. Todas ellas concentradas en su mayor parte, junto con los más altos niveles de diversidad de plantas y animales, en las zonas del Ecuador. En el momento en el que una lengua desaparece, con ella, se eliminan también cientos de miles de años de herencia cultural y conocimiento tradicional.

<sup>25</sup> Por ejemplo, en el Perú la población campesina fue la principal víctima de la violencia que asoló el país desde el año 1980 hasta el año 2000, con un resultado de 38,797 campesinos dedicados a actividades agropecuarias muertos (56% del total) (Comisión de la Verdad y Reconciliación 2003). Al respecto, Valladolid (2005) estima que uno de cada dos muertos fueron campesinos criadores de diversidad de plantas nativas cultivadas. Asimismo, el 75% de las víctimas del conflicto armado interno tenían el quechua u otras lenguas nativas como idioma materno.

de una continuidad generacional se plantea, así, como uno de los mayores problemas para la conservación *in situ* a futuro<sup>26</sup>.

Ante todo lo expresado, cabe concluir que la preservación de la agrobiodiversidad no sólo demanda la preservación de los cultivos nativos o landraces, sino el conservar los procesos de innovación y adaptación a las condiciones locales; el preservar las técnicas y los modos de manejo de los ecosistemas agrícolas de los que depende esta diversidad y el lograr su perfeccionamiento desde lo local, con el objetivo de buscar una disminución del riesgo y una maximización de los servicios ofrecidos por los mismos, a fin de mejorar la calidad de vida de los agricultores de los que esta diversidad depende.

Finalmente, creemos preciso resaltar que los pequeños agricultores no son sólo los custodios de esta agrobiodiversidad, sino que, además son centros de conocimiento sobre el manejo y conservación de la biodiversidad y los ecosistemas. Y por ello, la pérdida de las prácticas de agricultura tradicional, lenguas, culturas nativas, representan la erosión masiva e irreversible del capital humano, y, más en concreto, del capital intelectual humano de trascendencia para señalar la hoja de ruta de la seguridad alimentaria global. Esta es la razón por la que cualquier acercamiento al tema del manejo y conservación de los recursos filogenéticos para la alimentación y la agricultura implica un acercamiento no sólo desde lo ambiental, científico o técnico, sino también desde lo político.

---

<sup>26</sup> En relación con el preocupante problema del envejecimiento de las poblaciones rurales, revisar Stloukal, I. (2004). *Rural Population Ageing in Developing Countries: Issues for Consideration by FAO*. Sustainable Development Department, FAO, 2004. [http://www.fao.org/sc/dim\\_pe3/pe3\\_040401a1\\_en.htm](http://www.fao.org/sc/dim_pe3/pe3_040401a1_en.htm) (Consultado Mayo 2005).



## CAPÍTULO SEGUNDO

### CONSIDERACIONES AMBIENTALES Y DE BIOSEGURIDAD

La introducción de semillas genéticamente modificadas en el escenario descrito plantea algunas cuestiones de carácter ambiental referidas a los procesos que se desarrollan en estos centros de diversidad. Y hablamos de procesos, porque no sólo es el componente ambiental el que ha de ser tomado en cuenta de forma aislada. Éste se encuentra estrechamente vinculado al vector social sobre el que descansa la preservación de la agrobiodiversidad en los refugios de diversidad genética que son motivo del presente estudio.

#### I. LA GEOGRAFÍA DEL RIESGO

Entre las prerrogativas que se atribuyen a la biotecnología moderna aplicada a la agricultura, destaca la de proporcionar una mejor comprensión de cómo funcionan las plantas, cómo responden al ambiente y la de lograr una mayor efectividad en los métodos de mejoramiento de plantas, con un control más efectivo de los atributos seleccionados en los cultivos objeto de investigación.

Junto a estos beneficios, se mencionan los vinculados a la agricultura en su relación con la conservación del medioambiente. Éstos se refieren fundamentalmente a la disminución de los efectos perniciosos que la agricultura intensiva moderna ha venido teniendo sobre el medio ambiente (Amman 2004). Así, el aumento de la población, la limitada disponibilidad de la tierra destinada a la agricultura y la necesidad de una mayor producción de alimentos, han requerido de una agricultura intensiva que a la larga se ha traducido en importantes costos ambientales. El incremento en la salinidad de los suelos con el abuso en los sistemas de irrigación; la gran pérdida de diversidad de especies y recursos genéticos, paulatinamente sustituidos por el desarrollo de especies más comerciales; el abuso de químicos y pesticidas con daño para la salud humana, los recursos naturales y los organismos vivos; la disminución y contaminación de las fuentes de agua; la deforestación y el aumento de la frontera agrícola, los efectos sobre el cambio climático, son destacados como problemas principales de esta agricultura intensiva.

Frente a ellos, se dice, el desarrollo de la ciencia y de la tecnología podría venir a contribuir a minimizar, de forma positiva e importante, los efectos negativos que las formas de producción agrícola modernas han tenido sobre el medioambiente. Al respecto, recientes estudios realizados por Brookes et al. (2005) durante nueve años de desarrollo de los

cultivos transgénicos (1996-2004) apuntarían a una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y al menor uso de pesticidas<sup>27</sup>.

No obstante, el reto también lo ha fijado la propia tecnología agronómica. El hacer frente a las barreras insalvables con las que se ha ido encontrando esta agricultura intensiva introducida a partir de la Revolución Verde, habría pujado por la necesidad de nuevas tecnologías. La paulatina resistencia a los agroquímicos introducidos, el acortamiento paulatino del período de viabilidad económica de los agroquímicos empleados y su factibilidad y la mayor dificultad para encontrar nuevos compuestos químicos que hagan frente a estas barreras de resistencia, son causas que habrían propiciado la búsqueda de nuevas tecnologías (Amman 2004).

Finalmente, Amman (2004) también manifiesta que, la misma naturaleza de la biotecnología, ofrece posibilidades para enfrentar las tendencias de monocultivo y erosión genética a las que ha conducido la agricultura intensiva y el mejoramiento convencional. La biotecnología agrícola permite utilizar de manera extensiva el pool genético existente y romper las barreras con las que se ha venido encontrando el mejoramiento agrícola convencional. A través de la introducción de nuevos genes, se podría potenciar la biodiversidad agrícola y romper con la tendencia imperante, en las prácticas de mejoramiento agrícola, hacia el protagonismo de unas pocas variedades comerciales. De esta manera, al permitir actuar con un amplio espectro de rasgos procedentes de este extensivo pool genético en los cultivos, la biotecnología moderna podría ayudar a crear incentivos económicos para la conservación de la biodiversidad agrícola. Por último, ello podría contribuir a reducir la pérdida de habitats, al redundar en una mayor productividad de la tierra disponible.

Junto a estas potencialidades, también se mencionan los impactos que la introducción de semillas genéticamente modificadas puede tener sobre el medioambiente. Los riesgos ambientales de la introducción de OVM se basan en la misma naturaleza de la tecnología y en lo que implica, en sí misma, la posibilidad de crear organismos que puedan contener genes introducidos fuera del rango de compatibilidad sexual entre las especies y el saltarse las barreras fisiológicas naturales. A ello, se suma la capacidad de intensificar y acelerar los efectos perjudiciales que la actividad agrícola ya tiene de por sí sobre el medioambiente.

La transgénesis permite la transferencia de genes mediante mecanismos que no existen en la naturaleza, rompiendo las barreras entre especies e, incluso, entre animales y plantas. De esta manera, el mejoramiento genético se diferencia del mejoramiento tradicional de reproducción de Mendel en que, el primero, supera los límites con los que se encuentra la reproducción tradicional. El mejoramiento convencional demanda un prolongado proceso

---

<sup>27</sup> Si bien este último punto, el menor uso de pesticidas, se opone a las conclusiones a las que han llegado otros estudios realizados en USA durante el período de ocho años, desde el año 1996 al 2003, especialmente en relación con cultivos GM resistentes a herbicidas, en donde la paulatina resistencia de las malezas a los herbicidas, habría conducido a un incremento en el uso total de pesticidas (glifosato). Al respecto, consultar Benbrook, Ch. (2003). "Impacts of Genetically Engineered Crops on Pesticide Use in the United States: The First Eight Years". *BioTech InfoNet*. Technical Paper Number 6. November 2003.

de selección hasta conseguir la característica deseada y dotarla de estabilidad, con el riesgo posible de suprimir otros rasgos. Por el contrario, el mejoramiento genético permite extraer un gen de una planta, animal o microbio e insertarlo directamente en las células de otro. Con ello, la modificación genética dotaría al nuevo organismo vivo de cualidades hereditarias nuevas, y lo haría con una mayor celeridad que mediante los procedimientos de mejoramiento convencional.

Esta circunstancia, ha llevado a que se tomen en cuenta los riesgos potenciales que la liberación de semillas genéticamente modificadas puede tener sobre el medioambiente. Con carácter general, cabría distinguir entre los impactos que pueden recaer sobre la biodiversidad y los que serían de carácter agronómico.

Entre los potenciales riesgos a la biodiversidad la doctrina destaca, entre otros:

- La presencia de flujo génico o contaminación genética de otras variedades no transgénicas o de sus poblaciones silvestres. El movimiento de genes desde un cultivo a sus parientes silvestres, por ejemplo, podría dar lugar a una nueva planta híbrida con ventajas competitivas sobre las poblaciones silvestres, mayor persistencia y capacidad de perturbar el ecosistema.
- La creación de malezas, con la potencialidad de que la planta GM o su híbrido se expanda más allá del campo en el que fue plantada, adquiriendo ella misma el rasgo de maleza o de especie invasiva. El rasgo introducido puede resultar en una ventaja comparativa en relación con las demás especies naturales, que podría implicar una mejor competitividad, pudiendo llegar a desplazarlas.
- La generación de impactos de los rasgos introducidos sobre especies u organismos que no son objetivo. Por ejemplo, efectos del rasgo Bt (*Bacillus thuringiensis*) sobre insectos que no son blanco o destinatarios del mismo.
- La variabilidad en el genotipo o en el fenotipo, de forma que en una planta aparecen características no esperadas o deseadas. Esta situación se explica debido a que un gen puede controlar varios caracteres diferentes en un mismo organismo y la inserción de un nuevo gen (transgén) podría tener efectos secundarios imprevistos. Por ejemplo, las semillas de mostaza genéticamente modificadas para conferirles resistencia a herbicidas resultaron ser 20 veces más fértiles que las de su equivalente no GM<sup>28</sup>.
- Efectos no intencionales, colaterales y sobre los ecosistemas que serían difíciles de predecir.

Los efectos indirectos sobre el medioambiente se refieren a las mutaciones en los sistemas agrícolas, al cambio en los métodos agrícolas o ambientales asociados con las nuevas variedades. En particular, en los ámbitos de agrobiodiversidad, como se verá más adelante, preocupa el que estas nuevas prácticas resulten en una desvinculación de los cultivos nativos en relación con las cadenas agrícolas y alimentarias, con las repercusiones que ello puede

---

<sup>28</sup> Ejemplo extraído de Young (2004: 21).

implicar de pérdida de diversidad genética. La desaparición del vínculo especie-sistemas de cultivo-alimentación, puede llegar a tener consecuencias muy negativas, a su vez, en la propia preservación de los recursos fitogenéticos.

Por la complejidad de los sistemas ecológicos, la doctrina se pronuncia por el riesgo que resulta de la ausencia de conocimiento científico y de la falta de certeza científica en la evaluación de los efectos sobre el medioambiente. Así, en este ámbito, se dice, no se puede partir de “falsos negativos”, es decir, el hecho de que no se observen efectos negativos no significa que no puedan ocurrir.

En este mismo sentido se pronuncia un reciente informe de la FAO (2003a) resultante de un proceso de consultas a un Grupo Expertos en relación con los efectos ambientales de las semillas GM. El mencionado informe concluye en reconocer la posibilidad de que se originen efectos ambientales perniciosos, resultantes de la introducción de semillas GM en determinados ecosistemas, y admite la existencia de un número de lagunas en el conocimiento científico a la hora de evaluar dichos impactos<sup>29</sup>.

Asimismo, el reporte del Grupo de Expertos manifiesta que los impactos ambientales han de ser considerados dentro de una visión más amplia de ecosistema y evaluados “caso por caso”. Se destaca, también, que el conocimiento científico sobre los impactos en el nivel de los agroecosistemas permanece limitado; que es necesaria una mayor cuantificación de los efectos en el largo plazo y atendiendo a una gran escala y que, entre las áreas en las que habría que ahondar un mayor estudio e investigación, estarían las del flujo genético y la introgresión en poblaciones de plantas distintas a los cultivos GM. Igualmente, se rescata la importancia de evaluar los cambios en el manejo e insumos agrícolas y las alteraciones en los ecosistemas vinculados. Y la necesidad de una mayor información, a los efectos de que el agricultor pueda manejar los posibles efectos ambientales, en especial, ante la aparición de nuevos productos GM, como son los destinados a la industria farmacéutica. Por último, se resalta como un problema de carácter crítico, el desconocimiento relacionado con el monitoreo de los efectos ambientales en centros de origen resultantes de la transferencia de genes e introgresión.

---

<sup>29</sup> Esto sucede, en parte, debido a los pocos esfuerzos presupuestarios dedicados a la investigación sobre los riesgos de los productos genéticamente modificados. En USA, por ejemplo, durante el período de diez años (1992-2002), el Departamento de Agricultura (USDA) destinó un presupuesto aproximado de US\$ 1,8 billones a la investigación en biotecnología y aproximadamente US\$ 18 millones a la investigación relacionada con la evaluación de los riesgos de la misma. Información obtenida de Mellon, M., Rissler, J. (2003). *Environmental Effects of Genetically Modified Crops. Recent Experiences*. Union of Concerned Scientists. 2003.

## 1. EL FLUJO GÉNICO

De todos los potenciales impactos al medioambiente, destaca, por su particular importancia para el contexto de centros de origen, el de la potencial existencia de cruzamiento, contaminación genética o transferencia de genes de los cultivos GM a sus parientes silvestres, a cultivos nativos y a otras especies sexualmente compatibles. El flujo génico merece una consideración especial por el potencial impacto ambiental que la introducción de variedades GM puede tener en la diversidad genética de los cultivos nativos y los parientes silvestres existentes en los centros de origen y diversidad.

En general, la importancia del flujo génico dependerá, en gran medida, de sus consecuencias. No obstante, dado que partimos de un escenario con una gran diversidad agrícola, es relevante determinar, en este contexto, cuáles pueden ser los efectos sobre la diversidad genética y si, por último, es posible la coexistencia entre las distintas variedades en estos espacios en el largo plazo.

El flujo génico siempre ha existido. Como ha sido analizado en el Capítulo anterior, durante el largo período de domesticación, muchos cultivos han hibridado con sus parientes relativos y a la inversa. En particular, se ha hecho mención a que cultivos como la papa, el ají, el tomate y el maíz, han intercambiado genes en sus formas domesticadas y silvestres por más de 3,000 o 4,000 años en el centro de origen andino-amazónico. Estos híbridos continúan siendo seleccionados por los agricultores para sus procesos de mejora agrícola en los centros de origen, de forma que, en estos paisajes, muchos de estos cultivos se encuentran, respectivamente, en su forma domesticada y silvestre. Partiendo de estos centros de origen y, a través de continuos procesos migratorios y de intercambio, estos cultivos han viajado a distintas partes del mundo, llegando a formar centros de diversidad secundarios, en algunos casos.

Factores como el poseer un linaje evolutivo común; las múltiples combinaciones entre los cultivos, malezas, parientes silvestres; el intercambio conocido y también desconocido de semillas, han resultado también en que las variedades modernas y los parientes silvestres tengan una gran cantidad de genes en común. De ahí que, en sentido inverso, el fenómeno del flujo génico desde las especies domesticadas a las silvestres haya pasado también a formar parte de los ecosistemas agrícolas. Ahora bien, la novedad del análisis radica en la misma oportunidad que ofrece la biotecnología moderna de introducir genes que codifican rasgos nuevos saltándose las barreras de reproducción sexual entre especies.

Como se ha hecho referencia con anterioridad, en el presente, la mayoría de los cultivos creados mediante biotecnología moderna han sido modificados con el fin de reunir una de las tres características siguientes: plantas modificadas para incorporar nuevos rasgos agronómicos con el fin de mejorar la producción de una manera directa o indirecta (i.e. mediante la resistencia a insectos o a herbicidas); plantas modificadas para adquirir determinadas condiciones de calidad (i.e. tomates de maduración tardía) y la incorporación de genes en las plantas con el fin de producir productos bioquímicos o farmacéuticos (i.e.

maíz genéticamente modificado para producir avidín, un compuesto biomédico) (Ellstrand 2003). El potencial flujo desde estos cultivos transgénicos a las variedades ubicadas en los centros de diversidad es el objeto de análisis del presente apartado.

El *Glosario de biotecnología para la alimentación y la agricultura* de la FAO (FAO 2004b) define el flujo génico como el proceso en el que se produce “una propagación de genes de una población a otra relacionada (generalmente) por migración, lo que determina cambios en la frecuencia alélica”. En este caso, se estaría hablando del “flujo génico vertical” que se ocasiona con la transferencia de genes entre poblaciones sexualmente compatibles. Frente a éste, tendría lugar el “flujo génico horizontal”, referido a una relación no-sexual, mediante la cual, el material genético se transfiere entre organismos de una gran distancia genética. Estaríamos hablando del caso de la transferencia desde cultivos GM a microbios del suelo o a bacterias, por ejemplo<sup>30</sup>.

En relación con el “flujo génico vertical”, en el que se va a centrar el presente estudio, hemos de partir por afirmar que éste no es el producto inmediato de la mera dispersión de material genético. Será necesario que esta dispersión o transferencia resulte en una hibridación y en la incorporación estable del gen transferido en el pool genético de una población receptora distinta, dando lugar a lo que se denomina introgresión. El resultado de esta introgresión será la creación de una variedad nueva que deberá persistir en futuras generaciones<sup>31</sup>.

La transferencia de genes en los cultivos puede ocurrir por distintas vías, mediante la acción de la propia naturaleza o mediante la intervención del hombre. La hibridación se puede producir mediante dispersión de polen o polinización abierta (i.e. por acción del viento, agua, animales, etc.); en forma de semilla (i.e. mediante los distintos procesos de provisión de semillas existentes en un determinado país, como puede ser el proveniente de las agencias de cooperación internacional y asistencia alimentaria o el mismo intercambio de semillas entre agricultores) o en forma de material vegetativo. La mezcla de material GM con material no GM también puede producirse en las fases posteriores de la cadena productiva, durante su almacenaje o su transporte.

En particular, la naturaleza vegetativa de reproducción, como sucede en el caso de la papa, puede conducir a que el propio cultivo GM se convierta en lo que se ha venido a llamar “voluntario”. Es decir, el cultivo puede crecer de forma inesperada o inadvertida a partir de la semilla o del material vegetativo que hubiera quedado de forma residual en los campos después de una cosecha. Y, de esta forma, el flujo génico se puede producir tiempo después de aquel en el que el cultivo de las variedades GM hubiera tenido lugar. Así, la reserva por los agricultores de estos tubérculos o de material vegetativo, con el fin de ser utilizado en sucesivas cosechas, puede también contribuir a que este flujo génico se produzca de forma inesperada con posterioridad.

---

<sup>30</sup>Nielsen, K. en FAO (2002, mensaje 95).

<sup>31</sup>Ortiz-García et al. (2005) consideran, por ejemplo, que no ha llegado a producirse flujo génico o contaminación genética en Oaxaca, México, porque esta introgresión no habría llegado finalmente a producirse.

A lo expuesto, se añade la preocupación adicional de la apilación de genes producida con motivo del flujo génico. Esta apilación de genes, también denominada en inglés “*transgene stacking*”, se produce cuando a través de la hibridación, se produce una acumulación, de forma involuntaria y mediante flujo génico, en una misma nueva variedad, de una diversidad de transgenes que codifican rasgos diferentes, con consecuencias impredecibles.

### 1.1. Desde Cultivos GM a Poblaciones Silvestres

La hibridación natural entre las especies más importantes destinadas a la alimentación y la agricultura y sus parientes silvestres es, cada vez más, una realidad. Así, distintas experiencias han demostrado que el flujo génico tiene lugar en las dos direcciones: desde los cultivos domesticados hacia los silvestres y, a la inversa, desde los silvestres a los domesticados (Ellstrand et al. 1999)<sup>32</sup>.

Desde las poblaciones silvestres a las domesticadas, se puede producir un proceso de flujo génico (con independencia de las técnicas de mejoramiento modernas) en los sistemas de agricultura tradicional, donde priman las landraces o variedades tradicionales y los campesinos utilizan parte de su producción como semilla para futuras cosechas. En la agricultura moderna, sin embargo, este proceso tiene lugar, prácticamente, en una sola dirección: desde los cultivos domesticados a los silvestres.

Como se ha hecho referencia en el Capítulo anterior, distintos estudios han demostrado que se da una mayor introgresión cuando el flujo génico se produce desde las variedades domesticadas a las silvestres, más que a la inversa (Ellstrand et al. 1999; Ellstrand 2003). La mayor dimensión de las poblaciones de variedades domesticadas y la propia capacidad de selección del agricultor favorecerían esta “introgresión asimétrica” que conduciría a un desplazamiento de los “alelos silvestres” de las poblaciones silvestres, que se verían paulatinamente reemplazados por los de las poblaciones domesticadas y a una disminución de la diversidad de variedades silvestres (Papa 2005).

De la misma manera que este entrecruzamiento se puede dar de forma natural entre las variedades domesticadas y sus parientes silvestres, éste también puede existir cuando nos encontremos en presencia de cultivos GM (Ellstrand 2003; GM Science Review Panel 2003). Sin embargo, en este caso, el involucrar organismos que han sido genéticamente manipulados, añade, para algunos sectores de la doctrina, nuevos factores de análisis.

---

<sup>32</sup> Sin embargo, Baltazar et al. (2005) manifiestan que, en el caso del maíz del género *Zea*, el flujo génico se da fundamentalmente desde el teosinte hacia el cultivo domesticado, en lugar de a la inversa. El híbrido resultante se retrocruzaría con el teosinte y permitiría la introgresión de los genes del teosinte en el maíz. Esta perspectiva, reduciría las posibilidades de introgresión de los genes del maíz en el genoma del teosinte y explicaría el por qué el teosinte continua coexistiendo como una entidad separada, incluso cuando crece en condiciones de vecindad a cultivos extensivos de maíz.

Como se ha manifestado, el carácter cualificado de la biotecnología moderna vendría dado porque permite que la incorporación de nuevos rasgos que no existirían en las poblaciones silvestres con anterioridad. Los genes insertados pueden proceder de especies procedentes de otros reinos y dar lugar a la transferencia de atributos ausentes con anterioridad en las poblaciones silvestres. Esto, en el caso de que exista introgresión, puede dar lugar a un cambio en la capacidad de adaptación, habilidad de reproducirse de los híbridos resultantes y en la dinámica de las poblaciones (Johnson 2000).

No obstante lo anterior, muchas de estas circunstancias mencionadas ya se presencian en el caso de las variedades mejoradas convencionales. Por ello, a efectos de las consecuencias del flujo génico en habitats naturales, surge una cuestión principal: ¿existen diferencias entre el mejoramiento convencional y el genético?. Es decir, ¿deben ser considerados diferentes los organismos genéticamente modificados de los organismos mejorados convencionalmente, a los efectos de crear nuevos riesgos, en concreto, en lo que se refiere al flujo de genes de OVM a parientes silvestres?. Y, finalmente, ¿merece la transgénesis una consideración especial a la hora de crear nuevas categorías de riesgos ambientales?.

Si la respuesta fuera negativa, entonces, no debería haber una preocupación cualificada que llevase a evaluar los cultivos transgénicos de forma diferente a su contraparte convencional. Si la respuesta es afirmativa, habrá que identificar cuáles son los elementos en los que se basa la diferencia y cuáles las consecuencias de la potencial dispersión mediante flujo génico. Esta es una cuestión fundamental ante la que la doctrina se ha manifestado de forma divergente.

Para un sector de la doctrina, la biotecnología moderna implica, por su propia naturaleza, la introducción de nuevos riesgos ambientales. Consecuentemente, el flujo génico desde cultivos GM a sus parientes silvestres es un riesgo en sí mismo que puede concretarse en un daño de contaminación genética<sup>33</sup>, afectando a los procesos evolutivos naturales.

Los argumentos, desde esta perspectiva, son de distinta índole. En primer lugar, el mismo método que la transgénesis implica, de inserción del gen en la planta, no prevé cuál va a ser el comportamiento del transgén cuando éste se inserta en el genoma del pariente silvestre. Por otra parte, podría existir contaminación genética de los parientes silvestres con genes exóticos procedentes de otros reinos de organismos, como bacterias o virus, dando lugar a la creación de nuevos riesgos y concluyendo en la erosión genética de los primeros.

Asimismo, la interacción de los transgenes con los “genes ancestros” de los parientes silvestres se lleva a cabo bajo condiciones ambientales diferentes que todavía no son del

---

<sup>33</sup> El Glosario de biotecnología para la agricultura y la alimentación de la FAO define la contaminación genética como la situación que se da cuando se produce una “diseminación incontrolada de información genética (que frecuentemente alude a transgenes) hacia genomas de otros organismos que, en su forma natural, no contienen tal información” (FAO 2004b).

todo comprendidas. Esta interacción podría afectar a la identidad genética de las poblaciones silvestres; a la de las poblaciones adaptadas localmente y a los modos de diversidad genética existentes entre las poblaciones silvestres. En ese sentido, la liberación de cultivos GM al ambiente, puede dar lugar a abrir la “Caja de Pandora” y a que los organismos introducidos no puedan ser rescatados o eliminados en el caso de que surgiesen problemas con posterioridad (experiencias a las que ya se habría tenido oportunidad de asistir en el caso de la introducción de especies exóticas).

Siguiendo esta posición, la evaluación del riesgo no se debe enfocar exclusivamente en el transgén, el rasgo introducido y sus potenciales consecuencias; sino, también, en su interrelación con los múltiples procesos evolutivos que se pueden producir en un ambiente determinado. Así, se manifiesta, al evaluar los riesgos que conlleva la liberación de un cultivo GM al ambiente se parte de un error de principio: únicamente se consideran las consecuencias que pudieran surgir como efecto de los rasgos introducidos, excluyendo del ámbito de análisis la posibilidad de que existan efectos de carácter colateral y secundario y aquellos no predecibles de antemano.

Este factor ecológico sería el fundamental a la hora de negar “*la equivalencia sustancial*” de los cultivos transgénicos con los cultivos convencionales, ya que la transgénesis implicaría la extensión de los efectos a considerar y la ampliación del riesgo a impactos no previstos de antemano, así como la consideración de que los impactos pueden ser de largo plazo y con carácter acumulativo. Por ello, la evaluación de los mismos debería realizarse atendiendo a la potencialidad de los impactos sobre mismos sistemas ecológicos y a la inclusión de todas sus variables (Altieri 2003).

De esta manera, el flujo génico procedente de cultivos GM es cualitativamente diferente del que tiene su origen en una variedad convencional, por la misma naturaleza de la tecnología que modifica el genoma de la planta, haciendo su comportamiento impredecible. Los riesgos se acentuarían, además, ante la incertidumbre científica plasmada en las incógnitas que existen sobre el proceso de transformación genética de plantas y animales; en la dificultad de predecir efectos colaterales o inesperados de la liberación ambiental de plantas y animales transgénicos y su interacción con sistemas ecológicos complejos.

Las lagunas del conocimiento se extenderían a todos los ámbitos mencionados. La mayoría de las discusiones científicas, se dice, se han centrado en las características o atributos que se expresan en las plantas, como consecuencia de la incorporación de transgenes resultado de la ingeniería genética. Los riesgos ecológicos derivados del proceso de modificación genética no se habrían discutido lo suficiente. Y la ausencia de conocimiento no implicaría la ausencia del riesgo.

Desde esta misma posición, un sector de la doctrina manifiesta que la cuestión dependerá de los cambios genéticos específicos que se hayan introducido en el cultivo transgénico. Si éstos se refieren a cambios meramente dentro del cromosoma de una planta, entonces,

no habría preocupaciones diferentes a las propias del mejoramiento convencional. Por el contrario, cuando nos referimos a genes nuevos, ajenos a la estructura genética del cultivo, de forma que el cultivo transgénico resultante tenga una composición que de ninguna manera se podría haber obtenido por una selección natural, entonces, existe la potencialidad de introducir variaciones genéticas en los parientes silvestres, que, de otra manera, habrían sido inaccesibles.

Frente a las tesis anteriores, para otro sector de la doctrina, la ingeniería genética no implica, per se, la creación de nuevos riesgos ambientales. De esta manera, se trataría no tanto de tener en cuenta *el proceso* o la tecnología utilizada como el transgén insertado. Y dependerá de la modificación genética introducida en el cultivo transgénico de referencia. Es decir, los transgenes insertados en los cultivos deben ser evaluados de igual manera que cualquier otro nuevo gen. Y su transferencia a los parientes silvestres obedece a los mismos principios a los de cualquier flujo génico que se haya venido produciendo por miles de años entre las especies domesticadas y las silvestres.

La diferencia entre el mejoramiento convencional y el producido por biotecnología moderna radicaría, no obstante, en la capacidad de esta última de insertar rasgos o atributos o *traits* (en inglés) que sería imposible de realizar por el primero. En este caso, la biotecnología ampliaría el horizonte de los posibles riesgos, porque aumenta la fuente, el número y el tipo de atributos o *traits* a ser incorporados en las variedades depósito. Por ello, la evaluación del riesgo habrá de hacerse sobre el *trait* que se introduce, con independencia de si es mediante mejoramiento convencional o transgénesis.

En consecuencia, el proceso de flujo génico no sería perjudicial en su esencia. Pero esto, al mismo tiempo, no quiere decir que la liberación de cultivos GM sea segura en sí misma. Los efectos del flujo génico desde un cultivo GM serán positivos o negativos dependiendo de las consecuencias concretas de este flujo génico. Y ello, se podrá llegar a conocer con un análisis específico caso por caso, sobre el transgén de interés, el cultivo y el sistema de cultivo.

## A) Consecuencias Posibles

Las consecuencias<sup>34</sup> que pueden resultar del flujo génico realizado desde un cultivo GM a sus parientes silvestres pueden ser de carácter agronómico o medioambiental:

- Desplazamiento génico. Debido a su ventaja comparativa, las mismas especies GM se pueden volver más competitivas frente a sus pares naturales y llegar a convertirse en

<sup>34</sup> En este tema, es de interés la presentación de Blancas, L. (2004). "Possible Negative Consequences of Unintended Transgene Flow from Crops to Their Wild Relatives or Crop Landraces" con motivo del Pugwash Meeting No. 294. 2nd Pugwash Workshop: "The Impact of Agricultural Biotechnology on Environmental and Food Security, Havana, Cuba, 1-4 April 2004" <http://www.pugwash.org/reports/eecs/cuba2004/cuba-present.htm> (Consultado Enero 2005).

especies invasoras, desplazando a los parientes silvestres de los habitats que les son propios, con la consiguiente pérdida de diversidad biológica.

- Sustitución génica. Cuando los transgenes de las especies GM sean trasferidos a sus parientes silvestres relacionados, pueden resultar en una alteración en la identidad genética de los parientes silvestres con repercusiones negativas:
  - Aumentando sus posibilidades de sobrevivir y replicarse, convirtiéndolos en malezas, o en lo que se ha venido a llamar “súper-malezas”, con potenciales impactos en otras plantas y animales;
  - Puede implicar “contaminación genética” de estas poblaciones naturales, al haber introgresión de genes procedentes de otros reinos distintos como pueden ser virus o bacterias;
  - Puede suceder que determinados atributos que son convenientes para los cultivos domesticados no lo sean tanto para los parientes silvestres. Por ejemplo, la presencia de un rasgo o *trait* que implique la eliminación de insectos, si radica en un pariente silvestre puede llevar a alterar el ecosistema y a la desaparición de insectos y organismos del suelo que son beneficiosos (Pew 2003a);
  - Puede significar que la composición genética de los parientes silvestres se vuelva más uniforme (i.e. asimilación genética o erosión genética) (Papa 2005).

De lo enunciado, la mayor preocupación agronómica radica en que las variedades GM puedan convertirse en súper-malezas. Y que esto redunde en una pérdida de biodiversidad. A esta situación puede llegarse a través de una doble vía. Puede darse el caso de que una determinada planta GM pueda desempeñarse fuera del campo de cultivo, llegando a constituirse en invasiva y entrando a competir con las poblaciones silvestres y otras especies nativas, lo que podría dar lugar a una amenaza y disminución de la biodiversidad en habitats de plantas nativas, con posibilidades de convertirse en plaga<sup>35</sup>. Por otra parte, se podría dar una hibridación entre las plantas GM y los parientes silvestres, dando lugar a nuevas malezas o especies invasivas, convirtiéndose, también en una causa de preocupación en relación con sus impactos en la diversidad genética existente (Persley et al. 2003; Pew 2003a).

De esta manera, las consecuencias del flujo génico dependerán en gran medida del cómo y el dónde éste tenga lugar. Será necesario, en relación con cada medioambiente específico, realizar una evaluación caso por caso.

---

<sup>35</sup>En la normativa internacional se admite la posibilidad de que se pueda producir la propagación e introducción de plagas en las plantas por medio de los OVM y ello es objeto de regulación en las siguientes Directrices de la FAO del año 2004: Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias. NIMF N.º 11. Análisis de Riesgo de Plagas para Plagas Cuarentenarias, Incluido el Análisis de Riesgos Ambientales y Organismos Vivos Modificados (2004). (Edición de 2005). Secretaría de la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria. FAO. Roma, Italia. 2004.

## B) El Cómo de la Transgénesis

A efectos de bioseguridad, el analizar el modo en que el flujo génico puede producirse implica el evaluar las probabilidades del mismo y las consecuencias que de éste pueden derivarse. En este punto, las perspectivas doctrinales contrapuestas anteriormente mencionadas encuentran aquí también su interpretación específica.

Por una parte, algunos autores como Amman (2004) manifiestan que los nuevos riesgos introducidos y las consecuencias a ser consideradas en el caso de flujo génico, dependerán de los rasgos o *traits* que hayan sido introducidos a través de la transgénesis. Este sector de la doctrina, pone el acento en el transgén a la hora de determinar la magnitud de los impactos. Así, lo importante en el momento de evaluar las consecuencias de la transferencia de genes, será el ver si existe una comprensión científica completa del transgén introducido desde el punto de vista de su estabilidad en el organismo receptor y de las posibles interacciones con el medioambiente. Una vez que se determina que el transgén es seguro y esta debidamente caracterizado, no deben existir preocupaciones en sus impactos en el medioambiente.

Desde esta perspectiva, en el supuesto de transferencia de genes, no habría ninguna diferencia con un cultivo mejorado convencionalmente, ni en relación con la hibridación natural. Cualquier desviación que se refleje en el fenotipo o que estuviera basada en la caracterización molecular, podría ser identificada y rechazada fácilmente, como sucede con cualquier mejoramiento llevado a cabo por los mejoradores convencionales.

Como ejemplo, se menciona el caso en que se transmita a las malas hierbas un atributo de resistencia transgénica a los herbicidas. Esto, podría ocasionar ciertos problemas logísticos a los agricultores, sin embargo, estos no serían de gran alcance en los supuestos en los que dicho herbicida no vaya a ser utilizado. Mayores problemas para los agricultores puede ocasionar la transmisión a una maleza de transgenes que impliquen una mayor productividad o una mayor resistencia a los estreses abióticos.

En este último caso, estos transgenes serían los que mayor probabilidad tienen de ayudar a las malas hierbas o de perjudicar a especies no objetivo. Es decir, de la experiencia ganada, se puede afirmar que los genes que favorezcan una mayor *fitness* (en inglés) o capacidad de adecuación o supervivencia (como puede ser la resistencia a un virus) pueden tener un mayor potencial de proliferar, que aquellos que son neutrales o juegan en desventaja (como la resistencia a herbicidas) (GM Science Review Panel 2003).

Sin embargo, dicha perspectiva atiende en exclusiva al transgén sin tener en cuenta que éste actúa en un contexto determinado. Por ello, otro sector de la doctrina, indica que si bien nada en la ingeniería genética haría pensar que el producto genético derivado de las semillas transgénicas constituye una amenaza ambiental, no obstante, no se puede afirmar que las semillas transgénicas sean inherentemente seguras y que, por el contrario, sí presentarían riesgos ambientales. La naturaleza y la magnitud de los mismos dependerán de los rasgos

o *traits* introducidos, de las plantas en las que se incorporen y del medioambiente en donde dichas plantas estén presentes. Y todos estos elementos deben tomarse en cuenta al determinar las probabilidades y la magnitud o las consecuencias del riesgo creado (Mellon y Rissler 2004: 40)<sup>36</sup>.

Por otra parte, para que dicho riesgo se materialice, se requiere que las condiciones para la hibridación se den y que concurren una serie de factores para la supervivencia del híbrido resultante y su reproducción. En este sentido, no es lo mismo hablar de hibridación que de introgresión. Esta última requiere que el transgén se introduzca de forma estable en la nueva población. Así, para contemplar la posibilidad de que existan impactos ambientales negativos, se dice, es preciso que los transgenes persistan y se establezcan en el genoma de las variedades receptoras, para las cuales dichas transformaciones genéticas no fueron diseñadas (Stewart et al. 2003).

Así, para que el flujo génico tenga lugar, se debe dar la concurrencia de una serie de condiciones: la necesaria presencia de parientes silvestres (o de malezas, en su caso); que se haya producido la introgresión del rasgo introducido en el genoma de una especie compatible; que dicho transgén se haya expresado en la nueva especie híbrida y que dicho híbrido, con motivo del transgén introducido, tenga una mayor “adecuación”, “aptitud biológica” o *fitness*.

Los elementos que aportan la mayor incertidumbre son el determinar en qué medida los dos procesos de introgresión y *fitness* del nuevo cultivo híbrido han tenido lugar con éxito. La introgresión variará dependiendo de la especie de que se trate y de la relación, más cercana o lejana, que se dé entre las especies entre las que se produce la hibridación. La aptitud biológica de la variedad transgénica resultante dependerá de que la modificación genética transforme la nueva especie en una especie con mayor eficacia biológica, permitiéndole ser más competitiva y persistente en el medioambiente.

Esta circunstancia, puede dar lugar a que dicha variedad transgénica se pueda convertir en “súper-maleza”, es decir, pueda desarrollar una población y expulsar de sus habitats a los parientes silvestres o a otras especies que no estén dotadas de dicho rasgo. Esta capacidad de adecuación o *fitness* es lo que hace que sea determinante la biología de la especie en su interacción con el medioambiente. Y, con ello, también en la magnitud de los riesgos al ambiente receptor.

---

<sup>36</sup> En este mismo sentido, el Profesor de Entomología, Fred J. Gould (citado en FAO 2003a) concluye que los riesgos y beneficios de la introducción de una semilla Bt dependerán de a) la construcción genética específica Bt de la planta en la que es introducida, b) la locación específica de la planta GM y c) el período de cultivo. También Ellstrand (2003: 158) establece que una mejor o peor predicción de los efectos del flujo génico en parientes silvestres dependerá del mayor o menor conocimiento que se tenga sobre la expresión del transgén, la biología de la planta que expresa el transgén y el medioambiente en el que la planta se reproduce y crece.

Por ello, siguiendo a Alison Snow (citada en Pew 2003a: 11), cuando nos encontremos ante un transgén que vaya a incrementar la capacidad de supervivencia o de producción de semilla de una planta o que le permita extender su rango de adaptación a nuevos lugares, de forma desconocida con anterioridad, entonces, habrá que levantar la bandera en señal de alarma.

### C) El Dónde de la Transgénesis

Los riesgos medioambientales son, por su propia esencia, muy complejos y muy dependientes del contexto. La presencia de parientes silvestres y de malezas varía según los países y regiones. No existiría problema de flujo génico, entonces, si dichos cultivos transgénicos se plantaran en lugares en donde dichas malezas o parientes silvestres no existieran.

Así, según el GM Science Review Panel<sup>37</sup> (2003), el flujo génico no sería un problema en el Reino Unido en relación con cultivos como el tomate, el trigo, el maíz, y las papas, al no existir parientes silvestres sexualmente compatibles en su territorio. Sin embargo, sí podría constituir un problema en relación con la remolacha (*cassava*) y la colza (*oilseed rape*) o con pastos como el *ryegrass* o el *Trifolium (clover)*.

De la misma manera, Alison Snow (citada en FAO 2004a: 78) establece que en USA, atendiendo a la presencia de parientes silvestres y a su potencial de exogamia o de dispersar polen, el flujo génico no sería un problema en el caso del maíz, la soja y el algodón, por no haber parientes silvestres ni malas hierbas compatibles cercanos. Por el contrario, sí existiría un riesgo elevado de flujo génico en relación con el girasol, las brasiláceas, las zanahorias, la calabaza, el rábano y el álamo. El arroz, sorgo y trigo, si bien tienen parientes silvestres muestran una tendencia baja a la exogamia.

Por lo anteriormente expuesto, los riesgos ecológicos que se identifiquen en USA o el Reino Unido, por citar dichos ejemplos, no pueden ser considerados idénticos a los producidos en los centros andinos de diversidad como Bolivia, Ecuador o Perú, ya sea por el mismo hecho de las probabilidades de flujo génico, como por las posibilidades de disrupción de los sistemas de biocontrol en medioambientes más complejos.

No obstante lo anterior, Amman (2004: 30) manifiesta que, incluso en el caso de que se diera esta mayor “presión de selección”, nos encontraríamos ante un escenario difícil de imaginar porque los transgenes insertados únicamente demuestran su utilidad en paisajes artificiales de agricultura intensiva y no fuera de ellos. Y en el caso de que no fuera así, tampoco sería un problema, porque la nueva maleza no podría sobrevivir fuera de ambientes específicamente agrícolas. Para este autor, es un error no distinguir entre los ambientes agrícolas de los que no lo son, cuando se trata de determinar los impactos ambientales sobre la biodiversidad.

---

<sup>37</sup> El *GM Science Review Panel* es un grupo establecido por el Gobierno del Reino Unido con el fin de realizar un examen imparcial de los datos científicos relacionados con los cultivos modificados genéticamente.

Esta perspectiva, no obstante, sería cuestionable en ecosistemas como el andino-amazónico donde, como ya se ha mencionado al hablar de los “jardines del caos”, se da una continuidad entre lo silvestre y lo domesticado. Y la diferenciación entre ambos “paisajes” no se encuentra estrictamente delimitada. Así, Valladolid (sin fecha) en su estudio sobre los parientes silvestres en la cosmovisión de los campesinos criadores de la diversidad en los Andes del Perú manifiesta que *“Estas plantas no sólo se encuentran en los montes, roquedales y praderas naturales del territorio de la comunidad, sino incluso en las propias chacras de las campesinos, no como maleza o plantas ferales, sino como especie silvestre emparentada genéticamente con la que se cultiva en las chacras. El técnico agrónomo que las estudia científicamente, las considera de manera diferente que el campesino criador de diversidad, que convive cotidianamente con ellas. Aquí la manera de “ver”, sentir y vivenciar la naturaleza, es decir la cosmovisión de cada uno, juega un rol importante”*. De esta manera, en los sistemas agrícolas tradicionales, muchas veces, lo silvestre, semi-domesticado y cultivado forman parte de sistemas complejos en los que todos sus componentes están interrelacionados (FAO 1999).

Finalmente, Ellstrand (2003: 182) añade que hay que considerar además otras circunstancias, en relación con los impactos sobre la diversidad genética, como el que el flujo génico se produzca desde un cultivo GM cuya diversidad genética es sustancialmente menor que la de la variedad del cultivar que reemplaza; y el hecho de que nos encontremos ante contextos en que las variedades silvestres depósito reciban más flujo génico desde un cultivar transgénico que desde otros cultivares asociados.

#### **D) Ausencia de Conocimiento e Incertidumbre Científica**

De lo analizado hasta el momento, la doctrina coincide en señalar la ausencia de conocimiento científico suficiente o de incertidumbre científica en distintos factores de relevancia a la hora de establecer las adecuadas medidas de bioseguridad.

- **De las Líneas de Base**

Los beneficios y riesgos ambientales habrán de evaluarse en relación con las líneas de base de las que se parte. Existe un desconocimiento importante, sin embargo, de la información ambiental de base, que se sustenta en la falta de estudios taxonómicos sobre las variedades silvestres, las malezas y sus dinámicas evolutivas y ecológicas. Dicha ausencia, se intensifica en relación con los ecosistemas tropicales y sería particularmente relevante para el caso de los andino- amazónicos.

- **De las Consecuencias**

La mayor incertidumbre científica en relación con los parientes silvestres radica en determinar las probabilidades y, sobre todo, las consecuencias exactas del flujo génico hacia estas variedades (GM Science Review Panel 2003: 215). Se necesita un mayor conocimiento

de los procesos de flujo génico e introgresión entre los cultivos y sus parientes silvestres, en general, con el fin de saber las repercusiones que puede haber con los cultivos GM.

En general, el tratar de predecir con antelación si una nueva planta se puede convertir en maleza es un reto en sí mismo. Las implicaciones que la introgresión puede tener en los parientes silvestres son todavía difíciles de predecir. Resulta muy difícil el anticipar qué expresión concreta pueden llegar a tener los transgenes en los parientes silvestres relacionados, cómo van a afectar su capacidad de adaptación biológica y supervivencia (Amman 2002: 12).

Ello añade una preocupación fundamental en relación con los transgenes que confieren ventajas biológicas significativas. La introgresión de éstos en los parientes silvestres o en plantas que actúan como malezas, puede dar lugar a malezas todavía peores y con una dificultad de control mayor. En el supuesto, por ejemplo, de hibridación entre cultivos GM dotados de genes con resistencia a herbicidas y parientes silvestres o malezas, podría dar lugar a nuevas malezas con una mayor facultad de resistir a herbicidas comunes y ampliamente utilizados. Asimismo, se daría una ausencia de conocimiento suficiente en relación con la persistencia en el largo plazo de los genes introducidos en las poblaciones silvestres. Este desconocimiento se extiende a los cambios (impredicibles o difíciles de advertir) en el fenotipo de la planta silvestre y a efectos pleiotrópicos (Ellstrand 2003;168) y que pueden depender de muchos factores, desde el gen introducido hasta el ecosistema receptor (GM Science Review Panel 2003).

Finalmente, se da una ausencia de conocimiento en relación con las consecuencias que puede implicar la introgresión en parientes silvestres de una combinación de transgenes o lo que se ha venido a llamar apilación de genes o *transgene stacking*, procedentes de distintos cultivos GM.

## 1.2. Desde Cultivos GM a Variedades Nativas o Landraces

El tema de la transferencia de genes puede llegar a considerarse un potencial problema en relación con distintos niveles de cultivos como son las razas nativas o landraces, los cultivos orgánicos y los cultivos convencionales (que no son GM y que son producidos en condiciones de agricultura intensiva). De acuerdo a cada contexto medioambiental y agronómico diferenciado e intentando dar respuesta a los reclamos de la ciudadanía, los países están abordando las implicaciones del flujo génico desde soluciones normativas concretas. Un caso sería, por ejemplo, el europeo a través de la normativa en materia de coexistencia de cultivos.

En el ámbito de los países andinos, la mayor prioridad radicaría en el estudio del flujo génico desde la riqueza que existe en razas nativas o variedades tradicionales y sus parientes silvestres, y la posibilidad de que se produzca una transferencia de genes nuevos a estas poblaciones.

El estudio del flujo génico en los centros de origen implica el extraer algunos puntos mencionados en el Capítulo anterior. Los cultivares o landraces son poblaciones o variedades nativas producto del mejoramiento llevado a cabo por los pequeños agricultores durante muchas generaciones. Estos cultivares pueden contener una diversidad genética importante y se encuentran adaptadas a condiciones ambientales locales determinadas. Estas variedades desarrolladas por los pequeños agricultores, generalmente en condiciones de subsistencia, son destinadas a usos alimentarios y a otros de carácter cultural o religioso. En general, se puede afirmar que los países en desarrollo fundamentan gran parte de la producción y de los medios de vida de las poblaciones rurales en este tipo de cultivos y, como hemos mencionado, se constituyen en un seguro frente a la vulnerabilidad que implican situaciones como pueden ser la inestabilidad climática o la procedente de los propios mercados. Muchos de los cultivos nativos se constituyen en el alimento básico o *staple food* para estas poblaciones.

Por otra parte, la presencia de estos cultivos nativos requiere entender que no se puede considerar a la chacra o campo de cultivo andino como un paisaje artificial meramente agrícola, al estilo de los paisajes propios de agricultura intensiva. Es un error que padece la academia el partir de la existencia de un absoluto divorcio entre los paisajes naturales silvestres y los meramente domesticados. Y, con ello, el determinar un análisis de los efectos de forma diferenciada para cada uno de ellos. Este error es evidente en el caso de la chacra andina (y las radicadas en los centros de origen y diversidad en general) donde se da una absoluta simbiosis entre ambos estados, paisajes y relaciones con el hombre. También podría implicar un error en el entendimiento del manejo que realizan los pequeños agricultores de la agrobiodiversidad.

De lo expresado, se extrae que los centros de diversidad son escenario de un conjunto de procesos evolutivos complejos. Resultado de estos procesos, los cultivos nativos pueden ofrecer una gran heterogeneidad, que responde a unas circunstancias locales concretas, y es, por tanto, local su capacidad de adaptación. Al mismo tiempo, los cultivos nativos pueden llegar a poseer genes cuya presencia puede ser rara entre las especies más modernas y que puede constituir una fuente genética valiosa, no sólo para el agricultor que la produce hoy, sino también para las generaciones futuras de consumidores y productores. En este contexto, el núcleo del problema ha de ser el evaluar si el flujo génico, desde variedades GM a cultivos o variedades nativas, puede incrementar la erosión genética de estas especies y de las áreas de diversidad. Y las probabilidades y la magnitud de las consecuencias, en el supuesto de que esto ocurra.

#### Cuadro 4. Mejoramiento de la Papa mediante Biotecnología Moderna

En la actualidad, el Centro Internacional de la Papa (CIP) está estudiando el uso de proteínas antimicrobianas en las papas para ayudar a combatir la enfermedad del tizón tardío, que constituye la mayor amenaza a la producción de la papa en el mundo. También se han desarrollado variedades con resistencia a insectos dañinos como la polilla de la papa mediante la incorporación del gen Bt (*Bacillus thuringiensis*). Asimismo, el CIP está explorando la posibilidad de desarrollar variedades con resistencia a las enfermedades de la papa causadas por bacterias. Hasta el momento el CIP no ha liberado ninguna planta transgénica.

El CIP ha desarrollado una estrategia de desarrollo y difusión de papa modificada por ingeniería genética. Dicha estrategia se encontraría guiada por los siguientes principios: utilizar la ingeniería genética cuando sea más eficaz en cuanto al costo o tiempo que otras técnicas de investigación, o cuando otras técnicas hayan resultado ineficaces para lograr las metas deseadas; dar prioridad al uso de genes presentes naturalmente en las especies estrechamente relacionadas; desarrollar productos GM a ser utilizados por los agricultores de escasos recursos; crear productos con rasgos necesarios y con mínimas restricciones de propiedad y costos asociados al uso de la tecnología; evaluar caso por caso y siguiendo criterios científicos los riesgos asociados con la aplicación y el despliegue de OVMs; trabajar de forma transparente y participativa y en cumplimiento de las normativas nacionales de bioseguridad.

Fuentes:

CIP (sin fecha) *Por una Biotecnología que Favorezca a los Agricultores de Escasos Recursos*. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú.

CIP (2004) *Mejoramiento de Cultivos mediante Ingeniería Genética. Beneficios y Riesgos de las Papas y Camotes Tratados con Ingeniería Genética*. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú.

#### A) Una Dispersión Inevitable<sup>38</sup>

Existe consenso científico en que el flujo génico desde los cultivos GM a otros cultivos no GM es factible. Por ello, son dos los factores de importancia en relación con el flujo génico desde los cultivos GM hacia cultivos nativos: la probabilidad de que el flujo génico se produzca y las consecuencias del mismo.

La probabilidad de introgresión del cultivo GM en una variedad nativa, es decir, la potencialidad de que los transgenes persistan en la variedad nativa dependerá, entre otros

<sup>38</sup> De los estudios realizados en México en relación con el maíz, Álvarez-Morales (2005) concluye que no es posible la coexistencia de los cultivos GM con cultivos no GM. La posibilidad de incorporar límites al flujo génico e impedir la liberación de transgenes será particularmente imposible en cultivos de polinización abierta, que son, en México, la mayoría de las especies agrícolas que utilizan las pequeñas comunidades, como sucede en el caso del maíz, el frijol, la calabaza o el chile.

aspectos, del cultivo de que se trate, de las circunstancias en las que éste se desarrolle, así como de los sistemas de manejo agrícola predominantes en un país determinado<sup>39</sup>. Distintas variables como el volumen o dimensiones de las poblaciones donantes y receptoras; el ritmo de flujos de polen y semilla; la capacidad de adaptación biológica del nuevo híbrido, junto con otros elementos genéticos, biológicos y socioculturales, van a ser determinantes a estos efectos.

El estudio de las vías por las que esta dispersión de genes puede llegar a producirse, se ha constituido en elemento central de investigación, a efectos de definir las probabilidades de flujo génico y, en su caso, los mecanismos para el manejo del mismo.

Los genes se pueden mover entre las diferentes variedades de la misma especie mediante dos vías diferentes, como son la dispersión mediante semilla y mediante polinización. La mayoría de las veces, el flujo génico por medio del polen se produce a poca distancia de la planta, pero también puede ocurrir que medien kilómetros de distancia (el establecimiento de distancias de separación se ha constituido, así, en el elemento central de las normativas sobre coexistencia de cultivos). Sin embargo, esta consideración no se aplica a la dispersión de los genes mediante semillas. Las semillas pueden ser transportadas a mayores distancias que el polen, ya sea mediante una dispersión natural o mediante la intervención del hombre. Adicionalmente, según la doctrina, una vez que la semilla ha sido dispersada, existen mayores posibilidades de que ésta tenga como resultado la supervivencia de la planta híbrida que de haberse producido la dispersión mediante polen.

- **A Través del Polen**

Los genes se transfieren entre plantas sexualmente compatibles a través del polen. Las probabilidades de que se produzca el flujo génico van a depender de la escala de emisión y dispersión del polen. Se puede afirmar, con carácter general, que las probabilidades de que la polinización se produzca disminuyen a medida que la distancia entre los cultivos se incrementa. No obstante, la dispersión espacial del polen puede depender de una serie de circunstancias como, por ejemplo, el tipo de polen, el mecanismo de dispersión (i.e. el viento, insectos, etc.), las condiciones climáticas (i.e. humedad, lluvia, etc.), así como de la topografía del ecosistema (GM Science Review Panel 2003).

Adicionalmente, en el estudio del índice de probabilidades de flujo génico, habrá que partir de las características reproductivas de los distintos cultivos (i.e. si son autopolinizadores, como el trigo y la cebada, o de polinización cruzada, como el maíz -en cuyo caso habría mayores posibilidades de flujo génico); la coincidencia en tiempos de floración; el tipo de

---

<sup>39</sup> Por ejemplo, un estudio realizado por Eastham y Sweet (2002) en Europa indicaría que las posibilidades de flujo génico en el citado continente mediante polinización (de cultivo a cultivo y de cultivo a pariente silvestre) son bajas para el caso de la papa, el trigo y la cebada, medias a altas en el supuesto de frutales, maíz y remolacha y altas en el supuesto de colza.

polen y su capacidad de migración y la afluencia de flujo génico desde las variedades GM (i.e. si es simétrica o asimétrica –Papa 2005) a las que no lo son.

La evaluación de todos los factores mencionados, deberá realizarse con carácter *ex ante* a la liberación del cultivo GM y será determinante a la hora de fijar las medidas adecuadas para el manejo y el control del flujo génico. Por ejemplo, para establecer las distancias necesarias para que se pueda dar la coexistencia entre los distintos cultivos GM y no GM sin que existan problemas de contaminación o entrecruzamiento que sobrepasen lo permitido en las regulaciones correspondientes (umbrales máximos o *threshold values*).

- **A Través de la Semilla**

El movimiento de genes en las semillas y granos y en las estructuras vegetativas como tubérculos, rizomas o bulbos, puede constituir un factor de mayor trascendencia que el proceso de polinización a la hora de contribuir al flujo génico. Sin embargo, hasta el momento, ha recibido una atención menor entre los investigadores. Probablemente porque este factor de mantener niveles de “pureza” o integridad genética en las semillas se ve sumamente intervenido por las prácticas de los agricultores, más allá de las puramente biológicas.

En este caso, la combinación y mezcla física de las semillas puede ser tan o más importante para el flujo génico que el proceso de polinización. Y puede, además, tener lugar en los distintos pasos de la cadena productiva (selección de semilla, producción, transporte, etc.). La intervención intencionada o no intencionada del hombre, puede contribuir de manera importante en la dispersión de la semilla, de forma que tenga como resultado final el flujo génico y la introgresión del transgén en los cultivares tradicionales.

Así, en países en desarrollo, la compra de semillas como *commodities* para la alimentación humana o animal puede terminar siendo empleada como semilla, produciendo un entrecruzamiento no intencionado de las variedades tradicionales<sup>40</sup> (Mellon y Rissler 2004: 46). Es posible que los compradores de estas *commodities* no adopten precauciones para evitar el flujo de transgenes a las variedades nativas y a los parientes silvestres y, finalmente, que dicho flujo sea promovido. De igual manera, determinadas costumbres como los sistemas tradicionales de intercambio de semillas entre comunidades, pueden promover la dispersión en el espacio de semilla GM de forma más efectiva que mediante la polinización y dar lugar a la expansión no intencionada del flujo génico entre cultivos GM y no GM.

No obstante, existe un factor adicional a tener en cuenta en el caso de la diseminación de semillas: su dimensión temporal. La dispersión de semillas puede resultar en un flujo génico con consecuencias no sólo espaciales sino temporales. Es decir, existen semillas que pueden

---

<sup>40</sup> Según Sevilla (2005: 56), la informalidad en el uso de semillas de maíz en el Perú es tan grande que hace imposible calcular la cantidad de grano que se usa como semilla. No obstante, el autor estima que ésta sería la principal fuente de flujo génico desde el maíz GM.

transportar los genes lejos de su fuente original y que, además, pueden permanecer “dormidas” en el suelo durante muchos años antes de germinar. Cuando germinan se convierten en “voluntarias” y podrían transferir los transgenes a otras variedades del mismo cultivo. Ello puede implicar el abrir una ruta importante de flujo génico que debe ser considerada y que puede llevar a mayores consecuencias que las de la polinización misma.

El tiempo de “dormencia” dependerá del cultivo en concreto (i.e. la semilla de maíz puede permanecer viable en el suelo por un tiempo inferior a un año, pero la colza puede persistir durante un período de seis a diez años). Esta misma capacidad, reside en aquellas plantas que crecen a partir de semillas o de una estructura vegetativa. Este último sería el caso de la papa. Si son abandonadas después de la cosecha, se pueden convertir en semillas GM “voluntarias” dentro de cosechas sucesivas, siendo una fuente posible de transgenes en estas cosechas futuras (GM Science Review Panel 2003: 203).

Por otra parte, la práctica de muchos pequeños agricultores de guardar semilla resultante de la cosecha para sembrarla en las cosechas de los años sucesivos puede dar lugar a incrementar las probabilidades de mezcla de semilla y flujo génico.

### **Cuadro 5. Flujo de Genes en el Cultivo de Papa y sus Parientes Silvestres**

La papa tiene su origen en el altiplano peruano-boliviano donde se encuentra la mayor diversidad silvestre y cultivada. En el Perú se cultivan 8 especies de papas, que comparten pisos ecológicos con sus parientes silvestres. De las 110 especies silvestres catalogadas, 91 se encuentran en el Perú y 36 en Bolivia.

Los parientes silvestres de la papa representan un depósito enorme y único, parcialmente explorado, de germoplasma útil para el cultivo de la papa. Las especies de papa han estado durante miles de años sometidas a la selección natural en condiciones desfavorables y diversas, lo que les ha llevado a desarrollar características que han permitido su supervivencia.

De ahí que estas especies silvestres posean rasgos deseables como puede ser los que permiten la resistencia al calor o a las heladas, a hongos, bacterias, virus, nematodos e insectos. Entre sus propiedades, también se encuentran otros atributos para su aprovechamiento nutricional o industrial, como puede ser el alto contenido de materia seca, proteínas y vitaminas. El continuo estudio taxonómico y la complejidad en la estructura y desarrollo de la papa, hacen que continuamente se esté revisando el catálogo taxonómico de las especies cultivadas y las silvestres (Salas y Roca 2005).

La papa se reproduce de forma sexual o asexual. En el primer caso requiere la participación de los órganos reproductivos femeninos y masculinos de las flores. En la reproducción sexual, las papas crecen a partir de semillas que se desarrollan en frutos. En el supuesto de reproducción asexual o vegetativa, los descendientes son idénticos o clonales a la planta inicial.

En el Perú como centro de origen de la papa, el flujo de genes entre las variedades nativas y las especies silvestres es una evidencia. Y se produce, no sólo porque ambas especies cohabitan en espacios geográficos comunes o en habitats vecinos, sino porque, además, se encuentra favorecida por una serie de circunstancias como son la capacidad de cruzabilidad entre las variedades; la coincidencia de floración; la presencia de polinizadores; la supervivencia de semilla sexual y la habilidad de propagación.

Estudios realizados en campos de polinización abierta evidencian un alto entrecruzamiento y mezcla entre las especies silvestres y las cultivadas que dan como resultado semilla fértil. La germinación y la supervivencia de esta semilla ocurren espontáneamente y puede dar origen a variaciones en especies silvestres y cultivadas e introgresión.

Por otra parte, el hombre es el factor más determinante a la hora de promover el flujo de semilla, al sembrar especies cultivadas dentro de las ecologías de las silvestres y al manejar y proteger dentro de sus campos nuevos genotipos fruto de la hibridación.

Fuentes:

Scurrah, M., Chumbiauca, S., Salas, A., Canto, R., Arcos, J., Celis, C., Visser, R., Cowgill, S., Atkinson, H., Franco, J. (2005). *El Flujo de Genes en el Cultivo de Papa y sus Parientes Silvestres en el Perú*. Proyecto INCO DEV. Lima, Perú. Presentación en Power Point Realizada en el Taller Internacional sobre “La Introducción de Semillas Genéticamente Modificadas en Centros de Origen y/o Diversidad”. Organizado por SwedBio-SPDA. Noviembre del 2005. Lima, Perú.

Celis, C., Scurrah, M., Cowgill, S., Chumbiauca, S., Green, J., Franco, J., Main, G., Kiezebrink, D., Visser, R., y Atkinson, H. (2004). “Environmental Biosafety and Trasngenic Potato in a Centre of Diversity for this Crop”. *Nature*. Vol. 432, 11 Noviembre 2004.

Todo lo anterior nos lleva a afirmar que el flujo génico entre cultivos es inevitable en la práctica. Se puede reducir a límites mínimos, pero es inevitable. Y las posibilidades de aislamiento total, imposibles (Álvarez-Builla 2004; GM Science Review Panel 2003). Es más, para algunos autores como Cleveland y Soleri (2005) las oportunidades para que se produzca un flujo génico intraespecífico serían mayores en los países en desarrollo que las existentes en países industrializados, en donde los agricultores compran semilla de variedades modernas o híbridos anualmente y no dependen de sistemas informales de provisión de semilla.

No obstante, como ya se ha visto en el caso de los parientes silvestres, el que exista esta dispersión genética o entrecruzamiento no implica que el transgén se mantenga de forma estable en las poblaciones nativas receptoras. El flujo génico desde el cultivo GM al cultivo nativo podrá tener consecuencias efectivas cuando se dé la persistencia del transgén introducido en este último. Para que ello ocurra, se dice, debe haber algún beneficio relacionado con el transgén de interés, que le permita a este sobrevivir y persistir.

Según Álvarez-Builla (2004) esta estabilidad dependerá de los efectos que tengan los nuevos transgenes en la adecuación o *fitness* del cultivo. Si el efecto del transgén sobre el cultivo nativo es neutral, el transgén permanecerá en la población con una presencia que dependerá

de la frecuencia del flujo génico; si el transgén, por el contrario, se expresa en el individuo aumentando su capacidad de adecuación, de sobrevivencia y reproducción (i.e. haciendo resistente a la planta frente a la sequía), éste aumentará hasta fijarse y probablemente incrementará su frecuencia en las generaciones sucesivas, y, por último, si disminuye la capacidad de adecuación del individuo, bajará la misma hasta desaparecer. Si bien también se puede dar el caso de efectos colaterales no previstos. Una vez la introgresión se produce, el efecto biológico de los transgenes depende del efecto fenotípico del gen insertado.

La persistencia de estos caracteres puede depender enormemente de las costumbres del agricultor, particularmente, las referidas a los modos de selección de semillas para la siembra. Este aspecto se complica si consideramos que al agricultor le es imposible detectar los transgenes, a menos que determinen caracteres fenotípicos claros que puedan ser identificados por los agricultores y sujetos a selección, aspecto éste que no se da con las especies transgénicas comercializadas hasta el momento. No obstante la importancia de este factor, no existen estudios dedicados a esta materia.

Para autores como Johnston et al.(2004) la práctica o no de los campesinos de guardar semilla para las futuras cosechas es un elemento absolutamente determinante de la persistencia de los transgenes en las poblaciones no transgénicas y de la velocidad y extensión en la diseminación de los mismos, en relación con el análisis del flujo génico desde el maíz Bt, según estudios realizados en Kenia. Por ello, dichos autores estiman que, para analizar el índice de incidencia del flujo génico y la capacidad de adecuación o *fitness* del mismo en las variedades nativas, habría que analizar cómo inciden las características del maíz Bt en la capacidad de guardar y reciclar semilla para futuras cosechas por el agricultor. Al respecto, los investigadores subrayan el desconocimiento científico existente en relación con el destino de los transgenes en ecosistemas agrícolas en los que imperan estas prácticas.

De lo expresado hasta el momento, se podría concluir que si se llega a considerar que el flujo génico puede llegar a implicar un daño, debido a los cultivos GM en sí mismos o a las consecuencias que se pueden derivar de los mismos, entonces, los cultivos GM no deberían ser liberados al ambiente (GM Science Review Panel 2003: 204). En este sentido, como hemos visto, según parte de la doctrina científica, el flujo génico, se dice, no es un riesgo, es “la exposición” al riesgo. Para evaluar la existencia del riesgo y las consecuencias que puede implicar para otros cultivos se deberá realizar una evaluación caso por caso.

## **B) Consecuencias Posibles**

Esta última afirmación, abre un nuevo abanico de cuestiones. Hasta el momento, las investigaciones científicas se han centrado en delimitar las probabilidades de la existencia de flujo génico. Numerosos han sido, por ejemplo, los estudios dedicados a establecer la probabilidad de los sucesos de polinización, medida en distancias de polinización diversas. Sin embargo, el problema científico más difícil no es tanto el de identificar las posibilidades

y frecuencia con que el flujo génico pueda darse, como el de determinar las consecuencias del mismo y la importancia de los impactos en el largo plazo. Es decir, no importa tanto responder a la pregunta sobre las probabilidades de que esto ocurra como el responder a la pregunta, y, si ocurre, ¿importa?

La importancia de las consecuencias de flujo génico desde los cultivos GM a los cultivos tradicionales dependerá, en gran parte, de los riesgos que se le adjudiquen a esta nueva tecnología en sí misma. Y, al respecto, como ya se ha visto en el apartado relacionado con los parientes silvestres, podemos manifestar que en absoluto existe un consenso científico<sup>41</sup>.

Sin embargo, sí existe consenso en reconocer que la existencia potencial de flujo génico desde los cultivos GM hacia otro tipo de cultivos no GM, puede implicar otras variables distintas de las meramente biológicas. Nos referimos a cuestiones que pueden verse incorporadas como consecuencia de un proceso de flujo génico, como son los aspectos culturales, filosóficos o éticos; factores de seguridad alimentaria; económicos; de responsabilidad o de reivindicación de derechos de propiedad intelectual.

Los aspectos filosóficos o éticos atienden a la posibilidad de que las comunidades locales contemplen el flujo génico de genes exóticos como una amenaza a la pureza natural de sus variedades locales. Los aspectos relacionados con la salud se pueden concretar en el temor a que determinados transgenes, cuyos efectos sobre la salud humana no hayan sido debidamente evaluados, introgresen en las variedades locales. El escenario también se abre a cuestiones relacionadas con el comercio, y a los impactos económicos que puede conllevar el flujo génico desde cultivos GM a cultivos no GM.

La introgresión accidental o no intencionada puede repercutir en una amenaza para la posición comercial de los agricultores dedicados a cultivos no GM que responden a características determinadas de mercado, como pueden ser “productos premium”, orgánicos, o que responden a un tipo determinado de mercados nicho. Finalmente, la introgresión, intencionada o no, puede dar lugar a una reclamación de derechos por parte del dueño de la patente o del derecho reconocido por los sistemas de propiedad intelectual correspondientes o a exigir responsabilidades por dicha contaminación.

Los aspectos mencionados adquieren especial relevancia ante dos factores como son el avance mismo de la tecnología y la extensión y proliferación de este tipo de cultivos a futuro. Entre otros, cabe destacar el rápido desarrollo de lo que ha venido en llamarse “la tercera generación de los cultivos GM”, que permite que plantas destinadas a la alimentación humana o animal estén siendo modificadas genéticamente con el fin de ser “biorefinerías”, es decir, cultivos creados para producir sustancias destinadas a la industria, a la creación de

---

<sup>41</sup> Esta falta de consenso científico en relación con si merece la biotecnología moderna un trato diferenciado a la hora de evaluar los riesgos, en su comparación con el mejoramiento convencional, se plasmó de forma extensiva en la Conferencia Electrónica de la FAO sobre Flujo Génico (FAO 2002).

productos farmacéuticos (*pharma crops*) o medicinas<sup>42</sup>. La potencialidad de flujo génico, en estos casos, plantea nuevos dilemas por sus potenciales efectos a la salud y al ambiente<sup>43</sup>, a los que deberán responder adecuadamente los sistemas regulatorios.

En este sentido, Soleri et al. (2006: 509) señala que la incorporación de este tipo de transgenes en las cadenas de producción y en los cultivos tendría consecuencias más perjudiciales que las ocasionadas en las cadenas alimentarias. En la contaminación de la cadena alimentaria sí sería posible (si bien, en algunos casos, con grandes costes económicos) la eliminación de los transgenes de la cadena alimentaria a niveles admisibles (por ejemplo, hasta cumplir los valores máximos del 0,9% de presencia transgénica que establece la Unión Europea), como sucedió con el caso de *Starlink* en USA<sup>44</sup>. Sin embargo, la eliminación de los transgenes en los procesos de cultivo, sería mucho más difícil porque se reproducen en cada generación y su destino final dependerá más de los mismos procesos genéticos de las poblaciones de los cultivos en cuestión. Ello dejaría mucho más abierto el campo a la incertidumbre científica. Finalmente, cultivos como la papa y el maíz han sido escogidos para el desarrollo de estos cultivos de tercera generación. Es por ello, que México<sup>45</sup> por ser centro de origen y diversificación de maíz, considerando la biología reproductiva del maíz y el carácter dinámico de los sistemas campesinos tradicionales en cuanto al intercambio de semillas y flujo genético entre variedades locales y variedades provenientes de distintas regiones geográficas, y reconociendo su carácter estratégico en la alimentación de los mexicanos “*prohíbe tanto la experimentación como la liberación al ambiente de maíz transgénico modificado para la obtención de fármacos, vacunas, aceites industriales, plásticos o cualquier modificación que le inhiba o afecte sus propiedades comestibles*”.

---

<sup>42</sup>En relación con los riesgos para los agricultores de los cultivos GM destinados a producir químicos para usos industriales o farmacéuticos, es de interés la investigación realizada por Wisner, R. (2005). *The Economics of Pharmaceutical Crops. Potential Benefits and Risks for Farmers and Rural Communities*. Union of Concerned Scientists. 2005. [www.ucsusa.org](http://www.ucsusa.org) (Consultado Agosto 2006).

<sup>43</sup>En relación con el tema de flujo génico en este contexto, revisar Ellstrand (2003). “Going to “Great Lengths” to Prevent the Escape of Genes That Produce Specialty Chemicals”. *Plant Physiology*. August 2003, Vol. 132, pp. 1770–1774. American Society of Plant Biologists. [www.plantphysiol.org](http://www.plantphysiol.org) (Consultado Febrero 2005).

<sup>44</sup>De los antecedentes en la contaminación de la cadena alimentaria, quizás sea el de la contaminación producida en Estados Unidos con el maíz *Starlink* (destinado a la alimentación animal exclusivamente) el que ha recibido mayor atención. Si bien el cultivo con dicho maíz implicaba únicamente un 0,5 % del área sembrada con maíz en los Estados Unidos, sin embargo, se terminó contaminando el grano que era parte del sistema alimentario humano implicando grandes pérdidas económicas, con el cierre de plantas de procesamiento de alimentos, retirada de productos del mercado, etc. (Mellon y Rissler 2004: 37). En el mismo estudio se destaca la posibilidad de que dicho evento pueda volver a reiterarse, ante la incapacidad del sistema regulatorio y de las agencias públicas de Estados Unidos de detectar la contaminación de la cadena alimentaria por cultivos GM destinados a usos industriales y farmacéuticos. Ante los resultados de esta investigación y la preocupación de que esta posibilidad se extienda a las variedades tradicionales, la Editorial del New York Times de 1 de marzo del 2004 se manifestó en el sentido siguiente: “*To contaminate traditional varieties of crops is to contaminate the genetic reservoir of plants on which humanity has depended for most of its history.*” <http://www.nytimes.com/2004/03/01/opinion/01MON4.html> 8amr04. (Consultado Febrero 2005).

<sup>45</sup>“*Declaración de México sobre Maíz Transgénico con Propiedades que Limiten su Consumo como Alimento*”. [www.biodiv.org](http://www.biodiv.org) (Consultado Octubre 2006).

Por otra parte, la proliferación de cultivos GM puede dar lugar al entrecruzamiento entre cultivos GM, teniendo como resultado la apilación de transgenes o *transgene stacking* (codificando rasgos distintos) en una misma planta híbrida, con consecuencias difíciles de predecir. Esto ocurrirá fundamentalmente si el atributo le confiere ventajas selectivas. Este suceso ha ocurrido en Canadá dando lugar a cultivos voluntarios de colza GM con resistencia a múltiples herbicidas, ocasionando un gran problema agronómico al reproducirse como maleza en otros campos de cultivo (Pew Initiative on Food and Biotechnology 2003a: 7; GM Science Review Panel 2003: 204). Este evento se presenta como uno de los más complicados de evaluar a futuro en el ámbito agronómico.

### C) Cultivos Transgénicos y Erosión Genética en Centros de Origen

De lo mencionado, especial interés merece el análisis de las implicaciones del flujo génico sobre la variabilidad genética de los cultivos nativos. Y, en general, las consecuencias que los cultivos transgénicos pudieran tener sobre la diversidad del pool genético y la agrobiodiversidad localizada en los centros de origen y diversidad.

La cuestión sobre si la introducción de transgenes, per se, incrementa o disminuye la diversidad genética es un aspecto que ha dado lugar a múltiples controversias. Desde la perspectiva del mejorador genético, la mera definición de transgénesis implicaría, en sí misma, una ampliación del contenido genético de las plantas, al permitir introducir material genético de otros organismos a un organismo receptor, que sería imposible de forma natural. Es más, se dice, la exactitud en la introducción de los genes deseados en los cultivares o landraces, a diferencia de lo que ocurre con el mejoramiento convencional, puede implicar que éstos retengan una variedad genética más extensa (Amman 2004; Stewart et al. 2003). En este caso, podríamos referirnos a una diversidad creada mediante transgénesis, en la que variedades elite pueden ser mejoradas mediante la incorporación de alelos y de genes procedentes de fuentes exóticas.

Frente a ello, se manifiesta que, si bien existen muchas maneras de comprender lo que se entiende por diversidad, lo que no cabe duda es que la diversidad hay que entenderla en un sentido dinámico y no sólo en el estático representado por la compleja composición de un determinado genoma de una variedad moderna. La diversidad no puede ser analizada con referencia a una especie en concreto y desde un punto temporal fijo, sino que debe ser indicada en relación con la población de un determinado cultivo y bajo una perspectiva analítica (Smale 1997, citado en Raney y Pingali 2004).

Por ello, la determinación de si existe o no erosión genética va a depender de la dimensión en que dicha diversidad sea considerada y desde qué perspectivas. La diversidad puede ser la tratada desde las plantas creadas por los agricultores o desde el pedigrí genético de las variedades modernas. Pero, en cualquier caso, se dice, la diversidad se manifiesta no en sí misma, sino al ser contrastada con un medioambiente determinado (Raney y Pingali 2004: 19) y al ser contrapuesta o retada por las presiones humanas y naturales correspondientes.

De esta manera, la pregunta se trasladaría a si esta diversidad transgénica, como única opción y excluyente de otras opciones no transgénicas, se puede considerar un incremento de la diversidad biológica agrícola. En este caso, se podría presenciar un amplio flujo génico desde las variedades GM a las que no lo son, ya sean variedades modernas o landraces, resultante en la eliminación de todo tipo de opciones no transgénicas, con la reducción de la diversidad genética intraespecífica no transgénica. Esta circunstancia, efectivamente, podría implicar una pérdida de la variabilidad intraespecífica, si tenemos en cuenta que “la combinación de genes dentro de una especie puede tener un valor particular y una utilidad inmediata” (FAO 1998: 13) que puede desaparecer mediante este patrón genético único.

Siguiendo a Rafael Ortega Paczka (PIFB-FUMEC 2004: 8), la erosión genética tiene lugar ante el posible acontecimiento de tres eventos o procesos, que han recibido una denominación distinta, como son el de *reemplazo* que sucede cuando el germoplasma de una variedad moderna reemplaza a uno antiguo de la misma especie; el *desplazamiento* de una especie por otra (i.e. un agricultor decide dejar de plantar una determinada especie en favor de otra, por ejemplo, planta girasol en lugar de trigo) y, por último, la *endogamia* que causa la pérdida de alelos poco usuales debido a la reducción del tamaño del acervo de genes, este sería en el caso de una pérdida de genes de las poblaciones.

- **La Sustitución Génica**

Se da el caso de sustitución génica cuando determinadas variedades de un cultivo (genotipos) son sustituidas por otro grupo o variedad del mismo cultivo. Esta situación se puede producir cuando el estrechamiento genético de especies se da a favor de aquellas que ostentan un determinado transgén. Y, sobre todo, cuando el mencionado transgén ofrece a la planta híbrida ventajas positivas de adaptación, frente a la capacidad menor del cultivo nativo. El resultado final sería la sustitución del cultivo nativo con la respectiva desaparición de alelos raros de importancia a futuro. Y también el reemplazo de alelos que ofrecen ventajas para su adaptación local. Así, para algunos autores como Sevilla (2005: 54), que ha estudiado la erosión genética en el caso del maíz en el Perú, solo se podría hablar de que el transgén es causante de pérdida de la diversidad cuando tiene tantas ventajas competitivas que hace que la variedad que la porta desplace a las locales normales.

La erosión genética tendría lugar, también, al producirse un estrechamiento intraespecífico a favor de determinados transgenes, y una uniformidad a favor de la codificación de determinados rasgos. Podría darse el caso de llegar al protagonismo de un determinado rasgo introducido. Y ello podría ocurrir, incluso, en relación con una pluralidad de especies. Por ejemplo, la extensiva incorporación de una única innovación, como puede ser el gen Bt (*Bacillus thuringiensis*) que confiere resistencia a insectos, en una pluralidad cada vez mayor de variedades, puede conducir a un tipo de estrechamiento genético a favor de este rasgo particular (Raney y Pingali 2004).

Finalmente, las semillas GM dotadas con un rasgo distintivo y ventajoso en relación con sus paralelos landraces pueden llevar a un ritmo más acelerado de abandono de estos cultivos nativos por otras de mayores ventajas selectivas. También puede llevar a un crecimiento acelerado de aquellas landraces donde el *trait* hubiera sido introducido en perjuicio de otras más marginales.

- **El Desplazamiento**

- **Por Ser**

El desplazamiento de los cultivos nativos por especies transgénicas puede tener consecuencias en sistemas agrícolas en los que sus poblaciones dependen enormemente de esta diversidad para su nutrición y para su seguridad alimentaria, como se ha comentado al inicio de este estudio y será analizado con mayor detalle en el Capítulo siguiente.

En este sentido, la doctrina coincide en que el desplazamiento o reemplazo de los cultivos nativos por los transgénicos puede depender de factores ajenos a los meramente biológicos, como pueden ser los relativos a las prácticas agrícolas, la estructura agrícola predominante o el marco institucional de un país (i.e. referente a la provisión de semilla o a la investigación agrícola).

En relación con las prácticas agrícolas, los procesos de selección y de intercambio de semilla por los agricultores pueden favorecer de manera no intencionada este reemplazo y favorecer la erosión genética. Asimismo, los sistemas en los que los agricultores mantienen pequeñas parcelas cercanas unas de otras pueden favorecer el flujo génico y el reemplazo de unas poblaciones por otras.

Al respecto, Brush (2003) manifiesta que, ante los cultivos transgénicos, es muy posible que el agricultor no imponga ninguna “barrera cultural” a estas nuevas especies en el momento de la selección, porque para él es imposible discernir muchas veces entre las variedades GM y no GM. La diferencia no se refleja en cualidades de carácter morfológico, que serían las que predominan en los criterios campesinos de la diversidad agrícola.

Siguiendo al mismo autor, un factor que limitaría el potencial de desplazamiento sería la diferenciación en zonas de cultivo que normalmente realiza el propio campesino. El pequeño agricultor andino, por ejemplo, establece unas zonas de cultivo diferenciado entre las variedades destinadas al mercado y las destinadas para sus fines privados (segregando áreas destinadas a sus variedades preferidas, que mejor se acomodan a sus gustos gastronómicos o a sus necesidades). Mientras que el cultivo de variedades modernas se encuentra normalmente más sujeto a los vaivenes del mercado, el destinado para su consumo propio y en el que fundamentalmente reposa la diversidad, se mantiene más estable. Esta circunstancia puede ayudar a la preservación de esta diversidad en ciertas regiones (Brush 2003).

Con independencia de lo mencionado, este reemplazo o este desplazamiento podría ser el resultado también del mismo “paradigma dominante” en las políticas agrícolas nacionales (Pimbert 1999: 9). Nos referimos al “desplazamiento institucional” y a las posibilidades de ahondar en la falta de representación que la agrobiodiversidad ya tiene de por sí en las políticas nacionales. Éste tiene su antecedente y estructura institucional que procede de la Revolución Verde y de los modos de provisión de variedades mejoradas modernas y que, ahora, con la biotecnología moderna, correría el peligro de intensificarse y destacarse como uno de los problemas fundamentales.

Desde otra perspectiva, autores como Raney y Pingali (2004), coinciden en que la amenaza mayor a esta diversidad no vendría dada por la naturaleza de la tecnología en sí, sino por las fuerzas que definen un determinado marco institucional y político en materia agrícola. Según estos autores, las fuerzas que definen la investigación agrícola, la diseminación de variedades y su adopción, son las que realmente determinarán la diversidad de variedades que se encuentran en los campos de los agricultores. De esta manera, los autores manifiestan que, si únicamente se encuentran disponibles unos pocos *traits* o rasgos o unas pocas especies transgénicas que son ampliamente adoptadas por los agricultores, entonces, es posible que la diversidad espacial se reduzca en el largo plazo. Si, por el contrario, se promueve la adopción de multiplicidad de variedades adaptadas localmente, entonces se podrá aumentar dicha diversidad.

Asimismo, también según los mencionados autores, esta diversidad se incrementará temporalmente si la provisión y el flujo de una multiplicidad de semillas se da entre los agricultores. No obstante, la naturaleza privada predominante de la investigación en biotecnología moderna, su forma de provisión y disposición por los agricultores, favorecerían la desaparición de la diversidad espacial referida. El carácter privado limitaría el intercambio entre los agricultores e impondría limitaciones a las posibilidades de disponer de una amplia base de germoplasma adaptado a las circunstancias locales. Esta naturaleza lo diferenciaría claramente de las variedades mejoradas resultantes de la Revolución Verde.

En este sentido, Soleri et al. (2006: 510) destacan la consolidación y concentración de la investigación y el desarrollo de cultivos GM en unas pocas corporaciones, como una de las posibles causas de reducción de la diversidad genética. Dichos autores aluden a que, por ejemplo, en Estados Unidos, dos corporaciones como son Monsanto y Syngenta han detentado el 27% de las patentes en biotecnología agrícola otorgadas en dicho país durante el período de 1982-2001 (todas las patentes del sector público americano representarían el 24%). Esta situación llevaría a una reducción en la diversidad genética, que se manifestaría, incluso, para el caso del mejoramiento de variedades modernas comerciales.

Por todo lo anterior, cabe afirmar que, de distintas maneras, son de gran importancia las fuerzas que se imponen en un determinado país y que se reflejan en el sistema de adopción y de provisión de semillas. Si en el sistema de provisión de semillas se ofrece una

determinada semilla transgénica a bajo precio o como única opción, es muy probable que los agricultores opten por la misma, dando lugar a una pérdida de diversidad genética. De la misma forma, si se favorece económicamente la diversidad de las landraces, y se promociona institucionalmente el sistema de mejora agrícola, intercambio y provisión realizados por los mismos pequeños agricultores, entonces, es muy posible que se favorezca esta diversidad genética.

De este modo, tanto la capacidad de los pequeños agricultores para acceder a un determinado tipo de semillas, como los mismos sistemas de provisión de semillas vigentes, formales o informales, serán determinantes a la hora de evaluar los impactos de las nuevas tecnologías en la diversidad genética de la que hablamos.

En el presente contexto, cabe resaltar dos puntos fundamentales. Por una parte, es crítico un mayor análisis del impacto de los sistemas informales de provisión de semillas sobre el flujo génico. Por otra parte, el predominio de estos sistemas informales en los centros de origen y diversidad, conduce a que el sector formal no pueda actuar como sistema de control y sea inoperativo a la hora de restringir el flujo génico. Esto sucede, a diferencia de lo que ocurre en contextos más industrializados, en donde los sistemas formales de provisión juegan un papel importante en el fin de evitar la evolución hacia la resistencia a plagas. Una vez que los transgenes están presentes en los sistemas locales, las costumbres de guardar semilla para las futuras cosechas y de intercambio de semilla pueden contribuir a su persistencia futura (Soleri et al. 2005).

#### - Por Dejar de Ser

El daño biológico puede resultar en cambios genéticos que reduzcan la capacidad de adaptación biológica o *fitness* de los cultivos nativos o los parientes silvestres (y den lugar a una reducción en la dimensión de las poblaciones o a su extinción). No sólo es necesario evaluar la adecuación de los transgenes dentro de una población, también las correlaciones entre las poblaciones entre sí. Nos podemos encontrar con una alta adaptación biológica de una determinada población de especies GM que, unida a una menor capacidad de adaptación de las poblaciones receptoras, puede concluir en la reducción y desaparición de la población nativa y pérdida de la diversidad genética (Cleveland y Soleri 2005). Finalmente, el cultivo de GM puede concluir en la reducción del área de cultivo destinada a las variedades nativas.

En este sentido, el desplazamiento puede producirse por la ausencia, la omisión y el abandono. El promover el “dejar de utilizar” esta diversidad. Y, si algo está claro en el tema de agrobiodiversidad, es que solo se conserva lo que se usa. La ausencia en “la paleta de colores” del agricultor de la diversidad agrícola y de las prácticas que la acompañan, puede conducir a la desaparición de la misma en el paisaje y en el tiempo. Por ejemplo, la introducción de semillas resistentes a herbicidas suplantaría otros métodos empleados tradicionalmente para el control de plagas, mediante la diversificación de cultivos y variedades. La pérdida de un cultivo podría conllevar la de sus parientes silvestres.

En este sentido, Camarena (2005) estima que el mayor riesgo de la introducción de soya transgénica en el Perú no sería tanto el flujo génico, ya que no es centro de origen de este cultivo, sino el desplazamiento de otras leguminosas de las que sí es centro de origen, como el frijol común (*Phaseolus vulgaris*), la ñuña (*Phaseolus vulgaris*), el pallar (*Phaseolus lunatus*), el chocho o tarwi (*Lupinus mutabilis*), el frijol de toda la vida (*Phaseolus polyanthus*), la ahípa (*Pachyrhizus tuberosus*, *Pachyrhizus ahípa*) y el frijol de los gentiles (*Canavalia ensiformis*). Estas especies se verían desplazadas por la introducción de germoplasma foráneo e implicaría la pérdida de germoplasma nativo único en el mundo, adaptado a las condiciones locales, por otro de características adversas al medio local.

Las experiencias de manejo de esta agrobiodiversidad también desaparecerían. Las prácticas agrícolas basadas en la diversidad de cultivos implican el beneficiarse de mecanismos de biocontrol en los que se da una gran riqueza y complejidad de interacciones de los predadores y parásitos que permiten el desarrollo de una agricultura sostenible. En este sentido, el desplazamiento de las especies implica también el desplazamiento de los conocimientos tradicionales que las acompañan.

#### D) Ausencia de Conocimiento e Incertidumbre Científica<sup>46</sup>

- De las Líneas de Base

La ausencia de conocimiento relativo a los potenciales impactos en los cultivos nativos parte de la misma ausencia de información sobre las líneas de base de los mismos. Existe una insuficiencia de investigación científica en relación con las propias variedades de cultivos nativos locales. Al efecto, se hace necesario el equiparar los criterios de clasificación moleculares con los morfológicos y los de los campesinos, con el fin de saber exactamente qué es lo que se tiene y con lo que se cuenta y contar con la caracterización adecuada, como base imprescindible para evaluar el riesgo que la introducción de un cultivo GM puede implicar.

En este sentido, en el ámbito andino-amazónico, se podría afirmar que existe una ausencia de inventarios adecuados que se refieran a las variedades existentes de cultivos nativos, sus historias evolutivas y a sus enfermedades y la distribución geográfica e incidencia de las mismas. También en relación con el mapeo y la ubicación espacial de las variedades

---

<sup>46</sup> Entre los problemas reales con los que nos encontramos a la hora de identificar los riesgos a la biodiversidad, Álvarez Morales (2005), de sus estudios en relación con el caso del maíz en México, destaca: la carencia enorme de datos sobre la ecología de las plantas silvestres sexualmente compatibles con cultivos agrícolas; de datos sobre posibles organismos no blanco que interactúan con los cultivos agrícolas; la falta de conocimiento sobre el impacto ecológico de los sistemas agrícolas sobre los cultivos criollos y el medio ambiente y la ausencia de planificación a corto, mediano y largo plazo de sistemas de monitoreo ambiental.

tradicionales<sup>47</sup>. Hasta la fecha, no se han desarrollado indicadores de agrobiodiversidad que reflejen el estado de los elementos que componen el ecosistema agrícola de estas áreas ricas en agrobiodiversidad, que describan la complejidad de las interacciones entre los distintos componentes del mencionado ecosistema<sup>48</sup>. A ello, se suma una carencia de conocimiento de los procesos evolutivos dados en los ecosistemas tropicales.

De esta manera, si no existe información de base, se hace difícil predecir en qué medida los nuevos cultivos transgénicos pueden sustituir, extinguir o desplazar a los nativos y a sus parientes silvestres.

- **De las Consecuencias**

A lo anterior se añadiría, siguiendo a un sector de la doctrina, el desconocimiento que existe en relación con los propios cultivos transgénicos, y en relación con el mismo proceso de modificación genética, como es la falta de certeza científica debido a la inestabilidad genómica de los transgenes. Según Álvarez-Buylla (2004: 8) *“La expresión de los transgenes depende de dónde se inserten dentro del genoma de la planta receptora. El sitio de inserción no se puede predecir; ni determinar a priori, con base en las técnicas actuales de ADN recombinante disponibles para plantas y animales. Además, los estudios incluyen ambientes relativamente limitados y exploran efectos en los fenotipos a corto o mediano plazo. Es necesario, por lo anterior, mantener monitoreos sistemáticos de todos los ambientes donde se liberen los OGM, ya que la expresión de estos puede resultar influida por el medio y la recombinación”*.

Se partiría de un desconocimiento del comportamiento mismo del cultivo GM. Las técnicas de transgénesis crean organismos que son inherentemente inestables y de comportamiento impredecible, este carácter deriva de que los transgenes son removidos de sus controles naturales y pueden crear mutaciones en el organismo receptor.

- **En el Espacio**

Todavía existe una ausencia de información sólida relativa a las probabilidades de flujo génico entre el cultivo GM y las variedades nativas y sus parientes silvestres. Esta carencia

---

<sup>47</sup> En México, con fecha 7 de agosto del 2006 la CN-CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) se manifestó expresamente en contra de la liberación comercial de maíz genéticamente modificado, por no haber sido identificados los centros de diversidad genética ni de origen, ni haberse desarrollado el régimen de protección especial previsto legalmente. En Colombia, la liberación de maíz GM hace frente a la realidad de que en el país existen una cantidad superior a 40 variedades nativas que no han sido adecuadamente inventariadas, mapeadas, monitoreadas o protegidas y se corre un alto riesgo de contaminación genética por las primeras (Comunicación personal. Rodrigo Moreno, Ministerio de Ambiente de Colombia. 22 de noviembre del 2006).

<sup>48</sup> El desarrollo de dichos indicadores es objeto de las recomendaciones y del estudio de la OECD (2001). *Agriculture and Biodiversity. Developing Indicators for Policy Analysis*. Proceedings From an OECD Expert Meeting. Zurich, Switzerland. November 2001.

de conocimiento, como se ha visto previamente en relación con los parientes silvestres, se extiende a los impactos del transgén insertado en la adecuación y supervivencia de los cultivos híbridos y en la frecuencia de esta característica en el tiempo. Particularmente, es de especial preocupación la ausencia de estudios en relación con las posibilidades de que la liberación de cultivos transgénicos pueda dar lugar a nuevas malezas.

Como se ha visto, es de común consenso el que los genes o los alelos pueden convertirse en entidades biológicas invasoras. Para que esto llegue a ocurrir, es necesario que se dé el proceso de flujo génico hacia las especies nativas, silvestres o malezas, anteriormente estudiado. En la actualidad, es muy difícil de predecir el carácter invasivo de los nuevos cultivos GM y sus consecuencias. Ello depende enormemente del contexto, en donde las escalas espaciales y temporales son críticas para estudiar la naturaleza del cultivo GM como especie invasora (Cleveland y Soleri 2005).

Esta falta de certeza científica también se aplica a la probabilidad y consecuencias de que se produzca una transferencia horizontal de genes: que cualquiera de las secuencias insertadas por ingeniería genética se pueda transferir horizontalmente en el ambiente a bacterias, virus u otros organismos, rompiendo las barreras naturales de entrecruzamiento entre especies emparentadas (i.e. transferencia de la característica de resistencia a antibióticos a microorganismos, que podrían volverse de esta manera resistentes a éstos) (Álvarez-Buylla 2004).

Adicionalmente, se da un desconocimiento sobre los efectos colaterales que no son objeto de los exámenes de riesgos. Las variedades transgénicas pueden alterar la biodiversidad por sus efectos en el ambiente y en otras especies no emparentadas, que no son el objetivo o blanco del desarrollo de una variedad transgénica particular (como pueden ser insectos benéficos y polinizadores). El ámbito de estos aspectos es ecosistémico y los datos para documentar estos efectos son muy escasos.

#### - En el Tiempo

También se da una ausencia de información empírica sobre las consecuencias que el flujo génico puede tener en el largo plazo. Con carácter general, esto se debe en parte a una falta de monitoreo en el tiempo sobre los procesos de hibridación e introgresión, sus probabilidades y la magnitud del riesgo en los cultivos. Si bien, en general, existe data en relación con los efectos en el corto o medio plazo, esta no se da en relación con el largo plazo.

En el supuesto de ecosistemas tropicales, esta ausencia de información se extiende también en el corto y el mediano plazo, en donde apenas se ha realizado un monitoreo de las consecuencias del flujo génico y donde los monitoreos realizados en países en desarrollo como Estados Unidos o en la Unión Europea no son ni pueden ser aplicables. De ahí que el tratar de predecir de antemano si una nueva planta transgénica se va a convertir en invasiva, benigna o problemática, no deja de ser un reto para los científicos y reguladores.

Por último, no existe consenso científico en relación con la diferente consideración que merece el análisis de las consecuencias del flujo génico dependiendo de la naturaleza de la modificación genética (según sea una modificación genética amplia —procedente de un reino distinto— o estrecha —en la que el transgén procede de la misma especie). Tampoco existe coincidencia sobre los impactos potenciales de flujo génico desde cultivos GM destinados a fines industriales o farmacéuticos.

## 2. LOS PROYECTOS DE CONSERVACIÓN IN SITU

Ante lo expuesto, merece una particular reflexión la incidencia que la introducción de variedades GM puede llegar a tener sobre los esfuerzos de conservación in situ que se están desarrollando en los centros origen, y cuyo objetivo primordial es la preservación de los sistemas de agrobiodiversidad y de los recursos genéticos de importancia para la alimentación y la agricultura. Estos *Proyectos de Conservación In Situ* promueven de manera diferenciada la conservación de estos recursos fitogenéticos en determinados espacios y los conocimientos de las comunidades indígenas asociados.

Asimismo, es importante considerar la incidencia que estas nuevas tecnologías puedan llegar a tener sobre las iniciativas de las comunidades campesinas e indígenas de crear sus propios bancos de germoplasma comunitarios o locales, con el fin de rescatar y conservar sus variedades tradicionales y de registros de conocimientos sobre las prácticas de manejo. En el Perú, asistimos en la actualidad a la creación de bancos comunitarios de germoplasma en distintas áreas andinas como el Cusco (en el Parque de la Papa), Ayacucho, Huanuco, Huancavelica y también de la Costa como en Piura (en donde los agricultores han realizado documentos de su trabajo de protección del germoplasma de maíz).

Entre los *Proyectos de Conservación In Situ* desarrollados en el Perú, merecen particular atención los desarrollados a iniciativa privada por las propias comunidades y la sociedad civil y los desarrollados bajo programas de carácter internacional de preservación de los recursos fitogenéticos a nivel mundial.

## Cuadro 6. Proyectos de Conservación In Situ en el Perú

### Proyecto de Conservación In Situ de Cultivos Nativos y Parientes Silvestres

El objetivo de este Proyecto de cinco años de duración ha sido el de garantizar la conservación in situ de cultivos nativos y sus parientes silvestres. En particular, el preservar la agrobiodiversidad en chacras y proteger los parientes silvestres en las zonas aledañas a las mismas, a través de la mejora del manejo agrícola de especies y habitats. De igual manera, el preservar el material genético, los flujos de genes y las prácticas tradicionales que los mantienen, asegurando la producción y conservación de los cultivos nativos.

El Proyecto se desarrolla en áreas donde las comunidades andinas y amazónicas han conservado y desarrollado estos cultivos durante siglos. El Proyecto ha permitido el registro y la recopilación de información agrícola referida a once cultivos prioritarios como son la papa (*Solanum spp.*), el maíz (*Zea mays*), el pallar (*Phaseolus lunatus L.*), el camote (*Ipomea batatas (L.) Lamarck*), la quinua (*Chenopodium quinoa Wild*), la kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*), la maca (*Lepidium meyenii Walpers*), la arracacha (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft*), la granadilla (*Passiflora ligularis Jussieu*), la yuca (*Mahinot esculenta Crantz*), y el camu camu (*Myrciaria dubia (H.B.K.) Mc Vaugh*), en regiones con alta concentración en diversidad genética.

Con este fin, se ha sumado el trabajo de instituciones de carácter público y privado como el Instituto Nacional de la Amazonía Peruana (IIAP), el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), la Asociación ARARIWA para la Promoción Técnica Cultural Andina, el Centro de Servicios Agropecuarios (CESA), el Proyecto Andino de Tecnologías en los Andes (PRATEC), y la Coordinadora de Ciencia y Tecnología en los Andes (CCTA), logrando la interacción con las comunidades y la compilación de data y conocimientos ancestrales en relación con la agrobiodiversidad.

Fuente: [IIAP, PNUD, FMAM y Cooperazione Italiana] Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Cooperazione Italiana (2002). *Conservación In Situ de los Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres*. Proyecto: Conservación In Situ de los Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres, PER/98/G33. Lima, Perú. 2002.

### El Proyecto McKnight

El Proyecto McKnight es un programa de colaboración entre el Centro Internacional de la Papa (CIP), la Universidad de California-Davis, la Universidad San Antonio de Abad – Cusco y la Fundación McKnight, con la participación de las comunidades campesinas, con la finalidad de profundizar en la investigación de los tubérculos andinos. El objetivo del Proyecto es el de fortalecer la conservación in situ de tubérculos andinos y promover la seguridad alimentaria en los frágiles sistemas de las regiones alto andinas del sur del país.

Fuentes:

[http://mcknight.ccrp.cornell.edu/projects/andeantubers/peru\\_andean\\_tubers.html](http://mcknight.ccrp.cornell.edu/projects/andeantubers/peru_andean_tubers.html). (Consultado Diciembre 2005)

Ruiz, M. (2005). *Farmers' Rights in Peru. Background Study 3*. The Farmers' Rights Project. GTZ. Lima, Perú. Mayo 2005.

### El Parque de la Papa

El Parque de la Papa es un modelo de conservación y uso sostenible de la agrobiodiversidad y de promoción y protección de los conocimientos y prácticas asociados. Éste ha sido desarrollado por la Asociación ANDES y seis comunidades indígenas en Písaq, Cusco: Saccaca, Cuyo Grande, Amaru, Paru-Paru, Pampallacta y Chawaytire.

El Parque de la Papa se extiende sobre 25,000 hectáreas que se ubican desde los 1,000 a los 4,850 metros por encima del nivel del mar, en los Andes peruanos, en una zona donde existen restos de las antiguas culturas preincas e inca.

Este proyecto de conservación in situ se creó en el año 2000 con la finalidad de establecer un área especial de protección de diversidad de recursos bioculturales: la conservación de un número superior a 1,000 variedades de papas nativas y de una gran variedades de tubérculos andinos; el registro de 40 plantas medicinales y la identificación de prácticas culturales, sociales y espirituales tradicionales. El objetivo es el mantenimiento de la diversidad basado en el conocimiento tradicional asociado al manejo de la multifuncionalidad del sistema (mantenimiento de flujos entre zonas silvestres y domesticadas).

La Oficina de Patentes del Perú (INDECOPI) le otorgó a la Asociación del Parque de la Papa una “marca colectiva” con el fin de ser utilizada para la comercialización de papa y de otros productos procedentes del Parque como señal identificativa de su origen, calidad y de las prácticas tradicionales que conlleva su crianza.

Fuente: Argumedo, A. (2005). *GMOs e Impactos sobre las Comunidades Indígenas en los Andes*. Presentación Power Point. Taller Internacional sobre la “Introducción de Semillas Genéticamente Modificadas en Centros de Origen y/o Diversidad”. Organizado por SwedBio-SPDA. Noviembre 2005. Lima, Perú.

En este sentido, es preciso realizar una reflexión mayor sobre la compatibilidad de introducir semillas GM con las iniciativas políticas de crear particulares “microcentros de diversidad genética” o “áreas especiales de agrobiodiversidad”. Especiales esfuerzos regulatorios serán necesarios por parte de las autoridades públicas para hacer que esta compatibilidad sea posible.

En el Perú, en concreto, se prevé la creación de “zonas de agrobiodiversidad”<sup>49</sup>, entre las medidas previstas para la conservación de la diversidad agrícola, que respondan a áreas de alta concentración de recursos genéticos silvestres y cultivados y de conocimientos de las comunidades locales y agricultores conservacionistas. De esta forma, el Art. 38 del Reglamento de la Ley sobre Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica establece que “*las zonas de agrobiodiversidad orientadas a la conservación y uso*

<sup>49</sup> Decreto Supremo No. 068-2001-PCM (publicado en el Diario Oficial *El Peruano* con fecha 20-Junio-2001) por el que se aprueba el Reglamento de la Ley sobre Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica (Arts. 38 y 39).

*sostenible de especies nativas cultivadas por parte de pueblos indígenas no podrán destinarse para fines distintos a la conservación de dichas especies y el mantenimiento de las culturas indígenas. Podrán destinarse a actividades turísticas orientadas a conocer y promover la agrobiodiversidad nativa y las prácticas y costumbres tradicionales de los pueblos indígenas, tales como ferias de semillas y otros mecanismos”.*

Al respecto, con el fin de preservar la diversidad local del maíz en el Perú (que cuenta en este país con aproximadamente 55 razas), Sevilla (2005) considera pertinente la definición de áreas restringidas tomando en consideración los sistemas de producción, la cantidad de diversidad genética y las características de las razas existentes en cada región. En estas áreas restringidas, según la opinión del autor, debería considerarse la exclusión de híbridos o variedades mejoradas, en general, incluyendo OVM que incluyan germoplasma distinto a las variedades locales<sup>50</sup>.

Por ello, sería fundamental el definir, junto con éstas zonas agroecológicas, las medidas de política y regulatorias que van a ser necesarias para su coexistencia con zonas de cultivo GM. Y ello puede ser fundamental para poder respetar estos paisajes de conservación, consolidar sus marcas identificativas y la generación de mercados propios para las comunidades que viven de y en ellas.

En el mismo sentido, todavía queda por explorar cómo la incorporación de estas tecnologías se va a compatibilizar con iniciativas llevadas a cabo por la FAO, como la creación, a nivel mundial, de “*Sistemas Ingeniosos de Patrimonio Agrícola Mundialmente Importantes*” (SIPAMI)<sup>51</sup>. Dicha iniciativa tiene la finalidad de crear a futuro la categoría de “*Patrimonio Agrícola Mundial*”. Según el proyecto, “*Una de las características de estos centros es la gran biodiversidad que refleja las estrategias campesinas de reducir al mínimo los riesgos mediante la siembra de muchas especies y variedades de cultivos, a fin de estabilizar rendimientos a largo plazo, promover la diversidad alimentaria y obtener las ganancias máximas con pocos insumos*”<sup>52</sup>. La selección de los sitios se realiza teniendo en cuenta criterios biofísicos, socioculturales y económicos y su importancia mundial, nacional y local.

---

<sup>50</sup> Sevilla (2005: 56) manifiesta que, en la actualidad, el 30% del maíz en el Perú sería importado de países como Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia y Estados Unidos. De ahí que existan posibilidades de que, en el presente, parte del maíz que se importa procedente de Argentina o Estados Unidos pueda ser transgénico. El autor prevé que estarían entrando anualmente al país 300,000 toneladas de granos transgénicos de maíz. Dichas posibilidades se podrían ver incrementadas a futuro ante la firma de acuerdos bilaterales de comercio. Según el mismo autor, en el caso del maíz, la zona restringida en el Perú para la introducción de maíz transgénico sería fundamentalmente la Sierra Sur, por ser una zona de alto riesgo, en donde la pérdida de diversidad sería mayor. También serían zonas de riesgo la Sierra Norte y el Departamento de San Martín.

<sup>51</sup> Información extraída de <http://www.fao.org/sd/giahs/index.asp?lang=es> (Consultado Octubre 2006).

<sup>52</sup> Información extraída de *Agricultura 21*. Enfoques. Noviembre 2002. <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0211sp1.htm> (Consultado Octubre 2006).

En el Perú, por ejemplo, ha sido seleccionado, dentro de esta categoría del SIPAMI, el corredor Cusco-Puno, que se extiende desde el área sur de los Andes Peruanos e incluye el entorno que rodea la ciudad sagrada de los Incas, Machu Picchu (1,900 m.s.n.m.), hasta el altiplano peruano del Lago Titicaca (3,814 m.s.n.m.). En este corredor, de aproximadamente 350 Km. de largo, se han seleccionado cuatro microcuencas como sitios específicos para la realización de actividades. Estas áreas mantienen la mayoría de las antiguas tecnologías agrícolas tradicionales (i.e. waru-waru y sistema de terrazas), idiomas locales (i.e. aymará y quechua), organizaciones sociales tradicionales (i.e. basada en los tradicionales ayllus) y cultivos tradicionales (i.e. papas nativas y otros tubérculos, quinua, kañiwa y kiwicha).

## II. RESPUESTAS DE BIOSEGURIDAD

El principal propósito de cualquier sistema regulatorio será el de intentar establecer las medidas oportunas y regular los mecanismos apropiados frente a cualquier daño que pudiera producirse como consecuencia de la concreción de un riesgo determinado. En el ámbito de los potenciales riesgos que puedan venir motivados por la utilización de organismos vivos modificados (OVM) resultantes de la biotecnología moderna, son los marcos normativos de bioseguridad los que regulan los mecanismos de evaluación, gestión y monitoreo de dichos riesgos, con el fin de garantizar un nivel adecuado de protección para la salud humana y el medioambiente.

Rey (2005: 13) define la bioseguridad o seguridad de la biotecnología *“como el estado que se alcanza a partir de la adopción de acciones y medidas encaminadas a proteger a los seres humanos y, en general, a los organismos vivos, de eventuales daños derivados de la aplicación de la biotecnología y en particular del manejo, uso y transferencia de organismos vivos modificados”*.

Así, por ejemplo, la reciente normativa de Colombia define bioseguridad como el *“conjunto de medidas y acciones que se deben tomar para evaluar, evitar, prevenir, mitigar, manejar y/o controlar los posibles riesgos y efectos directos o indirectos, que puedan afectar la salud humana, el medio ambiente y la biodiversidad, la productividad o producción agropecuaria, como consecuencia de la investigación, introducción, liberación, movimiento transfronterizo y producción de Organismos Vivos Modificados -OVM-”* (Decreto No. 4525/2005, Art.3).

En general, las regulaciones de bioseguridad pueden normar las distintas etapas en las que la utilización de dichos organismos puede tener lugar. Así, la bioseguridad puede aplicarse a distintas áreas como son a) la investigación y desarrollo, en donde se pueden establecer determinadas condiciones bajo las cuales se realizan los experimentos en el laboratorio, se regula el intercambio de materiales o las condiciones para las pruebas de campo; b) la solicitud de aprobación previa a la comercialización de un OVM: en cuyo caso pueden cubrir la evaluación de los posibles daños a la salud humana o al medioambiente, antes de proceder a su autorización; c) la fase de comercialización: una vez decidida la comercialización,

las normas de bioseguridad pueden estar enfocadas a su manejo, a las condiciones y los lugares donde la variedad puede ser liberada; implicar el establecimiento de regímenes de coexistencia con cultivos no GM; referirse al monitoreo de los impactos potenciales; a las sanciones en el caso de violación de las normas de bioseguridad; al establecimiento de medidas de responsabilidad y d) las medidas de bioseguridad pueden relacionarse con la importación de material GM: con las solicitudes para exportación e importación de material GM y el movimiento transfronterizo de OVM a ser liberados al ambiente o destinados al consumo humano, animal o para procesamiento.

En concreto, el presente estudio se refiere al análisis de los riesgos que puede conllevar la liberación de cultivos GM, es decir, fundamentalmente se concretaría en lo que el Protocolo de Cartagena (2003) identifica bajo la denominación de organismos vivos modificados destinados a su introducción deliberada en el medioambiente. Si bien, creemos preciso relativizar, dado el contexto que nos ocupa, la distinción que realiza el Protocolo de Cartagena entre OVM destinados a su introducción deliberada en el medioambiente y los destinados a su uso directo como alimento humano o animal o para procesamiento. Al respecto, cabe afirmar que los agricultores utilizan muchas veces de forma indistinta la semilla para consumo humano o animal y para su siembra o “liberación en el ambiente”, tornando dicha distinción jurídica en una diferenciación artificial en la práctica y no del todo ajustada a la realidad que nos ocupa de centros de diversidad<sup>53</sup>.

Por otra parte, creemos preciso destacar la importancia de atender de forma cualificada a la evaluación de los riesgos del medioambiente receptor y de los sistemas agrícolas en los que los cultivos GM se incorporan. El presente estudio se orienta a analizar la introducción de dichos OVM en un ambiente exclusivo y unos sistemas agrícolas concretos de agrobiodiversidad, que son los característicos de los centros de origen y diversidad.

En esta línea, el Protocolo de Cartagena se hace eco de la trascendencia que los centros de origen tienen globalmente y destaca en su Preámbulo “*la crucial importancia que tienen para la humanidad los centros de origen y los centros de diversidad genética*”. También se realizan a lo largo de su articulado y anexos distintas referencias a los centros de origen y diversidad. En concreto, el Artículo 20, al tratar sobre el “Intercambio de Información” y en relación con el *Centro de Intercambio de Información sobre la Seguridad de la Biotecnología* (BCH, por sus siglas en inglés), se destaca su cometido de prestar asistencia a los países que son centros de origen. Asimismo, en los Anexo I y Anexo II, entre la información requerida en las notificaciones previas a la autorización por un país de la importación de un OVM (ya sea este destinado a su liberación al medioambiente o para consumo humano, animal o para procesamiento) establece que se hará referencia a “*los Centros de origen y centros de*

---

<sup>53</sup> Por ejemplo, en la Resolución No. 946, de 17 de Abril del 2006, de Colombia, se establece en el Art. 24 que “*Todo OVM vegetal que se importe como materia prima para uso industrial y/o consumo humano, no podrá ser utilizado como material de siembra*”. Sin embargo, no se contempla ningún mecanismo que lo impida o tipo de sanción para el caso de que así suceda.

*diversidad genética, si se conocen, del organismo receptor y/o de los organismos parentales y descripción de los hábitat en que los organismos pueden persistir o proliferar".* Por último, el Anexo III, entre los aspectos a tener en cuenta para la realización de la evaluación del riesgo, se menciona la necesidad de contar con los datos técnicos y científicos pertinentes sobre las características del medio receptor y, en concreto, a la *"Información sobre la ubicación y las características geográficas, climáticas y ecológicas, incluida información pertinente sobre la diversidad biológica y los centros de origen del probable medio receptor"*.

## 1. EL ANÁLISIS DEL RIESGO

La regulación de la bioseguridad incluye la necesidad de realizar la evaluación previa del riesgo que la liberación de un cultivo GM conlleva y la valoración del mismo, en donde se identifiquen los efectos en el tiempo sobre la salud humana y el medioambiente. También se integra por una fase de gestión o de manejo del riesgo en la que se establezcan las medidas apropiadas de control, con el fin de prevenir, reducir o minimizar los impactos identificados, y, finalmente, por una fase de monitoreo del riesgo.

### 1.1. La Evaluación del Riesgo

La evaluación del riesgo es la fase previa antes proceder a la autorización de cualquier actividad que involucre la utilización de OVM y permite la adopción de decisiones científicamente fundamentadas. El estudio de los riesgos que la liberación de un cultivo OVM puede implicar es esencial para la minimización o prevención de los efectos resultantes de dicha actividad.

En términos generales, es objeto de la evaluación del riesgo, el determinar los posibles efectos adversos de los OVM en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, en la salud humana y el medio ambiente. En nuestro contexto, la evaluación del riesgo, significa la identificación de los impactos potenciales relacionados con el OVM que puedan tener efectos en la diversidad biológica y en el medioambiente receptor. También ha de referirse al análisis de las incertidumbres y de la falta de data o de información científica de la que se dispone, con el fin de que las decisiones puedan ser tomadas teniendo en consideración todas las posibles consecuencias y alternativas.

Los estándares generalizados de realización de las evaluaciones del riesgo tratan de dar respuesta a tres preguntas como son *¿qué podría ir mal?; ¿qué probabilidad hay de que ocurra? y ¿cuáles son las consecuencias?* (FAO 2003b: 66). La evaluación del riesgo se fundamenta en modelos, escenarios y asunciones que definen el riesgo en la medida de la probabilidad y la severidad de un determinado impacto. Así, el riesgo se expresa en términos cuantitativos y responde a la ecuación básica:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Probabilidad de Ocurrencia} \times \text{Magnitud del Impacto}$$

Es de común consenso, que la evaluación del riesgo tiene que ser desarrollada caso por caso<sup>54</sup>, realizada de forma transparente, basada en conocimientos científicos sólidos y teniendo en cuenta las técnicas reconocidas para su ejecución. En la metodología de la evaluación del riesgo generalmente se incluyen las siguientes variables:

- a) Identificar los efectos adversos al medioambiente;
- b) Estimar la probabilidad de que dichos efectos lleguen a realizarse;
- c) Evaluar las consecuencias, en el caso de que los impactos identificados lleguen a producirse;
- d) Considerar estrategias apropiadas de manejo de los riesgos;
- c) Realizar un análisis de riesgos comparativo. Con ello nos referimos a la idoneidad de analizar los impactos en el medioambiente de forma amplia, considerando los potenciales beneficios que también pueda implicar en el medio ambiente la introducción de un OVM y en comparación con los riesgos que impliquen otros organismos no GM<sup>55</sup>.

Con independencia de lo anterior, a la fecha, no existen estándares internacionales universalmente aceptados en relación con la evaluación y el manejo del riesgo de OVM. El Protocolo de Cartagena se limita a establecer una guía con una serie de principios y una metodología básica y deja la fijación de los estándares de la regulación, el manejo y el control del riesgo a las legislaciones nacionales. No cabe duda, no obstante, de que la evaluación del riesgo es el componente más crítico de la bioseguridad y que la existencia de capacidades en este área es trascendental.

Por otra parte, el proceso de evaluación del riesgo es bastante complejo e implica tanto un análisis científico como de juicio de valor. Éste conlleva asunciones de carácter normativo que van desde la elección del tipo de daño sobre el que se centra el estudio; el nivel de riesgo que se considera aceptable; la elección de las dimensiones del riesgo que se incluyen dentro de lo aceptable; los elementos cualitativos del riesgo; y la implícita elección de considerar la distribución de beneficios y de daños. Se puede subestimar el riesgo si es que

---

<sup>54</sup> Si bien, algún sector de la doctrina se opone a esta perspectiva de "caso por caso", por entender que no considera los potenciales impactos cumulativos en el análisis, que son aquellos resultado de una variedad de actividades singulares que recaen sobre un mismo medioambiente receptor.

<sup>55</sup> Por ejemplo, el Art. 62 de la Ley de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados de México del año 2005 establece que "Las etapas básicas a seguir en el estudio y la evaluación del riesgo son las siguientes:

I. La identificación de características nuevas asociadas con el OGM que pudieran tener posibles riesgos en la diversidad biológica;

II. La evaluación de que estos posibles riesgos ocurran realmente, teniendo en cuenta el nivel y el tipo de exposición del OGM;

III. La evaluación de las consecuencias si posibles riesgos ocurrieran realmente;

IV. La estimación del posible riesgo global que represente el OGM, basada en la evaluación de la probabilidad de que los posibles riesgos y las consecuencias identificadas ocurran realmente, y

V. La recomendación sobre si los posibles riesgos son aceptables o manejables, o no lo son, incluyendo la determinación de estrategias para el manejo de esos posibles riesgos".

no se identifican y caracterizan adecuadamente los peligros, o si se hacen juicios erróneos en relación con las probabilidades de que éste ocurra o de la magnitud de las consecuencias (FAO 2003b: 66).

El Protocolo de Cartagena enumera en su Anexo III los *Principios generales* por los que se debe regir la evaluación del riesgo y manifiesta que:

- a) Deberá realizarse de forma transparente y científicamente competente, y al realizarla deberán tenerse en cuenta el asesoramiento de los expertos y las directrices elaboradas por las organizaciones internacionales pertinentes;
- b) La falta de conocimientos científicos o de consenso científico no se interpretarán necesariamente como indicadores de un determinado nivel de riesgo, de la ausencia de riesgo, o de la existencia de un riesgo aceptable;
- c) Los riesgos relacionados con los organismos vivos modificados o sus productos, por ejemplo, materiales procesados que tengan su origen en organismos vivos modificados, que contengan combinaciones nuevas detectables de material genético replicable que se hayan obtenido mediante el uso de la biotecnología moderna, deberán tenerse en cuenta en el contexto de los riesgos planteados por los receptores no modificados o por los organismos parentales en el probable medio receptor, y
- d) La evaluación del riesgo deberá realizarse caso por caso. La naturaleza y el nivel de detalle de la información requerida puede variar de un caso a otro, dependiendo del organismo vivo modificado de que se trate, su uso previsto y el probable medio receptor.

Asimismo, el mencionado Anexo III especifica que, en la realización de la evaluación del riesgo, se deberán tener en cuenta, según el caso, la información técnica y científica sobre las características de los siguientes aspectos:

- “a) *Organismo receptor u organismos parentales. Las características biológicas del organismo receptor o de los organismos parentales, incluida información sobre la situación taxonómica, el nombre común, el origen, los centros de origen y los centros de diversidad genética, si se conocen, y una descripción del hábitat en que los organismos pueden persistir o proliferar;*
- b) *Organismo u organismos donantes. Situación taxonómica y nombre común, fuente y características biológicas pertinentes de los organismos donantes;*
- c) *Vector. Características del vector, incluida su identidad, si la tuviera, su fuente de origen y el área de distribución de sus huéspedes;*
- d) *Inserto o insertos y/o características de la modificación. Características genéticas del ácido nucleico insertado y de la función que especifica, y/o características de la modificación introducida;*
- e) *Organismo vivo modificado. Identidad del organismo vivo modificado y diferencias entre las características biológicas del organismo vivo modificado y las del organismo receptor o de los organismos parentales;*

- f) *Detección e identificación del organismo vivo modificado. Métodos sugeridos de detección e identificación y su especificidad, sensibilidad y fiabilidad;*
- g) *Información sobre el uso previsto. Información acerca del uso previsto del organismo vivo modificado, incluido un uso nuevo o distinto comparado con los del organismo receptor o los organismos parentales, y*
- h) *Medio receptor. Información sobre la ubicación y las características geográficas, climáticas y ecológicas, incluida información pertinente sobre la diversidad biológica y los centros de origen del probable medio receptor”.*

No obstante la coincidencia general en los principios y contenidos descritos, existe una gran discrepancia doctrinal en la forma y el objeto de la evaluación del riesgo. Estas diferentes aproximaciones tienen su replica en las evaluaciones de los riesgos medioambientales en centros de origen.

## A) Sobre el Ámbito de la Evaluación del Riesgo

Con carácter general, las discrepancias doctrinales existentes sobre el carácter más estricto o flexible con que deben realizarse las evaluaciones del riesgo, tienen su origen en el debate ya tradicional de si las variedades GM deben ser reguladas de forma diferente a sus contrapartes convencionales, o de si la transgénesis merece una consideración específica y diferenciada, y, por ende, más estricta y controlada.

Esta discrepancia se manifiesta en la posición de un sector de la doctrina que aboga por que la causa que dé lugar a la evaluación del riesgo sea el proceso, es decir, que lo determinante sea que el cultivo esté genéticamente modificado mediante ingeniería genética o que no lo esté. Frente a ello, otro sector incide en que la causa desencadenante de la realización de una evaluación del riesgo no radica en que el cultivo haya sido objeto de una modificación genética, sino en el producto, es decir en el tipo de rasgo expresado, ya sea este introducido por ingeniería genética o por mejoramiento convencional. (FAO 2003c). En el último caso, la evaluación del riesgo se concentra en el *trait* o atributo introducido y en la especie resultante. Esta perspectiva concede la misma relevancia a si, el transgén introducido o la especie obtenida, lo ha sido a través de un proceso de ingeniería genética o de mejoramiento convencional.

La controversia citada se aplica también a las evaluaciones del riesgo relacionadas con la liberación de OVM en centros de origen y diversidad. Este distinto entendimiento tiene su reflejo en el desarrollo de distintas corrientes doctrinales a las que hacemos referencia a continuación.

- **Reduciendo la Noción del Riesgo en un Mundo Complejo**

Desde esta perspectiva doctrinal se considera que priman las características nuevas del transgén y de la especie GM a ser introducidos, por encima de la calificación del espacio

ambiental en el que se introduce el cultivo GM. La evaluación del riesgo debe hacerse desde el rasgo y la especie que pretenden ser introducidos.

Así, por ejemplo, el pronunciamiento general al que se llegó en la *Conferencia de los países de APEC sobre biotecnología agrícola en centros de origen* celebrada en noviembre del 2003 en la Ciudad de México, reconoce con carácter general la necesidad de entendimiento *ex ante* de las prácticas agrícolas locales y de aspectos ambientales como puede ser la biología de las especies de las plantas y de las sub-especies (y su capacidad de hibridación) y del rasgo o rasgos que han sido introducidos (APEC 2003).

No obstante, según esta perspectiva, la evaluación del riesgo habría de realizarse caso por caso, y en atención a la novedad del rasgo, con independencia de si éste ha sido insertado mediante ingeniería genética o mejoramiento convencional. Es la novedad del rasgo lo que originaría una mayor preocupación en la introducción de la variedad GM, y que implicaría una diferencia a ser considerada en relación con los rasgos que ya están presentes en las variedades locales.

De igual manera, habría que atender a que cada especie tiene un índice de flujo genético distinto y habrá que atenerse al mismo al introducir rasgos mediante ingeniería genética y también al liberar estas variedades GM en centros de origen. Los efectos sobre la diversidad dependerán, por tanto, de la biología de la variedad de la que estemos hablando, del rasgo, y de su eficacia biológica (información genotípica y del fenotipo) o de la presión de selección, de su interacción con el medioambiente y de las prácticas agronómicas (APEC 2003).

Así, a la hora de introducir un organismo genéticamente modificado en un centro de origen o diversidad habría que atender a una jerarquía de rasgos y de especies. Bastaría la existencia de suficiente y consolidada evidencia científica para determinar el tipo de riesgos, basados estos en el carácter del rasgo y en la especie a considerar.

De la misma manera, el proceso de evaluación del riesgo se hará partiendo del análisis del rasgo introducido y de la interacción de éste con el medioambiente. En el mismo sentido, Roca et al. (2005: 96) establecen que, en la evaluación de riesgos en centros de origen, necesariamente se deberá tener en cuenta:

*“1) el estado maleza que se predetermina mediante el examen de un grupo de rasgos o caracteres; Baker (1965, 1974) sugiere un grupo de 14 rasgos para tipificar una maleza; 2) la biología invasiva del cultivo, la cual es función de su estado de maleza y de la presencia de especies silvestres sexualmente compatibles en el área 3) los transgenes no son iguales en su potencial de adaptación; algunos son neutros en el ambiente y 4) la dispersión del rasgo a través del pariente silvestre esta relacionada con el nivel de adaptación del transgén.*

*En la evaluación del riesgo se documentará: la presencia de parientes silvestres compatibles, el grado relativo de maleza (o asilvestramiento) del cultivo, o sea si éste podría escapar o*

*persistir; si el transgén es neutral o detrimental en el ambiente nativo; posibilidad de control agronómico del receptor silvestre, y otros”*

- **La Cuestión de Escalas Debe Respetarse**

La escala<sup>56</sup> es determinante en el análisis del riesgo, cuando hablamos de la liberación de semillas GM en centros de origen y de diversidad. En este sentido, según esta perspectiva doctrinal, la evaluación del riesgo no sólo debe restringirse a identificar los rasgos nuevos que el organismo genéticamente modificado puede introducir en estos ambientes. Habrá que atender, también, al proceso de modificación genética mismo. Y en concreto, a la relación del mismo con el propio proceso o evolución del ecosistema concreto en el que se pretende introducir el cultivo GM.

En consecuencia, la evaluación del riesgo de la liberación de OVM en los centros de origen y diversidad, se deberá realizar no sólo y únicamente atendiendo al rasgo o la especie introducida, sino teniendo en cuenta de forma prioritaria el ecosistema receptor, el medioambiente en el que se inserta el organismo vivo modificado. La prioridad en el análisis se centra en el medioambiente receptor, en el ecosistema agrícola sobre el que se aplica.

Las consecuencias que esta perspectiva implica se concretan en una ampliación en el ámbito objetivo de la evaluación del riesgo. Se someten a examen riesgos que no han sido predeterminados inicialmente (y en los que el científico únicamente se detiene en constatar su existencia o ausencia) y se extienden a los riesgos de impactos que pueden ser indirectos o colaterales en el medioambiente y a los efectos que pueda haber sobre organismos no blanco, por ejemplo, y no exclusivamente a los riesgos relativos al transgén.

Esta perspectiva coincidiría con los resultados de la consulta realizada por la FAO a un Grupo de Expertos, en relación con los impactos ambientales de los cultivos genéticamente modificados, el cual subrayaba la necesidad de considerar estos impactos dentro de un ecosistema más amplio y de ser evaluados caso por caso (FAO 2003a).

En el contexto que nos ocupa, el proceso de modificación genética sería único y distintivo por los riesgos que podría llegar a implicar. Y lo es más, si se tiene en cuenta la complejidad de los ecosistemas donde pretende introducirse el cultivo GM, en centros de origen y diversidad. La concurrencia de ambas circunstancias conduce a la necesidad de una ciencia más sistémica, que dé cuenta de las interacciones no lineales, de sistemas abiertos y bajo condiciones no controladas (COMEST 2005). Y de un mayor pluralismo en la evaluación científica de los riesgos.

---

<sup>56</sup>En Noruega, por ejemplo, para el Norwegian Biotechnology Advisory Board (2003: 7), la evaluación de riesgos no sólo se aplica al producto genéticamente modificado en sí mismo, sino también al sistema de producción en un sentido amplio, lo que incluye toda la línea de producción (i.e. desde el desarrollo en ensayos de campo, en proyectos piloto, hasta el procesamiento en los establecimientos productivos), así como el mercadeo, las ventas y la distribución del producto final. Por lo tanto, la evaluación del riesgo se aplicará a las características del producto, a la producción y al uso del mismo.

De esta forma, se considera que la transgénesis no sería comparable al mejoramiento convencional, al poder causar la primera un daño irreversible y con el que no habría vuelta atrás. La incertidumbre que implica la interacción que pueda haber entre el ADN insertado y el ADN del organismo receptor y la interacción entre la molécula resultante y el medioambiente receptor resultarían en una mayor necesidad de prevención y caución. Asimismo, la misma posibilidad de transferencia génica hacia los ecosistemas nativos, no sólo conlleva un riesgo ecológico a considerar, sino también puede minar las razones fundamentales para conservar las plantas en sus ecosistemas dependientes in situ (Johnson 2000).

Esta perspectiva, pone en evidencia dos factores fundamentales. En el análisis del riesgo se debería de evaluar de qué manera la introducción de cultivos GM afecta a la integridad o a la degradación de dichos ecosistemas. Y, por otra parte, esta visión, no se detiene en la información que disponemos sobre el organismo a ser introducido, sino también en evaluar los impactos teniendo en cuenta los conocimientos de los que disponemos sobre las líneas de base de la biodiversidad y de los agroecosistemas.

Es decir, la evaluación del riesgo habrá de atender, también, a lo que conocemos de los cultivos nativos, los parientes silvestres y de los procesos evolutivos e interacciones propias de estos ecosistemas. Del conocimiento que tengamos sobre la diversidad nativa, también dependerá nuestra capacidad para fijar el nivel de la aceptabilidad de los riesgos. Y no únicamente del conocimiento que tengamos sobre la innovación tecnológica.

En este sentido, el contexto de centros de origen y diversidad conduciría necesariamente a un enfoque más holístico e integrador. Cualquier análisis de riesgo debería considerar el incluir la escala del tiempo en las evaluaciones; la identificación y reconocimiento de los espacios de incertidumbre científica; la complejidad de redes e interacciones propias del “ecosistema” agrícola, con componentes tanto ambientales como sociales y económicos y la evaluación de las alternativas disponibles. La integración de dichas variables puede representar una alternativa para hacer frente a la “impredictibilidad ecológica” presente en el desarrollo de cultivos GM en estos contextos (Myhr y Traavik 2003: 239).

Así, el impacto sobre las prácticas agrícolas que predominan en el hábitat receptor son un componente prioritario a considerar en la evaluación del riesgo. Y la percepción de los agricultores, un aspecto crítico en la determinación de la aceptabilidad del riesgo. Asimismo, en la evaluación del riesgo, tan importante será la información que se dispone del medio receptor como la que no se tiene, las incertidumbres científicas que existen. La relación clara de lo que se sabe y lo que se desconoce será fundamental a la hora de adoptar una decisión sobre la introducción de un cultivo GM en estos ecosistemas, al establecer la gestión y el monitoreo del riesgo. En concreto, éste último adquiere una gran trascendencia a la hora de adquirir un mayor conocimiento sobre estos ecosistemas, que son de por sí complejos.

Siguiendo este argumento, es imprescindible el partir de las propias características del ecosistema agrícola en el que se pretende liberar el OVM, y en concreto, del nivel de

intensificación del mismo. De este modo, según Jepson (2005), no sería lo mismo referirse a sistemas de “conversión agrícola”, más sensibles a los efectos adversos de la intensificación, que a otros de agricultura intensiva o más sobre-explotados.

Así, cuando tratamos de complejos de agrobiodiversidad, éstos se ubicarían entre los que el autor mencionado incluye dentro de la categoría de sistemas nativos o indígenas (incluidos los que son santuarios agrícolas de importancia global) y que se caracterizan por una baja dependencia de insumos para su productividad, la presencia de diversidad genética nativa y una alta relación y dependencia con el conocimiento tradicional del pequeño agricultor. Se trataría de habitats que son frágiles, desconocidos, sensibles a los cambios, vinculados de forma particular (por su gran cercanía y conectividad) con sistemas no manejados, naturales o silvestres.

Esta perspectiva, incorporaría una nueva dimensión en el análisis, como es la de los cultivos GM asociados a prácticas de agricultura intensiva. Con ello, también serían potenciales consecuencias de la liberación de cultivos GM a tener en consideración, las propias de esta intensificación, con los posibles impactos de reemplazo y desplazamiento de cultivos nativos.

Finalmente, nos hallaríamos ante una apuesta mayor a favor del principio precautorio para estos espacios de diversidad. Incluso cuando se coincide en que el riesgo dependerá de cada rasgo introducido, de cada transgén, de la especie y del medioambiente receptor, la introducción de cualquier cultivo GM en un centro de origen y diversidad, merecería, de por sí, un análisis de riesgo cualificado. Es más, estos ecosistemas requieren, no sólo de la realización de evaluaciones caso por caso, sino que demandan un continuo monitoreo e investigaciones de largo plazo, para comprender mejor el flujo de genes entre los principales cultivos GM y las variedades nativas de los centros de origen (GM Science Review Panel 2003; COMEST 2005: 36). Se requiere de formas de evaluación que integren los ordenes sociales y ecológicos y que evidencien la complejidad de las relaciones en una diversidad de escalas espaciales y temporales.

- **No Cabe Compromiso Alguno**

Otro sector de la doctrina iría aún más lejos, al manifestar que el mantener estos reservorios de diversidad de recursos filogenéticos para la alimentación y la agricultura es esencial y no debe ponerse en peligro en ningún caso. Estos ecosistemas son un patrimonio heredado, tienen un valor en sí mismo que debe ser resguardado. De ahí que el no permitir la introducción de cultivos GM de las especies de los centros de origen es algo sobre lo que no debe haber ningún tipo de compromiso. Según esta perspectiva, no deberíamos apostar por una única dirección hasta no saber y estar seguros de que es la correcta, de forma que si algo va mal con la ingeniería genética, seamos capaces de cambiar de rumbo (Mellon y Rissler 2004: 53) y esto se aplicaría con mayor razón en el caso de los centros de origen.

El continuo flujo génico desde las variedades GM hacia las variedades presentes en estos centros de diversidad es, indudablemente, una cuestión de mucha preocupación. Nada es más importante para la agricultura del futuro, se dice, que el poder contar con una diversidad de recursos genéticos seguros y de alta calidad. Estos reservorios de semillas contienen genes con atributos valiosos y con combinaciones de atributos, que han sido el trabajo de múltiples generaciones de campesinos y que ofrecen grandes potencialidades para la agricultura del futuro, que de ninguna manera deberían verse comprometidos. La introducción de nuevos transgenes, con riesgos potenciales para el medioambiente y la salud humana, puede llegar a arruinar la calidad de estos almacenes vivos o reservorios de semillas y recursos genéticos, que son de importancia esencial para el futuro. El hacerlo sin un adecuado monitoreo sería, además, una cuestión de absoluta irresponsabilidad.

En este sentido se expresa Johnson (2000: 133) que atiende a la importancia global que estos ecosistemas tienen para la investigación científica y manifiesta que *“Nuestra comprensión de la genética ecológica depende de la investigación del pool genético de las especies que conforman los ecosistemas nativos, y cada código genético de los parientes silvestres contiene información que puede ser beneficiosa a futuro. La llamada polución genética en este contexto presenta legítimas cuestiones acerca de la pérdida de recursos científicos básicos. Como científicos, estamos interesados en la genética de las poblaciones nativas, y el añadir genes de otras phyla de forma indeseada y por azar en este pool genético no es necesariamente una buena idea. Quizás la forma ecológica más simple de asegurar el aislamiento genético es estar seguros de que las plantas GM a ser introducidas estén absolutamente desvinculadas de las especies nativas y sus parientes silvestres de los centros de origen ubicados en los países en los que pretendan ser introducidas”* (Traducción de la autora).

No obstante las diferentes posiciones descritas, es importante destacar que la existencia de conocimiento científico *competente* o sólido, a que hace referencia el Protocolo de Cartagena en su Anexo III, sobre el que debe basarse la evaluación del riesgo, dependerá, en gran medida, de un mejor entendimiento de estos ecosistemas complejos y de las interacciones que se producen en ellos. El contar con conocimiento científico sólido sobre la línea de base de la biodiversidad y de los ecosistemas es, a este respecto, crítico para una adecuada evaluación del riesgo. Como se ha visto a lo largo del presente estudio, en centros de origen como el andino-amazónico, el ecosistema natural y el domesticado perfectamente se confunden y conviven. La concurrencia de distintos procesos evolutivos y la existencia de interacciones con la diversidad silvestre son, por tanto, complejas y necesitadas de mayor estudio. En estos habitats, muchas veces, no cabe la distinción entre sistemas agrícolas puros y espacios naturales, por ello, la evaluación del riesgo deberá hacerse en atención a sus características especiales. Por lo mismo, la falta de conocimiento científico en relación con estos procesos no debe interpretarse como indicador de un determinado nivel de riesgo, de la ausencia de riesgo, o de la existencia de un riesgo aceptable (Anexo III, apartado 4, del Protocolo de Cartagena)

Por ello, el crear bases de datos a nivel de país en donde se especifiquen las zonas de concentración de cultivos nativos y parientes silvestres; el georeferenciar las áreas con mayor o menor potencial de flujo génico y de introgresión, que permitan un mayor conocimiento para establecer las medidas de mitigación y monitoreo, es absolutamente imperante.

En relación con el ecosistema andino-amazónico, un reciente estudio realizado en el marco del fomento a la innovación tecnológica aplicada a la diversidad biológica presente en estos agroecosistemas, manifiesta que *“en el ámbito andino en particular, un mayor conocimiento sobre la biotecnología de las especies de cultivos nativos y sus parientes silvestres, su distribución ecogeográfica y relaciones ambientales contribuirán a aumentar las relaciones de confianza en las decisiones de evaluación y gestión del riesgo. Asimismo, deben tenerse en consideración: el registro y caracterización de parientes silvestres y variedades nativas; su distribución geográfica; la biología reproductiva y la genética; el potencial flujo de genes entre los cultivos comerciales, variedades nativas y poblaciones silvestres; ocurrencia de tipos de maleza; ocurrencia e interacción con polinizadores y competencia de polen; diversidad de otras especies en el ambiente (flora, fauna, microorganismos)”*<sup>57</sup>.

En concreto, en el Perú, la información y el conocimiento que se posee sobre las variedades silvestres y sobre los cultivos nativos se podrían calificar de limitados, siendo, a su vez, escasos los recursos humanos y financieros destinados a la investigación sobre los mismos<sup>58</sup>. Esta afirmación se aplica a la comprensión de los procesos que tienen lugar en estos ecosistemas y a las interacciones entre el ecosistema de la chacra andina y el ecosistema natural.

Finalmente, el concepto de conocimiento científico competente, que se menciona en el Protocolo, ha de referirse a la información biofísica y social que impera en la agricultura tradicional. Por ello, ha de encontrarse obligatoriamente incluido en dicho concepto el conocimiento tradicional de las comunidades sobre estos ecosistemas y prácticas agrícolas. Y con mayor razón, cuando nos hayamos ante un contexto de agrobiodiversidad y de conservación in situ. Asimismo, la participación de los sectores de la sociedad civil que potencialmente puedan verse afectados por las nuevas tecnologías es fundamental en todas las etapas del proceso de análisis del riesgo, sobre todo, si se quiere contar con la confianza pública en el sistema regulatorio de bioseguridad.

---

<sup>57</sup> Información extraída del documento de trabajo elaborado por el Centro Internacional de la Papa y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) con fecha 10 de abril de 2006, denominado *“Temas relacionados con ciencia y tecnología”*, que fue elaborado para las reuniones organizadas por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual en Perú (INDECOPI), con el fin de definir una política de propiedad intelectual en torno a las innovaciones tecnológicas.

<sup>58</sup> Comunicación personal, Manuel Sigueñas, Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Perú. 26 septiembre 2006.

## B) Sobre la Forma de Realizar la Evaluación del Riesgo

Por lo anterior, y tal y como se ha expuesto con anterioridad, la evaluación del riesgo es en gran medida no sólo *“event specific”* (referida a los rasgos o *traits*), sino también *“context specific”*. Y, de la misma manera que los riesgos descritos para los cultivos GM en el mercado no cierran el balance de potenciales efectos que puedan surgir en el futuro ante nuevos eventos transgénicos; los riesgos ecológicos identificados en Estados Unidos o Canadá pueden considerarse irrelevantes en otros ecosistemas, como puede ser el ecosistema andino-amazónico. Por ello, la identificación y cuantificación de los riesgos deberá ser específica del contexto ecológico en el que se produce la liberación del OVM. Y ello constituirse en un requisito obligado de cualquier actividad que implique el desarrollo y la liberación de un nuevo OVM en los centros de origen y diversidad.

El ser *“context specific”* involucra, además, el añadir una escala de análisis temporal: las repercusiones sobre los ecosistemas requieren de un seguimiento durante un período de tiempo que permita anticipar los efectos acumulativos. Y, por último, el atender a las consideraciones sociales, culturales y económicas de los sistemas de agricultura tradicional y de pequeña escala en los que se incorpora.

Creemos conveniente reincidir en este último punto, porque muchos de los proponentes de los cultivos GM asumen que las evaluaciones del riesgo y las metodologías de manejo del riesgo desarrolladas en climas templados y en economías industrializadas, pueden perfectamente ser extrapolables a otros contextos, como serían los del pequeño agricultor y los sistemas agrícolas tradicionales característicos de los complejos de diversidad agrícola como el andino-amazónico. Por el contrario, como hemos visto, la realidad en la que se incorporan los cultivos GM es diferente y distintos son los procesos tanto evolutivos como sociales que han de ser considerados. El imponer estudios foráneos y evaluaciones del riesgo ajenos implica el omitir de facto las características ecológicas concretas del medioambiente y realidad social en los que se incorporan. Esto puede tener efectos muy perniciosos para la conservación de la diversidad genética en los centros de origen y diversidad (Cleveland y Soleri 2005).

Asimismo, esta posición tampoco ayudará a evaluar las distintas alternativas<sup>59</sup> de cultivos GM, variedades modernas o variedades tradicionales, o variedades tradicionales mejoradas genéticamente, en aras a elegir la opción más adecuada para el desarrollo de una agricultura sostenible en este contexto específico (Cleveland y Soleri 2005).

<sup>59</sup> En la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados de México (18-03-2005), en la fase de evaluación del riesgo, se establece que *“El interesado podrá presentar de manera adicional al estudio de los posibles riesgos, otros estudios o consideraciones en los que se analicen tanto la contribución del OGM a la solución de problemas ambientales, sociales, productivos o de otra índole, las consideraciones socioeconómicas que existan respecto de la liberación de OGMs al ambiente, como una evaluación de los riesgos de las opciones tecnológicas alternas para contender con la problemática específica para la cual el OGM fue diseñado”* (Art. 64).

Por la dificultad con que se pueden encontrar los países en desarrollo en el momento de elaborar sus marcos regulatorios, sería deseable que se contase con guías que garanticen un adecuado desempeño en la evaluación de los riesgos; con estándares mínimos para la realización de las mismas e información sobre las mejores técnicas y ejercicios de evaluación disponibles, con el fin de desarrollar procedimientos y metodologías para evaluar los impactos de la liberación de OVM y cumplir con las demandas internacionales. También es preciso el contar con un marco institucional, con comités de expertos multidisciplinarios que asesoren en la materia, entre otros aspectos<sup>60</sup>.

Por otra parte, la preocupación sobre el establecimiento de medidas de bioseguridad en los centros de origen se extiende a los bancos de germoplasma existentes en los mismos. Estas colecciones tampoco se pueden considerar estáticas, sus semillas son removidas y plantadas in situ con frecuencia, y los descendientes de las mismas pasan a formar parte de las colecciones ex situ. En estos depósitos de germoplasma también recae la responsabilidad de garantizar una determinada “pureza” en sus colecciones, con el fin de mantener la calidad y resistencia de las mismas a futuro. En este sentido, los Centros Internacionales CGIAR han adoptado una guía de análisis de riesgo que puede ser de interés para los bancos de germoplasma ubicados en los centros de origen.

## 1.2. El Manejo del Riesgo

La fase de manejo del riesgo da contenido al proceso en donde se analizan y contrapesan las distintas alternativas políticas existentes, en consulta con las partes interesadas, y se consideran los resultados de la evaluación del riesgo, así como otros factores legítimos. Y en donde, en su caso, se determinan las medidas de prevención y de control del riesgo.

Según Snow et al. (2004: 15) el manejo del riesgo (*risk management*, en inglés) sería definido como “el proceso de considerar cursos de acción alternativos y de seleccionar la opción más apropiada, después de integrar los resultados de la evaluación del riesgo con las preocupaciones científicas, sociales, económicas y políticas, con el fin de alcanzar una decisión” (Traducción de la autora).

---

<sup>60</sup>Al respecto, consultar Decisión BS-III/11; <http://www.biodiv.org>

### **Cuadro 7. Principios Rectores para la Elaboración de Políticas a fin de que los Centros para las Cosechas del Futuro Aborden la Posibilidad de la Presencia Involuntaria de Transgenes en las Colecciones Ex Situ**

*“(..). 6. Los Centros deberían tomar medidas proactivas para determinar el riesgo de la presencia involuntaria de genes exóticos, incluidos transgenes, en sus colecciones ex situ.*

*7. Los Centros deberían elaborar, documentar y comunicar directrices para cultivos determinados, a fin de lograr prácticas óptimas de gestión de bancos de genes. Esas directrices deberían incluir procedimientos de análisis de riesgos para cultivos determinados (es decir, evaluación de riesgos, gestión y comunicación), abordando puntos de control críticos.*

*8. Las principales operaciones que deben evaluarse son la recolección, adquisición, regeneración, caracterización, entrega, conservación, ensayos sanitarios y de viabilidad, evaluación y documentación (los bancos de genes están sumamente expuestos a la introducción involuntaria de transgenes en las etapas de recolección y adquisición, porque el germoplasma puede haber quedado expuesto a un flujo de genes que escape al control del banco de genes). Las directrices deben tratar de reducir al mínimo el flujo en esas etapas, tanto de transgenes como de genes tradicionales.*

*9. Como parte de sus análisis de riesgos, al recolectar o adquirir nuevas muestras por otros medios, los Centros deberían considerar en relación con los ensayos lo siguiente:*

*a. si es probable que haya sucesos transgénicos (comerciales o de investigación) en los taxones pertinentes en el área de la recolección o adquisición;*

*b. la distancia entre el sitio de recolección y las áreas en que se sitúen los sucesos transgénicos (comerciales o de investigación); o*

*c. si los proveedores de germoplasma pueden proporcionar documentación suficiente de sus prácticas de gestión de germoplasma con respecto al material de que se trate.*

*10. En cuanto a las muestras existentes, los procedimientos de ensayo de los Centros deberían orientarse por los siguientes criterios:*

*a. No haría falta realizar ensayos cuando:*

*i. no haya sucesos transgénicos (comerciales o de investigación) en los taxones pertinentes en la actualidad;*

*ii. no haya sucesos transgénicos (comerciales o de investigación) en los taxones pertinentes en el momento de la adquisición (por ejemplo, el maíz antes de 1996);*

*iii. se determine que, a menos que concurren otros factores, no hay sucesos transgénicos en una distancia que permita la introgresión; o*

*iv. haya sucesos transgénicos (comerciales o de investigación) en la actualidad, pero se hayan seguido y documentado en la gestión de las muestras prácticas de gestión adecuadas.*

*b. Deberían realizarse ensayos cuando hubiera sucesos transgénicos (comerciales o de investigación) y no pudieran demostrarse prácticas de gestión óptimas.*

*c. Una vez que se haya determinado que las muestras no requieren ensayo o que el resultado de éste ha sido negativo, el Centro seguirá los procedimientos de regeneración y mantenimiento de prácticas óptimas a fin de mantener la integridad genética, como en el caso de todas las muestras.*

*11. Si se detectan transgenes en una muestra, al seguir los procedimientos de gestión de prácticas óptimas, los Centros adoptarán las medidas adecuadas para impedir la introgresión de esos transgenes en otras muestras.*

12. Los Centros deberían establecer y mantener una base de datos sobre la situación mundial de la investigación y desarrollo de la modificación genética para los cultivos de sus colecciones, a fin de facilitar el análisis de riesgos. La base de datos debería situarse en un sitio web accesible al público.

13. El Centro debería sufragar los costos de los procedimientos, incluidos los ensayos cuando fueran necesarios, anteriormente expuestos. Las solicitudes de garantías adicionales por encima de las establecidas por el Centro deberían sufragarse caso por caso con fondos adicionales, procedentes de fuentes exteriores.

14. A solicitud de los receptores de materiales, el Centro proporcionará información que describa los procedimientos y ensayos que se hayan seguido para la muestra de que se trate.

15. Todos los datos resultantes de cualquier ensayo deberían documentarse adecuadamente y hacerse públicos tan pronto como se considerasen científicamente fiables (por ejemplo, incluyéndolos en el sitio web del Centro). Todos los procedimientos y la información de apoyo deberían presentarse al mismo tiempo. El Centro informará también a la autoridad competente del país de la recolección o adquisición del material de que se trate cuando se encuentren transgenes; también informará a la autoridad competente del país en que el Centro esté situado”.

Fuente: Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (2005). *Examen del Proyecto de Principios Rectores a Fin de que los Centros para las Cosechas del Futuro Aborden la Posibilidad de una Presencia Involuntaria de Transgenes en las Colecciones Ex Situ*. CGRFA/WG-PGR-3/05/6. 26 – 28 de Octubre 2005. Roma, Italia.

## A) Nivel de Aceptabilidad del Riesgo

En la toma de decisiones de política, la evaluación del riesgo es necesaria, pero no suficiente (COMEST 2005). Una vez identificados los potenciales impactos negativos o los beneficios del cultivo GM; la probabilidad y las consecuencias de que el riesgo se concrete y los aspectos sobre los que existe incertidumbre científica, se deberá adoptar una decisión sobre la aprobación o no de la liberación del cultivo GM. El tomador de decisiones partirá, para ello, de los resultados de la evaluación del riesgo y, junto con otros factores de política (que pueden ir más allá de los meramente científicos), determinará si la solicitud de la actividad a realizar con OVM debe ser aprobada o rechazada.

En esta fase se concreta si el riesgo a asumir es aceptable por una sociedad determinada en relación con otros beneficios y costes. Ésta es una decisión de carácter político y no técnico, y debería ser transparente y democrática. En el balance de riesgos y de beneficios, y de las alternativas de las que se dispone, los distintos interesados y representantes de la sociedad civil deben tener un nivel de participación en donde puedan manifestar su nivel de aceptabilidad del riesgo.

En este punto, creemos muy importante el destacar que, en el marco de los centros de origen y diversidad, el riesgo (como se desarrolla con mayor detenimiento en el Capítulo

siguiente), tiene un significado distinto para las distintas poblaciones, según sean sus características sociales, económicas y culturales. Normalmente, los agricultores que viven en condiciones de especial vulnerabilidad eligen tecnologías de bajo riesgo<sup>61</sup>. En algunos casos, estos campesinos viven y trabajan en los límites de la suficiencia alimentaria y no pueden permitirse el afrontar nuevos riesgos, cuyas consecuencias pueden ser, para ellos, difíciles de superar. Es preciso, por tanto, que las percepciones de los agricultores que viven de la agrobiodiversidad en los centros de origen sean escuchadas y tomadas en cuenta en las decisiones respectivas.

Asimismo, hemos de tener en cuenta que un riesgo es aceptable cuando es asociado y comparado con la mejor de las alternativas disponibles. Por ello, los interesados deben tener también la oportunidad de poner en conocimiento del tomador de decisiones las alternativas que existen en relación con la actividad con el cultivo GM.

En este sentido, se puede afirmar que la aceptabilidad del riesgo estará destinada a determinar si el cultivo GM es la mejor de las alternativas existentes para cubrir la necesidad o el problema del que se parte y al que se intenta dar respuesta. Por ello, la realización de un verdadero análisis de coste/beneficio ha ir más allá de la mera comparación entre el manejo del cultivo GM con el de su contraparte convencional, e incluir otras alternativas, como pueden ser las basadas en un mayor manejo de la biodiversidad o en la baja dependencia de insumos externos.

Por otra parte, cabe mencionar que en los procesos de los estudios de impacto ambiental (EIA) relativos a evaluar los impactos ambientales de la realización de actividades de carácter productivo, generalmente se contempla una fase de consulta y participación pública. De la misma manera, esta posibilidad no debería omitirse en el supuesto que nos ocupa.

En cualquier caso, la etapa de manejo del riesgo implicará una decisión sobre las distintas opciones existentes y puede finalizar con la resolución de:

- a) Aprobar la actividad con cultivos GM;
- b) Aprobar con condiciones: autorizar la actividad con cultivos GM bajo determinadas condiciones de gestión que hagan que el riesgo asumido sea considerado aceptable. Entre las condiciones planteadas pueden incluirse las relativas a establecer mecanismos de confinamiento; coexistencia; aislamiento; fijar temporadas de siembra; provisiones que

---

<sup>61</sup> En el estudio de caso realizado por Soleri et al. (2005: 156) en Cuba, Guatemala y México, sobre las perspectivas de los agricultores en relación con los riesgos potenciales de los cultivos GM, la mayoría de los agricultores eligieron variedades en las que predominaba la estabilidad por encima de una alta productividad, a excepción de una localidad que tenía una plena integración en el mercado, es decir, en donde el 100% de su producción estaba destinada al mercado. En el primer caso se dió prioridad a "producir al menos algo cada año" y a la opción de "los años de buenas cosechas compensan los de pérdidas de cosechas".

impidan la dispersión de semilla en el área o medidas dependientes de la naturaleza del cultivo o de las prácticas agrícolas de una determinada zona agrícola;

c) Rechazar la solicitud: eludir el riesgo rechazando la solicitud de actividad con cultivos GM.

## B) La Gestión del Riesgo

El Protocolo de Cartagena se refiere de una manera difusa a la gestión del riesgo, en el Art. 16 y en el Anexo III, al tratarla como una de las posibles actuaciones a seguir, resultantes de la evaluación del riesgo. Así, el Anexo III establece que el proceso de evaluación del riesgo puede implicar “e) *Una recomendación sobre si los riesgos son aceptables o gestionables o no, incluida, cuando sea necesaria, la determinación de estrategias para gestionar esos riesgos;* y f) *Cuando haya incertidumbre acerca del nivel de riesgo, se podrá tratar de subsanar esa incertidumbre solicitando información adicional sobre las cuestiones concretas motivo de preocupación, o poniendo en práctica estrategias de gestión del riesgo apropiadas y/o vigilando al organismo vivo modificado en el medio receptor*”.

Por tanto, entre las decisiones a adoptar, puede incluirse la de aprobar la actividad con OVM bajo ciertas condiciones de gestión y manejo de los riesgos. Estas medidas pueden referirse a un amplio abanico de posibilidades que incluyen, desde las condiciones para el desarrollo de la actividad y la utilización del cultivo GM, al transporte o a la liberación del cultivo GM al medioambiente. En concreto, el Art. 16. 4, prevé de forma específica que cada país que sea Parte del Protocolo tratará de asegurar que el organismo vivo modificado haya pasado por un período de observación apropiado a su ciclo vital o a su tiempo de generación antes de que se le dé su uso previsto.

En cualquier caso, el Art. 16. 2 establece que “*Se impondrán medidas basadas en la evaluación del riesgo en la medida necesaria para evitar efectos adversos de los organismos vivos modificados en la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, en el territorio de la Parte de importación*”.

La legislación de Colombia, por ejemplo, define la gestión del riesgo como la implementación de los mecanismos, medidas y estrategias adecuadas para prevenir, mitigar, manejar, controlar y/o compensar los efectos previstos y los que puedan manifestarse durante el desarrollo de las actividades realizadas con OVM (Decreto No. 4525/2005, Art. 3).

En relación con la gestión del riesgo en la utilización de cultivos GM en centros de origen, creemos oportuno mencionar distintos aspectos que consideramos de interés. En primer lugar, que para el manejo del riesgo han de tenerse presentes cuáles son las prácticas que son y han venido siendo desarrolladas por los agricultores. En segundo lugar, que en espacios de agrobiodiversidad y bajo un contexto social y económico como el que predomina en el ámbito andino-amazónico, es muy difícil que el pequeño agricultor sea consciente del manejo del cultivo GM como un producto diferenciado.

La contribución del pequeño campesino es imprescindible para la gestión de los riesgos, por ello, las reglamentaciones sobre manejo del riesgo procedentes de países desarrollados no son necesariamente aplicables en países en desarrollo. Aún más, la gestión de los riesgos habrá de basarse en las características sociales y ambientales que son propias de los sistemas agrícolas tradicionales, de pequeña escala, y atendiendo a los valores y al conocimiento de los propios campesinos (Cleveland y Soleri 2005).

Por otra parte, al no darse una expresión fenotípica del transgén, el agricultor no tiene ninguna base para realizar la selección y el manejo. El agricultor no va a ser capaz de diferenciar el cultivo GM del que no lo es, a no ser que el primero desarrolle una característica en su fenotipo que lo haga distinguible. Esta imposibilidad de separación puede conducir a abrir vías indirectas de flujo génico, que pueden ser indeseadas. A esta complejidad de manejo, se añade el bajo nivel de alfabetismo de la población rural que profundiza esta situación de incompreensión de los nuevos paquetes tecnológicos proporcionados por las compañías proveedoras.

Los argumentos arriba indicados son la base para afirmar que no puede recaer en la responsabilidad de los pequeños agricultores, la imposición de medidas de manejo como puede ser la exigencia de zonas de amortiguamiento o *buffer zones* en donde se planten cultivos no transgénicos -que impidan el flujo génico-; la fijación de distancias de aislamiento, o la creación de zonas refugio<sup>62</sup> que ayuden a retrasar la resistencia al cultivo GM, entre otras. No es razonable el pensar, en este caso de pequeños agricultores en países en desarrollo, que sobre aquellos que se ocupan del manejo de los cultivos, es sobre los que debe recaer la carga de manejar el flujo génico y los cultivos GM. Y, mucho menos, cuando estas prácticas no están al alcance de sus recursos o contradicen llanamente sus formas de hacer y sus prácticas agrícolas: los sistemas tradicionales de semillas se caracterizan por ser abiertos al flujo e intercambio de materiales.

Así, muchas de las estrategias de gestión de riesgos propuestas en países industrializados no son válidas para su aplicación en países en desarrollo, que requieren sus propias medidas de gestión específicas. Hasta la fecha, entre las medidas de gestión que se han contemplado desde los países que son centros de origen y diversidad, ha predominado la definición y delimitación de zonas geográficas. Ya sea con el objetivo de declarar a estas zonas libres de transgénicos o de someterlas a una protección especial.

---

<sup>62</sup> Las estrategias de manejo basadas en el establecimiento de refugios se aplican fundamentalmente en casos de cultivos Bt (i.e. que producen toxinas insecticidas utilizando genes de la bacteria *Bacillus thuringiensis*, Bt) que son plantados al lado de áreas en las que existe el mismo cultivo pero sin ser Bt, convencional, y cuya finalidad es el retrasar el desarrollo de la resistencia a las toxinas Bt entre las plagas. Al respecto, se origina una gran confusión entre los agricultores, en la práctica, en relación con la extensión y forma que deben tener las áreas de refugio, sobre todo, cuando la distinción visible entre lo que es Bt y no Bt es imperceptible. Consultar al respecto las experiencias habidas sobre el tema y que fueron reflejadas en la Conferencia de la FAO "Regulating GMOs in Developing and Transition Countries" desarrollada en el 2003 (FAO 2003c).

Entre las iniciativas más recientes y de importancia por su carácter y extensión andina, se encuentra la *Ruta Condor*, desarrollada a propuesta de la Asociación Andes del Cusco y de la Asociación de Comunidades del Parque de la Papa (en Perú), en donde se pretende crear un corredor que se extienda desde los proyectos de conservación in situ que se estarían desarrollando en Ecuador (Carchi, Chimborazo); Perú (Huanuco, Huancavelica, Parque de la Papa-Cusco) a Bolivia (Potosí, Oruro). La propuesta tiene la finalidad de proteger los centros de origen, la biodiversidad, los conocimientos tradicionales y el bienestar de las comunidades campesinas en los Andes. Entre sus objetivos, se encuentra el ser respuesta a la pobreza y amenaza sobre los recursos genéticos nativos; el mantener el carácter tradicional de paisaje agrícola andino, los bienes y servicios ecosistémicos a través de la vinculación de áreas de alta diversidad biológica y cultural incluyendo todos los componentes del concepto de Patrimonio Bio-cultural Indígena tales como los culturales, económicos, genéticos, sociales y paisajísticos para asegurar la soberanía alimentaria y el constituirse sobre los principios de zonas libres de transgénicos, para evitar que la biotecnología impacte de manera adversa la biodiversidad, el paisaje, los conocimientos, prácticas y sistemas de innovación tradicionales y el bienestar del poblador andino (Argumedo 2005).

En el ámbito específico del Perú, la definición de áreas restringidas ha sido una de las propuestas a considerar a nivel de política nacional, resultantes de los talleres desarrollados al amparo del Proyecto UNEP- GEF para el desarrollo de marcos normativos e institucionales de bioseguridad<sup>63</sup>. No obstante, hasta la fecha, la implementación de dichas medidas se ha realizado, sin existir un antecedente normativo que lo ampare, de forma unilateral y voluntaria por parte de determinadas comunidades andinas en relación con microcentros de diversidad genética. Éste ha sido el caso de cinco comunidades indígenas del Valle de Písaq en el Cusco que han creado el Parque de la Papa<sup>64</sup> (al que se ha hecho referencia en el Cuadro 6), con una extensión de 12,000 hectáreas, declarándolo como Área de Herencia Biocultural Indígena y zona libre de transgénicos.

Similares iniciativas se están proponiendo, por parte de la sociedad civil, en Chile en relación con la declaración del archipiélago de Chiloé como área libre de transgénicos por considerarse centro de diversidad de la papa, en donde se concentrarían 200 variedades de papa, se han desarrollado bancos de germoplasma locales y se han definido áreas bajo el proyecto de la FAO sobre “Sistemas Ingeniosos de Patrimonio Agrícola Mundial”<sup>65</sup>.

<sup>63</sup> En concreto, nos referimos al “Taller sobre Impacto del Flujo de Genes en Centros de Origen y Diversidad”. Organizando por CONAM- Asociación ANDES. 22 de octubre del 2004. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú.

<sup>64</sup> Sobre el Parque de la Papa y su declaración como zona libre de transgénicos, revisar <http://www.andes.org.pe/English/Programs> (Consultado Enero 2005).

<sup>65</sup> Al respecto, consultar el artículo de D. Estrada. “Verdes quieren Chiloé libre de transgénicos” <http://www.tierramerica.net/2006/1014/articulo.html>. (Consultado Octubre 2006). En sentido parecido, en Brasil se ha promulgado la Medida Provisoria No. 327, de 31 de Octubre del 2006, que prohíbe el cultivo de OVM experimentales y comerciales en áreas indígenas y en unidades de conservación.

### Cuadro 8. Propuestas para el Manejo del Flujo Génico en la Papa

Dadas las altas posibilidades de existencia de flujo génico entre las variedades de papa domesticadas y sus parientes silvestres, un sector de científicos propone introducir (hasta que no se resuelvan con mayor certeza los efectos posibles de introgresión en sucesivas generaciones) en el centro de origen de la papa, una papa transgénica que, por su naturaleza propia de esterilidad masculina, implica en sí misma una barrera a las posibilidades de entrecruzamiento con parientes silvestres.

Se trataría de una papa transgénica resultado de la incorporación de un gen procedente del arroz en la papa, con el fin de dotarla de resistencia a nematodos. El gen produciría una proteína (*cystatin*) que interferiría con la capacidad de digestión del nemátodo.

En general, las posibilidades de que exista flujo génico entre las especies de papa cultivadas y los parientes silvestres son altas según pruebas realizadas en cinco estudios de campo abiertos en el Perú. Estas posibilidades altas de entrecruzamiento podrían tener consecuencias negativas en el caso de la introducción de una papa transgénica que deben ser analizadas caso por caso. En particular, el flujo génico entre la papa transgénica y los parientes silvestres podría dar lugar a la generación de híbridos que estuvieran dotados con las características del transgén. Ello significa que existe la probabilidad de transferir el atributo de resistencia a nematodos a las variedades silvestres y de crear nuevas malezas resistentes a nematodos, que se pueden convertir en especies invasivas.

Con el fin de eludir este riesgo, y de forma interina hasta que se evalúen con mayor certeza las posibilidades de introgresión en las generaciones sucesivas, los científicos propusieron la incorporación del transgén en la papa “*Revolución*”. Esta papa ofrece una esterilidad masculina que le impide producir polen viable y polinizar con otros cultivares o parientes silvestres. Según los investigadores, la variedad transgénica de “*Revolución*” sería la manera de responder al principio de precaución desde lo científico y atender a las necesidades de las comunidades rurales más pobres<sup>66</sup>.

Fuente: Celis, C., Scurrah, M., Cowgill, S., Chumbiauca, S., Green, J., Franco, J., Main, G., Kiezebrink, D., Visser, R., y Atkinson, H. (2004) “Environmental Biosafety and Transgenic Potato in a Centre of Diversity for this Crop”. *Nature*. Vol. 432, 11 Noviembre 2004.

<sup>66</sup> En este mismo sentido, se ha realizado una propuesta similar por representantes del Centro Internacional de la Papa (CIP) radicado en Lima, Perú. Al respecto, consultar Buijs, J., Martinet, M., de Mendiburu, F., Ghislain, M. (2005). “Potential Adoption and Management of Insect-resistant Potato in Peru, and Implications for Genetically Engineered Potato” *Environ. Biosafety Res.* No. 4, pp. 179-188. 2005.

### 1.3. El Monitoreo del Riesgo

El Protocolo de Cartagena en su Anexo III determina las medidas de monitoreo del riesgo que han de adoptarse. Dicho instrumento establece de forma ambigua que se podrán adoptar medidas de vigilancia del organismo vivo modificado en el medio receptor o de solicitud de información adicional cuando, después de la realización de la evaluación del riesgo, permanezca la incertidumbre acerca del nivel del riesgo.

En general, es de destacar la importancia del proceso de monitoreo para identificar, manejar y mitigar los riesgos ambientales y para detectar riesgos ambientales que no fueron evidentes en las evaluaciones del riesgo. Así, numerosos estudios y propuestas (Snow et al. 2004; FAO 2003a; FAO 2005c) destacan la relevancia de recabar y profundizar en mecanismos de monitoreo después de la liberación de cultivos GM.

El monitoreo permite incluir las escalas del espacio y del tiempo dentro de la evaluación de los impactos ambientales. En concreto, el monitoreo del riesgo adquiere una relevancia fundamental en relación con la introducción de cultivos GM en los centros de origen y diversidad. La incertidumbre y la falta de conocimiento científico con el que estamos obligados a coexistir, unidos a la propia complejidad de los procesos evolutivos que tienen lugar en estos escenarios, hacen meritorio el ejercicio de un proceso de monitoreo que contribuya a un mayor conocimiento sobre los efectos a largo plazo en estos ecosistemas y alimente los procesos de toma de decisiones.

En este mismo sentido, Snow et al. (2004) manifiestan que una razón para realizar el monitoreo es la complejidad misma de los ecosistemas. Éstos sufren variaciones continuas e interacciones que no pueden ser replicadas en los ensayos de un laboratorio o en los limitados ensayos de campo. Como consecuencia de ello, habrá impactos que no puedan ser determinados con anticipación. Muchos de los impactos que pueden derivarse del flujo génico o de la naturaleza invasiva de los cultivos GM se encontrarían dentro de esta necesidad de vigilancia.

Los objetivos del monitoreo pueden ser el controlar las desviaciones en la integridad ecológica de un ecosistema; el refutar o confirmar las asunciones sobre los riesgos que fueron identificados en la fase de evaluación del riesgo; la detección de efectos ambientales no previstos o anticipados; una mejor comprensión de los procesos evolutivos y la retroalimentación del proceso de evaluación de riesgos y de toma de decisiones. La gran ventaja que ofrecen las actividades de monitoreo es que permiten, al contrario de la evaluación del riesgo, advertir de nuevos impactos colaterales no anticipados y puede rescatar los beneficios de los cultivos GM.

En relación con la metodología a seguir en el proceso de monitoreo, las conclusiones de la consulta realizada a un Grupo de Expertos convocado por la FAO en la materia (FAO 2005c), indican que la realización del monitoreo no puede equipararse a una tarea de mero

control. Por el contrario, implica la fijación de unos objetivos claros, prioridades, indicadores y metas, y se halla destinado a identificar la situación de cambio, en comparación con los datos referenciales que se poseen.

Por ello, según Jepson (2005) el monitoreo supone necesariamente el partir de una información de referencia frente a la que se puedan contrastar los resultados de la medición de impactos y que permita realizar un seguimiento en la evolución de los ecosistemas. De ahí, la trascendencia de contar con una línea de base sobre el ecosistema nativo. Y la prioridad de partir de un buen entendimiento de la diversidad nativa, que permita identificar el tipo de riesgos que en ningún caso son aceptables y comprender el “antes y el después” de la liberación del cultivo transgénico.

Siguiendo el desarrollo realizado por el mencionado autor, el diseño de un sistema de monitoreo implicará la identificación de los impactos negativos que no son aceptables en ningún caso, la fijación de las escalas temporales y espaciales para realizar el monitoreo y la fijación de indicadores. Asimismo, los parámetros fijados deberán revelar la capacidad del ecosistema de soportar los niveles de intensificación agrícola que este tipo de cultivos puede conllevar (en términos de disponibilidad de agua, suelo, etc.). Ello dependerá del estado del ecosistema, de su nivel de integridad o degradación y de su coexistencia con el medio natural no domesticado. En este sentido, el monitoreo debería estar destinado a medir no sólo los impactos adversos de la introducción de un rasgo, o un *trait* o producto, sino también las consecuencias que puede traer la intensificación de su cultivo.

En relación con agroecosistemas nativos como los que se ubican en centros de origen, Jepson (2005) parte de la realidad común a estos sistemas donde coinciden su mayor fragilidad, la necesidad de datos e información de alta calidad, la ausencia de ésta y la falta de capacidades y de I&D destinados a su mejor conocimiento.

Así, la dependencia de estos sistemas de innovación que han evolucionado a lo largo de generaciones en respuesta a la variabilidad ambiental, es lo que los hace predominantemente vulnerables al cambio. A veces, el nivel de incertidumbre que se deduzca de la línea de base puede ser índice suficiente de que un medioambiente no es apto para la introducción de nuevos sistemas de cultivo.

Por otra parte, el sistema de monitoreo puede ser más complejo en países donde el intercambio de material genético es prolífico y difícil de controlar. A ello habría que añadir el sistema institucional del que se parte, con una escasez de recursos estatales destinados a la sanidad agrícola; con debilidad de las organizaciones de campesinos y de las redes de agricultores que permitan una retroalimentación de información ágil y con una falta de voluntad política por establecer regímenes de protección específicos, entre otros.

De esta manera, si atendemos a cómo se puede realizar un riguroso monitoreo de los impactos de los cultivos GM en estos habitats, habrá que responder a distintos factores.

En primer lugar y con carácter previo a la liberación del cultivo OVM, la realización de inventarios que establezcan las líneas de base descriptivas de las condiciones ecológicas y los servicios ambientales de estas zonas y que estarían contribuyendo a las prácticas en el uso de la tierra. Estos inventarios servirán de indicadores a la hora de analizar la evolución de estos ecosistemas.

En segundo lugar, el monitoreo no debe desarrollarse con el propósito de confirmar impactos ya descritos. Por el contrario, debe referirse a la evolución del estado del ecosistema, dada la fragilidad de los mismos y las altas probabilidades de que sufran cambios de forma acelerada, pasando a ser agroecosistemas de máxima intensificación agrícola. En este sentido, el impacto negativo de mayor preocupación en este contexto, sería el que se produjera un cambio extremo en su estado ecológico derivado de una desviación en la diversidad genética disponible y en los servicios del ecosistema. De ahí que, de acuerdo con las conclusiones del Grupo de Expertos convocado por la FAO, los esfuerzos en el monitoreo deberían estar encaminados a analizar también el cambio de las prácticas agrícolas y de manejo. Hemos de recordar, al respecto, que estos agroecosistemas incluyen distintos componentes sociales, económicos y ambientales (FAO 2005c).

Finalmente, la información obtenida debe contribuir a informar el proceso de toma de decisiones y a un manejo adaptativo y más efectivo del ecosistema. El problema con el que se encuentran las autoridades, no obstante, es que, tanto para la evaluación del riesgo como para el monitoreo del riesgo, la información se encuentra en manos de las propias compañías proveedoras de los cultivos GM. Estas industrias privadas realizan sus estudios enfocados de forma específica al desarrollo de productos o al cumplimiento de las exigencias regulatorias, pero, normalmente, no ponen la información de la que disponen en el dominio público. Asimismo, el problema con el que se encuentran estas autoridades es el elevado costo del proceso de monitoreo. Por ello, lo que algunos autores proponen es la realización de un manejo adaptativo que implica el ir aprendiendo en el camino, si bien reconocen las dificultades que el manejo adaptativo tiene en la detección de respuestas de largo plazo de los ecosistemas (Snow et al. 2004).

## 2. CAMINAR ANTES DE CORRER

Como hemos visto, el principal propósito de todo sistema regulatorio es prevenir el daño mediante el adecuado análisis y manejo de los riesgos que puedan originarse con motivo de una actividad determinada. También lo es el trazar un camino limpio para la puesta en el mercado de productos que sean seguros. La confianza del público, de los consumidores y de los productores en sus marcos regulatorios puede llegar a tener implicaciones de importancia para el comercio de los productos. De esta manera, muchas veces, los beneficios de los productos objeto de comercio pueden verse disipados ante la falta de transparencia de las agencias regulatorias, la ausencia de regímenes nacionales para la evaluación y el manejo de los riesgos potenciales o la carencia de mecanismos participativos en la toma de decisiones.

En el ámbito de América Latina, la capacidad regulatoria e institucional en bioseguridad de los países responde, con carácter general, a un patrón común de desbalance entre una gran riqueza en biodiversidad y una falta de capacidades en bioseguridad. Esta afirmación, también se corresponde con la realidad de los países de la Subregión Andina, donde si bien todos los países del área andino-amazónica han ratificado el Convenio sobre la Diversidad Biológica y el Protocolo de Cartagena sobre la Seguridad de la Biotecnología, sin embargo, se encuentran con grandes dificultades de implementación por las carencias administrativas, políticas y legales en bioseguridad. Este contexto concurre con uno de dependencia de biotecnologías foráneas y de presiones comerciales externas -agudizadas por la firma de convenios de comercio bilaterales (TLC)- y domésticas, por parte de algunos agricultores nacionales por importar tecnologías foráneas que les pueden abrir nuevas vías de negocio (Rey 2005).

A continuación, realizamos un breve análisis de los marcos normativos e institucionales de bioseguridad en el ámbito andino-amazónico, que nos permite vislumbrar las capacidades de bioseguridad de los países en su condición de megadiversos<sup>67</sup> y centros de origen.

## 2.1. Perú

En el Perú el marco jurídico de bioseguridad se encuentra recogido en la Ley No. 27104 de 12 de mayo de 1999 de “Prevención de Riesgos Derivados del Uso de la Biotecnología” y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo No. 108-2002-PCM. No obstante, dicha normativa no ha sido puesta en práctica debido a la falta de la asignación de competencias y a la creación de las infraestructuras y capacidades a nivel sectorial.

La institución competente para la autorización de las solicitudes de actividades con OVM en el sector agrícola es el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), organismo que se encuentra adscrito al Ministerio de Agricultura. El INIA cuenta con un órgano de asesoramiento (denominado Grupo Técnico Sectorial) que es el competente para realizar, en su caso, las evaluaciones del riesgo.

El Art. 29 del mencionado Reglamento establece que es objeto de la evaluación de riesgos, el estudio de los posibles efectos negativos para la salud humana, el ambiente, la diversidad biológica, derivados de la actividad que se realice con OVM, sus derivados y productos que lo contengan; la factibilidad de la gestión de los riesgos sobre la base de las medidas a tal efecto propuestas por el solicitante y la clasificación del OVM según los grupos previstos en la misma norma.

---

<sup>67</sup> Ecuador, Perú, Colombia y Venezuela forman parte de los doce países del mundo que se constituyeron en el año 2002 como el *Grupo de Países Megadiversos Afines*. Declaración de Cancún, México, de 18 de febrero del 2002.

Entre los criterios a considerar en la evaluación del riesgo se encuentran: “a) *Las características del OVM a liberar: el organismo receptor, parental o huésped; el organismo donante y el vector utilizado; el inserto y el rasgo codificado o carácter específico a introducir; el centro de origen o diversidad; el protocolo de transformación.* b) *La actividad propuesta del OVM, sus derivados y productos que los contengan, es decir, la aplicación específica de la utilización confinada o la liberación intencional o la incorporación al mercado, con inclusión de la escala prevista y los procedimientos de gestión y tratamiento de desechos, entre otros.* c) *El ambiente receptor potencial del OVM, sus derivados y productos que lo contengan y las interacciones con éste.*” (Art. 29 del Reglamento).

En relación con la gestión de riesgos, se establece que la autoridad nacional competente determinará la gestión de riesgos a ser aplicada, una vez evaluadas por el Grupo Técnico Sectorial las medidas propuestas por el solicitante. También se realizará una supervisión periódica de dicha gestión de forma conjunta entre la autoridad y el solicitante durante el desarrollo de la actividad autorizada (Art. 44 del Reglamento).

En la actualidad, en el Perú no existen capacidades institucionales para realizar evaluaciones del riesgo. Todavía no se han designado las unidades que se harán cargo de las competencias públicas en materia de bioseguridad; tampoco se cuenta con los mecanismos financieros necesarios para ello, por lo que todavía no es posible proceder a tramitar las solicitudes presentadas para realizar actividades con OVM (Lapeña, 2004).

La falta de implementación efectiva del marco normativo sobre bioseguridad esta ayudando a que la introducción de OVM al país se este produciendo de forma ilegal pero libremente. En la actualidad, se cree que estarían entrando al país sin control de bioseguridad, maíz, soya, tomate y semillas de hortalizas transgénicas, entre otros<sup>68</sup>.

## 2.2. Ecuador

Las competencias en materia de bioseguridad residen en el Ministerio de Ambiente (Ley de Gestión Ambiental, Ley No. 245 de 30 de julio de 1999). Dicho órgano cuenta con el apoyo de la Comisión Nacional de Bioseguridad, que es la entidad competente para proponer la política de bioseguridad del país, así como de asesorar en el establecimiento de regulaciones para el control de actividades con OGM. En la actualidad, todavía no existe un marco jurídico de bioseguridad en vigor.

En el presente, se estaría importando soya y maíz transgénico procedente de los Estados Unidos y de Argentina (Went y Izquierdo 2002, citado en Artunduaga 2005: 59).

---

<sup>68</sup> Información extraída de Agro Consult (2003). “Estado de la Biotecnología Moderna en el Perú y Propuesta para la Adecuada Implementación de la Bioseguridad”. Octubre 2003. Agro Consult S.A.C.

### 2.3. Bolivia

En Bolivia, el Decreto Supremo No. 24676 de 21 de julio de 1997, “Reglamento sobre Bioseguridad” es el que define el marco legal de bioseguridad. La autoridad competente a nivel nacional es el Ministerio de Desarrollo Sostenible, a través de la Secretaría Nacional de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Entre las competencias de la mencionada autoridad, figuran las relativas a autorizar o rechazar las solicitudes de actividades relacionadas con OVM, a controlar el cumplimiento de las medidas de gestión del riesgo propuestas por el solicitante para la realización de la actividad autorizada y el verificar si las instituciones que realicen actividades con OVM cuentan con normas internas de bioseguridad (Art. 7).

En concreto, en relación con la evaluación del riesgo, las principales previsiones que se contienen en el citado Reglamento son las de los Arts. 15 y 16. En el primero se establece que la evaluación del riesgo se realizará con el objeto de determinar los posibles efectos negativos para la salud humana, el medio ambiente y la diversidad biológica derivados de la actividad que se realice con el OGM; la factibilidad de la gestión de los riesgos en base a las medidas de gestión propuestas por el solicitante y la clasificación del OGM, según los grupos de riesgo previstos por la mencionada norma.

Asimismo, el estudio de los riesgos se realizará en base a la información proporcionada por el solicitante y atendiendo a las características del OGM (el organismo receptor/parental o huésped; el organismo donante y el vector utilizado; el inserto y el rasgo codificado y el centro de origen); al destino del mismo (utilización confinada o la liberación intencional o la incorporación al mercado, con inclusión de la escala prevista y los procedimientos de gestión y tratamiento de desechos, entre otros) y al medio ambiente receptor potencial (Art.16).

En función de la evaluación del riesgo realizada, se clasifican los riesgos en dos grupos: pertenecerían al Grupo 1, los que se consideran de alto riesgo de forma que el organismo receptor o parental, la naturaleza del vector y del inserto así como el OGM o uno de ellos causen enfermedades a los humanos, animales y plantas y tengan efectos adversos para el medio ambiente; formarían parte del Grupo 2 los que no reúnan las características anteriores.

En relación con la gestión de riesgos, el Art.19 únicamente establece que *“la gestión de los riesgos se realizará con el objetivo de reducir y controlar el impacto negativo del OGM sobre la salud humana, el medio ambiente y la diversidad biológica durante la realización de una actividad específica con el mismo; por lo que la misma se llevará a cabo por parte del solicitante de manera sistemática durante todo el proceso de realización de la actividad con el OGM”*.

En la normativa Boliviana no se contempla ningún criterio específico de evaluación del riesgo ni ninguna categorización especial que haga referencia a su carácter de centro de

origen y diversidad. No obstante, recientemente, el Ministerio de Desarrollo Sostenible de Bolivia, en virtud de la Resolución administrativa VRNMA No. 135/05 de 14 de Noviembre del 2005, rechazó toda solicitud sobre introducción de maíz genéticamente modificado al territorio nacional para la realización de pruebas de campo, siembra, producción o liberación intencional al ambiente fundamentándose en un Informe Técnico de la Dirección General de Biodiversidad, según el cual, *“debido a que el maíz es una planta con elevada frecuencia de precombinación genética; una introducción de maíz genéticamente modificado en campos de cultivo conllevaría una alta probabilidad de que el transgén Bt (o cualquier otro transgén) se incorpore en las variedades locales a partir de la diseminación del polen, y que al desplazar o enmascarar alguna característica propia de los maíces criollos, a la larga podría contribuir también a la erosión genética de este cultivo, existiendo el riesgo de contaminación de variedades criollas por el maíz Bt y posterior diseminación, hechos que pueden deteriorar la riqueza genética nacional, por lo que recomienda prohibir el ingreso de semilla de maíz transgénico a Bolivia<sup>69</sup>”*.

En relación con el estado del arte en el cultivo de OVM en Bolivia, en un principio se concedieron permisos para la introducción de OVM dirigidos fundamentalmente a la realización de ensayos de campo con soya transgénica resistente al glifosato-RR; algodón Bt con resistencia a lepidópteros; papa transgénica resistente a nematodos, entre otros. Algunas de estas pruebas dieron lugar a un gran rechazo por parte de organizaciones de campesinos, (en particular las pruebas realizadas con papa transgénica resistente a nematodos) lo que llevó a la suspensión de las pruebas y a la prohibición de importación de productos agrícolas elaborados a partir de cultivos GM. No fue hasta el año 2005 en que se autorizó la introducción, uso y consumo de soya RR genéticamente modificada resistente al glifosato para su utilización en la elaboración de bebidas y alimentos (Resolución administrativa No. 44/2005 y Resolución Multimministerial No. 1 de 07/04/2005). Asimismo, en dicho año se autorizó la liberación ambiental para cultivos e importación de soya RR, para fines de investigación y/o experimentación, producción de semilla y producción agrícola (Resolución administrativa No. 016/2005).

## 2.4. Colombia

El Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), adscrito al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, es el organismo con competencia para decidir sobre la aprobación o denegación de las solicitudes de actividades con OVM, *“cuando se trate de OVM, exclusivamente para uso agrícola, pecuario, pesquero, plantaciones forestales comerciales y agroindustriales, que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica”* (Art. 4 del Decreto No. 4525/2005).

---

<sup>69</sup> Dicha Resolución fue emitida en respuesta a la solicitud de la empresa Dow AgroSciences Bolivia S.A. de realizar ensayos de campo con maíz genéticamente modificado para conferirle resistencia al gusano cogollero y al herbicida glufosinato de amonio con maíz Bt, Evento TC 1507.

Asimismo, se prevé la existencia de un *Comité Técnico Nacional de Bioseguridad para OVM con fines agrícolas, pecuarios, pesqueros, plantaciones forestales comerciales y agroindustria*. Entre las competencias del citado organismo, figuran las de examinar los documentos de evaluación de riesgo; el establecimiento de las medidas para evitar, prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los posibles riesgos o efectos; la creación de los mecanismos para su gestión, incluidas las de emergencia que se presenten, y recomendar la aprobación o denegación de la solicitud.

En relación con la evaluación del riesgo, el Decreto No. 4525/2005 establece que debe realizarse caso por caso, teniendo en cuenta criterios e instrumentos de acuerdo con los avances técnicos y científicos disponibles, y que tiene como objeto:

- “ a) Identificar los riesgos y su magnitud, estimar la probabilidad de su ocurrencia y categorizarlos o clasificarlos.*
- b) Identificar y valorar los potenciales efectos directos e indirectos sobre la salud humana, el ambiente y la biodiversidad, la producción o productividad agropecuaria y cuando se requiera, los potenciales efectos socioeconómicos que puedan derivarse.*
- c) La autoridad nacional competente de acuerdo con lo previsto en el decreto, para autorizar la actividad con Organismos Vivos Modificados -OVM-, establecerá dentro del marco de la Ley 740 de 2002, las medidas para evitar, prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los posibles riesgos o efectos y definir los mecanismos para su gestión, incluidas las de emergencia.*
- d) Regular la presentación de informes ante la autoridad que por virtud de este decreto, expide la autorización” (Art. 16).*

Dicha norma prevé, asimismo, que el documento de evaluación y gestión del riesgo sea desarrollado por el ICA para el caso de OVM de uso agrícola y hará referencia al siguiente contenido:

- “a) Resumen del Documento de Evaluación y Gestión del Riesgo*
- b) Información sobre el organismo receptor o parental incluyendo: biología; fisiología y estrategias reproductivas; hábitat; ecología, dentro de la cual se incluye centros de origen y centros de diversidad genética; clasificación taxonómica.*
- c) Información sobre el organismo donante, situación taxonómica y características biológicas.*
- d) Inserto y características de la modificación.*
- e) En el caso de utilizar vectores, información sobre sus características, origen y área de distribución de sus huéspedes.*
- f) Información sobre uso previsto del Organismo Vivo Modificado -OVM-, e Información sobre usos del organismo, autorizados en el país de procedencia o en otros países.*
- g) Ubicación y características geográficas, climáticas y ecológicas, incluida información pertinente sobre la diversidad biológica y los centros de origen del medio receptor” (Art. 17).*

En relación con las actividades de monitoreo, éstas serán responsabilidad de todas las autoridades nacionales que hayan autorizado actividades con OVM en el ámbito de sus respectivas competencias. Asimismo, se establece que, en el acto administrativo de autorización de la actividad con OVM, se hará referencia a las obligaciones de los particulares para el ejercicio de la actividad, incluidas las medidas que deben adoptarse para prevenir, evitar, mitigar y controlar los efectos adversos, y las de seguimiento y control. En dicho acto también se identificarán las entidades encargadas del seguimiento y control de las actividades autorizadas, con indicación de la periodicidad de las visitas y de los aspectos a evaluar (Arts. 31 y 8).

En relación con las actividades con cultivos GM autorizadas en Colombia hasta la fecha, cabe mencionar, entre otras, las siguientes: la comercialización de clavel GM (autorización para flor cortada) y de algodón Bt y RR; la autorización para investigación confinada y en pequeña escala de campo de arroz con resistencia al virus de la hoja blanca, yuca con resistencia al barrenador del tallo y caña de azúcar con resistencia al virus del síndrome de la hoja amarilla; para investigación confinada de café con resistencia a broca y de pasto brachiaria y para la realización de estudios de bioseguridad, de maíz Bt, maíz RR, maíz Yieldgard, maíz con la tecnología Bt Herculex I (Cry1F), algodón Bollgard® II / Roundup Ready Flex® (ensayos semicomerciales), algodón con tecnologías conjuntas (Bollgard) + (Roundup Ready) en las áreas algodonerías del país.

Asimismo, se ha autorizado al Centro Internacional de Agricultura Tropical, (CIAT) a realizar actividades de investigación con plantas de yuca modificadas genéticamente en pequeña escala en campo. En el año 2005 también se autorizó a la Universidad Tecnológica de Pereira, Centro de Biología Molecular y Biotecnología (CENBIOTEP) a llevar a cabo el proyecto de investigación transformación genética de las líneas germinales de gusano de seda *Bombix mori* I para la expresión de albúmina humana mediante el uso del transposon piggybac<sup>70</sup>.

En el 2005 también se autorizó a adelantar la siembra experimental de líneas de Clavel (*Dianthus caryophyllus*) transformadas genéticamente usando los vectores de transformación pCGP2355, pCGP2442, pCGP3365, pCGP3366 y pCGP3367 y la siembra experimental en invernadero de Rosas Modificadas Genéticamente para el color de la flor mediante el Vector binario pSPB130.

Finalmente, también se ha aprobado la importación de maíz GM como producto industrial de procesamiento para la obtención de harinas y también se ha autorizado la importación de maíz RR y Yieldgard para uso directo y procesamiento en alimentación animal.

---

<sup>70</sup> Información extraída del Centro de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología. [www.biodiv.org](http://www.biodiv.org). (Consultado Octubre 2006).

## 2.5. Venezuela

La competencia en materia de bioseguridad radica en el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, que es el organismo de coordinación general nacional en materia de seguridad de la biotecnología. La Oficina Nacional de la Diversidad Biológica adscrita al citado organismo es el órgano competente para supervisar el cumplimiento de la normativa existente sobre bioseguridad en el país. Asimismo, la Comisión Nacional de Bioseguridad actúa como organismo técnico–científico de asesoramiento en relación con las actividades vinculadas con OGM, sus derivados y productos que los contengan resultantes de la biotecnología<sup>71</sup>.

Hasta la fecha, no existe un marco jurídico en vigor en materia de bioseguridad en el país. La única regulación práctica en la materia es la establecida en la “Ley de Semillas, Material para la Reproducción Animal e Insumos Biológicos” (Gaceta Oficial No. 37.552 de Fecha 18-10-2002) en cuyo Capítulo II, “De los Organismos Transgénicos u Organismos Modificados Genéticamente”, se establece que todo material susceptible de aprovechamiento agro productivo (semilla, material para reproducción animal o insumo biológicos) deberá ser evaluado genéticamente por el Instituto Nacional de Semillas y Material para Reproducción Animal previo a su liberación, producción o comercialización o cualquier otro uso, a fin de determinar si constituyen organismos transgénicos o modificados genéticamente. El mencionado Instituto Autónomo Nacional es el competente para aprobar actividades de investigación y desarrollo sobre materiales y procedimientos transgénicos y sólo procederá a la autorización de los mismos cuando sea obtenida la constancia de inocuidad biológica y ambiental procedente del Ministerio de Medio Ambiente y de los Recursos Naturales. Asimismo, dicha norma prevé que las pruebas de bioseguridad se podrán realizar con ocasión de las evaluaciones de identidad, calidad y desempeño agro productivo (Arts.14, 15 y 16).

## 2.6. Algunos Elementos Comunes

En relación con los marcos regulatorios de bioseguridad existentes en el ámbito de los países andino amazónicos, podríamos concluir que nos encontramos con distintos niveles: desde países en los que se da una ausencia de un marco normativo en materia de bioseguridad (si bien se han elaborado algunas propuestas normativas como resultado de los proyectos UNEP/GEF) como es el caso de Venezuela y Ecuador; países en los que existe un desarrollo normativo limitado pero con aplicación en la práctica (Bolivia); otros que tienen un marco jurídico inicial, pero que resulta incompleto para su aplicación práctica (Perú) y aquellos que cuentan con mínimas normas específicas sobre evaluación y gestión del riesgo para la liberación de OVM en el ambiente, como sucede en el caso de Colombia.

Son elementos comunes a los países de la Subregión Andina, la absoluta ausencia de referencias normativas especiales o específicas a su condición de países megadiversos y

<sup>71</sup> Decreto No. 2.375 de 24 de abril de 2003 publicado en la *Gaceta Oficial* N° 37.733, de fecha 16-07- 2003.

centros de origen y diversidad agrícola. En la evaluación del riesgo, existe una coincidencia en el intento de separar las autoridades que realizan el estudio de los riesgos de las que toman finalmente la decisión. Si bien la evaluación del riesgo es realizada o revisada por un comité de expertos o comités nacionales de bioseguridad, la decisión final es otorgada a los ministerios de agricultura o de medioambiente, lo que puede facilitar la consideración final de elementos sociales y económicos no analizados por el comité de expertos.

Igualmente, dichos países coinciden en la escasez de prescripciones relativas a instrumentos o medidas de gestión del riesgo y de monitoreo del riesgo. No existen previsiones normativas específicas sobre el etiquetado de los productos, ni se prevén medidas para la coexistencia de los cultivos.

Las prescripciones normativas de bioseguridad en el ámbito andino-amazónico también carecen, en casi todos los casos, de un sistema claro de infracciones y sanciones en relación con el cumplimiento de las obligaciones de bioseguridad. Ello puede ser debido, en algunos casos, a la carencia de capacidades en las instituciones nacionales que aseguren la implementación, en la práctica, de las mismas y, en otros, a una clara falta de voluntad política. Tampoco existen normas claras y específicas de responsabilidad por daño (aunque serían de aplicación las previsiones genéricas del ordenamiento jurídico). Este vacío normativo y regulatorio ha permitido, en algunos países, el progresivo avance de la introducción ilegal de los cultivos GM y la imposición, por la fuerza de los hechos, de realidades no necesariamente deseadas por el común de las sociedades de estos países.

A nivel institucional, se produce una coexistencia entre la autoridad ambiental y la del sector agricultura en el momento de intervenir como autoridad sectorial competente en el otorgamiento o denegación de las solicitudes. En particular, es de destacar que, en algunos casos, la autoridad encargada de autorizar la actividad con OVM es la misma que tiene por competencia la realización de investigaciones en biotecnología moderna, llegándose a dar la situación de “juez y parte” en el proceso<sup>72</sup>. Ello puede dar lugar a tensiones ante las dificultades que las autoridades del sector agrario suelen tener sobre el entendimiento de lo que implica el desarrollo sostenible y la importancia de la conservación de la diversidad genética de los países.

En relación con las capacidades institucionales, se podría afirmar que los países del área andino amazónica carecen de capacidades suficientes, a excepción de Colombia (que esta dotado de una capacidad media) para la implementación de la normativa de bioseguridad y la dotación de las infraestructuras administrativas y científicas necesarias para la realización de la evaluación del riesgo y la gestión del riesgo en la liberación de OVM en el ambiente.

---

<sup>72</sup> En el Perú, por ejemplo, es el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) el competente para autorizar la entrada de cultivos GM en el país, el mismo que tiene como competencia la investigación y el desarrollo en biotecnología moderna (Lapeña 2004).













### 3. BIOSEGURIDAD CON ALCANCE SUBREGIONAL

La importancia de las evaluaciones del riesgo y la falta de capacidades a nivel nacional han planteado la necesidad de ahondar en la creación de dichas capacidades en una escala subregional. En desarrollo de la Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino (Decisión 523, de 7 de Julio del 2002) aplicable a los países pertenecientes a la Subregión Andina<sup>73</sup>, la Secretaría de la Comunidad Andina y el Banco Interamericano de Desarrollo han colaborado para la formulación de Proyectos con el objetivo de implementar el Plan de Acción de la Estrategia Regional de Biodiversidad. Una de las áreas definidas como prioritarias es la de biotecnología y bioseguridad y se refiere fundamentalmente al desarrollo de capacidades subregionales en materia de bioseguridad. En el *Documento de trabajo sobre Biotecnología y Bioseguridad* (Artunduaga 2005: 92- 93) elaborado en este marco de actuación, se destacan, entre las actividades a priorizarse en bioseguridad en el ámbito andino, las siguientes:

- El establecimiento de un marco regulatorio y de implementación de mecanismos nacionales que permita la evaluación, análisis y monitoreo de los posibles riesgos asociados a los OVM.
- La necesidad de fortalecer las capacidades científicas para la evaluación y el análisis de riesgos; la definición de los umbrales para el etiquetado e identificación y el establecimiento de un sistema de responsabilidades por eventuales daños.
- La creación en los países de la Subregión de un mecanismo de información que les permita compartir las experiencias en el estudio y manejo de las actividades realizadas con OVM y la realización de investigaciones en colaboración con el fin de identificar los posibles riesgos que podría causar la comercialización de OVM.

Artunduaga (2005) recomienda, como resultados prioritarios, la adopción de mecanismos y procedimientos conjuntos para el control del comercio y movimiento transfronterizo de OVM, sus productos y derivados; la sistematización, difusión de experiencias sobre uso y manejo de OVM y el fortalecimiento de las capacidades nacionales para la aplicación del Protocolo de Cartagena.

Dadas las dificultades nacionales para cumplir con un marco regulatorio e institucional en materia de evaluación y control del riesgo, sería de gran interés que los países que comparten intereses comunes, biodiversidad y recursos naturales afines, convengan en unos estándares mínimos de cumplimiento en bioseguridad, con el fin de poder actuar de manera cooperativa en la materia. Asimismo, sería deseable la constitución de redes con el objetivo de lograr un mayor fortalecimiento científico y técnico y mejor intercambio de información, que permita el análisis adecuado de las consideraciones ambientales, sociales y económicas. En este sentido, la formulación de guías regionales para la evaluación y el

---

<sup>73</sup> Con la excepción de Venezuela, que se retiró de la Comunidad Andina con fecha 22 de abril del 2006.

manejo de los riesgos, etiquetado, normas de coexistencia y responsabilidad, entre otras, serían instrumentos que fortalecerían la implementación de los mecanismos de bioseguridad en la Subregión Andina.

#### 4. UN PRECEDENTE DE INTERÉS: MÉXICO

En relación con los centros de origen y diversidad, es de particular interés realizar una mención al régimen regulatorio de bioseguridad que recientemente ha sido aprobado en México. Con origen en lo que se denominó el “escándalo del maíz”, que motivó un gran debate científico, político y de la sociedad civil en torno a la potencial contaminación de las variedades de maíz criollo por maíz GM procedente de Estados Unidos, México aprobó, en el año 2005, la “Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados”, en donde se hacen diversas menciones expresas a su condición de centro de origen.

La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados de México, publicada el 18 de marzo del 2005, menciona entre sus finalidades fundamentales para el cumplimiento de su objeto las de *“determinar las bases para el establecimiento caso por caso de áreas geográficas libres de OGMs en las que se prohíba y aquellas en las que se restrinja la realización de actividades con determinados organismos genéticamente modificados, así como de cultivos de los cuales México sea centro de origen, en especial del maíz, que mantendrá un régimen de protección especial”* (Art. 2, fracc.XI).

En este sentido, dentro del Título Cuarto de la mencionada Ley, se regulan las *Zonas Restringidas*, incluyendo dentro de dicho concepto a los centros de origen y de diversidad genética y a las áreas naturales protegidas. Al respecto, el Art. 86 establece que las especies de las que México *“sea centro de origen y de diversidad genética, así como las áreas geográficas en las que se localicen”*, serán determinadas conjuntamente mediante acuerdos expedidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). *“Dichas instituciones establecerán en los acuerdos que expidan, las medidas necesarias para la protección de dichas especies y áreas geográficas”*.

A los efectos de determinar los centros de origen y diversidad genética se tomarán en cuenta los siguientes criterios: *“I. Que se consideren centros de diversidad genética, entendiendo por éstos las regiones que actualmente albergan poblaciones de los parientes silvestres del OGM de que se trate, incluyendo diferentes razas o variedades del mismo, las cuales constituyen una reserva genética del material, y II. En el caso de cultivos, las regiones geográficas en donde el organismo de que se trate fue domesticado, siempre y cuando estas regiones sean centros de diversidad genética”*(Art. 87).

Asimismo, se establece en su Art. 88 que *“En los centros de origen y de diversidad genética de especies animales y vegetales sólo se permitirá la realización de liberaciones de OGMs*

*cuando se trate de OGMs distintos a las especies nativas, siempre que su liberación no cause una afectación negativa a la salud humana o a la diversidad biológica”.*

La falta de demarcación de las áreas geográficas de concentración de diversidad genética fue el fundamento invocado por las organizaciones de la sociedad civil<sup>74</sup> y las autoridades públicas ambientales para oponerse (durante el proceso de consulta pública previo a la autorización) a la solicitud de las compañías Dow Agrosiences, Monsanto e Híbridos Pioneer de concesión de siete permisos para liberar maíz transgénico con el fin de realizar pruebas experimentales.

En este punto, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CN-CONABIO, en un informe denominado *“Elementos para la determinación de centros de origen y centros de diversidad genética en general y el caso específico de la liberación experimental de maíz transgénico al medio ambiente en México”*, presentado ante la SERMANAT y la SEGARPA el 28 de julio de 2006, manifiesta que *“CONABIO quiere insistir en que desde nuestro punto de vista que toma en cuenta el espíritu de la Ley, sí debería condicionarse la autorización a haber hecho las determinaciones de los centros y establecido el régimen de protección especial. Este último está incluido en la Ley, justamente por considerarlo esencial dada la gran importancia que por multitud de razones se le da en México a la protección del maíz, entre las que están aspectos culturales, sociales y políticos. La CONABIO coincide en darle esa importancia a la protección del maíz y considera que la aplicación del principio precautorio es pertinente en este caso”*<sup>75</sup>.

Finalmente, con fecha 16 de octubre el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), organismo adscrito a la SAGARPA, desestimó las solicitudes por no contar, entre otros instrumentos jurídicos, con el Acuerdo que determina las áreas geográficas en las que se localizan los centros de origen y de diversidad genética del maíz, así como con el Régimen Especial de Protección del Maíz<sup>76</sup>. En la actualidad, las autoridades de México se encuentran en el proceso de definición de las áreas y de las especies que se consideran críticas para la diversidad genética del país.

También consideramos importante hacer mención a otros aspectos como son el etiquetado de semillas destinadas al cultivo y los regímenes de coexistencia. En relación con el etiquetado, la Ley de Bioseguridad de México, por ejemplo, establece en su Art. 101, párrafo cuarto que *“El etiquetado de OGMs que sean semillas o material vegetativo destinados a siembra, cultivo y producción agrícola, quedará sujeto a las normas oficiales mexicanas*

<sup>74</sup> *“México: Carta de Greenpeace a Investigadores del INIFAP”*. 5 de octubre del 2006. Boletín Noticias sobre Maíz, Transgénicos y Consumidores. No. 0636. 6 de Octubre del 2006. Greenpeace México. (Consultado Octubre 2006).

<sup>75</sup> Información extraída de <http://www.biodiversidadla.org/content/view/full/27243>. (Consultado Septiembre 2006).

<sup>76</sup> Comunicado de Prensa SAGARPA NUM. 262/06. México D.F., México. 16 de Octubre de 2006. <http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/boletines/2006/octubre/B262.htm> (Consultado Octubre 2006).

que expida la SAGARPA con la participación de la Secretaría de Economía. Respecto de este tipo de OGMs, será obligatorio consignar en la etiqueta que se trata de organismos genéticamente modificados, las características de la combinación genética adquirida y sus implicaciones relativas a condiciones especiales y requerimientos de cultivo, así como los cambios en las características reproductivas y productivas”. Por otra parte, la legislación mexicana no contiene previsiones concretas en relación con la coexistencia de cultivos, con independencia de la posibilidad de declarar *Zonas Libres de OGM*.

En este último punto, la ley mexicana prevé que se podrán crear *Zonas Libres de OGM* para la protección de productos agrícolas orgánicos y otros de interés de la comunidad solicitante. Para su declaración deberá realizarse una petición de la comunidad interesada, contar con la opinión favorable de los gobiernos municipales y entidades federativas y demostrar científicamente que no es viable la coexistencia con los cultivos GM, entre otros requisitos.

Finalmente, en relación con el régimen de responsabilidad previsto en la Ley, se considera infracción administrativa la persona que, con pleno conocimiento de que se trata de OGM, “realice liberaciones de OGMs en los centros de origen y de diversidad genética, fuera de los casos establecidos en la presente ley”(Art. 119. fracc. XII). A tal efecto, se prevé una multa de “quince mil uno a treinta mil días de salario mínimo general vigente”, que sería el equivalente aproximado de US\$ 67,352 a 134,695. Asimismo, se contemplan otras sanciones como el decomiso, la clausura y la suspensión o revocación de permisos, entre otros.

Asimismo, se establece la responsabilidad objetiva en el supuesto de que “con independencia de lo dispuesto en el Artículo anterior, toda persona que, con pleno conocimiento de que se trata de OGMs, cause daños a terceros en sus bienes o a su salud, por el uso o manejo indebido de dichos organismos, será responsable y estará obligada a repararlos en los términos de la legislación civil federal. Igual obligación asumirá la persona que dañe el medio ambiente o la diversidad biológica, por el uso o manejo indebido de OGMs” (Art. 121). Por su parte, el Código Penal Federal contempla, en su Artículo 420 Ter., como *Delitos en materia de Bioseguridad* que “Se impondrá pena de uno a nueve años de prisión y de trescientos a tres mil días multa, a quien en contravención a lo establecido en la normatividad aplicable, introduzca al país, o extraiga del mismo, comercie, transporte, almacene o libere al ambiente, algún organismo genéticamente modificado que altere o pueda alterar negativamente los componentes, la estructura o el funcionamiento de los ecosistemas naturales”.



## CAPÍTULO TERCERO

### CONSIDERACIONES SOCIOECONÓMICAS Y DE BIOSEGURIDAD

En principio, los parajes visitados nos imponen una visión de la agricultura desde su carácter multifuncional, en donde es obligado atender a las distintas dimensiones de la actividad agrícola, no sólo desde su perspectiva de sector productivo, sino también desde su importancia como eje ambiental, social y económico. La importancia económica, se concreta en un eficiente uso de los recursos, se refiere a cuestiones de competitividad, viabilidad del sector, así como a su contribución a las cifras de crecimiento y desarrollo del país. Ésta, sin embargo, no nos puede desviar la atención del rol que desempeña en la provisión de oportunidades de empleo, de acceso a los recursos y a los servicios, en cuestiones de igualdad de oportunidades y éticas relativas a la producción agrícola y en los modos de vida de las poblaciones rurales.

Responder a las aspiraciones de un desarrollo agrícola sostenible requerirá tomar en cuenta las interrelaciones entre las variables ambientales, económicas y sociales mencionadas (Comisión Europea 2001). Una mirada desde la agricultura sostenible añade, además, una proyección temporal que se refleja en la aspiración de poder contar en el futuro con una combinación de *stocks* o de capital, referidos al capital natural y, también, al capital social y humano, de forma que puedan seguir siendo transmitidos a las generaciones venideras. Las decisiones que se adopten bajo esta luz, necesariamente tendrán como guía el considerar los riesgos que, en el largo plazo, pueden llegar a tener las decisiones que adoptemos en el corto plazo. Por ello, será de interés, el medir los riesgos ambientales, sociales y económicos objeto de nuestro estudio, integrando las perspectivas referidas a la propia dimensión territorial, desde el desarrollo rural, que de por sí, tiene la actividad agrícola.

Así, dentro del ámbito de nuestro estudio, las consideraciones socioeconómicas actuarán como indicadores de los riesgos que las innovaciones biotecnológicas pueden tener sobre la sostenibilidad agrícola. Y, en el contexto de centros de origen y diversidad, estas variables son determinantes, por la gran dependencia que estos ecosistemas tienen de las prácticas agrícolas, los conocimientos tradicionales, las culturas y los modos de vida de las comunidades locales. Éstos han de ser obligado referente en las decisiones de bioseguridad y biotecnología moderna que se adopten en estos espacios. Y, su vigencia, será crítica para la conservación de estos refugios de agrobiodiversidad para las futuras generaciones.

Finalmente, el evaluar los impactos socioeconómicos añade una dimensión distributiva del riesgo. Ello nos lleva a asumir que la ingeniería genética conlleva beneficios y riesgos y a cuestionarse sobre qué poblaciones recaen tanto los unos como los otros.

## I. CONSIDERACIONES SOCIOECONÓMICAS

Es preciso partir de la naturaleza compleja de las relaciones sociales, para comprender que las consideraciones socioeconómicas que se derivan de la introducción de las innovaciones biotecnológicas son igualmente difíciles de aprehender (de imposible replica en laboratorios, al contrario de lo que sucede con los ensayos de carácter biológico). Puede ser la suma de este factor al difícil acercamiento a los procesos mismos de biotecnología moderna, lo que ha llevado a una carencia de estudios e investigaciones académicas en el tema. Esta complejidad se acompaña, además, de la ausencia de estudios sobre las líneas de base de carácter social, referidas a los sistemas de agricultura tradicional, (que son el sostén de la estructura agrícola de muchos países en vías de desarrollo), de la agrobiodiversidad y de la seguridad alimentaria de la mayoría de las poblaciones rurales de estos países.

En principio, y tal y como sucede con otras tecnologías, la adopción de la biotecnología moderna debe ser discutida en términos de impactos en las condiciones sociales y económicas de las poblaciones. Ahora bien, el hacerlo en esta instancia, hace que el debate sea más sensible, ya que, al referirnos a cultivos GM, estamos aludiendo a algo más que a una nueva tecnología. Estamos hablando de alimentación, lo cual está intrínsecamente vinculado a temas de salud y cultura; apuntamos a organismos vivos y, por lo tanto, a cuestiones ambientales; a productos objeto de comercio y, con ello, al impacto en el mercado interno y en las exportaciones, a la globalización y a los mercados internacionales; y, dado que es una tecnología sustentada en grandes inversiones de capital, desarrollada mayoritariamente por corporaciones privadas, a las percepciones de parte de la sociedad, de ser ajena al bien común y proclive a favorecer los intereses privados de estas empresas de forma exclusiva, haciendo referencia con ello, a cuestiones de ética (Pisupati 2005).

Las preocupaciones mencionadas adquirirán distintas tonalidades dependiendo del contexto en el que nos situemos. Así, para los consumidores occidentales, que no sufren grandes problemas de seguridad alimentaria, las cuestiones se centran en temas relacionados con la sanidad alimentaria, el derecho a elegir por parte de los consumidores o la transparencia de las instituciones regulatorias, entre otros. Para los agricultores de países en desarrollo, sin embargo, son críticas las referentes a su modo de vida, seguridad alimentaria y dependencia de los recursos naturales.

No obstante, el vislumbrar los impactos de la biotecnología moderna sobre los modos de vida de las poblaciones rurales, nos obliga al análisis desde una visión macro, que necesariamente aborde otra serie de factores de importancia, como pueden ser el acceso del pequeño agricultor a la tecnología y la distribución de los beneficios derivados de la misma; la capacidad de investigación por parte del sector público; la coexistencia con otros tipos de ciencia “informales”; la valoración de otras opciones agrícolas; la influencia de los mercados nacionales y los globales; los derechos de propiedad intelectual; la biopiratería o, finalmente, las cuestiones relativas a la identidad y la cultura de los pueblos.

En concreto, en un marco de centros de origen, habrá que valorar, además, las incidencias sobre la situación de vulnerabilidad en la que vive el pequeño agricultor y su capacidad para gestionar nuevos riesgos. Y, también, el responder a la pregunta de si, la biotecnología moderna, puede llegar a favorecer o, por el contrario, limitar y menoscabar, los procesos sociales y humanos sobre los que se asienta la agrobiodiversidad. En concreto, el discernir en qué medida contribuye al empoderamiento del pequeño agricultor y a fortalecer su entramado social.

De lo expresado, extraemos distintos puntos que consideramos críticos en el planteamiento del tema. En primer lugar, las consideraciones socioeconómicas son indicadores determinantes en la calificación y cuantificación del riesgo. También es importante entender que el análisis de las consideraciones socioeconómicas que resultan de la introducción de cultivos GM es *site specific*. Es decir, debe ser analizado en un contexto geográfico y social determinado. La evaluación de un riesgo social y económico variará según las condiciones en las que tenga lugar la actividad productiva: las circunstancias agrícolas definen, per se, el riesgo concreto en el que se desarrolla el proceso de producción agrícola; las fallas de mercado afectarán de forma distinta según donde sea producido el producto; los impactos en el mercado de trabajo pueden estar más o menos presentes dependiendo de la disponibilidad de fuerza laboral, de la migración a las ciudades, entre otros. Dichos riesgos, surgen de contextos específicos y su análisis debe realizarse caso por caso. Por ello, es esencial comenzar por comprender la realidad en la que la tecnología se incorpora, la naturaleza de los sistemas productivos y de los medios de vida locales.

En el ámbito de la conservación *in situ*, esta afirmación adquiere mayor fuerza. Habrá que atender a si la innovación tecnológica se incluye en el marco de los conocimientos, prácticas e innovaciones de los agricultores y de las comunidades o si conduce a una sustitución y desplazamiento de las tecnologías existentes; si la tecnología se inserta o no en una estrategia para alcanzar una mejora en el bienestar, mayor seguridad alimentaria y uso sostenible de los recursos naturales por las poblaciones locales, o todo lo contrario. Todos estos son elementos vinculados a las realidades locales y factores a analizar en una evaluación socioeconómica del riesgo (DFID 2000).

En segundo lugar, el considerar el modo de vida de las comunidades locales que nutren los centros de diversidad implica, también, el partir de otra evidencia: el bienestar de estas poblaciones no depende únicamente de un único factor o activo. No existe una única categoría de activos, como puede ser el poseer buenas semillas, o una buena educación, o infraestructuras adecuadas que, por sí solas, puedan resolver los modos de vida de las poblaciones rurales. Por el contrario, el bienestar de estas comunidades depende de una pluralidad de factores. Y ello es más cierto en el ámbito rural que nos ocupa, donde el acceso de las poblaciones a cada uno de estos recursos y oportunidades es limitado. Y donde, por lo tanto, la dependencia de una multiplicidad de factores es mayor (frente a las poblaciones urbanas cuyos modos de vida pueden depender de un único agente, como puede ser el capital financiero).

Así, los sistemas de producción de las comunidades locales o indígenas vinculadas a la agrobiodiversidad, se asientan sobre una gran riqueza natural, pero también en la coincidencia del limitado acceso a una pluralidad de componentes que definen sus modos de vida: infraestructuras, mercados, capital, educación, influencia social, tenencia de la tierra, entre otros. Y, en donde la seguridad de estas poblaciones, ante este concurso limitado de oportunidades, radica en la sabia combinación de todos los activos de que disponen.

En tercer lugar, es preciso comprender que la fragilidad inherente a los modos de vida de algunas poblaciones rurales, muchas veces, les impide el dar un salto mayor y el hacer frente a nuevas actividades que implican mayores riesgos. Esta incapacidad se puede reflejar en la imposibilidad de acceder a recursos o factores que, en el largo plazo, les podrían ser beneficiosos. Muchas veces, incluso cuando los beneficios son claros, los menos favorecidos no suelen poder beneficiarse de los nuevos cambios, ya que carecen de otros activos necesarios para poder acceder a ellos o de instituciones que trabajen en su favor (DFID 2000; Roca 2003: 29).

El fenómeno arriba indicado, puede, incluso, llevarles a tomar decisiones que, a su vez, desencadenen consecuencias que perjudiquen sus posibilidades de desarrollo. El asumir nuevos riesgos por estas poblaciones puede llevarles a una pérdida de capacidad de control de sus recursos que, a la larga, puede repercutir en una mayor vulnerabilidad y una mayor debilidad en su manera de afrontar el riesgo a futuro. Por ejemplo, para hacer frente a nuevas tensiones o riesgos, el campesino puede verse obligado a disponer de sus activos (i.e. su tierra), estrechándose aún más las opciones y oportunidades que se le ofrecen para el desarrollo de su modo de vida a futuro. Y, al mismo tiempo, el recuperarse de las consecuencias fallidas en la adopción de nuevos riesgos les tomará más tiempo y esfuerzo<sup>77</sup>.

Ordinariamente, muchas de las políticas que pretenden realizar iniciativas a favor de las poblaciones más desfavorecidas omiten la incorporación de mecanismos para la reducción del riesgo en las que se incluyan a las mismas poblaciones. Las políticas agrícolas tampoco se generan ni trabajan a partir de las perspectivas de aversión, prevención, manejo y mitigación del riesgo, que ancestralmente vienen realizando los campesinos de forma descentralizada (Farrington et al. 2004).

---

<sup>77</sup> Una de las principales conclusiones del estudio realizado por el Banco Mundial (2005). *Pueblos Indígenas, Pobreza y Desarrollo Humano en América Latina: 1994-2004*. Hall, G., Patrinos, H.A. (Eds.), ha sido no sólo la confirmación de que ser indígena aumenta las probabilidades de un individuo de ser pobre, sino que, además, los pueblos indígenas se recuperan de las crisis económicas con mayor lentitud. En el Resumen Ejecutivo de dicho estudio se manifiesta que "(...) De estos hallazgos se desprenden dos malas noticias. La primera es que el entorno normativo que consigue reducir la pobreza para la población en general puede no beneficiar de la misma manera a la población indígena y la segunda, que las crisis pueden ser particularmente dañinas para el bienestar de este grupo; aunque el impacto negativo de la crisis tienda a ser menos grave, la recuperación de sus ingresos con posterioridad a la crisis se ve a tal punto restringida que el efecto neto del impacto es más negativo para la población indígena que para la no indígena". <http://web.worldbank.org/> (Consultado Noviembre 2005).

Es deseable, por ello, que, con el fin de obtener un equilibrio entre el desarrollo económico sostenible de estas comunidades y la reducción del riesgo en el que se desempeñan habitualmente, se comprenda el cómo y el porqué de sus actuaciones en evitar nuevos riesgos en sus sistemas productivos. También, el que los pequeños agricultores dejen de ser meros espectadores de los cambios a que son inducidos. Es ocasión, por ello, para que sus visiones sean incorporadas en los estudios de bioseguridad.

En cuarto lugar, muchas de las consecuencias socioeconómicas pueden venir dadas por la tecnología misma, pero existen otras que dependen fundamentalmente del “armazón institucional” en el que ésta se sostiene, y con ello, de la estrategia de desarrollo agropecuario existente en un país. Distintas son las aproximaciones, por ejemplo, desde un contexto político en el que predominan las decisiones centralizadas, de arriba abajo, dirigidas a la promoción de una agricultura de exportación, con un soporte fundamental en la investigación privada, a la que se le dota de una protección extensiva mediante mecanismos de propiedad intelectual; de otras políticas, que favorezcan la gestión descentralizada, un sistema consolidado de inversión en investigación pública y de prioritaria atención a las necesidades agrícolas locales y al desarrollo rural.

Igualmente, diferentes serán los resultados, si nos encontramos ante marcos políticos en los que se prima una intervención pública mediante servicios de extensión agraria, de asistencia técnica, provisión de información y capacitación a los agricultores. O, frente a otros, en los que la investigación se reduce a la que realizan las compañías proveedoras de semillas, siendo estas mismas compañías las que realizan la capacitación en la implementación de sus tecnologías.

Finalmente, siguiendo a Fransen et al. (2005) cabe advertir, que algunas de las cuestiones mencionadas deben ser analizadas desde el marco de las políticas y estructuras de los países y escapen a las dimensiones del presente estudio. Muchas de ellas, son ajenas a las políticas de bioseguridad y reclaman el ser atendidas desde otros frentes, como son la inclusión en las decisiones de política de los distintos actores involucrados, cuestiones de democracia, de representatividad en las políticas agrícolas o de acceso a mercados y sistemas de propiedad intelectual.

## 1. UNA VISIÓN DESDE EL PERÚ<sup>78</sup>

En general, cabe afirmar que la agricultura es un sector importante para las economías y la seguridad alimentaria en los países en desarrollo. Frente a los datos estadísticos de los países desarrollados, donde la agricultura únicamente genera empleo en torno al 7% de la población y representa el 3% del PBI (Producto Bruto Interno), en los países en desarrollo, dichas cifras pueden llegar a alcanzar el 51% y el 12%, respectivamente (FAO 2004a).

En relación con América Latina, la agricultura ha ocupado un lugar clave en la evolución de las sociedades. Como hemos visto, en el territorio americano se han originado un gran número de especies de plantas domesticadas de importancia para la producción, el comercio y el consumo mundial. Así, las estadísticas arriba mencionadas son también aplicables a los países del área andina, con una considerable participación de la agricultura en el PBI total de los mismos: Bolivia 14,6%; Colombia 13,9%; Ecuador 9%, Perú 7,9% y Venezuela 2,6%, según datos del año 2002 (De Ferrati et al. 2005, citado en RED 2005: 186). Y donde la agricultura tiene un gran significado en el empleo y en la seguridad alimentaria de la población rural.

Haciendo referencia explícita a Perú<sup>79</sup>, país al que hemos tomado como punto de referencia en su consideración de centro de origen y diversidad, dichas cifras son aún más evidentes. Según datos referidos al año 2000, el sector agrario representaba aproximadamente el 7,9% del PBI total (algunas cifras apuntan a un 9%), el 9% de las exportaciones y el 11% de las importaciones totales del país. Su contribución a la población económicamente activa era de un 31% a nivel nacional y del 75% en el medio rural<sup>80</sup>.

El desbalance que existe entre los bajos niveles de productividad en relación con el alto nivel de la población activa empleada en la agricultura obedece a distintos factores que inciden,

<sup>78</sup> La información contenida en este apartado ha sido extraída de CAF (2005). *Políticas Sectoriales en la Región Andina*. Caracas, Venezuela; PNUD-Perú (2002). *Informe sobre el Desarrollo Humano. Perú 2002. Aprovechando las potencialidades*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Oficina del Perú. Lima, Perú, 2002; ECLAC (2004). *Statistical Yearbook for Latin America and the Caribbean*. [http://www.eclac.cl/publicaciones/Estadisticas/4/LCG2264PB/p2\\_4.pdf](http://www.eclac.cl/publicaciones/Estadisticas/4/LCG2264PB/p2_4.pdf) (Consultado Agosto 2006); Estrategia Nacional de Desarrollo Rural. Lineamientos de Política. Decreto Supremo 065-2004-PCM; Ministerio de Agricultura (2002). *Lineamientos de Política Agrícola para el Perú*. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú, 2002; Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (2004). *Perú: Plan Estratégico Nacional Exportador (2003-2013). Plan Operativo del Sector Agropecuario-Agroindustrial*. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. Abril 2004.

<sup>79</sup> Con un área de 1, 285,216 Km., Perú es el cuarto país mas grande de América Latina. El total de su población era de 25, 661,000 habitantes en el 2001. El Perú es uno de los países con mayor concentración de población indígena en términos absolutos. El país se encuentra dividido geográficamente en tres zonas distintas: 1) la zona oeste de llanuras desérticas de la costa (Costa) 2) los Andes centrales (Sierra) y 3) la zona este de selva baja de la Amazonía (Selva). En la actualidad, el Perú ha sido calificado como un país de renta media con un ingreso per cápita anual a nivel nacional de US\$ 2,100, en el año 2000, y en donde el salario mínimo es de US\$ 120 mensuales.

<sup>80</sup> En la actualidad, la tendencia es hacia un progresivo crecimiento y a una mayor contribución al PBI nacional. Sin embargo, dicha circunstancia no es de por sí indicativa de que exista una identificación entre crecimiento del sector agrícola y una mejora en el desarrollo rural.

de manera particular, en la agricultura desarrollada por el pequeño agricultor en el Perú. Éste es reflejo de la coexistencia, en un mismo país, de diferentes modos de producción agraria, con distintos intereses y niveles de desarrollo. En la Costa del Perú, en algunos valles interandinos y en la Selva alta, existe una agricultura moderna y capitalista; en la Sierra, por el contrario, predomina la tenencia de la tierra por comunidades campesinas, la agricultura de subsistencia y el minifundio y, en la Selva, por su parte, coexiste la agricultura formal moderna con la producción de hoja de coca ilegal y con la agricultura tradicional de los distintos grupos étnicos.

Esta heterogeneidad de la estructura agraria del Perú, tiene, a su vez, su reflejo en una segmentación en las mejoras productivas, tecnológicas y sociales. También, en un mayor protagonismo y auge de los sectores más modernos, que no se ha conseguido transmitir a los sectores más tradicionales o más marginados<sup>81</sup>. Esta circunstancia, ha resultado en problemas de carácter estructural en el agro y en una mayor exclusión social, que se manifiesta, entre otros factores, en los bajos índices de desarrollo humano de las zonas rurales y, en particular, en las zonas de alta diversidad genética.

En relación con la segmentación tecnológica, nos enfrentamos ante dos vértices radicalmente opuestos. Por un lado, se hallaría un sector protagonizado por un agricultor más vinculado a los mercados y a la exportación, que tendría un acceso mayor a la tecnología y una mejor capacidad de adaptación a las nuevas circunstancias de la globalización. Y, en el lugar opuesto, un agricultor tradicional con bajo nivel tecnológico y mínima capacidad de adopción de tecnologías. Así, según los datos del último Censo Agropecuario de 1994 (el último de que se dispone), el 92% de los productores agropecuarios no usaban ningún tipo de maquinaria o herramienta mecanizada en sus labores; en ese año, apenas existían 10,000 tractores, y, únicamente, el 17% de los productores utilizaba semilla mejorada. Este problema de la segmentación tecnológica sigue vigente y se reafirma en los datos del año 2002, en que la superficie regada en el Perú era de 67,000 hectáreas (de un total de 3,3 millones de hectáreas de superficie agrícola en uso) y el número de tractores de 13,191 unidades.

Otra gran característica de la estructura agraria del Perú es la escasa superficie agrícola y el alto grado de atomización de las unidades agropecuarias. Únicamente el 6% del territorio nacional es de aptitud agrícola, lo que equivale a 7,6 millones de hectáreas. Del total de tierras aptas para el cultivo, el área en uso es de 3,3 millones de hectáreas, que representa el 43,2% del área potencial agrícola. La disponibilidad de superficie agrícola por habitante es de 0,13 hectáreas (frente al promedio de 0,44 hectáreas per cápita que hay en otros países de Sudamérica). Mientras en algunas zonas de la Costa y la Sierra las tierras cultivables están

---

<sup>81</sup> Es curioso el observar cómo esta segmentación se llega a reflejar en las cifras de rendimiento de los distintos cultivos. En el caso de la papa, el maíz amarillo y el trigo, los rendimientos agrícolas de Perú se encuentran entre los más bajos a nivel mundial, mientras que, para los productos exportables, los rendimientos se sitúan entre los primeros, registrándose incluso el primer lugar en la producción de espárragos frescos y el sexto puesto en la producción de mango.

subutilizadas, en la Sierra se denota un sobre-uso. En la actualidad, la erosión del suelo afecta a más de 8,2 millones de hectáreas (6,4% del territorio nacional).

El alto grado de atomización es el resultado, principalmente, de la Reforma Agraria realizada a finales de la década de los sesenta. En la actualidad, se calcula que el 24% de las unidades agropecuarias cuenta con menos de una hectárea; el 55% con menos de tres hectáreas y el 70% con menos de cinco hectáreas. A nivel nacional, el tamaño promedio de la unidad agrícola es de 3,13 hectáreas; siendo en la Costa algo mayor a 3,5 hectáreas y en la Sierra 2,35 hectáreas. Las pequeñas propiedades y los minifundios se concentran fundamentalmente en áreas de la Sierra andina.

Esta atomización, unida a la alta informalidad en la tenencia de tierras y la ambigüedad de los derechos de propiedad (aproximadamente el 80% de la extensión de tierras no se encuentran saneadas y el 42% de las parcelas privadas no tiene títulos de propiedad), figuran como problemas que impiden la articulación de los pequeños agricultores en la economía, y, en particular, contribuyen al desplazamiento del agricultor peruano de los mecanismos financieros y de acceso al crédito.

En la actualidad, es preciso ser titular de tres hectáreas de tierras como mínimo (y disponer de variedades mejoradas modernas) para poder acceder a un crédito bancario. Del total de 1,7 millones de unidades agropecuarias que existen en el país, casi 1 millón son de subsistencia (tienen menos de 3 hectáreas) y quedarían fuera del mercado financiero oficial. De las restantes, medio millón tiene entre 3 y 25 hectáreas; 228,000 tienen entre 25 y 50 hectáreas y 51,000 tienen más de 50 hectáreas.

De los agricultores con posibilidades de acceder a los mecanismos formales de comercialización, tampoco todos pueden hacerlo porque el 80% de los agricultores posee deudas impagas con el sistema financiero y ha dejado de ser sujeto de crédito. Ello lleva al agricultor peruano a acudir a círculos informales de financiamiento que se caracterizan por ser préstamos con altas tasas de interés (10%) que pagan con cargo a cosechas futuras o a garantía sobre títulos de propiedad de las tierras. Este sistema hace que los agricultores queden atrapados en círculos viciosos de dependencia<sup>82</sup>.

En su relación con los mercados, la lejanía de los pequeños agricultores de los sistemas formales de comercialización es evidente. Ello se refleja en los altos porcentajes de la producción que no se destinan a los mercados nacionales e internacionales. Según los *Lineamientos de Política Agrícola para el Perú* del Ministerio de Agricultura (2003), del monto de productos agropecuarios que se transa en el mercado, sólo el 15% proviene de la Sierra, y, visto de otro modo, en dicha región sólo el 23% de la producción está destinada a los mercados.

---

<sup>82</sup> Entrevista de El Comercio al Presidente de Agrobanco, Carlos Garatea. *El Comercio*. Sábado 27 de mayo del 2006. Economía. B2. Lima, Perú.

Los factores que contribuyen a la expulsión del pequeño agricultor de los mercados radican, entre otros, en la indicada atomización de las unidades productivas que impide el desarrollo de economías de escala y de volúmenes de producción significativos; la ausencia de estandarización; la posición abusiva y de dominio en el mercado de los intermediarios; el bajo poder de negociación con el que cuenta el productor en las cadenas de comercialización; la falta de acceso a una infraestructura vial adecuada y la ausencia de mecanismos de información de mercados, centros de acopio y mercados mayoristas.

Las fallas del mercado se manifiestan, igualmente, en la asimetría en el acceso a la información relevante para el sector agrícola. Los sistemas de información sobre plagas y enfermedades no están debidamente desarrollados y no cuentan con una cobertura adecuada. Asimismo, la información sobre precios agrícolas en tiempo real está prácticamente concentrada para los grandes agricultores y, en general, la tecnología moderna no está al alcance de los pequeños agricultores<sup>83</sup>.

A esta falta de acceso, se ha sumado una falta de reacción por parte del sector público agrario. El distanciamiento del agricultor en relación con los mercados no ha sido suplido por un apoyo en asistencia técnica, investigación o transferencia de tecnología por parte de las entidades públicas. El presupuesto en investigación agrícola durante los últimos veinte años ha sido inferior al 0,2% del PBI. En concreto, el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) se ha limitado, en el mayor de los casos, a implantar programas de provisión de semilla como instrumento de transferencia de tecnología que, en ocasiones, ha originado la sobreproducción de determinados cultivos como el arroz y la papa (Oliva 2005: 321). Por su parte, los servicios de extensión agraria han sido paulatinamente desestructurados y han desaparecido en la práctica<sup>84</sup>, al igual que ha ocurrido en otros países de América Latina.

La situación descrita conlleva a que una gran parte del sector agrícola actúe sin reflejo en los mercados ni ostente una representación institucional y a que pase a formar parte de lo que se ha venido a llamar la economía informal, que abarca, en el medio rural, a un 80%

---

<sup>83</sup> Información extraída de Ministerio de Agricultura (2002). *Lineamientos de Política Agrícola para el Perú*. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 2002; Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (2004). *Perú: Plan Estratégico Nacional Exportador (2003-2013). Plan Operativo del Sector Agropecuario-Agroindustrial*. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. Lima, Perú. Abril 2004.

<sup>84</sup> Para Coello et al. (2006: 102) la extensión agraria como servicio organizado por el Estado dejó de funcionar en la práctica en el año 1987. Desde entonces, los servicios de extensión agraria habrían sido asumidos de forma desarticulada por organismos no gubernamentales, por el sector público a través de proyectos específicos y por las empresas privadas. Según Risi (1999, citado en Coello et al. 2006), en la década de los años 90 el sistema "informal" de extensión agraria que se había constituido involucraba a 6,100 personas (4,400 del sector privado y 2,700 del público) y movilizaba alrededor de 36 millones de dólares al año, concentrándose el 60% de sus actividades en la Sierra. Según Hellin et al. (2005: 153) el servicio de extensión agraria como servicio propiamente estatal se habría reducido de los 1,400 agentes de extensión agraria que había en 1986 a menos de 100 en el año 1992.

aproximadamente de la población activa<sup>85</sup>. Este distanciamiento, también se refleja en la lejanía de las instituciones del Estado y en la falta de participación en las decisiones de política que les afectan. Esta “exclusión política de facto” afectaría, sobre todo, a los departamentos del interior, a la población rural y a los indígenas<sup>86</sup>.

En relación con el capital humano y social, la diferenciación se ensaña especialmente en el agricultor de subsistencia, con un bajo nivel educativo y limitada capacidad de asociación (solo el 3,5 % pertenece a comités de productores y un 13,7% a juntas de usuarios de sistemas de riego). De ahí que el pequeño agricultor, además de ser objeto de exclusión económica, padece de exclusión social. Este último factor se ve estrechamente vinculado a características étnicas o de género. Es decir, mientras la población es más indígena, más rural y femenina, mayores son las probabilidades de ser pobre o pobre extremo.

En las áreas rurales es donde la pobreza tiene un carácter más estructural. Según datos de la ENAHO<sup>87</sup>, en el año 2001, 7, 380,000 personas se encontraban en situación de pobreza, de las cuales 4, 815,000 de personas lo estaban en pobreza extrema. Contrastadas dichas cifras con la población rural del país, ello significa que, en el año 2001, el 78,4% de la población rural se encontraba en situación de pobreza y el 51,3% se encontraba en pobreza extrema. Esta situación, se agudiza especialmente al tratarse de poblaciones indígenas<sup>88</sup>: del total de hogares pobres, el 43,4% es indígena y de los hogares pobres extremos, el 52,4% también lo es. Asimismo, se estima que el promedio de ingresos anuales per cápita de la población rural en el Perú es de US\$ 435, y el referido a hogares indígenas es de US\$ 372, según datos de ENAHO 2001-IV Trimestre (Trivelli 2005).

Esta franja social estaría calificada, siguiendo a Sagasti (2005: 249), como de “pobreza endémica”, es decir, aquella que afecta a personas con una alta proporción de necesidades básicas insatisfechas, que carecen del acceso a mercados de trabajo, a servicios sociales básicos y tienen muy pocas posibilidades de hacer oír su voz en el ámbito nacional. Según el autor, *“se trata de habitantes para los que la pobreza tiene una dimensión histórica y cultural que remonta a decenios y aun siglos, y que está fuertemente influenciada por su aislamiento de lo occidental, capitalista y moderno”*. Esta marginación, habría sido agravada por la escasa presencia de instituciones estatales capaces de atender sus demandas y defender sus derechos.

<sup>85</sup> Según CAF (2005b) estudios recientes ubican al Perú como la sexta economía con mayor grado de informalidad en el mundo y la segunda en América Latina, después de Bolivia.

<sup>86</sup> Como dato indicativo, se calcula entre 1 y 5 millones los peruanos que no están en posesión de un documento nacional de identidad, lo que representa un gran número de personas sin existencia legal, derechos políticos, atención social ni propiedad.

<sup>87</sup> Encuesta Nacional de Hogares sobre Condiciones de Vida y Pobreza (ENAHO) del Instituto Nacional de Estadística e Informática. Informe Técnico No. 002-Abril-2002.

<sup>88</sup> Se estima en un 47% el total de la población indígena en el Perú (Trivelli 2005).

A nivel educativo, la tasa de analfabetismo alcanzaba en el área rural el 15,5%, en el año 2000. Dicha cifra se elevaba al 30% en zonas del sur del país, entre las poblaciones quechua parlantes, afectando más a las mujeres. En general, en el campo, la población difícilmente llega a cursar el nivel primario (según datos del año 2000, el promedio de la escolaridad era de 5,6 años).

Esta exclusión también tendría su dimensión política expresada de forma fundamental en el ejercicio pleno de los derechos de los ciudadanos; en las oportunidades de hacer oír su voz; en la limitada participación en las decisiones de política a nivel local y nacional sobre las decisiones que le afectan a su futuro; las prioridades de inversión; el manejo de los recursos naturales y la planificación del desarrollo; en el desconocimiento de la cultura tradicional (lenguas principalmente) y en la inseguridad en las comunidades rurales por la acción de grupos ilegales dedicados al cultivo de ilícitos y al bandidaje (Estrategia Nacional de Desarrollo Rural 2004).

La concentración en la sierra rural de esta pobreza, su dispersión y poca visibilidad política habría conducido, según Tanaka (2005: 72), *“a que sus necesidades no se puedan convertir claramente en demandas y a que hayan sido continuamente postergadas frente a otros reclamos más cercanos de las poblaciones concentradas en Lima”*. Los esfuerzos institucionales de lucha contra la pobreza se han concentrado en la capital, con las consecuencias regresivas que ello ha tenido en relación con este sector de la población, más abocado en una pobreza de carácter endémico, como ya se ha mencionado. Esta situación, finalmente, ha resultado en la existencia de un gran desbalance, a nivel de país, con un desplazamiento persistente de peruanos del campo hacia las ciudades. Ello ha contribuido al agravamiento de la pobreza y a la generación de una ruptura entre el territorio, la población y la economía, en donde un 27% de la población ocupa el 62% de los distritos rurales y en donde el 73% de la población total se encuentra asentada en áreas urbanas<sup>89</sup>.

## 2. EN UN CONTEXTO DE AGROBIODIVERSIDAD

El agricultor conservador de la agrobiodiversidad reúne, de manera especial, todas las condiciones de adversidad mencionadas: unidades agrícolas por debajo de las tres hectáreas; sin acceso al crédito; con horizontes de rentabilidad nulos o negativos; con producción destinada al autoconsumo, al intercambio o a los mercados locales; con un nivel de mecanización escaso o inexistente, pero que cuenta con una alta representación en el país, tanto en términos de producción total como de empleo (Pastor 2005).

---

<sup>89</sup> Se estima que dicha cifra alcance el 82% en el año 2015 según la Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria 2004-2015, Anexo B, aprobada por Decreto Supremo No. 066-2004-PCM (Diario Oficial El Peruano, 8 de septiembre del 2004). Lima, Perú.

Dicha situación, desde la perspectiva de los propios agricultores, se plasma en una sensación de vulnerabilidad permanente, tanto por las relaciones de dependencia en las que se encuentra, como por la propia percepción por parte del agricultor de no ejercer poder alguno sobre las distintas fuerzas externas que, de una u otra manera, le afectan.

Estas circunstancias se confirman en el estudio que realizó el DFID “*Voces de los pobres*”, basado en encuestas en cinco sitios rurales en el Perú. En este estudio, los pequeños agricultores identificaron cinco como las fuentes principales de la vulnerabilidad extrema en la que se encuentran: la escasez de tierras cultivables (el minifundio); la naturaleza impredecible de las condiciones de trabajo (del clima, de cuánto se puede producir, y de los precios, sobre todo); las dificultades para comercializar efectivamente sus productos y la falta de asesoría técnica realmente útil en las condiciones muy particulares de su entorno. En concreto, en el citado estudio se destaca que la introducción del monocultivo ha conducido, en muchas ocasiones, a un ciclo de endeudamiento de los agricultores, al no poder controlar los factores de mercado externos (DFID- Banco Mundial 2003: 31).

Efectivamente, la suma de las dificultades mencionadas parecería ser parte de un complot contra el pequeño agricultor. Sin embargo, paradójicamente, dichas circunstancias constituyen el escenario en el que se desarrolla la conservación in situ y que dan lugar a una gran variedad de cultivos nativos, a una gran variabilidad genética, a formas específicas de organización social y a una cultura e identidad propias.

Lo anterior nos lleva a extraer distintas conclusiones. La primera radica en reconocer que, en el manejo del riesgo, el pequeño agricultor y, en particular, el agricultor de subsistencia, se ubica en una situación de desventaja, frente a los demás, a la hora de hacer frente a acontecimientos externos que pueden conducir a agravar su pobreza material. En segundo lugar, que, frente a dichas debilidades y desventajas, el pequeño agricultor se convierte, por esencia, en un minimizador del riesgo más que en un maximizador de la producción.

Por último, el agricultor conservador de la agrobiodiversidad cuenta y se apoya en determinadas fortalezas para sobrevivir en este escenario: las prácticas agronómicas singulares heredadas a través de generaciones; los conocimientos de manejo de la diversidad agrícola, con su adaptación a los distintos cambios climáticos y a la diversidad de nichos ecológicos y su pertenencia a comunidades y a redes sociales de intercambio de semillas y de conocimiento. Como resultado, la producción de la agrobiodiversidad contribuye, en la actualidad, con aproximadamente un 90% al abastecimiento y la seguridad alimentaria de las poblaciones rurales en el Perú (Flores 2003).

El estudio de las consideraciones sociales de la introducción de semillas genéticamente modificadas ha de realizarse, por tanto, atendiendo a la realidad en la que estas tecnologías se insertan. Particular atención debe prestarse no sólo a la manera como la biotecnología moderna puede responder a las debilidades y las amenazas descritas, sino también en relación con su potencial repercusión en las fortalezas y oportunidades con las que cuenta el pequeño

agricultor conservador de la agrobiodiversidad. Por esta misma razón, el comprender de forma realista cuáles son las fortalezas de estas poblaciones y el no “debilitar dichas fortalezas” es un elemento clave en el análisis socioeconómico referente a dichas comunidades locales. Y, lo que es más importante, el que no se comprometa la capacidad de dichas comunidades en poder controlar autónomamente su propio cambio cultural, social y económico.

## 2.1. Riesgos sobre el Capital Natural Crítico

En contraste con los sistemas de agricultura industrial, en donde cada eslabón de la cadena agrícola se corresponde con intereses diferenciados y es desarrollado de manera especializada por instituciones distintas (Soleri et al. 2006); en los sistemas de agricultura tradicional, las funciones de conservación de los recursos genéticos, el mejoramiento de las especies, la multiplicación y producción de semillas, la generación de alimentos y el autoconsumo se encuentran todos integrados en la chacra del agricultor.

Esta circunstancia conlleva el que, para estos agricultores, los activos ecológicos constituyen, en sí mismos, lo que se ha venido a denominar *capital natural crítico*, de muy difícil sustitución y esencial para la supervivencia y el bienestar de las poblaciones que de él dependen (Comisión Europea 2001). Y, por ello, las soluciones que se quieran ofrecer, deberían de partir de este capital natural y de su importancia para las comunidades locales en realidades complejas, impredecibles y diversas.

Por otra parte, es preciso tener presente que, siguiendo esta perspectiva multifuncional de la agricultura, ésta no se limita a la producción de alimentos, sino que es proveedora de una función ambiental, de paisaje, cultural y socioeconómica. La agricultura contribuye a dar viabilidad a las áreas rurales y a un desarrollo territorial balanceado, siendo la única actividad económica disponible en muchas de estas áreas. Ello implica, desde la estructura agrícola que presenciamos, que las repuestas no sólo deben darse desde la perspectiva de *sector agrícola* sino que deben abordarse desde una noción de *territorio*, a la que se ha hecho mención con anterioridad. Es decir, desde el ecosistema, en el que se incluye la comprensión de una diversidad biológica y, también, cultural.

Este capital natural crítico, desde la agrobiodiversidad, tal y como ha sido analizado en el Capítulo Primero, ofrece al pequeño agricultor un abanico de oportunidades con que manejar situaciones de incertidumbre. No sólo las referentes a los ecosistemas naturales sino también a las dinámicas sociales, de mercados y políticas. La diversidad permite al agricultor el atender a ecosistemas agrícolas complejos y difíciles y estar prevenido frente a realidades de cambio constante y riesgos no predecibles.

En este sentido, la diversidad constituye un aspecto clave del capital natural del que disponen las comunidades porque les brinda opciones y oportunidades: si un cultivo fracasa existen otras alternativas. De esta manera, dota al campesino de la flexibilidad suficiente para responder con una carta de alternativas a una multiplicidad de necesidades.

Sin embargo, la diversidad biológica requiere enfoques holísticos. La incertidumbre que rodea los procesos e interacciones de estos ecosistemas ricos en recursos genéticos para la alimentación y la agricultura; la variabilidad espacial; el complejo y dinámico equilibrio, exigen soluciones flexibles y adaptativas, acomodadas a los ambientes locales. Y no lineares, ni unívocas. Nos referimos a un enfoque ecosistémico, de manejo agrícola integrado, en donde coexisten múltiples estrategias para hacer frente a problemas agronómicos distintos y en donde se da una sinergia y equilibrio entre los distintos componentes del sistema.

En este contexto, es posible que la biotecnología moderna se encuentre con una serie de dificultades. La primera vendría dada por la naturaleza reduccionista a la hora de abordar la solución de los problemas agronómicos. Los potenciales efectos adversos que los cultivos GM pueden llegar a tener sobre la diversidad biológica y, en concreto, sobre organismos no blanco del ecosistema, de sustitución génica y desplazamiento de cultivos, pueden ser algunos factores consecuencia de este reduccionismo. Y éstos pueden implicar, a la larga, un incremento de los riesgos agronómicos, frente a los que el pequeño agricultor, finalmente, se puede ver incapaz de hacer frente.

De este modo, en el análisis de los riesgos, uno de los mayores sería la pérdida de acceso a recursos naturales y genéticos, que con anterioridad se encontraban disponibles para las comunidades indígenas y locales en sus territorios, como consecuencia de la pérdida de diversidad biológica. Por ello, es importante saber cuáles son las consecuencias de los cambios en esta diversidad y sobre quién van recaer mayormente (DFID 2000). En el momento en que la capacidad de adaptación que ofrece la diversidad es neutralizada, las consecuencias que se desencadenen pueden llegar a ser importantes para las comunidades, con un empeoramiento de su modo de vida o con su desplazamiento de los mercados por otros grupos con mayor capacidad de respuesta.

Por otra parte, en estos espacios, el sustituir la biodiversidad por la introducción de nuevas tecnologías como manera de abordar el riesgo agrícola, difícilmente puede dar lugar a soluciones que sean sostenibles en el largo plazo. La omisión de perspectivas más integradoras que lleven a captar la complejidad de una realidad dotada de variables múltiples no puede conducir a soluciones sostenibles de largo plazo. Las propias características del medio avalan un tipo de desarrollo que requiere un paradigma distinto al que implica *la transferencia de tecnologías per se*.

### **A) Sustitución de Sistemas de Semillas**

El contar con una diversidad genética que responda a las condiciones agronómicas locales requiere de la disponibilidad de suficiente semilla para llevar a cabo las prácticas agrícolas, para atender a la seguridad alimentaria y las singularidades culturales de las comunidades rurales. Esto es lo que se llama seguridad en el sistema de semillas o *seed safety*.

Siguiendo a Garí (2003) la seguridad en el sistema de semillas de un país puede depender de distintos factores, como los mismos mecanismos de provisión de semillas; la disponibilidad de semillas que respondan a las condiciones agro-ecológicas locales; que atienda a las necesidades nutricionales de los hogares; que permita el mejoramiento por parte de los agricultores; la posibilidad de guardar semilla para cosechas futuras o de semilla que, finalmente, se adecue a los hábitos gastronómicos y a los hábitos agrícolas y culturales de las poblaciones. Es decir, seguridad en el sistema de semillas es equivalente a la existencia de *opciones*, de variabilidad genética suficiente como para responder a las demandas de los pequeños agricultores a un nivel descentralizado de planificación de la actividad agrícola.

En contextos de conservación *in situ*, los sistemas de semillas son dinámicos y complejos. Y se alimentan del mismo dinamismo y complejidad que existe en el entramado social y cultural. Los pequeños agricultores producen y guardan su semilla para las cosechas futuras<sup>90</sup>. También la obtienen de una gran pluralidad de fuentes: de las comunidades vecinas, de los mercados locales o del mejoramiento a nivel local.

En el estudio realizado por Valladolid et al. (2006) en diez regiones del Perú, se extrae que existen cerca de quinientas formas de aprovisionamiento de semillas por parte del pequeño agricultor. En esta investigación se destaca que la principal forma de abastecimiento sería el trueque, con un 52% de los registros. De dicho total, la forma principal de aprovisionamiento de semillas sería el trueque de semilla por fuerza de trabajo, lo que manifiesta la pervivencia de la costumbre andino-amazónica de las *minkas*, *aynis* o *choba chobas*, las cuales han sido herencia prehispánica y han estado muy arraigadas en las comunidades campesinas e indígenas hasta la actualidad. La compra de semilla en el mercado por el agricultor, en contraste, contaría con un 14% de los registros.

Con ello, se puede afirmar que, en los sistemas locales de semillas, los procesos de selección, producción e intercambio de semilla forman parte del mismo proceso cultural, social y económico de las comunidades. El resultado es una gran variabilidad de semillas a nivel

---

<sup>90</sup> Según Badstue et al. (2003), como resultado de un estudio realizado en Oaxaca, México, las razones por las que los pequeños agricultores guardan semilla de sus propias cosechas con el fin de ser plantada en las cosechas sucesivas, no son únicamente las de ahorrar dinero, sino que son mucho más complejas y obedecen a componentes de carácter cultural, económico o agroecológico. En este estudio, se destaca como motivación primera de esta costumbre de guardar semilla, la confianza que el agricultor tiene en sus propias semillas, así como la de contar con una variabilidad de rasgos que mejor se acomoden a sus diversas necesidades. En segundo lugar, la seguridad que le ofrece el contar con semilla disponible y la oportunidad de evitar costes económicos. Los pequeños agricultores valoran la seguridad de tener la semilla guardada para la futura cosecha, de forma que pueden disponer de ella en el mismo momento en que la necesitan, sin tener que depender de fuentes externas que puedan retrasar su proceso productivo o incrementarles los costes. En tercer lugar, el guardar semilla está vinculado a la noción social del "buen agricultor", siendo éste aquel que hará todo lo posible por evitar la pérdida de su propia semilla. Por último, muchas veces, esta práctica está vinculada a valores de familia, en virtud de los cuales, por ejemplo, los hijos heredan la semilla de sus padres, en el momento en que estos se independizan como productores.

local. Esta diversidad adquiere una relevancia fundamental para estos sistemas de bajos insumos, en contraposición a otros más enfocados en el mercado.

Estos sistemas de semillas se desarrollan, generalmente, al margen de las legislaciones nacionales de semillas, sin reconocimiento alguno. De esta forma, estudios recientes resaltan que el debilitamiento de estos sistemas puede llegar a afectar, de manera importante, a la seguridad alimentaria de las poblaciones rurales, y, fundamentalmente, de los más pobres. Esta situación, se vería favorecida por la promoción misma de los sistemas formales de provisión de semillas, tanto por parte del sector público como del privado, en favor de la distribución de grupos reducidos de variedades, que no necesariamente son las más aptas para responder a las condiciones en las que se mueven los pequeños agricultores de bajos insumos y condiciones agronómicas difíciles<sup>91</sup>.

De la misma manera, en América Latina, estamos siendo testigos de un proceso que se encamina hacia una mayor privatización de los sistemas de semillas, lo que privilegia a los que se encuentran más orientados al mercado y a las agroindustrias dedicadas a la explotación en monocultivo<sup>92</sup>. Esta tendencia, puede concluir en el desplazamiento y eliminación de la pluralidad de sistemas de provisión de semillas alternativos alimentados por las comunidades locales. Así, la diversidad espacial de semillas, se dice, es reemplazada, en los sistemas formales de semillas, por la diversidad temporal.

Esta situación, tiene una implicancia fundamental en el ámbito al que nos referimos: la preservación de la agrobiodiversidad y sus modos de vida requiere no limitar los mecanismos y canales por los que el pequeño agricultor adquiere material genético e información sobre este material. Ya consistan éstos en las propias formas de organización social y cultural de los campesinos, *los caminos de semillas*, las ferias de semillas, o en cualquier otro tipo de red social o mecanismo de provisión individual. Por ello, es fundamental el considerar no únicamente la provisión de semilla certificada, ni la transferencia de tecnología a través de la provisión de semilla mejorada, sino el potenciar, a estos efectos, los múltiples canales que el mismo agricultor posee para obtener material genético.

Por el contrario, el estrechamiento de los sistemas de semillas y de producción, lleva implícita una mayor concentración del riesgo y un incremento de la vulnerabilidad, que algunos agricultores no necesariamente están en condiciones de afrontar. Ello puede afectar al

---

<sup>91</sup> En este sentido se manifiesta, el último Informe de Desarrollo Humano de las Naciones Unidas referido a los países del Asia y el Pacífico del 2006. UNDP (2006). *Asia-Pacific Human Development Report. Trade on Human Terms. Transforming Trade for Human Development in Asia and the Pacific*. UNDP Regional Centre in Colombo. Colombo, Sri Lanka. 2006. [http://www.undprcc.lk/rdhr2006/rdhr2006\\_report.asp](http://www.undprcc.lk/rdhr2006/rdhr2006_report.asp) (Consultado Octubre 2006).

<sup>92</sup> Al respecto, véase GRAIN (2005) "América Latina: La Sagrada Privatización". *Seedling*. Octubre 2005. Vol. 46. <http://www.grain.org/biodiversidad/?id=296> (Consultado Septiembre del 2006).

modo de vida del pequeño agricultor, perjudicando su autonomía y favoreciendo relaciones de dependencia de formas de suministro externas. Por otra parte, la provisión continua de semillas a favor del monocultivo puede llevar a la sensación errónea, por parte de las entidades públicas, de que existe suficiente provisión de semilla en el mercado, de que los sistemas de semillas están evolucionando y responden adecuadamente a las necesidades de los agricultores. Aspecto que, al final, puede no reflejar adecuadamente lo que sucede en la realidad.

La provisión de las semillas GM puede contribuir a intensificar esta situación. La introducción de las semillas GM, paradójicamente, puede ayudar a reducir las opciones de los agricultores de selección y provisión de semillas, más que a ampliarlas. Esta vulnerabilidad vendría ocasionada por las mismas causas de flujo génico y de desplazamiento de los cultivos nativos por las “variedades modernas” estudiados. También puede intensificar la inseguridad en los sistemas de semillas tradicionales al irrumpir negativamente en la dinámica de los mismos, debilitándolos. Finalmente, promover un mayor “desplazamiento institucional”, impulsado por un paulatino dominio y monopolio de las compañías de semillas, por encima de las formas locales de provisión. Esta situación, ayudaría a perpetuar la falta de representatividad institucional de los sistemas locales de semillas en los marcos normativos e institucionales existentes a nivel nacional.

En definitiva, el debilitamiento de los sistemas de semillas de las comunidades rurales implica una restricción a las opciones de los pequeños campesinos, su autonomía en la selección y la conservación, el mejoramiento y la distribución de semilla a nivel descentralizado y local. Y ello puede revertir en detrimento de la seguridad alimentaria de las comunidades en el largo plazo.

Desde la perspectiva de la conservación de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, sería deseable que en lugar de imponer nuevos patrones de conocimiento, se partiese de los ya existentes a nivel local, para su mayor perfeccionamiento. Es decir, sería preferible que las iniciativas se centren en que los sistemas de semillas de las comunidades sean mejorados y funcionen mejor, en lugar de ser sustituidos por otras identidades distintas. Para ello, es crítico que estos sistemas de semillas locales tengan su debida representación en el diseño de políticas de bioseguridad y en los comités de bioseguridad nacionales.

## **B) Autosuficiencia y Seguridad Alimentaria**

Garí (2003: 29) define la seguridad alimentaria como la situación o estado en el que las poblaciones tienen acceso regular y autónomo a alimentos en las cantidades suficientes, en condiciones de seguridad y sanidad, con la adecuada calidad nutricional y con el respeto debido a sus valores culturales legítimos y a las preferencias alimentarias. En las áreas rurales, se añaden los elementos que aporta una agricultura sostenible y la presencia de condiciones ambientales adecuadas para la producción de alimentos, como factores esenciales para una seguridad alimentaria genuina y de largo plazo.

Desde nuestra perspectiva, dos palabras en inglés resumirían el concepto de seguridad alimentaria: *entitlements* y *empowerment*. Es decir, los activos o capacidades y el empoderamiento del pequeño agricultor. No obstante, existen distintos enfoques en la manera de abordar la seguridad alimentaria. Cuando se trata el tema de la seguridad alimentaria desde una perspectiva global o mundial, se hace referencia a la necesidad de una mayor producción, que logre ir a la par del crecimiento demográfico. Sin embargo, cuando se analiza desde un nivel local, el concepto adquiere otros signos distintivos, como son los de los activos de los que disponen las poblaciones y las capacidades que dichos activos generan. Es decir, no se trataría únicamente de una mayor producción de alimentos, sino de aumentar la capacidad del pequeño agricultor para su autosuficiencia, resistencia y capacidad de recuperación (*resilience*, en inglés) en épocas en continuo cambio. Y, también, en la creación de estructuras sociales consolidadas a nivel rural y de economías locales (Pretty et al. 1996). Y ello, debido a que, como es reconocido por la mayoría de la doctrina, una mayor producción de alimentos no soluciona, en sí misma, el problema de la disponibilidad y acceso a los alimentos por parte de las poblaciones.

Sin embargo, la mayoría de las políticas de desarrollo han impuesto mecanismos “de arriba hacia abajo” para afrontar el tema de la seguridad alimentaria de las poblaciones. Y, lo han hecho, fundamentalmente, desde las variables de insumos y producción, atendiendo a la agricultura como un factor productivo y a los alimentos como *commodities*. Siguiendo esta lógica, a un mayor incremento de insumos, le correspondería una mayor capacidad de producción: mayor capital, semillas mejoradas, mayor cantidad de químicos resultan en una mayor productividad, una mayor disponibilidad de productos para el mercado, y, como resultado de ello, una disminución de la pobreza. Esta ecuación, sin embargo, no ha tenido un efecto claro en muchas poblaciones en el medio rural, e incluso ha ahondado aún más en su marginalización y en el debilitamiento de sus capacidades de desarrollo rural (Garí 2003).

Este proceso, que está predominando en los sistemas agrícolas de algunos países en desarrollo y que, a la larga, está dirigiendo la producción agrícola hacia el cultivo de *commodities* o de cultivos que son más rentables en el mercado externo, puede llegar a poner en peligro la seguridad alimentaria a nivel local. Esta tendencia puede tener repercusiones especiales, sobre todo, cuando la importación de alimentos desplaza al pequeño campesino de los mercados, sin tener éste modos de vida alternativos; cuando el mercado de importación de alimentos se ve suspendido o no llega debidamente a las poblaciones o cuando las tierras con capacidad agrícola se destinan a otros fines (i.e. producción de biocombustibles) desplazando los relativos a la seguridad alimentaria. A mayor dependencia en la provisión de alimentos de origen externo, a mayor sujeción por parte de los países de la importación de alimentos, mayor inseguridad alimentaria habrá para las poblaciones de estos países.

Esta circunstancia se aplica para los cultivos GM que están siendo comercializados en la actualidad. Los cultivos GM se sumarían, así, al riesgo que implica el atender de forma unilateral al mercado y al objetivo de lograr una mayor productividad, lo que puede incrementar la vulnerabilidad de las comunidades ante las fluctuaciones del mercado, la

pérdida de opciones para su autonomía alimentaria y la exposición a los riesgos ambientales y agronómicos<sup>93</sup>.

En los sistemas de agricultura tradicional, la seguridad alimentaria del campesino no se basa tanto en la venta de lo que produce (y de la misma manera, depende en menor medida de insumos externos, como pueden ser semilla mejorada, agroquímicos o fertilizantes químicos), como en la diversidad agrícola de que se dispone. Por ello, la pérdida de biodiversidad lleva aparejada, en muchas ocasiones, una pérdida de opciones como fuente de alimento o variedad nutricional.

En este sentido, para contribuir a la seguridad alimentaria de las comunidades, se debe partir de un análisis de sus necesidades y de las formas de producción de alimentos por las propias comunidades. Y ello, requiere de un acercamiento a las dinámicas de los medios de vida a nivel local: el rol de las mujeres, la organización de las comunidades, sus preferencias y su cultura. Es decir, el entender al campesino no como un peón sino como el director y el motor del que depende su propio desarrollo y el de su comunidad. Y ello pasa por un mayor empoderamiento del pequeño agricultor, en definitiva<sup>94</sup>.

Por ello, es de sumo interés el comprender en qué medida la ingeniería genética puede llegar a empoderar al campesino y a ofrecerle alternativas y activos nuevos para cubrir sus necesidades o, por el contrario, conducir a todo lo contrario. Los efectos socioeconómicos de la ingeniería genética dependerán fundamentalmente de ello.

### C) Desplazamiento de Mercados

La aparición de nuevos mercados fruto de las nuevas demandas por parte de los consumidores, como son las representadas en productos diversificados, especializados, procedentes de agricultura orgánica o de economías vinculadas al mundo de la gastronomía y el turismo, se presentan como opciones promisorias para la agrobiodiversidad. Dichos mercados atienden a requerimientos que, actualmente, son incompatibles con la aplicación de la biotecnología moderna. En este sentido, el flujo génico desde cultivos transgénicos hacia los cultivares tradicionales (con independencia de la importancia que se le conceda a efectos ambientales o de salud humana) podría implicar un cierre de los mercados para este tipo de productos. Y, en consecuencia, la creación de nuevas barreras y la eliminación de nuevas vías de desarrollo para las comunidades que dependen de la agrobiodiversidad.

---

<sup>93</sup> Según Rey (2005: 18), una gran parte de los cultivos transgénicos estarían siendo destinados en la actualidad a la alimentación del ganado, como sucede con el 90-95% de la soja o el 60% del maíz cultivado en USA.

<sup>94</sup> En términos de empleo, por ejemplo, Altieri y Pengue (2005) en un estudio sobre los impactos de la soja transgénica en América Latina, destacan la gran demanda de tierras, la concentración de tierras en grandes latifundios y la disminución en el empleo rural. En Brasil, el cultivo de soja transgénica habría implicado un desplazamiento de once trabajadores rurales por cada uno que encuentra trabajo en el sector.

En este sentido, sería deseable, que en países que destacan como centros de diversidad, como puede ser el caso del Perú, las autoridades nacionales identifiquen a la agricultura tradicional y los métodos orgánicos de producción<sup>95</sup> como una alternativa de mercado frente a los cultivos GM. En la actualidad, la diversidad agrícola demanda un espacio de política y tiene un gran potencial para consolidar una posición competitiva en los mercados internacionales. Nos encontramos en momentos críticos en donde dichas iniciativas deberían tomarse en cuenta como una opción real y, finalmente, se vinculen a una proyección de desarrollo local y de eliminación de la pobreza en el ámbito rural.

Por el contrario, el competir en los mismos escenarios de comercio con el agricultor de *commodities*, puede implicar una desventaja desde el punto de partida para el pequeño agricultor. La dependencia de tecnologías externas y del flujo de información proveniente del mismo mercado puede situarle en una situación de desigualdad desde el inicio. Factores como el difícil acceso a la información agrícola por parte del pequeño agricultor, el bajo nivel de asociacionismo o el grado de analfabetismo juegan en su contra. Así, el tiempo de adopción de la tecnología por el pequeño agricultor será extemporáneo: siempre van a adoptar la tecnología después de los grandes agricultores más capitalizados y su entrada tardía a los mercados irá en contra de su capacidad de competencia. Por ello, el proceso de adopción de una tecnología no depende solo de las economías de escala sino también de los sistemas sociales, educativos y de acceso a la información que se encuentran disponibles. (Brush 2001).

## 2.2. Riesgos sobre el Capital Humano

A lo desarrollado hasta este punto, se añade otro factor: la “cara humana” de los análisis de riesgo. La importancia que la incorporación de las nuevas tecnologías tiene sobre los valores, las culturas y las relaciones sociales.

---

<sup>95</sup> El Art. 2 del “Reglamento Técnico para Productos Orgánicos del Perú” (aprobado por Resolución Ministerial No. 0078-2003-AG) establece que se considera producto orgánico a aquel “*originado en un sistema de producción agrícola o que en su transformación emplee tecnologías que, en armonía con el medio ambiente, y respetando la integridad cultural, optimicen el uso de los recursos naturales y socioeconómicos, con el objetivo de garantizar una producción agrícola sostenible*”. En el mismo sentido, en la Comunidad Europea, el Art. 3 de la “Propuesta de Reglamento del Consejo sobre Producción y Etiquetado de los Productos Ecológicos” de la Comisión de la Comunidad Europea -COM/2005/0671 final -CNS 2005/0278- contempla que “*El sistema de producción ecológica perseguirá los siguientes objetivos: a) Asegurar, siguiendo un sistema de gestión agrícola práctico y económicamente viable, la producción de una amplia variedad de productos mediante métodos que: i) minimicen los efectos negativos sobre el medio ambiente; ii) mantengan y aumenten un alto grado de biodiversidad en las explotaciones agrícolas y sus alrededores; iii) preserven, en la medida de lo posible, recursos naturales como el agua, el suelo, las materias orgánicas y el aire; iv) cumplan rigurosas normas de bienestar animal y respondan a las necesidades de comportamiento propias de cada especie. b) Asegurar una producción de alimentos y otros productos agrícolas que responda a la demanda de los consumidores de productos producidos mediante procesos naturales, o comparables a éstos, y sustancias naturales*”.

En este sentido, cabe afirmar que uno de los riesgos potenciales de la introducción de cultivos GM, desde una perspectiva de agrobiodiversidad, es la pérdida de conocimientos y prácticas de comunidades locales o indígenas como resultado de la pérdida de diversidad biológica. Otro de los riesgos, es el desconocimiento mismo de los sistemas de innovación locales, del conocimiento tradicional.

En general, la introducción de semillas GM obedece al paradigma sobre el que se ha venido asentando cualquier proceso de transferencia de tecnología en el pasado. Éste responde a la naturaleza de los sistemas formales de innovación, que se desarrollan bajo patrones racionales y lineares, con una implementación “de arriba hacia abajo”. La solución de los problemas es resuelta por un grupo de “expertos” y transferida a los beneficiarios y usuarios, que responden al papel pasivo de meros receptores de la misma, como base de la pirámide.

El campesino se convierte, según esta concepción, en un mero receptor pasivo de tecnología, sin ningún tipo de agencia para decidir ni experimentar, y del que se espera que incuestionablemente siga las reglas de manejo. De lo contrario, la responsabilidad por el mal manejo del paquete tecnológico puede llegar a recaer sobre el mismo agricultor. El paradigma mencionado vive de forma aislada al conocimiento de los usuarios finales; se basa en que la nueva tecnología es la clave para la transformación social y que los científicos trabajan más eficientemente a favor del desarrollo de tecnologías cuando se encuentran protegidos de toda ingerencia política que les impida trabajar en beneficio de los más desfavorecidos. (CIP-UPWARD-IDRC 2005: Vol. 3: 48, Vol. 2: 128).

En la mayoría de estos casos, estos sistemas “formales” de mejoramiento y manejo de los recursos genéticos para la agricultura, se desarrollan de forma paralela e incomunicada de los “informales” (i.e. de generación e innovación local, por el agricultor y la comunidad campesina), existiendo muy pocas conexiones entre sí. Los pocos puntos de encuentro entre ambos se concentran en la colecta de las colecciones ex situ y en la provisión de semillas mejoradas (Almekinders 2001).

Esta aproximación, no toma en cuenta los procesos de innovación que históricamente han venido siendo y son desarrollados día a día por los propios agricultores. No incorpora el conocimiento holístico que los campesinos tienen de sus propios ecosistemas y condiciones climáticas. Y, sobre todo, no considera otros procesos que, no son lineares, y que se refieren a los criterios con los que los agricultores definen sus modos de vida: su cultura; el balance de costes y de beneficios en un contexto socioeconómico y ambiental determinado o los riesgos y los beneficios que se circunscriben a un espacio ambiental y agronómico concreto<sup>96</sup>. A pesar de su desconocimiento, sin embargo, todos estos elementos son los que, desde el criterio del agricultor, actúan de filtro en primer termino, definiendo las tecnologías que son aplicadas y habrán de medir la productividad de sus cultivos.

---

<sup>96</sup> Consultar Almekinders (2001), en relación con políticas para fortalecer el manejo comunitario de la diversidad genética como objetivo prioritario para el desarrollo local.

La ingeniería genética se suma a esta concepción, pero con algunas diferencias añadidas. La selección de los problemas a resolver viene determinada por el mercado, al ser compañías privadas las invierten mayormente en la investigación tecnológica y su desarrollo comercial. El objetivo de sus investigaciones será el de proveer al mercado con un determinado producto ya preparado para el consumo.

El vínculo que crea la biotecnología moderna entre “los insumos para la producción y el producto para la comercialización”, a través de su sistema de “paquetes tecnológicos”, acelera la erosión de las prerrogativas de gerencia y gobierno de los agricultores, mediante lo que se ha venido a llamar la agricultura por contrato o “*contract farming*” (en inglés). Con estos contratos, las empresas proveedoras de semilla se reservan, indirectamente, la capacidad de controlar el proceso productivo (i.e. definiendo el cultivo, cantidad y calidad del mismo) y también los canales de comercialización del producto final. El productor, por su parte, se compromete a plantar determinadas hectáreas de los cultivos que se le indican, utilizando el paquete tecnológico proporcionado por la mismas empresas. Con ello, se eliminan las posibilidades de guardar y reproducir semilla por el agricultor (como se analizará más adelante), así como sus capacidades directivas y gerenciales<sup>97</sup>.

Estas realidades favorecen la eliminación del campesino como competidor en la generación de tecnología. También se promueve la concentración de operaciones en agentes que no son el pequeño agricultor necesariamente. Como los paquetes tecnológicos de cada variedad son cada vez más complejos y sofisticados, al agricultor sólo le queda definir su propio proceso de trabajo (i.e. la cantidad de mano de obra, etc.) en el momento mismo en el que adquiere la semilla que intenta plantar. Incluso, puede suceder, que ni el mismo agricultor seleccione la variedad, porque ésta ya le venga determinada por el mismo procesador de alimentos que le compra la cosecha<sup>98</sup> (Kloppenburg 1998: 283). De esta manera, no erraríamos al afirmar que esta tecnología conlleva un remolino de instituciones que, de alguna forma, son antagónicas a los procesos evolutivos propios de la conservación in situ.

---

<sup>97</sup> Un ejemplo de estos *contract farming* lo proporciona Monsanto para la producción de algodón Bt en la Comarca Lagunera de la región de Durango y el estado de Coahuila en México. Según estos contratos, los agricultores que quieren beneficiarse de la semilla Bt están obligados a renunciar al derecho de guardar semilla; a desmotar el algodón únicamente donde estén autorizados; a especificar en los contratos las hectáreas que serán plantadas y a permitir la auditoría y control de las plantaciones por personal de Monsanto, con el fin de comprobar que se cumplen las condiciones contractuales. Los contratos también fijan las condiciones de asistencia técnica, los procesos de producción y de comercialización del producto final. Los contratos se constituyen con el fin de proteger los derechos de propiedad intelectual de Monsanto, pero también como condición para poder acceder a crédito. Éstos se entablan con los mismos agricultores y con los propietarios de los molinos desmotadores de algodón, a los que se les somete a restricciones de uso de la semilla (Smale et al 2006:25).

<sup>98</sup> Son cada vez más frecuentes los llamados contratos *balment* (en inglés), por los cuales el procesador de alimentos es el que provee la semilla y retiene el título de propiedad sobre la semilla y sobre el cultivo que crece de ésta. Esta situación fomentaría la concentración del poder en manos de unas pocas compañías, que se harían con el control de todos los eslabones de la cadena del mercado agrícola, desde “el campo hasta la mesa”, o en lo que se ha venido a llamar en inglés “*from field to fork*”. Las consecuencias serían las de estrechar las opciones y la capacidad de elección que tiene el agricultor, quedando vulnerable al control de las tecnologías.

Una de las consecuencias visibles de esta pérdida de empoderamiento sería, como ya ha sido apuntado por la doctrina (Chauvet et al. 2004), un distanciamiento claro entre las necesidades y los productos. Así, el desarrollo de esta tecnología se aplicaría en divorcio y de forma discriminatoria de las tecnologías de las comunidades locales, que se basan en una ordenación integrada de los recursos naturales y que se aplican, de forma descentralizada, atendiendo a las exigencias locales concretas. Finalmente, este proceso, tendría lugar en detrimento de la capacidad de manejo y gestión de los campesinos, de su control de los procesos de producción in situ y colocación de mano de obra.

De ahí que muchas críticas hacia la biotecnología moderna hayan apuntado a que ésta no trata de dotar de soluciones que respondan al interés general, al bien público o a las necesidades de una determinada sociedad, sino a patrones de beneficio empresarial. Igualmente, la diseminación de la tecnología y la capacitación para su manejo se realizan por las propias compañías transnacionales que investigan en biotecnología agrícola o por las empresas locales asociadas. Cuestión ésta distinta a la del mejoramiento convencional, propio de la llamada Revolución Verde, en donde el paradigma organizacional venía protagonizado por los centros internacionales (CGIAR) y por los institutos nacionales públicos de investigación agraria, que diseminaban sus innovaciones a través de programas de extensión agraria a nivel descentralizado.

Hasta la fecha, la mayoría de los procesos de biotecnología moderna no cuentan con la experimentación participativa de los agricultores. De ahí que es muy posible que las condiciones en las que se llevó a cabo el mejoramiento mediante ingeniería genética no se identifiquen con las condiciones de campo; que los rasgos introducidos no respondan de manera idéntica en medioambientes diversos y no controlados y, sobre todo, que los rasgos elegidos no satisfagan las preferencias concretas de los agricultores.

Esta visión desde el mercado, puede conllevar el desconocimiento de las necesidades locales de los campesinos y la implantación de prioridades ajenas al universo agronómico local. Esta aproximación puede, también, afectar al propio rol del agricultor. De esta manera, el campesino pasa de ser innovador a ser un mero consumidor de tecnología, con el desplazamiento de sus estructuras de conocimiento y cultura endógenas, por otras estandarizadas, uniformes y foráneas. Esta “descampesinización” del medio rural, viene, sin embargo, acompañada de la presencia de nuevos actores. Principalmente por el suministrador de semilla, que atiende a la provisión de semilla y a la necesidad de esta “biodiversidad temporal” (aspecto que no siempre es posible cuando los mercados no funcionan a la perfección y no existe la infraestructura necesaria). Y, por otra, por el intermediario que se encarga de auditar el respeto a las condiciones de uso y reclamo de derechos por la utilización del producto.

Esta situación, intensifica la situación de desempoderamiento del agricultor, que se ubica en una posición todavía más alejada y de menor influencia en relación con lo que se investiga y mejora y en relación con la diseminación de la innovación. Y, en

consecuencia, hacia la desaparición del pequeño agricultor innovador, del experto indígena, generador del conocimiento y la innovación locales. En este contexto, se omite toda interrelación entre el conocimiento humano y el medioambiente que acompaña la conservación in situ de la agrobiodiversidad. Se limitan los espacios en los que se crea y recrea el conocimiento y la experimentación de los agricultores. El resultado puede ser, finalmente, una gran apuesta por la insostenibilidad del cambio agrícola y una pérdida de diversidad agrícola.

### **A) La Autonomía en el Hacer de la Agrobiodiversidad**

De lo expuesto, nos encontramos con una pregunta relevante a efectos de la preservación de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura: ¿quién y cómo se toman las decisiones productivas?. Ello es importante a efectos de evaluar en qué medida puede verse afectado el control por los campesinos de los procesos de producción in situ y su poder en la optimización de los recursos de que disponen.

Desde un contexto de conservación in situ, la respuesta parece simple: dependerá del cultivo. Pero no lo es tanto, ya que esto va a depender de una raíz cultural y social específica. Así, en cultivos como la papa, pueden ser los grupos de las mujeres ancianas de la comunidad, o puede tratarse de decisiones adoptadas por grupos especializados a nivel local, siguiendo normas consuetudinarias. Nos encontramos, por ello, ante un fundamento cultural y social determinante.

A lo largo del presente estudio hemos definido la agrobiodiversidad en función a procesos evolutivos. De la misma manera, el conocimiento tradicional sobre el que se asientan las decisiones y los procesos agrícolas no es estático, esta sujeto a una continua transmutación y cambio. Así, el calificar de “tradicional” al conocimiento como indicativo de algo inmutable, aislado, que necesita preservarse en su estado inalterable, es un concepto romántico que no se corresponde con lo que sucede en la realidad (Brush 2004; Stone 2004).

En este sentido, la experiencia agrícola es el resultado de un continuo aprendizaje que surge de la vivencia del medioambiente y de la transmisión cultural. Las prácticas de manejo agrícola no son información estática sino el fruto de un continuo intercambio social, son producidas socialmente y están insertas en instituciones culturales singulares. El conocimiento y las semillas se generan, mantienen e intercambian socialmente.

Así, el concepto de autonomía del agricultor se asienta en esta capacidad de adaptación y en este marco social. Hablamos de autonomía cuando el agente elige la acción deseada en base a sus propios valores y percepciones. Un respeto a la autonomía requeriría el dotar a dicho agente de suficiente información como para que pueda decidir a favor de una determinada acción, por acomodarse mejor a sus valores, a su forma de vida o a su particular percepción del riesgo.

En la conservación *in situ*, la autonomía del agricultor se despliega en un proceso de selección y manejo de las variedades. Los grupos de agricultores y las mismas comunidades son, en definitiva, los árbitros que deciden cual es el germoplasma a ser adoptado. La diversidad es el resultado del ejercicio de dicha autonomía, en donde las variedades seleccionadas son objeto de evaluación constante, en permanente contraste con los criterios, objetivos y preferencias personales y sociales. (Bellon 1997). La diversidad de cultivos nativos es, así, la consecuencia de una existencia de opciones y de las elecciones realizadas por el hombre, en estrecha interacción con la selección natural.

En sentido inverso, una situación de falta de autonomía incidiría en la pérdida de control por el agricultor de las oportunidades de selección y manejo que caracterizan la producción de la agrobiodiversidad. Esto afectaría, también, a la transmisión del conocimiento, desde los más experimentados a los agricultores más jóvenes. Y, con ello, a la erosión del conocimiento tradicional que guía estos procesos.

Ante la presencia de los cultivos GM, la cuestión, entonces, no reside en analizar si la biotecnología moderna se incorpora en el *continuum* de las experiencias individuales de los agricultores, de por sí en continuo cambio. Por el contrario, lo importante será el analizar cómo estas tecnologías pueden afectar estos procesos de experimentación, de adquisición e intercambio de información y de adopción de sistemas de manejo desarrollados por los agricultores en la conservación *in situ*.

En principio, la biotecnología agrícola podría minar los procesos de adopción de tecnologías por el agricultor. También podría repercutir en el mismo rol y estatus del agricultor: de generador de tecnologías e innovador a mero ejecutor de las mismas. Mano de obra no especializada y simple receptor de conocimiento.

Así, para algunos autores como Stone (2004), la biotecnología moderna podría contribuir a un proceso de “desespecialización agrícola” o *agricultural deskilling* (en inglés). Esta situación, con pérdida de sabiduría y experiencia agrícola por parte del agricultor, tendría su origen en distintos factores:

- La imposibilidad de reconocimiento e identificación de la semilla GM. Esta ausencia de información lleva a una falta de control del agricultor sobre lo que está plantando: si un agricultor no diferencia la semilla GM de una convencional, es difícil que aprenda a utilizarla de forma diferente y que la incorpore en su proceso de conocimiento y experimentación de forma diferenciada. Esta decisión se deja al arbitrio de la compañía distribuidora de la semilla, que proporciona, asimismo, las instrucciones para “la interpretación” de la misma.
- Un problema de pérdida de consistencia de la tecnología en relación con las prácticas de manejo. Los efectos de la tecnología pueden cambiar en el tiempo de forma impredecible y ser imposibles de monitorear por el agricultor. La aparición de nuevos

impactos pueden crear vacíos de información que afectan a los sistemas de manejo de forma negativa. Por ejemplo, la ausencia de conocimiento de los posibles impactos de la tecnología sobre organismos no blanco puede afectar al manejo del agricultor, con el uso de mayor cantidad de insecticida.

- La velocidad con que se produce el cambio de las nuevas tecnologías podría conducir a un proceso de desinformación y desconocimiento. Los procesos de creación de experiencia y conocimiento agrícola tradicionales requieren un tiempo (al estar caracterizados por la adopción local, la repetición, la experiencia práctica) que no siempre se identifica con el cambio que imponen las nuevas tecnologías. La velocidad de implantación de las tecnologías implica que, muchas veces, el flujo de información que acompaña a estas tecnologías no llegue debidamente al agricultor, destinatario final de la tecnología, creándose, de nuevo, un gran vacío de información perjudicial para el agricultor.

De esta manera, por un lado, la posición del agricultor se traslada al final de la cadena, como consumidor final. Por otro, las especificaciones técnicas de la tecnología no siempre llegan al destinatario final, lo que va a depender, en parte, del vendedor y diseminador de la tecnología. Ambas circunstancias, sin embargo, no son nuevas. Semejantes experiencias han tenido lugar con la introducción de otros insumos o tecnologías, como con la utilización de pesticidas: una falta de adecuado conocimiento de las condiciones para el uso de los químicos y pesticidas ha llevado a un abuso en su utilización, con consecuencias perniciosas para el manejo agrícola.

Sin embargo, esta ausencia de información, incorpora además nuevas dificultades en el manejo agronómico, al añadir nuevos riesgos no identificables por el agricultor. El no contar con todos los elementos de juicio tiene como resultado una ausencia de control sobre su experimentación y conocimiento. El progresivo incremento en la complejidad de la tecnología, de los transgenes, y las modificaciones genéticas introducidas, por una parte; y, por otra, la ausencia de conocimiento certero de los avances tecnológicos y de la información con la que se cuenta para su manejo, tienen, como consecuencia, una dificultad añadida para el mismo.

Igualmente, los propios intercambios de información, de manera informal, por parte del agricultor y los sistemas de provisión de semillas que se desarrollan a nivel local pueden conducir a distorsiones en la aplicación de la tecnología. Por otra, muchas veces, la información se queda en los que intelectualmente desarrollan la tecnología, pero no llega a los que la ejecutan.

Con frecuencia, las compañías realizan investigaciones de campo y estudios de monitoreo de sus innovaciones cuyos resultados no son compartidos de forma pública, ni mucho menos trasladados al usuario. Esta circunstancia, es especialmente relevante en el caso de la información sobre monitoreo, por las repercusiones que ello conlleva para hacer viable un

manejo adaptativo de los agricultores<sup>99</sup>. En este sentido, nos encontraríamos en un escenario proclive al incremento del riesgo.

Las condiciones descritas, podrían ahondar en una pérdida de autonomía del agricultor, desempoderándolo y limitando su capacidad de elección. De hecho, el término de empoderamiento del agricultor se refiere a esta capacidad de elección, de libertad para optar y sensación de pertenencia a una comunidad. Por otra parte, el *deskilling* puede tener consecuencias en su modo de vida, en donde es imprescindible que el campesino sea capaz de identificar entre las oportunidades y los riesgos desde su perspectiva de usuario.

Por ello, algunos autores manifiestan que, dado el carácter privado y de interés comercial con el que nace la biotecnología moderna, más que hablar de un tema de riesgos, habría que hablar de una cuestión de derechos (Mohamed-Katerere 2003). Desde esta aproximación se pone énfasis en el derecho de los ciudadanos a elegir la tecnología que mejor responda a sus modos de vida locales, sin limitar sus opciones de desarrollo futuros. Se da validez a cuestiones diferentes relacionadas con temas de cultura, sociales y económicos y se legitima la creación de espacios en los que se dé voz a un espectro más amplio de intereses.

Así, será importante tomar en cuenta la percepción del riesgo que el mismo agricultor de subsistencia tiene a la hora de evaluar el fracaso de un cultivo o la inestabilidad del mismo. Como hemos visto, para el pequeño agricultor el beneficio de un determinado cultivo está en función, a parte de la productividad del cultivo, de otros factores como pueden ser los referidos a la estabilidad o a la calidad del mismo (i.e. características vinculadas con el manejo del riesgo, como resistencia a pestes, pérdidas en almacenamiento o resistencia a determinados microclimas).

Esta circunstancia, es fundamental en su contribución a la vulnerabilidad de los modos de vida de los agricultores de subsistencia, por poder afectar la seguridad de su sistema local de semillas y su seguridad alimentaria. Finalmente, puede tener efectos colaterales como es el que el agricultor deje de tener confianza en sus propias semillas y métodos de manejo.

---

<sup>99</sup>De los estudios realizados por Stone (2004) en India, en relación con la implementación de algodón Bt, el autor resalta que la recepción de información contradictoria relacionada con los procesos de fumigación del algodón y el establecimiento de zonas de refugio que aseguren su eficacia, ha exacerbado la ruptura del proceso de *skilling* o especialización de los agricultores, causando una mayor inseguridad de los agricultores sobre el funcionamiento y consecuencias de la tecnología y ocasionando tensiones disruptivas en sus estrategias de manejo agrícola. Así, un estudio reciente estima que la causa de los 823 suicidios de campesinos que tuvieron lugar durante el año 2006 en el estado de Maharashtra, en la India, ha sido la interpretación por los agricultores de que las semillas de algodón que estaban plantando eran Bt, eficaces contra el gusano Bollgard, cuando en realidad no lo eran. Ello condujo a un uso menor de pesticidas por los agricultores y dió lugar a la pérdida de sus cosechas. La provisión de semillas de algodón Bt se había realizado de forma mezclada, de manera que, de las semillas disponibles, únicamente el 20% correspondían a su naturaleza Bt, el resto no lo eran. Información extraída de "Spurious Bt Cotton Seeds in Vidarbha Caused Farmers' Plight". *The Press Trust of India*. <http://www.agbios.com/main.php?action=ShowNewsItem&id=8016> (Consultado Noviembre 2006).

## B) Una Semilla No Es Una Semilla

Es mucho más. Es una condensación de valores. La diversidad agrícola tiene un valor distinto para los agricultores que para los mejoradores. Para muchos campesinos la agrobiodiversidad ostenta un valor en sí misma, tiene un rol en la dieta y en la cultura de sus sociedades. Y, por tanto, el fundamento para su conservación trasciende lo puramente económico. En éste prevalecen otros saberes y valores, así como los criterios de lo que las propias comunidades entienden por bienestar y calidad de vida, que, muchas veces, no se restringe a lo económico.

La semilla no es solo un vehículo para la acumulación de capital. La semilla es grano y fuente de reproducción. Y esta doble dimensión le otorga un valor social que es distinto del valor de mercado. Para algunos agricultores, el valor de la semilla se corresponde con el que tiene su propia identidad como individuo en el mundo, sus valores de reproducción, sus relaciones de comunidad, lo cual no se mide con un precio (Kloppenbug 1988).

De la misma manera, el conocimiento tradicional que nutre esta agrobiodiversidad ha de ser entendido en sus justos términos. Se trata de entender que existen distintas formas de llegar al mismo y, también, que es preciso comprender la cosmovisión que llevan implícita. Como se ha hecho referencia en el Capítulo Primero, en el centro de origen andino-amazónico, el conocimiento tradicional está vinculado a una espiritualidad y a una forma de entender el mundo y la vida que es propia del hombre andino: la cosmovisión andino-amazónica. En esta cosmovisión, confluyen y se interrelacionan distintas entidades como son las deidades, el hombre y la naturaleza. Finalmente, el manejo de la diversidad no es fruto del azar, sino de una reflexión racional a partir del entendimiento de estas relaciones.

Con ello, el pequeño agricultor dota a la biodiversidad de una connotación mayor, de un valor espiritual y ritual, que no se refleja en términos cuantitativos, ni objetivos, sino que tiene una dimensión cualitativa. Así, las variedades son apreciadas trascendiendo su uso comercial y adquieren su valor como símbolo de prestigio, jerarquía e identidad dentro de la comunidad, objeto de regalo, de relaciones de reciprocidad, de retribución del trabajo comunitario, entre otros. Son un producto cultural y se desenvuelven dentro de un escenario cultural diferenciado. En contraposición, la ciencia y la tecnología moderna imponen un paradigma distinto, desprovisto de toda base espiritual y el valor de las variedades es, fundamentalmente, el que viene determinado por el mercado (Ishizawa 2003). Las semillas únicamente tienen valor como mercancía.

Las creencias y los valores tradicionales influyen en las decisiones y acciones agrícolas. Frente a este valor único, se despliega un amplio abanico de valores culturales y espirituales que dan razón de ser a esta diversidad de semillas<sup>100</sup>. Así, como se ha hecho mención, los beneficios

---

<sup>100</sup> Una reflexión sobre este aspecto se incluye en los distintos artículos de Mander, J, Tauli-Corpus, V. (Eds.) (sin fecha). *Guerra de Paradigmas. Resistencia de los Pueblos Indígenas a la Globalización Económica*. Un Reporte Especial del Foro Internacional sobre la Globalización. Comité sobre Pueblos Indígenas.

materiales no son el único incentivo para la conservación que tienen las comunidades agrícolas, otros pueden referirse a la importancia simbólica del cultivo, a las oportunidades para el fortalecimiento de las redes sociales y comunitarias, al poder y autoridad asociados con los esfuerzos y la mayor experiencia.

En consecuencia, la trascendencia de eventos como, por ejemplo, el flujo génico habrá que analizarla teniendo en cuenta otras consideraciones que van más allá de las meramente biológicas. Con independencia de sus efectos en la diversidad genética de las poblaciones, habrá que considerar, en el ámbito de la agrobiodiversidad, en qué medida la identidad de las comunidades, sus valores, las percepciones culturales, el orgullo de los agricultores conservacionistas y el valor que conceden a sus variedades tradicionales se ve afectado en el fin de conservación de la diversidad de germoplasma.

### C) Los Derechos del Agricultor<sup>101</sup>

Como hemos hecho mención a lo largo del presente Capítulo, existen distintas concepciones en torno a la semilla: semilla como vehículo para la acumulación de capital y semilla como medio de producción o reproducción. En el caso de las variedades modernas, la semilla únicamente adquiere un valor como grano, pero no como fuente de reproducción. Estas no pueden ser económicamente guardadas y replantadas (Kloppenburg 1988).

En contraposición, para el agricultor tradicional, la semilla tiene un fundamento como medio de producción y no como grano o producto exclusivamente. El sistema de innovación de los campesinos se apoya en dos pilares básicos: la capacidad de guardar y reutilizar semilla en las cosechas futuras y el intercambio de semilla entre agricultores mejoradores.

---

<sup>101</sup> El artículo 9 del Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (2004), dedicado específicamente a los "Derechos del Agricultor", establece que:

*"9.1 Las Partes Contratantes reconocen la enorme contribución que han aportado y siguen aportando las comunidades locales e indígenas y los agricultores de todas las regiones del mundo, en particular los de los centros de origen y diversidad de las plantas cultivadas, a la conservación y el desarrollo de los recursos fitogenéticos que constituyen la base de la producción alimentaria y agrícola en el mundo entero.*

*9.2 Las Partes Contratantes acuerdan que la responsabilidad de hacer realidad los Derechos del agricultor en lo que se refiere a los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura incumbe a los gobiernos nacionales. De acuerdo con sus necesidades y prioridades, cada Parte Contratante deberá, según proceda y con sujeción a su legislación nacional, adoptar las medidas pertinentes para proteger y promover los Derechos del agricultor; en particular:*

- a) la protección de los conocimientos tradicionales de interés para los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura;*
- b) el derecho a participar equitativamente en la distribución de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura; y*
- c) el derecho a participar en la adopción de decisiones, a nivel nacional, sobre asuntos relativos a la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.*

*9.3 Nada de lo que se dice en este Artículo se interpretará en el sentido de limitar cualquier derecho que tengan los agricultores a conservar, utilizar, intercambiar y vender material de siembra o propagación conservado en las fincas, con arreglo a la legislación nacional y según proceda".*

Los derechos a elegir y reservar las semillas que se quieren cultivar; a mantener, criar, compartir, desarrollar sus propias semillas de forma individual y colectiva; a desprenderse, intercambiar y vender su material de siembra cuando lo deseen; a desarrollar e intercambiar su conocimiento, son derechos del agricultor desarrollados históricamente y único mecanismo que garantiza la persistencia de la diversidad en el largo plazo<sup>102</sup>.

En general, las semillas como objeto de mercado, de capital, como *commodities*, se han encontrado tradicionalmente con dos obstáculos principales: uno de carácter biológico y otro institucional. El primero, es la misma característica reproductiva de la semilla que se opone radicalmente a la consideración de la semilla como producto, como objeto unívoco, de forma que sea adquirido y no pueda ser replicable por terceros. El segundo, es la existencia del propio agricultor como director de la domesticación y de los procesos evolutivos, como competidor de las mismas empresas mejoradoras.

Ante estos impedimentos para el desarrollo de la industria biotecnológica, el Estado mismo interviene de distinta manera: participando directamente en el mejoramiento agrícola o dejando el espacio libre para que lo haga el sector privado, de forma que el mejoramiento agrícola sea el que determinen las fuerzas del capital. Esta intervención permitiría, siguiendo a Kloppenburg (1988), un control sin precedentes en la determinación del proceso de producción de semilla y sobre la distribución del mercado de trabajo. De este modo, la estructura legal e institucional de estas innovaciones tecnológicas va a acotar, en gran medida, la libertad de que disponen los agricultores para el manejo de su propia semilla y la operatividad de sus derechos del agricultor.

Así, legislaciones muy restrictivas en certificación de semillas o en derechos de propiedad intelectual, pueden imponer restricciones a los derechos consuetudinarios de los agricultores, afectando negativamente los derechos del agricultor de guardar, reutilizar, intercambiar y vender semillas y material propagativo procedente de su propia cosecha. Y, lo pueden hacer de distintas maneras.

En primer lugar, desde el acceso a nuevas variedades por parte del agricultor. Las legislaciones pueden, de distintas maneras, limitar el acceso del agricultor a otras variedades de plantas. Con ello, se impide el acceso del agricultor a semilla para el mejoramiento, con el fin de dar lugar a nuevas variedades que, si bien a lo mejor no cumplen con los criterios de certificación, sí pueden acomodarse a las necesidades y deseos del mismo (Andersen 2005). Esto puede minar las posibilidades de conservación *in situ* y la utilización de variedades tradicionales.

En segundo lugar, desde la diseminación y acceso de las semillas al mercado. El permitir el acceso al mercado únicamente para aquellas semillas cuyo valor haya sido determinado mediante la certificación propia del sistema formal de semillas o que hayan superado los controles agronómicos o fitosanitarios correspondientes, en la práctica, puede llegar a

---

<sup>102</sup> Por ejemplo, en el Perú, el campesino andino se autoabastece de semilla en un porcentaje mayor al 80%, el resto sería provista por el mercado.

restringir los sistemas tradicionales de semillas, debido al cierre del mercado para las semillas mejoradas por los agricultores. Las variedades locales y nativas no pueden cumplir con el requisito de homogeneidad que los sistemas de certificación exigen. Si lo hacen, perderían gran parte de las características que las distinguen y otorgan valor. El imponer restricciones de mercado puede implicar un desincentivo para el mantenimiento de estas variedades genéticamente heterogéneas.

En tercer lugar, se parte de concepciones extensivas de lo que se entiende por comercio y mercado. La situación es de mayor preocupación cuando, bajo el término “comercializar”, se engloba el trueque e intercambio informal entre los agricultores. Y para éstos, se exigen idénticos requisitos de certificación que para la comercialización formal. El resultado puede ser el de imponer serias barreras para el libre intercambio de semillas entre los agricultores. En este contexto, varias de las prácticas de los agricultores sobre las que radica la conservación in situ se tornarían ilícitas, como serían las ferias de semillas, los sistemas de intercambio de los agricultores cuando liberen semilla no certificada formalmente o el mejoramiento participativo basado en la liberación informal de semillas.

Finalmente, estas restricciones de acceso pueden adquirir distintas dimensiones. A veces, están referidas a un determinado tipo de cultivos, y, otras, pueden estar apoyadas de mecanismos institucionales paralelos, como la concesión de crédito o ayudas económicas, únicamente destinadas a los agricultores que manejen semillas certificadas (como sucede en el Perú) (Louwaars 2005).

En el pasado, la aplicación estricta de estas herramientas contribuyó al desplazamiento de las semillas nativas. Por ello, merece tener presente que la imposición de barreras de distinto alcance para el acceso a la semilla y al mercado puede desincentivar a los pequeños agricultores y llevarlos a abandonar sus sistemas de semillas, en vez de a empoderarlos.

Esta predisposición a favor de un tipo determinado de semilla, es resultado de un paradigma impuesto desde el nivel de política, que se está agudizando por las presiones de las compañías biotecnológicas, contrarias a los derechos del agricultor. Y, sobre todo, por los esfuerzos de éstas para imponer, en los niveles nacionales, extensivos sistemas de propiedad intelectual que protejan la comercialización de sus innovaciones biotecnológicas.

Las compañías biotecnológicas claman por la imposición de marcos legales más restrictivos, en los que se permita el derecho a usar el producto, pero no a reproducirlo. Y, con ello, se limiten las prácticas que dotan de carácter a la semilla como medio de producción, como es el guardar y replantar semilla. De esta manera, el campesino tiene derecho a usar, pero no a *hacer* nueva semilla. Y en caso de guardar y replantar semilla de una variedad patentada, el agricultor podría estar violando la ley y ser responsable jurídicamente.

Así, las semillas transgénicas se encuentran protegidas por derechos de propiedad intelectual y es común que a los agricultores no se les permita el guardar, utilizar e intercambiar semillas

de plantas protegidas por propiedad intelectual. Los derechos a guardar e intercambiar semilla se van arrinconando hasta convertirse, en lugar de derechos en “privilegios” del agricultor o “excepciones”, quedando en el campo de lo residual u obsoleto.

Muchas compañías biotecnológicas productoras de semillas han intentado impedir el uso de la semilla de segunda generación resultante de cultivos transgénicos, con el fin de asegurar la recuperación financiera de sus inversiones. Es común que, a los agricultores que adquieren semillas de plantas transgénicas, se les exija la firma de contratos que les prohíben expresamente la capacidad de almacenar semilla con el fin de plantarla nuevamente para cosechas futuras. Esta exigencia puede alterar las relaciones entre las empresas y los clientes, afectando definitivamente a los sistemas agrícolas tradicionales y conduciendo a la criminalización de la “reserva de semillas” de los agricultores.

Se puede afirmar que, en la actualidad, estamos asistiendo a un proceso, en el que participan las instituciones nacionales e internacionales, de desarrollo y promoción de herramientas jurídicas que aporten una mayor seguridad jurídica y un mayor control a las compañías biotecnológicas sobre sus innovaciones biotecnológicas. En la mayoría de los casos, dichas estructuras jurídicas y de comercio terminan restringiendo el derecho de los agricultores de almacenar y reutilizar las semillas de su cosecha<sup>103</sup>.

A este respecto, es de interés mencionar la tendencia existente en el ámbito andino a suscribir acuerdos bilaterales de comercio que fomentan el fortalecimiento de estos regímenes de propiedad intelectual. Si bien la mayor o menor repercusión que estas previsiones puedan tener a futuro merece un análisis en sí mismo, sí cabe afirmar que en el Perú, por ejemplo, la futura firma del Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos obligaría al país a ratificar el Acta de 1991 de la Convención de UPOV (Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales) y a hacer “sus mejores esfuerzos para avanzar hacia el patentamiento de plantas”.

En el caso peruano, dichos regímenes aumentan la protección al mejorador de plantas y amplían las restricciones a los derechos del agricultor de guardar para cosechas futuras o de intercambiar semilla, en relación con las variedades mejoradas. Si bien todavía no se perciben las repercusiones inmediatas, es de preocupación el determinar cómo esta ampliación de los mecanismos de propiedad intelectual y de los sistemas de certificación de semillas puede llegar a afectar a las prácticas de los agricultores a futuro y en sus medios de vida (Ruiz 2005).

Refiriéndonos a UPOV, en concreto, este es un mecanismo destinado a la protección de la agricultura industrial, por permitir la entrada en el mercado de las variedades que sean

---

<sup>103</sup> Así se manifiesta el Informe de la Secretaría de la UNCTAD (2006:19) que expresa que “la privatización y el patentamiento de las innovaciones agrícolas ha resultado en la erosión drástica de los derechos del agricultor, ya que la implantación de los derechos de propiedad sobre las tecnologías de semillas y los contenidos genéticos ha cambiado el rol de los agricultores desde “propietarios de semilla” a meros clientes o “licensees” de un producto patentado. En los Estados Unidos y en otros países, este cambio se ha introducido a través de contratos y de decisiones judiciales, más que por un cambio del sistema regulatorio” (Traducción de la autora).

distinguibles, estables y uniformes u homogéneas. El criterio de uniformidad destaca por favorecer la entrada en el mercado de las líneas puras, en contraposición con las mezclas de variedades. De esta forma, se promueve el manejo corporativo del fitomejoramiento, al permitir a las empresas el cobrar regalías, lo que se traduce finalmente en menos actores para abastecer el mercado. Las empresas, por otra parte, no se dedican a la conservación genética y tienden a trabajar con material selecto altamente estabilizado de amplia adaptación. Esas variedades sumamente comercializadas tienden a reemplazar los materiales tradicionales más diversos y, en consecuencia, la diversidad que esta siendo utilizada por los agricultores puede disminuir (GRAIN 2003).

En el caso de Perú, según un informe técnico realizado por Sigueñas et al. (2005:2) dentro del marco de negociaciones del TLC Perú-Estados Unidos, la suscripción del Acta de UPOV de 1991 podría dar entrada a supuestos casos de biopiratería. Y ello debido a dos consideraciones básicas. Por una parte, UPOV 1991 permite el otorgar derechos de obtentor a aquellos mejoradores que obtengan una variedad mediante conocimientos científicos aplicables al mejoramiento heredable de las plantas y, también, a los que hayan “descubierto y puesto a punto una variedad<sup>104</sup>”. Por otra parte, a la fecha, en el Perú únicamente se tienen registradas el 50% de las variedades de cultivos nativos desarrollados y conservados in situ por los agricultores peruanos. El resultado sería, según los autores que un “obtentor UPOV” que “descubra o ponga a punto” una de estas variedades nativas no identificadas o registradas podría solicitar un certificado de obtentor vegetal. Esta situación estaría contemplada en la legislación peruana como extracción ilegal de recursos biológicos y biopiratería<sup>105</sup>.

Como vemos, la implementación de estas normas no esta exenta de dificultades y de controversias. Y ésta evidencia una situación de antagonismo, en la que el agricultor se sitúa en una doble posición de consumidor y competidor.

---

<sup>104</sup>Según el mencionado informe técnico, de la definición de obtentor se infiere que “el “descubrimiento” es el azar y que “la puesta a punto” implica la aplicación de conocimiento científico al mejoramiento heredable de las plantas. Proceso que consiste en fijar la estructura genética de la nueva variedad, verificar sus caracteres favorables y distintivos, su adaptabilidad y productividad. Este es el caso de los cultivos de multiplicación por semilla sexual pues el proceso de puesta a punto de una variedad, involucra fijar la estructura genética de la nueva variedad, es decir incrementar la población y verificar que sea homogénea y estable; además, verificar sus caracteres favorables y distintivos, y su adaptabilidad y productividad a la zona o zonas donde se va a cultivar. Situación similar se daría con las especies propagadas vegetativamente, esta situación se agrava aún más, pues la labor de poner a punto una variedad es relativamente sencilla, especialmente para las especies ornamentales, (orquídeas, lilas, cactus, etc.) donde el proceso es mínimo”.

<sup>105</sup>La Ley No. 28216, “Ley de Protección al Acceso a la Diversidad Biológica Peruana y a los Conocimientos Colectivos Indígenas” (publicada en el Diario Oficial *El Peruano* el 1 de mayo del 2004) define, en su Disposición Complementaria Tercera, el término “biopiratería” como “el acceso y uso no autorizado y no compensado de recursos biológicos o conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas por parte de terceros, sin la autorización correspondiente y en contravención de los principios establecidos en el Convenio sobre Diversidad Biológica y las normas vigentes sobre la materia. Esta apropiación puede darse a través del control físico, mediante derechos de propiedad sobre productos que incorporan estos elementos obtenidos ilegalmente o en algunos casos mediante la invocación de los mismos.”

**Cuadro 10. Suscripción de Convenios Relacionados con los Cultivos GM por los Países de la Subregión Andina**

- **Paradojas legales**

El panorama se complica cuando nos presentamos ante eventos de flujo génico e introgresión desde un cultivo GM a landraces o cultivos nativos. En este supuesto de flujo génico natural o accidental a la variedad nativa surgen dos cuestiones principales: de responsabilidad y de derechos de propiedad intelectual. En el caso de que la variedad GM haya contaminado variedades nativas y haya sido en detrimento de estas últimas, ¿puede el titular de derechos de propiedad sobre la variedad GM ser declarado responsable del perjuicio ocasionado?. ¿Podrá entablar el agricultor o la comunidad una acción por daños a consecuencia del flujo génico?.

Y, por otra parte, ¿hasta donde se extiende el derecho de propiedad intelectual sobre la innovación?. ¿El derecho de propiedad intelectual sobre el transgén o sobre la variedad GM se extiende sobre la variedad nativa sobre la que se ha producido la introgresión?<sup>106</sup>.

Con el fin de proteger los derechos sobre la innovación tecnológica y, al mismo tiempo, impedir la contaminación genética ya se han dado soluciones desde el ámbito científico mismo<sup>107</sup>; sin embargo, la dimensión jurídica referida a la creación de sistemas de responsabilidad todavía no ha sido resuelta en muchos países. Los escenarios de responsabilidad y de exigencia de derechos pueden adquirir dimensiones de gran complejidad que requerirán de respuestas específicas por parte de las legislaciones nacionales.

El tema es si esta situación es replicable en el contexto en el que nos movemos, en donde la contaminación natural o accidental de las variedades nativas por variedades GM (protegidas por derechos de propiedad intelectual) otorgaría derechos a las compañías sobre las variedades nativas “contaminadas”. ¿Podrá, en este caso, el titular de los derechos sobre la variedad GM evitar el aprovechamiento por el pequeño agricultor de las variedades nativas que hayan sido contaminadas e incorporen su innovación?. ¿En qué manera la integridad de los sistemas tradicionales de semillas puede verse afectada?.

---

<sup>106</sup> La controversia ya se ha dado en algunos países como Canadá, con el caso *Monsanto Canadá vs Schmeiser*. En éste, el tribunal falló a favor de la compañía biotecnológica y de su poder de ejercer sus derechos de propiedad intelectual sobre su invención, extendiendo ésta a todas las variedades en las que dicho material genético objeto de protección se hubiese incorporado. Así, se falló que, con independencia de si la transferencia de material genético protegido fue natural o intencional, la compañía tiene plenos derechos para ejercer su propiedad sobre el material genético, sea cual sea la variedad en la que éste se encuentre. En consecuencia, se le otorgó a Monsanto el derecho de propiedad sobre la cosecha del campesino Schmeiser que contenía el transgén propiedad de la compañía Monsanto, sin considerar, a estos efectos, las circunstancias que rodearon el modo en que se produjo el flujo génico.

<sup>107</sup> A tal efecto, se han creado técnicas que alteran genéticamente la segunda generación de semillas y evitan su germinación. Éstas son las llamadas tecnologías *Terminator*, GURTs (por sus siglas en inglés) o tecnologías de restricción de uso genético, por las que se esteriliza la semilla para una segunda plantación. La esterilización de semillas es un tema polémico. Parte de la doctrina considera que el proteger la invención favorece la investigación agrícola y permite el controlar el flujo génico involuntario. Otros estiman que la esterilización genética de las semillas podría tener repercusiones negativas de largo alcance para la seguridad alimentaria de las poblaciones y la califican de “técnica inmoral” que despojaría a las comunidades agrícolas de su derecho a guardar sus semillas. En la actualidad, se ha impuesto una moratoria a su comercialización. Esta moratoria ha sido ratificada en la COP VIII del CDB, celebrada en Curitiba, Brasil en el mes de marzo del 2006.

La dificultad para fijar responsabilidades y el fortalecimiento de los derechos de propiedad intelectual sobre las innovaciones biotecnológicas apuntan a la creación de un campo de juego en absoluto equitativo. Así, no deja de llamar la atención, el hecho de que los sistemas tradicionales de semillas, que son la fuente primaria de semillas y los que proveen de más del 80% del total de semilla a los agricultores en muchos de los países en desarrollo como el Perú, sean los que tengan que acomodarse a las condiciones impuestas por una minoría de intereses del sector comercial (Haardon 2004).

No deja de ser aún más paradójico, si se tiene en cuenta que es esta mejora local de los pequeños agricultores la que verdaderamente satisface las necesidades y cumple con la seguridad alimentaria de las poblaciones rurales, que, los mejoradores comerciales, con frecuencia, no conocen.

### 2.3. Riesgos sobre el Capital Social<sup>108</sup>

La agrobiodiversidad es, también, el resultado de un tejido social y de las redes de intercambio de conocimiento (Brush 2004). Los canales de transmisión de información acerca de los cultivos (i.e. de su estabilidad, productividad, calidad) son parte de la cultura misma de las comunidades indígenas y elemento determinante de las decisiones productivas. De esta manera, los agricultores se apoyan en sistemas integrados horizontalmente, en contraposición a las cadenas de actividades integradas verticalmente propias de la producción de semillas certificadas (Chauvet et al. 2003). Estos sistemas, son los engranajes sociales de intercambio que tienen lugar entre los grupos sociales para la recopilación de germoplasma y conocimiento, que, muchas veces, es heterogéneo y se encuentra disperso.

En concreto, en relación con el centro de origen andino-amazónico, cada familia tiene su propio centro de aprovisionamiento de semillas y puede coincidir con el genocentro o microcentro en el que se concentran las semillas. Generalmente, los campesinos aseguran un stock de semillas de sus propias cosechas y, cuando la cosecha no es suficiente, se proveen de semilla dentro de la comunidad, al interior de sus propios *ayllus* o grupos sociales y, si esto no es suficiente, migran a otras áreas en busca de semillas. Estos lugares pueden estar en la misma región geográfica, pero a veces se traduce en la realización de viajes interregionales (Valladolid et al. 2006).

<sup>108</sup>Según Putnam (1994, citado en Kliksberg 2003) son elementos del capital social: el grado de confianza existente entre los actores de una sociedad, las normas de comportamiento cívico practicadas y el nivel de asociatividad que predomina. Estos factores evidencian la riqueza del tejido social interno que caracteriza a una determinada sociedad. Jaramillo (2003) pone de relieve que, del ranking de posiciones en disponibilidad de capital social, los países de América Latina se encuentran, con carácter general, al final de la fila, con una posición promedio de 54, frente a países europeos como Finlandia, Dinamarca y Suecia que lideran el ranking con las posiciones 1, 3 y 4, respectivamente. Particularmente bajo es el capital social de los países andinos con Bolivia 59, Venezuela 61, Colombia 62, Perú 63 y Ecuador 69. Ello es grave, sobre todo, si se tiene en cuenta la estrecha relación que existe entre capital social y las variables que miden el grado de desarrollo económico y social. En este sentido, la posición en relación con el Índice de Desarrollo Humano, sería el de Colombia 68, Venezuela 69, Perú 82, Ecuador 93 y Bolivia 114, referidos al año 2000.

Según el mismo autor, los métodos de aprovisionamiento de semilla corresponden a las mismas relaciones prehispánicas entre la ecología y la organización social andina: desde las relaciones de intercambio al interior de las comunidades o entre comunidades vecinas, a los *caminos de semilla* que existen al exterior de las comunidades y que, a manera de circuitos, regulan el flujo cíclico de su aprovechamiento, rutas que varían con el tiempo y el cultivo. De esta manera, existe una red flexible que funciona a manera de un tejido seminal que permite un intercambio dinámico de semillas entre familias y comunidades.

En la agricultura campesina, en consecuencia, las semillas provienen principalmente de las chacras campesinas y muy escasamente del mercado externo. En su movimiento entre las propias chacras del campesino, la comunidad y la región, las semillas circulan en “*una dinámica de nacimiento, fructificación, cansancio, refrescamiento y renovación*” (Rengifo e Ishizawa 1997: 9). Esta dinámica, se asienta en la fortaleza de la organización de las comunidades, en una conciencia de seguir intercambiando y en una herencia cultural. De idéntica manera, los ciclos de producción, se corresponden estrechamente con la forma en que se desarrolla su vida diaria, con sus festividades y ceremonias culturales.

Las comunidades se constituyen como una forma fundamental de capital social. En el área andino-amazónica, las comunidades campesinas y nativas<sup>109</sup> constituyen organizaciones ancestrales de campesinos que, mediante la acción colectiva, hacen frente a los problemas que ni el mercado ni el Estado han logrado solucionar. Es sobre esta base comunal, que se asigna el uso de los recursos naturales o se establecen sistemas de intercambio y reciprocidad de fuerza de trabajo. La organización comunal también permite la defensa colectiva frente al asedio externo, en situaciones de violencia o de bandidaje (PNUD-Perú 2002).

Así, la constitución en comunidades campesinas es un seguro colectivo que les permite a los campesinos reducir los riesgos de una economía de subsistencia con bajas productividades. Este entramado social es favorable al desarrollo de la conservación in situ y es, precisamente, en las zonas donde predomina la organización comunal de la tierra, donde prima la agrobiodiversidad, con una mayor variedad de cultivos nativos y mayor variabilidad genética<sup>110</sup>.

Las redes de confianza, que estimulan la solidaridad, los mecanismos de reciprocidad y la generación y búsqueda de respuestas comunes, permiten una mejor capacidad para amortiguar las situaciones de riesgo. Estos factores son inherentes a muchas comunidades campesinas y nativas, en donde, la solidaridad y reciprocidad, se encuentran profundamente arraigadas. Ello les permite afrontar las fallas del mercado, las situaciones de exclusión social y de difícil integración a los marcos generales de la sociedad.

---

<sup>109</sup> En el Perú, a Julio del 2001, existían 5,826 comunidades campesinas y 1,267 comunidades nativas reconocidas (PNUD-Perú 2002).

<sup>110</sup> Comunicación personal, María Scurrah, Asociación Yanapai y científica adjunta al Centro Internacional de la Papa. 25 febrero 2006.

De esta forma, el capital social genera desarrollo crea beneficios tanto individuales como comunitarios al permitir una mayor equidad, acceso a la información e incorporación de tecnologías nuevas; la disminución de los costos de transacción; la mejora de la productividad; mayor poder de negociación por parte de las comunidades más desempoderadas; capacidad para hacer frente a situaciones de riesgo y emergencia; para acceder al crédito<sup>111</sup> y el poder atender a necesidades de corto plazo como mano de obra, entre otros.

Al mismo tiempo, esta cohesión social forma parte de la cultura de las comunidades y es espejo mismo de una serie de valores, visiones, conocimientos, expresiones, aspectos subjetivos fundamentales para la construcción de una identidad colectiva. Estos valores se cultivan de forma conjunta, ayudan a fortalecer la identidad, la autoestima colectiva, son fuente de creatividad colectiva y se transmiten generacionalmente.

Para autores como Kliksberg (2003) hay muchos aspectos de la cultura de un pueblo que favorecen su desarrollo social y económico y que deben ser considerados. La ignorancia o el desconocimiento de estos valores pueden inutilizar grandes capacidades aplicables al desarrollo, que sí, por el contrario, son potenciadas, pueden dar lugar a círculos virtuosos vinculados a otros componentes del mismo.

Lo anterior se aplica al objeto de nuestro análisis. La estructura institucional que acompaña a las semillas GM (en particular, la exclusión que resulta de los regímenes de propiedad intelectual), puede conllevar una regresión en el fortalecimiento de este tejido social. Así, se dice, de todos los riesgos, quizás uno de los mayores que se puede identificar y que lo hace distinto de la Revolución Verde (en donde la tecnología era de provisión fundamentalmente pública) es la erosión de las instituciones comunitarias o indígenas y de sus organizaciones sociales.

En el ámbito andino-amazónico, en particular, la privatización de los recursos naturales comunes y del conocimiento choca frontalmente con la cultura y la cosmovisión misma de las comunidades. No existe en ellas un sentido de “propiedad” del conocimiento y de las innovaciones de los agricultores. Este concepto es ajeno a la realidad de las comunidades y va en contra de su cultura, en donde las semillas no son objeto de propiedad y exclusión, sino interés común, material que fluye y se transmite, bien para compartir, regalar e intercambiar. En realidad, no estaría lejos de la realidad, el afirmar que los derechos del agricultor de guardar, conservar e intercambiar semilla forman parte de la identidad misma de las comunidades indígenas. Y, por ello, de su supervivencia cultural.

Como se ha mencionado, las comunidades andinas históricamente han preservado sus relaciones de trueque, *camino de semillas* y sus ferias agrícolas. Esta cultura de intercambio podría verse paulatinamente desplazada y eliminada por la imposición de normas que

---

<sup>111</sup> En la Sierra del Perú, por ejemplo, la pertenencia a una comunidad campesina influye positivamente en el acceso al crédito.

restrinjan este “mercado informal”. Si bien los sistemas de provisión de las variedades modernas producto de la llamada Revolución Verde ya contribuyeron de forma significativa a la desaparición de los caminos de semillas andinos<sup>112</sup>, este impacto podría verse exacerbado con la diseminación privada de germoplasma de alta tecnología. Así, la promoción de venta de germoplasma protegido por mecanismos de propiedad intelectual como los contractuales vistos, puede ahondar en este desmembramiento del tejido social.

Esta desestructuración, motivada por el reemplazo de nuevas formas de organización social en las que predomina el individualismo, puede redundar en la creación de un nuevo orden social y de un nuevo concepto de agricultor, como consumidor individual, como entidad aislada. Al mismo tiempo, esta sustitución de redes por pequeñas fortalezas o islas, puede terminar implicando una pérdida de posicionamiento del pequeño agricultor y su final perpetuación en los márgenes de la economía (frente al agricultor de mayor escala y con más poder e influencia). Finalmente, esta desaparición de opciones de desarrollo rural puede implicar, a la larga, una mayor migración del campesino hacia las zonas urbanas.

Sagasti (2005) interpreta el proceso al afirmar que es preciso adoptar medidas que eviten perturbar a las comunidades locales y velar por que éstas mantengan su conexión con el pasado y su sentido de la historia. Y que es preciso evitar que existan prácticas que establezcan un divorcio entre las comunidades y sus raíces culturales, así como el que los procesos de privatización conduzcan a que las comunidades se vean obligadas a convertirse en empleados de las corporaciones privadas. En parecido sentido, según los expertos del Grupo Crucible II (2001:11) la desaparición de la cultura y cosmovisión indígena equivale a *“perder un mapa de ruta hacia la supervivencia, la clave para la seguridad alimentaria, la estabilidad ambiental y la mejora de las condiciones humanas”*.

Nosotros entendemos que el desplazamiento de este tejido social incidiría, a su vez, de forma negativa, en otra pluralidad de aspectos, como una menor representatividad y valoración del conocimiento tradicional, un mayor aislamiento de las fuerzas del mercado y su relegación como mecanismos de intercambio. En la medida en que esta cultura se vea cada vez más marginada, mayor será la pérdida del conocimiento científico local, de la capacidad de innovación de las comunidades y su sabiduría sobre la gestión de las especies y los ecosistemas. Cuanto mayor sea la pérdida de conocimiento tradicional, mayor será la pérdida de biodiversidad agrícola y diversidad genética.

<sup>112</sup> Comunicación personal, Ramiro Ortega, CRIBA. Cusco. 25 marzo 2006.

### Cuadro 11. Las Semillas se Buscan entre Ellas

*“La producción campesina esta basada en la organicidad del Ayllu, que es la fuente y sustento de la familia y la comunidad. La crianza de la biodiversidad es parte de todo quehacer y sobre todo es una actividad ritual más que productiva. En este sentido, recuperar la variabilidad es rescatar la sensibilidad y el sentimiento colectivo de las familias.*

*El fortalecimiento de la crianza de la biodiversidad constituye la base del proceso de reconstrucción del bienestar de las familias, de las formas de convivencia de la comunidad humana con la naturaleza en un territorio o región organizado por microcuencas definidas ritualmente por los Apus. Fortaleciendo las relaciones étnicas en multicuencas, se incrementa el flujo de la variabilidad existente en las comunidades y se multiplican las posibilidades productivas porque la diversidad garantiza una cosecha en años difíciles”.*

Fuente: Asociación Bartolomé Aripaylla (ABA) “Las Semillas se Buscan entre Ellas”. En Proyecto Andino de Tecnologías Andinas, PRATEC (1997) *Los Caminos Andinos de las Semillas*. PRATEC. Lima, Perú. pp.141.

La innovación local es así un proceso que tiene una dimensión de carácter técnico pero también una naturaleza socio-institucional. La innovación llevada a cabo de forma descentralizada implica nuevas formas de organización social y de interacción entre los diferentes actores. En el ámbito andino, la participación en un entorno comunal favorece el mantenimiento de la biodiversidad agrícola. Así, cuanto mayor sea el reconocimiento de estas formas de organización social y mayor sea la participación de las comunidades, mayor será la diversidad genética, de variedades y de beneficios de largo alcance.

## 2.4. Las Instituciones Cuentan

La biotecnología moderna es producto es una práctica social, en estrecha relación con factores sociales, institucionales y de política. Por ello, con independencia de la rentabilidad que pudiera generar, la adopción de la tecnología vendrá muy determinada por el éxito de su mismo “armazón regulatorio e institucional”.

Así, dependerá de los incentivos, dificultades y barreras con los que se encuentren las compañías biotecnológicas, los mejoradores o los propios agricultores. Y, en concreto, factores como la flexibilidad de los regímenes de propiedad intelectual; de certificación de semillas; las normas de bioseguridad; las políticas de incentivos económicos; la mayor o menor cabida que se dé a la intervención privada en su generación y diseminación; el dominio de la investigación pública, pueden ser determinantes para la expansión de esta tecnología en un país.

En este sentido, según los autores Raney y Pingali (2004) los impactos de las variedades GM van a depender más de estos marcos regulatorios e institucionales que de la tecnología misma. Para los citados autores, la decisión misma de país sobre qué opción de desarrollo biotecnológico seguir, puede tener impactos distintos sobre la diversidad genética.

Así, de las opciones existentes, la importación directa por un país de variedades transgénicas desarrolladas comercialmente, si bien podría conducir a reducir el germoplasma disponible por el agricultor (al desarrollarse únicamente las variedades y los rasgos más exitosos comercialmente), sin embargo, factores como su menor disponibilidad y accesibilidad, su dificultad de adaptación en zonas agroecológicas distintas para las que fueron creados y el escaso poder adquisitivo de los pequeños agricultores, resultarían en una menor adopción de la tecnología y, con ello, en un menor impacto en la diversidad genética.

Distinto sería, según los autores, el caso en que la adopción no fuera de variedades individuales, sino de la adopción de la tecnología misma. En este caso, los propios países, a través de sus instituciones de investigación pública, podrían adoptar la innovación transgénica y aplicarla sobre sus variedades locales. El resultado podría ser el de una diversidad de variedades transgénicas con una mayor oportunidad de adopción por los agricultores. Esta situación podría dar lugar a incrementar las posibilidades de flujo génico y a una mayor pérdida de áreas destinadas al cultivo de razas nativas y variedades convencionales. Aunque, finalmente, los efectos que estos factores pudieran tener sobre la diversidad genética, según estos autores, no estarían del todo claros ni serían evidentes.

De esta manera, observamos como el grado de afectación dependerá en gran medida de las fuerzas y poderes que intervienen en la definición de políticas y en la investigación, adopción y desarrollo de variedades. Asimismo, la capacidad y el rol de los agentes, tanto públicos como privados, va a ser determinante en la distribución de la diversidad genética.

Entre los distintos condicionantes, el dominio privado de la biotecnología y la tendencia hacia la privatización del conocimiento tecnológico agrícola se muestran como factores de especial relevancia. Según éstos, la generación de la investigación, la selección de los rasgos y de las variedades a ser modificados, son decididos por las mismas compañías transnacionales, en función de criterios de carácter económico y comercial. Y los productos de la innovación dejan de ser bienes públicos. El dilucidar cómo estos factores pueden afectar en la disminución de la diversidad genética, es un elemento necesitado de mayor análisis al realizado hasta la fecha. Este aspecto, sin embargo, va a señalar la diferencia en relación con el impacto que tuvo, en su día, el mejoramiento convencional producto de la Revolución Verde sobre la diversidad agrícola.

En la actualidad, estamos asistiendo a un proceso que favorece la intervención privada de las compañías biotecnológicas. Ello se manifiesta en la puja por establecer un panorama claro y homogéneo de las reglas del juego, de forma que no se entorpezca el libre actuar de dichas compañías. Esta tendencia igualmente se plasma en las presiones, a nivel nacional e internacional, por lograr una armonización de normas sobre la evaluación del riesgo; minimizar las exigencias de bioseguridad; crear regulaciones que garanticen ampliamente los derechos de propiedad intelectual y, en general, en la búsqueda de instrumentos que alisen el campo de juego en el que se mueven las compañías que desarrollan estas tecnologías.

Esta mayor apertura, sin embargo, contrasta de forma evidente con una falta absoluta de alocación del riesgo y de la responsabilidad en el actuar privado. Así, el dominio privado se afianza, aún más, ante la ausencia de regímenes en los que se determine claramente un sistema de responsabilidad y compensación de los riesgos derivados del uso de la ingeniería genética.

En relación con el ámbito de gobierno, se tiende a favorecer la libre circulación de las innovaciones en biotecnología moderna, fundamentalmente, permitiendo la importación de las innovaciones de las compañías extranjeras más que desarrollando las propias. En materia de bioseguridad, muchas veces son los mismos institutos públicos destinados al desarrollo de la biotecnología moderna los competentes para autorizar la introducción y desarrollo de las variedades GM, ostentando el mismo papel de juez y parte que facilita la adopción de las mismas. El mayor problema de lo enunciado hasta ahora reside en que este elemento institucional se omite en el análisis sobre los impactos en el micro-nivel de uso de la finca y manejo de la diversidad genética.

### A) Desplazamiento Normativo e Institucional

Dada la importancia que tiene el marco institucional para la conservación in situ, creemos importante el hacer mención al paradigma dominante en la región andino-amazónica y sobre el que se incorpora la institucionalidad que acompaña a la biotecnología moderna. Con carácter general y sin temor a errar, podemos afirmar que se trata de un patrón basado en la toma de decisiones a nivel centralizado; en donde se favorece el uso de la semilla comercial de variedades de alto rendimiento, se potencia y subsidia a la agroindustria y la agricultura de exportación. La protección de la diversidad agrícola no se encuentra incorporada como un factor de desarrollo local y su promoción se realiza desde normas de alcance sectorial ambiental, sin estar incorporada al resto de la economía.

De esta manera, los sistemas de investigación, extensión agrícola y subsidios están dirigidos mayoritariamente hacia las variedades modernas. El marco normativo de semillas existe para estas variedades. Por el contrario, la conservación in situ se caracteriza por la ausencia de una institucionalidad propia (como la que puede acompañar a la conservación ex situ y la creada para los bancos de genes internacionales considerados como bienes públicos internacionales). La conservación in situ no suele estar incluida en la política de las agencias nacionales<sup>113</sup>. Tampoco en las políticas agrícolas. Los agricultores conservadores de la

<sup>113</sup> Por ejemplo, en relación con la situación de los recursos fitogenéticos en Bolivia, el Informe Técnico del Taller “Determinando y Diseñando Estrategias para Consolidar la Capacidad Nacional del Mejoramiento y de la Biotecnología de Plantas”, celebrado el 04-05 de Octubre del 2006 en Cochabamba, Bolivia, concluye, en relación con los programas de mejoramiento genético, que *“En general, excepto en unos pocos rubros como arroz y maíz, el país no posee programas de mejoramiento genético bien estructurados y capaces de atender a las demandas de los agricultores. Para la mayoría de los cultivos no existe creación de variabilidad genética y todo el trabajo de mejoramiento está basado en la evaluación de líneas introducidas de otros países (de manera no sistemática) y/o de variedades criollas. Esa táctica impone al país limitaciones que debe ser evaluadas por los que toman decisiones para determinar las estrategias a ser seguidas caso deseen fortalecer la capacidad del país para utilizar recursos fitogenéticos”*. [http://apps3.fao.org/wiews/wiews.jsp?i\\_1=ES](http://apps3.fao.org/wiews/wiews.jsp?i_1=ES) (Consultado Noviembre 2006).

## Cuadro 12. Ciencia, Tecnología e Innovación en el Perú

El Perú ocupa la posición No. 74 según la medición internacional del Índice Tecnológico, referida al año 2006, lo que evidencia su retraso en la incorporación de los aportes de la ciencia, tecnología e innovación a la economía. Los otros países de la Subregión Andina se sitúan en posiciones similares: Colombia 65, Venezuela 88, Ecuador 90 y Bolivia 97 (frente a Chile, por ejemplo, que es el país más competitivo de América Latina, al ubicarse en el lugar No. 27) (Informe Global de Competitividad 2006-2007, Foro Económico Mundial, 2006, [http://www.cdi.org.pe/IGC\\_2006\\_2007.htm](http://www.cdi.org.pe/IGC_2006_2007.htm), Consultado Noviembre 2006).

La mayor parte de las capacidades en investigación se concentran en Lima y el Callao. La financiación en I&D (Investigación y Desarrollo) es muy escasa, alcanzando solo el 0,1% del PBI, con lo que ocupa uno de los últimos lugares en I&D de América Latina. De esta inversión, el Estado financia aproximadamente el 55%.

La inversión empresarial en I&D es de por sí muy baja, de forma que las empresas invierten solo el 0,02% de sus ventas brutas, representando un 10% de la inversión nacional en I&D.

Estas cifras son correlativas a las relaciones con la sociedad del conocimiento, en donde el coeficiente de invención (que se registra por el número de patentes solicitadas por residentes por cada 100,000 habitantes), ha descendido de 0,07 a un 0,01 entre los años 1978 al 2002. Por su parte, la tasa de dependencia (que se manifiesta en la cantidad de patentes solicitadas por no residentes respecto a las solicitadas por residentes) ha crecido de 4,78 al 26,6 entre los años 1977 al 2002.

Es de destacar el rol de los institutos estatales de I&D y las universidades con limitadas posibilidades de generar y transferir tecnología a los sectores de la producción; escasa capacidad de equipamiento e infraestructura y de condiciones laborales e incentivos dirigidos a los investigadores. El deterioro en la calidad de la formación universitaria, en particular, en las especialidades en las que deben primar los estudios experimentales o de campo relacionados con la solución de los problemas prioritarios del país, es otro factor a considerar.

Fuente: [CONCYTEC] Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (2006). *Plan Nacional Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación para la Competitividad y el Desarrollo Humano 2006-2021*. CONCYTEC. Lima, Perú.

agrobiodiversidad se corresponden con poblaciones, muchas veces, pobres y marginadas, que no tienen representación en los ministerios de agricultura.

Frente a los marcos formales de semillas en los que se amparan las variedades comerciales, el que acompaña a los cultivos nativos y los parientes silvestres es el de la deslegitimación misma que los sistemas locales de semillas tienen en los regímenes legales y de política (Smale y King 2005). Incluso en centros de origen y diversidad como el andino amazónico, y, en concreto, en el Perú, la conservación in situ tiene que hacer frente a un panorama político y legislativo adverso.

En general, este escenario se caracteriza por la ausencia de mecanismos que incluyan el objetivo de conservar rasgos valiosos de plantas y genes; la falta de políticas eficaces sobre los derechos de los agricultores y que reconozca la innovación de las comunidades locales; una carencia de normas y de control sobre el comercio y tránsito de semillas y materiales de plantas; una inadecuada caracterización y documentación de recursos genéticos valiosos; una insuficiencia de investigación sobre cultivos nativos y razas locales; con una política de extensión agraria empeñada en la difusión de tecnologías centradas en variedades modernas y una falta de asesoramiento en extensión de insumos para la promoción de variedades nativas.

A ello, se suma un mercado formal que no refleja adecuadamente el valor de la diversidad genética y cuyas políticas de precios favorecen a las variedades modernas<sup>114</sup>. Con políticas de semillas que no reconocen el importante papel de los sistemas informales de distribución de semillas para los agricultores y para su seguridad alimentaria. Con políticas de crédito que favorecen la producción a escala comercial y de cultivos lucrativos. Con políticas de subsidios dirigidas a variedades modernas y modelos educativos, e incluso, asistencialistas adversarios (Subedi et al. 2003: Vol. 3: 585).

Este es ya de por sí un escenario de políticas y normas adverso para la conservación in situ, que la incorporación de la biotecnología moderna podría profundizar con fatales consecuencias a futuro. Por ello, para algunos autores, quizás el mayor impacto socioeconómico de la biotecnología moderna va a ser el que pueda tener sobre el flujo de recursos financieros, humanos, tecnológicos – de por sí escasos- desviándolos desde las alternativas favorables a la diversidad agrícola. Que esta transferencia de capacidades hacia las variedades de alto rendimiento se perpetúe, en lugar de aprovechar la oportunidad de adoptar un paradigma distinto en donde la inversión estuviese encaminada a favor de la investigación y desarrollo de la diversidad agrícola y la conservación in situ o de alternativas de investigación menos glamorosas (Brush 2004; CGREA 2002: 4).

En la actualidad, se puede predecir, aunque con las debilidades del caso, que las políticas en el área andina son hacia el incentivo de este tipo de investigación en biotecnología moderna por encima de otros tipos de investigación agrícola. Ello puede tener una repercusión de abandono de la investigación y la intervención pública sobre la agricultura que se practica en las áreas más marginales pero con mayor importancia para el pequeño agricultor y con más alta concentración de diversidad. Así, la necesidad de incrementar el valor económico de la conservación in situ, la creación de cadenas de valor, la generación y el intercambio

---

<sup>114</sup> En relación con la evaluación de las presiones del mercado sobre la biodiversidad fomentadas por los tratados de libre comercio, es interesante el estudio realizado por Nadal, A., Wise, T. A. (2005) "Los Costos Ambientales de la Liberación Agrícola: El Comercio del Maíz entre México y Estados Unidos en el Marco del NAFTA. En Blanco, H., Togeiro de Almeida, L., Gallagher, K.P. (Eds.) (2005). Globalización y Medio Ambiente. Lecciones desde las Américas. RIDES-GDAE. Santiago, Chile. 2005.

de información, el mejoramiento y las medidas de manejo para almacenamiento, el registro de variedades únicas y el desarrollo de mercados, pueden quedarse como una oportunidad del pasado<sup>115</sup>.

A su vez, las tendencias en la privatización y la concentración de las industrias en biotecnología y semillas pueden ayudar a exacerbar esta situación de exclusión y de separación tecnológica. Si bien el desarrollo de economías de escala se puede considerar como el gran adversario del desarrollo de los derechos del agricultor, el fortalecimiento de estas economías, implica la debilidad paralela de los sistemas de provisión de semillas de las comunidades, su estructura, organización y funcionamiento. Así, coincidimos con Rey (2005: 56) en señalar que la biotecnología moderna tendrá efectos diferenciados sobre los productores de acuerdo a su tamaño, a su grado de capacitación y a su acceso a las nuevas tecnologías. También en que dichas tecnologías pueden ahondar en una polarización y segmentación más radical en las estructuras agrícolas de los países, entre la agricultura industrial y la desarrollada a nivel local tradicional.

## B) Democratizar la Tecnología

Como ya hemos mencionado anteriormente, tanto en el caso de las variedades modernas resultantes de la Revolución Verde como de la nueva “Revolución Genética”, la tecnología es generada por científicos, no por agricultores, por instituciones dotadas de capital y alta tecnología y con transferencia de recursos genéticos.

La diferencia entre ambas radica en sus distintos mecanismos de selección, provisión y distribución de la tecnología. Mientras que durante la Revolución Verde el mejoramiento era el resultado de institutos públicos de investigación o de programas internacionales de investigación (CGIAR); en el segundo caso, es el producto de compañías privadas. La difusión de la tecnología en el primer caso la realizaban los propios institutos nacionales de investigación agraria; en el segundo caso, la difusión de la tecnología la realiza la misma industria que la proporciona.

Así, pasaríamos de una investigación pública fundamentada, en mayor medida, en patrones de interés público, a una investigación privada, cuya racionalidad es la privatización del beneficio, protegida por mecanismos de propiedad intelectual. Esta circunstancia, para parte de la doctrina, redefine la investigación agrícola de forma desfavorable a los pequeños agricultores y a los agricultores de subsistencia. (Brush 2001, 2004).

---

<sup>115</sup>Según un artículo periodístico de José Hlimper (2005) “Tikapapa” publicado en *Phronesis*, a pesar de ser el Perú un centro de origen y diversidad de la papa, “*ni por la productividad en el campo, ni por el consumo per cápita, ni por el número de variedades comerciales, ni por el desarrollo de la industria relacionada, ni por la capacidad técnica, el Perú es hoy en día un país papero*”.

Confiar únicamente en la investigación privada para alcanzar beneficios para la sociedad en general es, de por sí, una falacia. No considera el factor de que existen bienes cuyo valor no sólo se ve reflejado en un valor comercial o de mercado y que, sin embargo, son parte del bien común de las sociedades. Se omite la importancia de factores como la singularidad y la escasez de estos recursos. También olvida que existen necesidades que no pueden traducirse en demanda por falta de capacidad de acceso y poder adquisitivo.

De ahí que hayan surgido distintas corrientes doctrinales que claman por una mayor democratización de la biotecnología moderna. Si bien, dicho reclamo, se hace desde dos perspectivas distintas. Por un lado, los estrechos vínculos entre los investigadores y las empresas privadas que se dan, en la actualidad, pone de relieve el hecho de que los científicos no deberían ser los árbitros finales de lo que debe ser investigado y cómo debe hacerse. Las prioridades de investigación son demasiado importantes como para ser dejadas a la libre voluntad de la comunidad científica. Por ello, el público debe tener un rol en la demanda de responsabilidad, de *accountability* (en inglés) de la comunidad científica, pero también a la hora de determinar los objetivos y propósitos hacia los que la tecnología va dirigida (Kloppenbug 1988: 279).

En la mencionada reflexión, la cuestión de quién hace la tecnología adquiere un papel prioritario. Cualquiera que sean los objetivos de la compañía privada, el principal será el producir una nueva variedad que sea vendida con el objetivo de lucro. Que el objetivo de la variedad no coincida con el óptimo social es una mera consecuencia del sistema de mercado.

Así, según parte de la doctrina, es urgente un desarrollo público de la biotecnología moderna por los institutos nacionales de investigación, que entre en competición con el sector privado, le impida un absoluto monopolio del mercado y responda a las necesidades locales. El avance de la ciencia es irreversible, sin embargo, sus aplicaciones deben ser dirigidas por la sociedad a fin de que respondan a necesidades reales y no artificiales generadas por el mercado. El alinear la realidad con los procesos de investigación y gestión públicas sería un primer factor a evaluar en este sentido.

En la realidad, esta posición se encuentra de frente, no obstante, con el declive y las grandes limitaciones presupuestarias que la investigación pública esta teniendo tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados. Por otra parte, esta adaptación de las tecnologías a las condiciones locales, exige una amplia participación de los agricultores y la realización de pruebas de campo que sean manejadas por los mismos campesinos. Éste mejoramiento participativo, sin embargo, ha venido a ser uno de los mayores retos en el mejoramiento oficial de variedades y continuará siéndolo, si es que se pretende asegurar que las variedades GM sean apropiadas a las necesidades locales.

Con distinto alcance, otro sector clama por la necesidad de que las estrategias tecnológicas sean adoptadas en un contexto democrático, conforme a criterios sociales, económicos, políticos y ambientales. De esta manera, se manifiesta, es necesario revertir el patrón de

determinismo tecnológico y someter las elecciones sobre la tecnología a elegir a un mayor control y consenso social.

Desde este frente doctrinal, se cuestiona el paradigma predominante en donde se ve a la tecnología como la panacea que resolverá todos los problemas, como transformador de la realidad social y al que se le asigna una primacía sobre otros factores concurrentes. Esta concepción presupone que la tecnología funciona y se aplica para el bien de la sociedad con independencia de las intenciones de sus miembros. Bajo esta premisa, y según esta argumentación, se facilita el extraer la tecnología del control social y el que ésta funcione con predominio sobre la autonomía individual (Massieu et al. 2000a).

Por el contrario, es preciso incluir un control democrático que se plasme en una mayor participación social en la toma de decisiones tecnológicas, que se incorpore desde los primeros momentos de su diseño y no una vez que la tecnología se ha impuesto. Y ello, precisamente, debido al alcance socioeconómico que su implementación puede tener. La ingeniería genética, según este lado de la doctrina, ha sido concentrada por las agroindustrias y se ha insertado en una organización social existente, pero con el fortalecimiento de los componentes que más preocupan a las agroindustrias, como son los sistemas de protección de la propiedad intelectual y de certificación de semillas. Las mismas compañías son las que realizan la distribución de las variedades GM a través de sus redes, eliminando a las empresas de semillas locales. Esto puede implicar un cambio en las estructuras, en la infraestructura científico-tecnológica local, en la producción y el empleo locales.

La cuestión, entonces, va más allá de la meramente técnica e incluye temas de economía política, de la determinación de quién gana y quién pierde con la tecnología, de derechos a la seguridad alimentaria, del derecho a un ambiente sano, de desarrollo rural. Estas son cuestiones que requieren de un mayor debate social y de soluciones negociadas que involucren a todos los actores.

### **Cuadro 13. Acceso a la Tecnología de Papa Resistente a Virus: Un Caso Estudio desde México.**

Normalmente se atribuye a la falta de acceso de los pequeños agricultores el que estos no se lleguen a beneficiar de la nueva tecnología. Esta falta de acceso, se fundamenta en la naturaleza privada de la misma y el interés comercial de las compañías biotecnológicas. No obstante, esta situación se puede replicar incluso en tecnologías creadas de forma específica en beneficio del pequeño agricultor, sin existir restricciones referentes a derechos de propiedad intelectual.

De esta manera, se puede dar el caso de que los pequeños agricultores no se lleguen a beneficiar de los cultivos GM que han sido específicamente creados para ellos. A este resultado llega la investigación realizada por Chauvet et al. (2004) enfocada al análisis de los potenciales efectos que podría tener la papa resistente a virus y los sectores sociales beneficiados con dicha tecnología. De dicho estudio se pueden extraer distintas conclusiones de interés.

La primera es que serían exclusivamente los grandes productores, que ya tienen acceso a los laboratorios para la producción de semilla de papa, los que se beneficiarían de la papa transgénica. El motivo estaría en las dificultades de acceso y de transferencia de la tecnología a los pequeños agricultores.

Partiendo de un estudio de redes sociales, se hacen evidentes las dificultades que existen para transferir las tecnologías a los pequeños agricultores, a diferencia de otros cultivos en los que existe un interés comercial más evidente por parte de las compañías biotecnológicas, como puede ser el maíz transgénico. Desde la perspectiva del acceso, existe una concurrencia de las tradicionales dificultades socioeconómicas con las que se encuentran los pequeños agricultores, que no cuentan con condiciones económicas favorables para acceder directamente a los adelantos tecnológicos.

En este sentido, los pequeños productores no acostumbran a comprar semilla para siembra de papa, debido fundamentalmente a que no participan en el mercado formal. De esta forma, continúan usando sus variedades locales, incluso cuando las modernas están disponibles, porque las consideran costosas, inapropiadas a los medioambientes locales, o no se ajustan a sus necesidades agronómicas o gustos culinarios y gastronómicos. A ello, se añaden otros inconvenientes, como que el número de variedades que han logrado ser transformadas para su resistencia al virus son reducidas, en relación con el número de variedades que se siembran en el país.

Al respecto, las autoras destacan la importancia de tener en cuenta dos variables para que las biotecnologías satisfagan a los pequeños campesinos: las capacidades de los actores de utilizarlas de manera adecuada y la percepción de los actores acerca de su utilidad. En relación con este último aspecto, en el caso de papa resistente a virus se evidenció que este no se constituía en la primera necesidad de los campesinos, existiendo otros problemas agronómicos más prioritarios como eran el manejo de las heladas, el tizón o el nemátodo dorado.

Por ello, ante la disseminación de la tecnología, el estudio subraya la importancia de atender a una serie de consideraciones. En primer lugar, la necesidad de partir por analizar las distintas

opciones existentes in situ para combatir un problema. En esta definición del problema a investigar, la intervención de los agricultores debería ser fundamental. De lo contrario, puede que la jerarquización de las necesidades a cubrir no coincida con las prioridades del campo de trabajo.

Asimismo, se destaca que la innovación tecnológica no debe entenderse incorporada únicamente en la semilla. En el caso estudio señalado, la utilización de la tecnología requería de la papa transformada (como tubérculo) y de la asistencia técnica que capacite al productor en cuanto a un nuevo manejo de agroquímicos; sin el cual sería imposible el obtener los beneficios ambientales esperados. También, el evaluar los problemas tecnológicos del sector o rama productiva y la problemática social y económica a la que se pretende transferir la nueva tecnología. En el caso objeto de estudio en el que predominan los canales informales de distribución, sería necesaria la intervención de programas gubernamentales, para que tenga lugar el acceso por parte de los pequeños agricultores y para dotarles de la asistencia técnica que contribuya a disminuir el uso de agroquímicos que se utilizan.

Fuentes:

Chauvet, M., González, R.L., Barajas, R., Castañeda, Y., Massieu, Y. (2004). *Impactos Sociales de la Biotecnología: El Cultivo de la Papa*. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, CamBioTec, CONACYT, Editorial Praxis. México DF. México.

Massieu, Y., Chauvet, M., Castañeda, Y., Barajas, R.E., Gonzalez, R.L. (2000). "Consecuencias de la Biotecnología en México: El Caso de los Cultivos Transgénicos". *Sociológica*. Año 15, No. 44, pp. 133-159. Septiembre- Diciembre 2000.

Massieu, Y., González, R.L., Chauvet, M., Castañeda, Y., Barajas, R. (2000). "Transgenic Potatoes for Small-Scale Farmers: A Case Study in Mexico". *Biotechnology and Development Monitor*. No. 41. March 2000.

## II. EN LAS DECISIONES SOBRE BIOTECNOLOGÍA MODERNA

Las consideraciones socioeconómicas importan en los procesos de bioseguridad. Pero para que dichas preocupaciones sean adecuadamente incorporadas, deberá ser en las mismas decisiones de política sobre la biotecnología moderna, en donde primeramente se deberá prestar atención a los distintos fundamentos de carácter económico y social. Las preguntas relativas a la necesidad de la biotecnología moderna y el rol que esta puede tener en el desarrollo de un país, son cuestiones que parten de realidades socioeconómicas diferentes y que responden a distintas variables de carácter cualitativo. Las decisiones a tomar, han de ser de carácter estratégico y previo a la regulación misma de la biotecnología y a la evaluación y cuantificación de sus impactos.

De esta manera, en las decisiones sobre la biotecnología moderna habría de comenzar por identificar las necesidades que se pretende satisfacer, las distintas alternativas tecnológicas disponibles y la evaluación de dichas alternativas en relación con los objetivos que se

pretenden conseguir (Linacre et al. 2005). Todos estos factores se deben determinar de forma consensuada, en donde tengan cabida los intereses de las poblaciones sobre las que pueden recaer tanto los efectos positivos como los negativos de dichas biotecnologías.

Todo avance tecnológico tiene sus beneficios y sus costes. Las sociedades han de responder a dicha incertidumbre buscando maximizar los beneficios y minimizar los riesgos. Particularmente, en el caso de la biotecnología moderna, las decisiones pueden venir dadas en función de la utilidad que pueda ofrecer esta tecnología a una sociedad determinada. Este balance puede ser complejo y políticamente controvertido. Por ello, es una cuestión de política que requiere un tratamiento en las fases más tempranas y previas al desarrollo y comercialización de un cultivo GM.

Experiencias como las extraídas de la Revolución Verde han puesto en evidencia la importancia de identificar las consecuencias no intencionadas a nivel social y económico, resultantes de la incorporación de nuevas tecnologías (Fransen et al. 2005). Y nos llevan a apuntar a la necesidad de una visión de más amplio espectro, que incorpore, desde un principio, todas las cuestiones económicas, culturales, sociales, medioambientales y éticas, con el fin de promover el uso sostenible de la biotecnología moderna.

En este sentido, los factores socioeconómicos de la introducción de un cultivo GM deben estar incluidos dentro de los mecanismos de gobernabilidad adecuados. Y, a ser posible, en un análisis estratégico de las políticas, que permita resaltar las implicaciones que la adopción de una determinada política sobre biotecnología moderna pueden resultar para un país.

Con esta intención, un reciente estudio de Linacre et al. (2005) propone la aplicación de instrumentos como la Evaluación Estratégica del Riesgo (*Strategic Impact Assessment*, en inglés), para abordar esta perspectiva más amplia que permita incorporar, en la toma de decisiones sobre biotecnología moderna, los distintos aspectos que configuran la realidad socioeconómica de un país.

Esta Evaluación Estratégica del Riesgo, facultaría a identificar los objetivos de una política concreta; determinar la existencia de alternativas; confrontar las distintas opciones de que se dispone con los objetivos que se pretenden; considerar las potenciales consecuencias en el corto, medio y largo plazo e incorporar cuestiones (no siempre tenidas en cuenta) referidas a la eficacia de las políticas y de las normas, a sus posibilidades de cumplimiento y a la existencia de la institucionalidad necesaria.

Al respecto, es particularmente crítico el contar con canales de participación pública en la definición de la política nacional de biotecnología. Especialmente, a la hora de priorizar los objetivos y de identificar cuales son las alternativas existentes para la consecución de los mismos. Esta etapa, debería contar con la consulta de los actores y las comunidades implicadas, sobre todo, cuando ello afecta a sus modos de vida de manera determinante. Esta participación, no obstante, adquiere significado cuando va acompañada de alternativas

y de capacidad de optar o elegir, y, por el contrario, carece sentido cuando las decisiones han sido tomadas y únicamente se requiere para contribuir en la regulación y aplicación, pero ya no existen alternativas. En este caso, se puede hablar de persuasión y comunicación pero no de efectiva participación pública (Linacre et al.2005).

Una de las ventajas que ofrece este análisis estratégico es el considerar los beneficios resultantes de la biotecnología moderna, así como los riesgos que puede conllevar el mantener el status quo, en caso de no adoptarse la innovación tecnológica. La integración de todos estos factores influirá, igualmente, de forma favorable en el nivel de aceptabilidad social de la decisión tomada.

Como vemos, la visión desde un ámbito estratégico permite determinar de forma más holística cual es el beneficio económico y social neto de la opción elegida entre las alternativas existentes. A la hora de realizar dicho balance, serán distintas las cuestiones a evaluar dependiendo del escenario social y económico presente en un país. En general, se apuntará a dar respuesta a distintos factores como qué importancia tiene el cultivo GM para los grupos sociales que lo producen; qué porcentajes de la producción del cultivo son dedicados al mercado y qué porcentaje al autoabastecimiento; cuál es el precio del cultivo convencional en el mercado y como éste se puede ver modificado con la entrada de los nuevos cultivos GM; en qué manera se afecta a los sectores más marginales (i.e. mujeres como fuerza de trabajo rural y conservadoras de la agrobiodiversidad) (DFID 2000). Dichas preguntas son un punto de partida importante para determinar los riesgos y los beneficios de la tecnología en el escenario concreto en el que se aplica. Y tendrán una gran relevancia sobre el nivel de aceptación social final de la tecnología.

En particular, siguiendo a Fransen et al. (2005) cabe mencionar, entre otras, las siguientes cuestiones socioeconómicas que emergerían en las decisiones de biotecnología agrícola:

- ¿A quién beneficia?. Muchas veces, la introducción de un OVM puede tener beneficios económicos claros. Sin embargo, es importante el determinar cómo se distribuyen dichos beneficios entre los agricultores de un determinado país. Así, los agricultores pueden tener alternativas de modos de vida y capacidad para asumir nuevos riesgos de forma distinta unos de otros. Y la capacidad para acceder a la tecnología y de beneficiarse de ella variará según el tipo de agricultor. Como se ha visto, el introducir este tipo de innovaciones puede implicar un aumento de la brecha tecnológica entre los agricultores con mayor capacidad de acceso, como pueden ser los pertenecientes a la agroindustria o las grandes explotaciones agrícolas, en perjuicio de los agricultores de subsistencia y de los pequeños agricultores.
- ¿A qué necesidades responde?. Como se ha manifestado a lo largo del Capítulo anterior, una pregunta fundamental va a ser la relativa a la identificación del problema al que se va a dar respuesta y de las necesidades que se pretenden resolver con la biotecnología moderna. El determinar cuál es la relevancia de la biotecnología moderna para cubrir

las necesidades locales resulta de su comparación con las alternativas existentes para cubrir dichas necesidades. Este factor implica que las innovaciones biotecnológicas deben someterse a un análisis previo y participativo de evaluación de necesidades.

- ¿Cuáles son sus repercusiones en el empleo rural?. Algunos cultivos GM pueden resultar en una reducción en la mano de obra, lo que puede ser beneficioso o perjudicial, atendiendo a la situación y estructura económica de cada país.
- ¿Cuáles son las repercusiones en los mercados locales?. La adopción de la biotecnología moderna puede resultar en cambios en los mercados y en las políticas de precios que afecten a los pequeños agricultores. Así, si el cultivo GM va a resultar en una mayor productividad, habría que efectuar un estudio de los mercados que van a absorber dicho incremento en la producción.
- ¿Cómo afecta al acceso a los mercados internacionales?. La adopción de un cultivo GM puede conllevar la pérdida de opciones de mercado a nivel global. Dada la dificultad en mantener una coexistencia diferenciada de los cultivos GM con otro tipo de cultivos no GM (i.e. convencionales, orgánicos, etc.)<sup>116</sup>, la mezcla de los mismos puede implicar la pérdida de mercados de aquellos países cuyos consumidores rechazan los productos con presencia transgénica (como pueden ser países de Europa y Japón). La presencia indiscriminada de cultivos GM puede ser particularmente comprometida para el desarrollo de una agricultura orgánica, ya que, generalmente, entre las exigencias para la certificación de un producto como orgánico, figura el de su composición no transgénica<sup>117</sup>.

<sup>116</sup>El Informe del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos del año 2006 relativo a las oportunidades y retos de la biotecnología agrícola, coincide en señalar que el manejo de la coexistencia de diferentes métodos de producción, destinados a cubrir distintas especificaciones de mercado, se ha convertido en mucho más complejo con el advenimiento de los cultivos GM. Y que la diferenciación comercial entre la agricultura convencional y la transgénica puede crear oportunidades y riesgos dependiendo de la existencia de mecanismos de segregación adecuados en las cadenas productivas de los países. En algunos casos, el coste, la complejidad y el tiempo que involucra la diferenciación entre cultivos transgénicos de los que no lo son, pueden aumentar en el caso de que las especificaciones contractuales contengan requerimientos de segregación muy estrictos. De la misma manera, el surgimiento de mercados que buscan únicamente productos no transgénicos, ha introducido un nuevo nivel de riesgos comerciales, con la exigencia, a los actores participantes de la cadena alimentaria, de nuevos sistemas de responsabilidad y seguros frente a riesgos (USDA 2006: 14-15).

<sup>117</sup>Al respecto, la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Biológica (IFOAM) emitió, en mayo del 2001, su "Posición sobre el Uso de la Ingeniería Genética y Organismos Genéticamente Modificados en la Agricultura", según la cual, "La Ingeniería Genética es excluida de la agricultura orgánica. IFOAM se opone al uso de la ingeniería genética en la agricultura orgánica y en la transformación de productos orgánicos. Esta prohibición del uso de la ingeniería genética se aplica a plantas, animales y microorganismos. También se aplica a los productos de los organismos genéticamente modificados tales como enzimas y aminoácidos, independientemente de si son perceptibles o no en el producto final". En este mismo sentido, la Propuesta de Reglamento del Consejo sobre "Producción y Etiquetado de los Productos Ecológicos" de la Comisión de la Comunidad Europea /\*COM/2005/0671 final - CNS 2005/0278- en su Artículo 4, relativo a los Principios generales, establece que "La producción ecológica estará sometida a los siguientes principios: "(...) c) no pueden utilizarse OMG ni productos producidos a partir de o mediante OMG, salvo en medicamentos veterinarios (...)".

- Otra cuestión fundamental a evaluar es la misma posición de país como importador o exportador neto del producto GM. En el primer caso, ello puede llegar a implicar una reducción de los precios de los commodities a nivel de mercado nacional. Pero, incluso en el caso de que dicha bajada de precios sea beneficiosa para los consumidores, ello puede tener consecuencias negativas en los productores locales.
- ¿Cómo coexisten los derechos de protección de la propiedad intelectual con las normas de acceso a los recursos genéticos y los conocimientos tradicionales?. La imposición de derechos de propiedad intelectual que acompañen estas innovaciones biotecnológicas puede conllevar regulaciones muy excluyentes sobre los agricultores que deberán ser evaluadas. Esta situación puede dar lugar a que los agricultores se vean forzados a firmar contratos de acceso onerosos para poder utilizar la semilla mejorada, en los que renuncien a su capacidad de guardar y replantar semilla para futuras cosechas. Las posibilidades de acceso a dichas tecnologías también pueden estar restringidas a los mismos investigadores y mejoradores nacionales.
- ¿Cuáles son las capacidades en bioseguridad?. Pueden existir grandes limitaciones en el desarrollo de los mecanismos de bioseguridad, de forma que éstos no respondan adecuadamente a los requerimientos de la sociedad civil ni de los mercados. Estas dificultades van desde el propio productor y su dificultad en implementar y manejar la tecnología (i.e. la necesidad de establecer campos refugio o zonas de amortiguamiento en los cultivos Bt) hasta en la realización de las evaluaciones del riesgo y el control de las importaciones por parte de las autoridades públicas.
- ¿Qué valores culturales pueden verse afectados por la introducción de un cultivo GM?. Puede darse el caso de que valores culturales y creencias religiosas o éticas de las comunidades puedan verse afectados por la introducción de cultivos GM.

Todas las cuestiones mencionadas adquieren una significación especial en el supuesto de los países que cuentan con una gran diversidad agrícola. En particular, puede ser relevante para la creación de nuevos mercados en los que la agrobiodiversidad se vea representada. El Perú, por ejemplo, es un país con escasa superficie agrícola pero con una alta diversidad en recursos genéticos agrícolas y las oportunidades de nuevas vías de mercado para esta diversidad podrían verse comprometidas a futuro. Sobre todo, al carecer de los mecanismos regulatorios de segregación y trazabilidad de los cultivos GM de los que no lo son, y que son requeridos por los mercados receptores.

En este sentido, el mismo carácter de país como centro de origen y diversidad intensificaría las consecuencias al confrontar más evidentemente a los ganadores y los perdedores de la adopción de la biotecnología moderna. Esta dicotomía sería mayor que la que se plantea en

otros países con menor diversidad genética agrícola en donde los intereses podrían estar menos contrapuestos<sup>118</sup>.

En cualquier caso, el resultado de este análisis, ha de ser el de aceptar una determinada política y el riesgo que implica, el de manejar este riesgo o, por el contrario, el de evitarlo. En el caso de decidir aceptarlo bajo determinadas condiciones de manejo, será necesario desarrollar un marco institucional y normativo de bioseguridad que también incluya las consideraciones socioeconómicas y que haga que la gestión del riesgo sea una realidad, sobre todo, si se quiere atender a una visión de desarrollo agrícola sostenible.

### III. EN LAS DECISIONES SOBRE BIOSEGURIDAD

La inclusión formal de las consideraciones socioeconómicas dentro de los procesos de bioseguridad por un acuerdo internacional como es el Protocolo de Cartagena lleva a corroborar lo ya afirmado: que las consideraciones socioeconómicas tienen importancia para la toma de decisiones sobre bioseguridad. El reto, tanto a nivel internacional como nacional, va a ser el expresar dicho anhelo en medidas e instrumentos normativos e institucionales concretos, que, en la práctica, integren de manera efectiva los distintos valores sociales y económicos.

---

<sup>118</sup> A este respecto, consideramos de interés mencionar cómo este tema ha sido incorporado en las últimas normas de bioseguridad como la mexicana. La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados de México (18-03-2005) prevé en su Art. 90 que “se podrán establecer zonas libres de OGMs para la protección de productos agrícolas orgánicos y otros de interés de la comunidad solicitante, conforme a los siguientes lineamientos generales:

*I. Las zonas libres se establecerán cuando se trate de OGMs de la misma especie a las que se produzcan mediante procesos de producción de productos agrícolas orgánicos, y se demuestre científica y técnicamente que no es viable su coexistencia o que no cumplirían con los requisitos normativos para su certificación;*

*II. Dichas zonas serán determinadas por la SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) mediante acuerdos que se publicarán en el Diario Oficial de la Federación, previo dictamen de la CIBIOGEM (Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados), con la opinión de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, tomando en cuenta lo establecido en las normas oficiales mexicanas relativas a los productos agrícolas orgánicos;*

*III. La determinación de las zonas libres se realizará con base en los siguientes requisitos:*

*A. Se hará a solicitud escrita de las comunidades interesadas, por conducto de su representante legal;*

*B. Dicha solicitud deberá acompañarse de la opinión favorable de los gobiernos de las entidades federativas y los gobiernos municipales de los lugares o regiones que se determinarán como zonas libres;*

*C. Se realizarán las evaluaciones de los efectos que los OGMs pudieran ocasionar a los procesos de producción de productos agrícolas orgánicos o a la biodiversidad, mediante las cuales quede demostrado, científica y técnicamente, que no es viable su coexistencia o no cumplan con los requisitos normativos para su certificación, de acuerdo con las normas oficiales mexicanas que expida la SAGARPA. Las evaluaciones mencionadas se realizarán conforme lo establezca dicha Secretaría en normas oficiales mexicanas, y*

*IV. La SAGARPA establecerá en los acuerdos las medidas de seguridad que se podrán adoptar en las zonas libres de OGMs, a fin de garantizar la adecuada protección de los productos agrícolas orgánicos”.*

## 1. EL PROTOCOLO DE CARTAGENA

La inclusión de las consideraciones socioeconómicas en el Protocolo de Cartagena fue una de las cuestiones de mayor debate y confrontación entre los países en desarrollo y los países más desarrollados. El concepto de centro de origen y diversidad fue invocado a lo largo del proceso de negociaciones por países como México y Bolivia. No obstante, fue el Grupo de Países Africanos el que más defendió la necesidad de incluir las consideraciones socioeconómicas en cada uno de los distintos apartados del Protocolo (en la evaluación y el manejo del riesgo, en el concepto de responsabilidad y compensación, entre otros). Este mismo grupo de países, también propuso una amplia lista de situaciones sociales y económicas importantes para los campesinos de los países en desarrollo que debían ser incluidas en los procesos de evaluación del riesgo y en la gestión del riesgo durante la importación y exportación de OVM. Frente a esta posición, los países desarrollados rechazaron la inclusión de las consideraciones socioeconómicas por tratarse de un concepto vago y restringido a las realidades nacionales (Secretaría CDB-UNEP 2003: 79). En el último momento de las negociaciones, las distintas posiciones se subsumieron en la opción que se contempla en el Art. 26 del Protocolo de Cartagena, que indica:

*“1. Las Partes, al adoptar una decisión sobre la importación con arreglo a las medidas nacionales que rigen la aplicación del presente Protocolo, podrán tener en cuenta, de forma compatible con sus obligaciones internacionales, las consideraciones socioeconómicas resultantes de los efectos de los organismos vivos modificados para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, especialmente en relación con el valor que la diversidad biológica tiene para las comunidades indígenas y locales.*

*2. Se alienta a las Partes a cooperar en la esfera del intercambio de información e investigación sobre los efectos socioeconómicos de los organismos vivos modificados, especialmente en las comunidades indígenas y locales”.*

Según el Art. 26, las circunstancias socioeconómicas que pueden ser tomadas en cuenta en la importación de OVM son las que se derivan de la concurrencia de los siguientes factores:

- La existencia de una gran diversidad de recursos biológicos en áreas habitadas o utilizadas por comunidades locales o indígenas;
- La pérdida de acceso a los recursos naturales y genéticos que con anterioridad se encontraban disponibles para las comunidades indígenas y locales en sus territorios, como resultado de la pérdida de diversidad biológica;
- La pérdida de tradiciones culturales, conocimientos y prácticas de comunidades locales o indígenas como resultado de esta desaparición de diversidad biológica (Mackenzie et al. 2003).

Muchos de los procesos reeridos a los centros de origen, se encontrarían plenamente identificadas con los factores descritas en el Protocolo de Cartagena al estar *“especialmente en relación con el valor que la diversidad biológica tiene para las comunidades indígenas y locales”*.

Como hemos señalado, el Protocolo de Cartagena dispone de una serie limitada de consideraciones socioeconómicas a ser tomadas en cuenta en el momento de la toma de decisiones respecto a la importación de un OVM. No obstante, según Garforth (2004) los países podrán incluir otras en sus regulaciones a nivel nacional, siempre que cumplan con sus obligaciones internacionales y que lo pongan en conocimiento de los demás países a través del Centro de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología.

Por otra parte, según la autora, las consideraciones socioeconómicas pueden entenderse, no exclusivamente limitadas a los movimientos transfronterizos o a la importación o exportación de OVM, sino que pueden referirse a cualquier decisión que se adopte a nivel nacional sobre bioseguridad, siempre que ello sea coherente, como hemos manifestado, con el cumplimiento de otras obligaciones a nivel internacional.

Con independencia del contenido que se quiera atribuir a las consideraciones socioeconómicas, el mayor problema se plantea, no obstante, en su puesta en práctica. El Protocolo de Cartagena no realiza ningún tipo de aproximación al respecto, ni a cómo y cuándo incorporar estos factores socioeconómicos en el proceso de toma de decisiones. Lo que sí menciona, sin embargo, es que las Partes celebrarán consultas con el público en el proceso de adopción de decisiones en relación con organismos vivos modificados y darán a conocer al público los resultados de esas decisiones, de conformidad con sus leyes y reglamentaciones respectivas y respetando la información confidencial (Art. 23 del Protocolo).

## 2. LOS SISTEMAS NACIONALES DE BIOSEGURIDAD

De lo anterior, se extrae que es en la misma definición de los marcos nacionales de bioseguridad donde se han de incorporar estos fundamentos. Esto se puede realizar, según la doctrina, entre otras, mediante las siguientes vías:

- Definición clara en las normas de bioseguridad de lo que se entiende por consideraciones socioeconómicas;
- Identificación de las consideraciones socioeconómicas que son prioritarias a nivel de país y de los sectores o actores más afectados por la adopción de la biotecnología;
- Dictado de políticas que hagan mandato expreso de la integración de estas consideraciones en los procesos de toma de decisiones de bioseguridad;
- Identificación de las fases en las que se tomaran en cuenta las consideraciones socioeconómicas (i.e. durante los ensayos de campo o antes de la comercialización);
- Institucionalización de mecanismos de participación pública que permitan integrar estas consideraciones y llegar a evaluaciones confiables;
- Fijación de cláusulas normativas concretas que establezcan los criterios y supuestos para los que la incorporación de dichas variables socioeconómicas es mandatoria (Fransen et al. 2005).

De lo anterior, podemos destacar los distintos factores que describen el común de los regímenes normativos nacionales de bioseguridad hasta la fecha. En primer lugar, cabe evidenciar, con carácter general, el escaso grado de atención prestado, por las legislaciones nacionales de bioseguridad, a las consideraciones socioeconómicas y los mecanismos que hagan efectiva su viabilidad en la práctica, ante solicitudes concretas de autorización de cultivos GM.

En segundo lugar, coincidimos con la doctrina en resaltar la poca experiencia habida en la conducción de evaluaciones de impacto socioeconómico y en la necesidad de desarrollar metodologías concretas y consensuadas que puedan desarrollarse ante solicitudes individuales de actividades con cultivos GM (Pisupati 2005).

En tercer lugar, también coincidimos en afirmar que los análisis socioeconómicos son generalmente desarrollados con carácter posterior a la realización de la actividad y a la liberación del cultivo GM. Y que, por el contrario, es preciso que estos se realicen *ex ante* y para ello, el contar con estudios previos, como líneas de base socioeconómicas, que puedan informar adecuadamente los procesos de toma de decisiones.

De la misma manera, es fundamental el realizar una evaluación de las necesidades y las distintas opciones existentes para cubrir las mismas; sobre todo, si se pretende que estas biotecnologías atiendan a las prioridades de los agricultores de menores recursos y que los beneficios de las mismas sean distribuidos de forma equitativa (Hilbeck y Andow 2004, 2006; Chauvet et al. 2004).

El cómo estos distintos aspectos se han visto reflejados en las legislaciones de los países, es un aspecto en sí mismo de gran interés que merece ser objeto de un estudio en mayor profundidad. No obstante, se puede afirmar que, como hemos manifestado con anterioridad, en general, son pocos los sistemas normativos que reflejan una preocupación expresa sobre el tema. Por ello, creemos oportuno destacar la normativa de bioseguridad de Noruega, que sitúa bajo el prisma del desarrollo agrícola sostenible y del bien público, la evaluación de cualquier solicitud de actividad que se quiera realizar con cultivos GM. Asimismo, consideramos de interés la reciente normativa de México, por su carácter reciente y por estar referida a un centro de origen.

La *Gene Technology Act*<sup>119</sup> de Noruega establece expresamente, como condicionantes

---

<sup>119</sup> La normativa de bioseguridad de Noruega se rige por *The Gene Technology Act* de 2 abril 1993, No. 38 que cuenta con sucesivas modificaciones, siendo la más reciente, la incorporada por el Acta de 17 de junio del 2005, No. 79. La Sección 1 de la citada norma, establece como Objetivo de la misma que (citamos textualmente): “*The purpose of this Act is to ensure that the production and use of genetically modified organisms and the production of cloned animals take place in an ethically justifiable and socially acceptable manner, in accordance with the principle of sustainable development and without adverse effects on health and the environment*”. Asimismo, la Sección 10 prevé que “(…) *The deliberate release of genetically modified organisms may only be approved when there is no risk of adverse effects on health or the environment. In deciding whether or not to grant an application, considerable weight shall also be given to whether the deliberate release will be of benefit to society and is likely to promote sustainable development.* (…).”

de la aprobación de una solicitud de actividades con OVM, el que éstas representen un "beneficio para la comunidad", vayan a favor del "desarrollo sostenible" y no contravengan "consideraciones de carácter social y ético". Se exigen estos prerrequisitos como contrapeso a los riesgos que implica la actividad misma.

En la interpretación de estos conceptos, el *Norwegian Biotechnology Advisory Board* establece que el "principio de desarrollo sostenible" se aplica bajo la premisa de que la preservación de la biodiversidad representa una forma de seguro de vida de largo plazo para la existencia de las especies, los ecosistemas y la humanidad misma. Cuando esta diversidad se reduce, de la misma manera sucede con las oportunidades de la humanidad de promover un desarrollo sostenible (The Norwegian Biotechnology Advisory Board 2003: 13).

Bajo el concepto de "en beneficio de la comunidad", el *Norwegian Biotechnology Advisory Board* incluye los beneficios y los costes o desventajas que la adopción de la tecnología puede tener para la sociedad en su conjunto. No se trata de evaluar los beneficios que un productor, consumidor o solicitante pueda obtener individualmente, sino de cómo ello puede repercutir a terceras partes. A esta perspectiva, se sumaría otra de ética y equidad, cuando en el análisis de los impactos a terceros se fija el foco de atención, especialmente, en los sectores más pobres y/o marginados. Asimismo, este criterio incorpora variables que permiten contrastar cualquier solicitud de cultivos GM con el fin último del interés general.

El criterio "en beneficio de la comunidad" se resuelve teniendo en cuenta una evaluación de las necesidades e intentando dar respuesta a una serie de preguntas básicas como ¿es razonable el pensar que existe una necesidad por el producto en términos de demanda?; ¿es razonable pensar que el producto resolverá o contribuirá a resolver un problema social?; ¿es mejor que sus equivalentes en el mercado? o ¿existen alternativas que puedan resolver mejor las necesidades sociales en cuestión?. En términos de uso y producción habría que analizar también: ¿contribuye el producto a crear mejores oportunidades de empleo en general, y en las áreas rurales en particular? y ¿puede crear problemas para los sistemas de producción existentes o cuya existencia, por algún motivo, debiera preservarse?.

Por su parte, por "consideraciones éticas y de valores" se atiende a las visiones de los grupos indígenas y de las poblaciones con una tradición cultural intensa y fuerte, que podrían quedar más expuestos a las consecuencias adversas de las decisiones adoptadas por el común de la sociedad. Con este fin, se busca atender, entre otros, al interés y la autonomía de estos grupos en controlar su propio cambio cultural (The Norwegian Biotechnology Advisory Board 2003: 16).

A los efectos de atender adecuadamente dichos principios, la mencionada norma prevé mecanismos de participación pública. Así en su Sección 13 establece que los procesos decisorios sobre la liberación al ambiente de OVM, siempre incluirán la realización de una consulta pública. Esta consulta se realizará con suficiente anterioridad a la adopción

de cualquier decisión ante solicitudes concretas de actividades con OVM y de forma que se garantice que el público en general, y, en particular, aquellos grupos de interés particularmente afectados, tengan acceso a la información relevante y una oportunidad real para que sus opiniones sean conocidas. La decisión de llevar a cabo la consulta pública deberá de ser publicada.

A lo desarrollado hasta este momento, se suma la importancia de incluir el análisis de los impactos socioeconómicos en las distintas fases de análisis del riesgo, y, en particular, en la evaluación del riesgo. La evaluación del riesgo sirve para dotar de información al proceso de toma de decisiones, mientras que el manejo del riesgo permite dotar a dicho proceso con un número de opciones y alternativas a considerar.

Como ya se ha hecho referencia, la evaluación del riesgo comprende la identificación del problema, los potenciales impactos negativos y el daño o las consecuencias. La caracterización del daño implica estimar las consecuencias negativas de dichos impactos y quién o qué parte de la sociedad va a sufrirlos.

En este sentido, la evaluación de los riesgos socioeconómicos conduce a identificar a los sectores más afectados por los potenciales impactos de la introducción de un cultivo GM y a investigar aspectos relacionados con la equidad y distribución de los beneficios de la misma. El concepto de riesgo, en general, nos lleva a determinar las probabilidades de que un impacto adverso pueda producirse, medido por la magnitud o la severidad de dicho impacto o efecto negativo. En un contexto social, nos conduce a identificar los *shocks* que pueden llegar a sufrir determinadas poblaciones y que les situaría en situaciones especiales de vulnerabilidad.

Por ello, la evaluación socioeconómica de los riesgos, ha de realizarse mirando en el beneficio y el riesgo de las poblaciones más desfavorecidas, el comprender la prioridad de sus necesidades y el ver en qué medida estas se ven cubiertas o perjudicadas. Este análisis debe atenderse en relación con un desarrollo sostenible de largo plazo, que permita a las comunidades locales el convivir mejor con la agrobiodiversidad de la que dependen y seguir conservándola a futuro.

El cómo ha de realizarse esta incorporación ha sido objeto de distintos estudios y del desarrollo de metodologías de interés como la desarrollada por algunos autores como Hilbeck y Andow (2004, 2006) que busca incluir las variables socioeconómicas en el análisis del riesgo de actividades concretas con cultivos GM. Así, a través de esta metodología de *Problem Formulation and Options Assessment* (que se ha desarrollado mediante estudios de caso en Kenia y Brasil) se pretende dotar de un marco por el que se identifican, de forma transparente, las necesidades sociales que se consideran cruciales y que podrían ser satisfechas con la introducción de un cultivo GM y se compara dicho cultivo GM con otras posibles alternativas existentes en el sistema agrícola concreto, con el fin de responder a las mismas.

Se busca dar respuesta a preguntas como cuál es el problema que se desea resolver; qué importancia tiene; dónde se localiza; cuándo ocurre; de quién es el problema y cuál es la evaluación de las alternativas existentes. Esto se desarrolla desde un proceso participativo en el que se consideran a los principales interesados y donde tienen cabida factores de carácter ecológico o agrícola y, también, socioeconómicos o culturales. Todo ello permite identificar adecuadamente los riesgos de la actividad con GM y responder al interrogante de qué necesidades deben ser satisfechas y con qué riesgo (Nelson et al. 2004:56).

De lo expuesto hasta este momento, es clara la importancia de incluir las consideraciones socioeconómicas en las evaluaciones del riesgo en los países que son centros de origen y sede de la conservación in situ de los recursos filogenéticos para la alimentación y la agricultura. Incluso, se podría afirmar que el mismo carácter de país como centro de origen y diversidad intensificaría las consecuencias al confrontar más evidentemente a los ganadores y los perdedores de la adopción de la biotecnología moderna. Esta dicotomía sería mayor que la que se plantea en otros países con menor diversidad genética agrícola en donde los intereses podrían ser más conciliables.

Por ello, es preciso que exista un proceso regulatorio en el que los riesgos socioeconómicos sean incorporados en la evaluación del riesgo. Asimismo, es necesario que el análisis de los mismos no se deje al albur de las decisiones del regulador, y que exista una metodología apropiada para su medición o análisis, y se incorpore a los científicos sociales y a los expertos en el tema. Es igualmente trascendental el tener en cuenta las percepciones de los agricultores en la evaluación del riesgo socioeconómico. En particular, la propia política que los agricultores tienen de manejo del riesgo en las decisiones productivas.

Por su condición de país centro de origen, es de interés el evaluar las recientes prescripciones normativas que, al respecto, han sido incluidas en la normativa de bioseguridad de México. La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados de México (publicada el 18 de marzo del 2005) establece en su Art. 9 relativo a los Principios en Materia de Bioseguridad, fracc. XIII, que *“Para el análisis de soluciones a problemas particulares se evaluarán caso por caso los beneficios y los posibles riesgos del uso de OGMs. Este análisis podrá también incluir la evaluación de los riesgos de las opciones tecnológicas alternas para contender con la problemática específica para la cual el OGM fue diseñado. Dicho análisis comparativo deberá estar sustentado en la evidencia científica y técnica, así como en antecedentes sobre uso, producción y consumo, y podrá ser elemento adicional al estudio de evaluación del riesgo para decidir, de manera casuística, sobre la liberación al medio ambiente del OGM de que se trate”*. Asimismo, en su fracc. XVII establece que *“El Estado Mexicano cooperará en la esfera del intercambio de información e investigación sobre los efectos socioeconómicos de los OGMs, especialmente en las comunidades indígenas y locales”*.

Sin embargo, a pesar del principio general prescrito, cuando se entra a regular los requisitos relativos a la información a ser presentada para la concesión de permisos para la liberación al ambiente o en la evaluación de los riesgos, este análisis de las consideraciones

socioeconómicas, se deja al arbitrio y a la voluntad del solicitante. Asimismo, el contenido de éste parece reducirse a la evaluación de las alternativas tecnológicas disponibles y, únicamente, con el fin de respaldar la solicitud de la actividad con OVM.

Así, el Art. 55 de la mencionada norma prevé que *“La solicitud del permiso para realizar la liberación comercial al ambiente de OGMs, incluyendo su importación para esa actividad, deberá acompañarse de la siguiente información:*

- I. Los permisos para la liberación experimental y en programa piloto del OGM de que se trate;*
- II. Referencia y consideraciones sobre los reportes de resultados de la liberación experimental y de la liberación en programa piloto que se hayan realizado, en términos de los permisos a que se refiere la fracción anterior;*
- III. Instrucciones o recomendaciones específicas de almacenamiento, transporte y, en su caso, manejo;*
- IV. En su caso, condiciones para su liberación y comercialización;*
- V. En sus caso, se presentarán consideraciones sobre los riesgos de las alternativas tecnológicas con las que se cuente para contender con el problema para el cual se construyó el OGM que se pretende liberar;*
- VI. En su caso, la información que disponga el solicitante sobre datos o resultados de la comercialización del mismo OGM en otros países, y*
- VII. La demás información que determinen las normas oficiales mexicanas que deriven de esta Ley”.*

Asimismo, en relación con la evaluación del riesgo, el Art. 64 establece que, *“El interesado podrá presentar de manera adicional al estudio de los posibles riesgos, otros estudios o consideraciones en los que se analicen tanto la contribución del OGM a la solución de problemas ambientales, sociales, productivos o de otra índole, las consideraciones socioeconómicas que existan respecto de la liberación de OGMs al ambiente, como una evaluación de los riesgos de las opciones tecnológicas alternas para contender con la problemática específica para la cual el OGM fue diseñado. Estos análisis deberán estar sustentados en evidencias científicas y técnicas, en los antecedentes sobre uso, producción y consumo, y podrán ser considerados por las Secretarías competentes como elementos adicionales para decidir sobre la liberación experimental al ambiente, y consecuentes liberaciones al ambiente en programa piloto y comercial, respectivamente, del OGM de que se trate”.*

## **2.1. Marcos de Bioseguridad de los Países de la Subregión Andina**

En el diseño de las políticas de bioseguridad, dichas preocupaciones se han visto reflejadas en los países andinos, fundamentalmente, a través de la creación de instituciones, que, por su carácter multidisciplinario, cumplieran con representar a las distintas variables socioeconómicas. En un principio, estas pretensiones se tradujeron en la creación de comités multidisciplinarios de bioseguridad, originados ad hoc para la generación de los Marcos Normativos e Institucionales de Bioseguridad. Estos Comités, no obstante, han

contado con distinto éxito en relación con su representatividad y en atención a los productos alcanzados para la creación de un marco estructural de bioseguridad en los países. Muchos de ellos dejaron de existir una vez que se dió por concluido el proyecto<sup>120</sup> sin lograr la representatividad pretendida ni el desarrollo de un marco de bioseguridad en la práctica.

Igualmente, este abordaje multidisciplinario ha tomado forma en instituciones formales de carácter permanente como son los Comités Nacionales de Bioseguridad. Estos Comités se constituyen como órganos de asesoramiento y apoyo de las autoridades públicas decisorias sobre las solicitudes presentadas por los particulares para la autorización de actividades con cultivos GM. Estos Comités dan cabida a expertos procedentes de los distintos sectores, pero omiten, sin embargo, toda participación efectiva de la sociedad civil, y en particular, de los representantes de los pequeños agricultores<sup>121</sup>. Con ello, se excluyen sus perspectivas a la hora de determinar qué nivel de riesgo es aceptable por una sociedad determinada.

Esta circunstancia se da, incluso, a pesar de que los países de la Subregión Andina (a excepción de Bolivia), han firmado y/o ratificado el Tratado Internacional de Recursos Filogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (2004), que establece en su Art. 9 como contenido de los llamados Derechos del Agricultor, la obligación de los Estados en asegurar, a través de las políticas nacionales, el *“derecho a participar en la adopción de decisiones a nivel nacional, sobre asuntos relativos a la conservación y la utilización sostenible de los recursos filogenéticos para la alimentación y la agricultura”*.

En relación con la referencia a las consideraciones socioeconómicas en las evaluaciones del riesgo, cabe advertir que (con independencia de Ecuador y Venezuela que no cuentan a la fecha con marcos regulatorios de bioseguridad), las prescripciones referentes a esta materia son vagas y mínimas.

## A) Perú

El Reglamento de la Ley de Prevención de Riesgos Derivados del Uso de la Biotecnología, aprobado mediante Decreto Supremo No. 108-2002-PCM no incluye las consideraciones socioeconómicas en la fase de evaluación del riesgo ni en la gestión del riesgo.

En su Art. 29 establece que el objeto de la evaluación del riesgo es determinar los posibles efectos negativos para la salud humana, el ambiente y la diversidad biológica; la factibilidad

---

<sup>120</sup> Muchos de estos Comités se constituyeron al amparo de los Proyectos UNEP-GEF y dejaron de existir cuando éstos concluyeron. Un ejemplo de ello, fue el *Comité Nacional de Coordinación del Marco Estructural Nacional de Bioseguridad* que se constituyó en el Perú y dejó de existir tras la finalización del *Proyecto UNEP-GEF sobre el Desarrollo de Marcos Nacionales de Bioseguridad*. Este Comité estaba conformado por ocho representantes de los distintos organismos públicos, un representante del Colegio de Biólogos, un representante de las universidades, un representante de la Sociedad Nacional de Industrias y un representante de organizaciones no gubernamentales. Consultar <http://www.unep.ch/biosafety/news.htm#nbf> (Consultado Abril 2006).

<sup>121</sup> Véase Cuadro 9 del presente documento.

de la gestión de los riesgos y la clasificación del tipo de OVM a introducir. Asimismo, deja a los criterios de la autoridad sectorial encargada de la aprobación de la solicitud la posibilidad de incluir nuevos elementos de juicio, al prever, en su Art. 31, que el Órgano Sectorial Competente estará facultado para solicitar la información que considere necesaria para la realización de la evaluación del riesgo y confrontarla con cualquier información adicional de la que disponga.

Asimismo, el Art. 33 establece que los criterios para la evaluación del riesgo se basarán en el análisis de aspectos relativos a la naturaleza del OVM a liberar (el organismo receptor, parental o huésped; el organismo donante y el vector utilizado; el inserto y el rasgo codificado o carácter específico a introducir; el centro de origen o diversidad y el protocolo de transformación), la actividad propuesta con el OVM, el ambiente potencial receptor del OVM y sus interacciones con éste, así como otros aspectos que la autoridad sectorial considere pertinentes.

Una vez realizada la evaluación del riesgo, se procederá a la publicación de un resumen informativo de la solicitud de registro de la actividad con OVM, con el fin de que cualquier persona natural o jurídica pueda hacer llegar las observaciones, en un plazo de treinta días, en relación con dicha solicitud, tras lo cual, el Organismo Sectorial Competente adoptará la decisión que considere pertinente.

## B) Colombia

En relación con la evaluación del riesgo, el Decreto No. 4525/2005 establece, en su Art. 16, que esta debe realizarse caso por caso, teniendo en cuenta criterios e instrumentos de acuerdo con los avances técnicos y científicos disponibles. Asimismo, que tiene como objeto: “ a) *Identificar los riesgos y su magnitud, estimar la probabilidad de su ocurrencia y categorizarlos o clasificarlos.* b) *Identificar y valorar los potenciales efectos directos e indirectos sobre la salud humana, el ambiente y la biodiversidad, la producción o productividad agropecuaria y cuando se requiera, los potenciales efectos socioeconómicos que puedan derivarse.* c) *La autoridad nacional competente de acuerdo con lo previsto en el decreto, para autorizar la actividad con Organismos Vivos Modificados -OVM-, establecerá dentro del marco de la Ley 740 de 2002, las medidas para evitar, prevenir, mitigar, corregir y/o compensar los posibles riesgos o efectos y definir los mecanismos para su gestión, incluidas las de emergencia.* d) *Regular la presentación de informes ante la autoridad que por virtud de este decreto, expide la autorización”.*

En relación con los mecanismos de participación pública, éstos se contemplan de manera muy genérica en el mencionado Decreto que establece, en su Art. 37, que “*Las autoridades competentes garantizarán la información al público tanto de las solicitudes en curso como de las decisiones adoptadas, utilizando los medios institucionales de difusión. Igualmente, las autoridades competentes promoverán la participación del público en el proceso de adopción de decisiones para el desarrollo de actividades con Organismos Vivos Modificados -OVM-“.*

En relación con OVM para fines agrícolas, la Resolución No. 946 únicamente prevé mecanismos de comunicación al público por parte de las autoridades, sin que se creen mecanismos de participación pública en la toma de decisiones. Así, el Art. 27 establece que el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) publicará un resumen de la solicitud y las autorizaciones en las páginas de Internet del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y del ICA e informará al Centro Nacional de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología.

### C) Bolivia

En Bolivia no se incluyen las consideraciones socioeconómicas dentro del contenido de la evaluación de los riesgos, ni como criterio para la clasificación de los riesgos. Únicamente se hace referencia a que el Comité Nacional de Bioseguridad emitirá un informe sobre la solicitud de actividades con OVM, que remitirá a la autoridad nacional competente, en el que se tendrán en cuenta la clasificación de los riesgos, las condiciones de liberación y "*los posibles beneficios económicos que pudieran producir las actividades con el OGM*", entre otros (Art. 29, DS No. 24676/1997).

El Art. 27 de la mencionada norma prevé, como mecanismo de consulta pública, que la Secretaría Nacional de Recursos Naturales, en el mismo momento en que convoca al Comité Nacional de Bioseguridad y le remite el expediente técnico, publicará una síntesis de la solicitud de actividad con OGM en dos medios de comunicación escrita de circulación nacional, siendo uno de ellos de carácter técnico especializado, al objeto de que las personas o instituciones que pudiesen proporcionar información respecto al OGM con el que se pretende realizar alguna de las actividades previstas en el Art. 3, pueda hacer llegar la misma a conocimiento del Comité Nacional de Bioseguridad.

De la situación descrita, concluimos en afirmar con Fransen et al. (2005) que para que las comunidades se beneficien de lo estipulado en el Art. 26 del Protocolo de Cartagena es esencial que ellas mismas comprendan las consecuencias económicas, sociales y culturales de las decisiones que se adopten sobre cultivos GM. Estas comunidades han de identificar cuáles son sus intereses específicos en la materia y ser capaces de encontrar vías que los articulen y hagan llegar a los decisores finales. Esta es la única manera de que el Art. 26 llegue a ser efectivo a nivel nacional. Y es, en este nivel nacional donde se van a evaluar las consideraciones sociales y económicas (a diferencia de lo que sucede con otro tipo de consideraciones como las ambientales o de comercio). Por este motivo, es una cuestión de política la creación de canales de participación que permitan dar voz a los pequeños agricultores y en donde se vea suficientemente representada su percepción y aceptabilidad del riesgo.

## CONCLUSIONES

1. La escala y celeridad de las innovaciones científicas nos introducen en nuevas relaciones de causalidad, inevitables incertidumbres y nuevos riesgos no del todo bien entendidos. De igual manera ocurre con la ingeniería genética aplicada a los cultivos, si bien, su adopción, nos emplaza, además, ante nuevos retos de política. Por una parte, nos situamos ante riesgos y beneficios que pueden ser inherentes a la biotecnología moderna pero, al mismo tiempo, presenciamos otros que trascienden a la tecnología misma y que dependen del contexto en el que ésta tecnología se incorpora.

De ahí que las fronteras entre los riesgos naturales y sociales sean cada vez más difusas y demanden un análisis intelectual comprensivo y una toma de decisiones de gobierno más transparente y participativa. En las sociedades que vivimos ya no sólo se transfieren bienes, también se trasladan riesgos. Y éstos dejan de ser una entidad meramente técnica o científica para ser también un objeto político y, por ende, jurídico. Los riesgos son ahora más que nunca verdaderos desafíos políticos y la cuestión se remonta a cómo éstos van a ser distribuidos socialmente<sup>122</sup>.

2. La visión desde los centros de origen se suma con su caleidoscopio ambiental y social a esta necesidad de evaluar los riesgos desde una aproximación más holística e integradora, en donde se dé cabida a los procesos de recreación de la diversidad genética de las plantas cultivadas nativas y a las necesidades de los portadores de los saberes y los conocimientos que la hacen posible.

Estos “jardines del caos” concentran la reserva de recursos genéticos vegetales de importancia para la agricultura y la alimentación humana en el mundo; una gran variabilidad genética; la naturaleza endémica de muchas especies y cultivos nativos y la existencia de poblaciones silvestres emparentadas. Y lo hacen, gracias a una determinada arquitectura de sistemas de conocimiento, de técnicas y tecnologías, a una cosmovisión y a instituciones sociales específicas. La preservación de esta diversidad espacial demanda una mayor comprensión del entramado de relaciones biológicas y humanas y de las redes sociales e instituciones sobre las que descansa esta variabilidad genética y cultural.

Esta es la geografía de los procesos de conservación *in situ*, cuya importancia es global por ser el sistema inmunológico frente al continuo cambio de condiciones y necesidades a los que se enfrenta la actividad agrícola día a día y, por ello, materia prima básica para el mejoramiento agrícola futuro. A nivel local, esta diversidad agrícola se constituye en el capital natural crítico, en el seguro que el agricultor dispone frente a una multiplicidad de vulnerabilidades de carácter ecológico y económico y primer eslabón de la cadena

---

<sup>122</sup> Al respecto, consultar Hermitte, M.A. (2005). En *Rede Latino-Americana-Européia sobre Governo dos Riscos* (2005).

alimentaria de muchas comunidades locales. Por ello, la pérdida de diversidad agrícola supone estrechar el marco genético que resulta imprescindible para que los sistemas de producción se puedan adaptar a las condiciones ambientales cambiantes (ahora más acuciantes que nunca ante los eventos de cambio climático) pero, también, disminuye la capacidad y la autonomía del pequeño agricultor para dotarse de seguridad alimentaria. En sentido inverso, la desaparición del vínculo que existe entre especies-sistemas de cultivo-alimentación de las poblaciones, puede tener consecuencias muy negativas en la preservación de la variabilidad de los recursos fitogenéticos a futuro.

Ante lo descrito, cuando las variedades genéticamente modificadas por procedimientos de biotecnología moderna inician su camino de retorno hacia estos centros primarios de diversidad, se elevan las banderas de alarma que cuestionan sobre su incidencia en la erosión genética intraespecífica, de especies y habitats de estos espacios. De igual manera, la condición misma de país como centro de origen y diversidad, intensifica el debate sobre la distribución social de los beneficios y de los riesgos resultantes de la liberación de estos cultivos transgénicos. El antagonismo es mayor que el que se plantea en otros países con menor diversidad genética agrícola y en donde los intereses podrían estar menos contrapuestos. Así, se reavivan las consideraciones socioeconómicas, al confrontar más evidentemente a los ganadores y los perdedores de la adopción de la misma y renacer cuestiones sobre la representación política de los distintos tipos de agricultura en estos países.

3. La liberación de las semillas transgénicas en estos espacios abiertos y complejos presagia nuevos impactos ambientales distintos a los identificados en sus esferas naturales de ensayos en laboratorio. La mutación es de la ecología del hábitat en donde la incorporación de la tecnología tiene lugar. Las múltiples interacciones que se dan en estos ecosistemas, por su parte, añaden nuevos elementos imposibles de resolver mediante relaciones de causalidad lineares. La potencialidad de que existan efectos pleiotrópicos y sobre organismos no blanco emerge con facilidad en este escenario.

La mayor presencia de parientes silvestres, de malezas, de cultivos nativos incrementa, a su vez, las probabilidades y la magnitud del riesgo de los procesos de flujo génico y de transferencia de genes desde los cultivos GM a estos cultivos nativos y parientes silvestres. El flujo génico siempre ha existido, no obstante. La novedad ahora radica en la capacidad de la biotecnología moderna de crear nuevos cultivos que incorporan genes procedentes de especies de otros reinos, saltándose las barreras de la compatibilidad sexual entre las especies, con la transferencia de rasgos y atributos antes ausentes en estos cultivos nativos o en las poblaciones silvestres.

El desplazamiento o la sustitución génica de los cultivos nativos por los transgénicos también puede depender de factores ajenos a los meramente biológicos y que necesitan de un estudio en mayor profundidad. Las prácticas tradicionales de conservación in situ de guardar y reservar semilla para futuras cosechas y de intercambio abierto entre los

agricultores; el tamaño de las unidades agrícolas; la cercanía de los campos de cultivo son factores que interfieren de manera definitiva en las consecuencias ambientales finales de dichos procesos. De la misma manera, también intervienen de manera prioritaria las cuestiones de carácter institucional, como los sistemas predominantes de provisión formal o informal de semilla; el carácter privado o público de la investigación agrícola; la concentración de la investigación y el desarrollo de cultivos GM en un número limitado de corporaciones o el paradigma agrícola de los marcos regulatorios nacionales.

La falta de data e información suficiente sobre las líneas de base referida a estos reservorios de diversidad genética se suma a la complejidad enunciada. Se carece de inventarios de cultivos nativos y de parientes silvestres; de su identificación taxonómica; de las dinámicas evolutivas y ecológicas; de sus enfermedades y de la distribución geográfica e incidencia de las mismas o de los mapas geográficos de los cultivos nativos y los parientes silvestres. Esta ausencia de información es acuciante en relación con los ecosistemas tropicales y es particularmente relevante en el caso andino-amazónico.

Ante ello, la toma de decisiones ha de hacerse bajo condiciones, no solo de riesgo o de incertidumbre, sino también de ignorancia, en donde es imposible anticipar los impactos o se da un profundo desconocimiento sobre las probabilidades y la magnitud de las consecuencias de la liberación de los cultivos GM. Con un elemento añadido en este caso: la falta de información no significa la ausencia de riesgo o la existencia de un riesgo aceptable. Por ello, la liberación de semillas transgénicas en centros de origen y diversidad demanda, necesariamente, una reflexión mayor.

4. En el ámbito de los potenciales riesgos que puedan venir motivados por la liberación de semillas transgénicas, son los marcos normativos de bioseguridad los que regulan los mecanismos de evaluación, gestión y monitoreo de dichos riesgos, con el fin de garantizar un nivel adecuado de protección para la salud humana y el ambiente.

La evaluación del riesgo habrá de realizarse caso por caso y atender de forma específica a las características del ambiente receptor. El contexto de centros de origen exige además un enfoque holístico e integrador. Cualquier análisis del riesgo deberá considerar la presencia de diversidad genética nativa y su conectividad con sistemas no manejados, naturales o silvestres; con una alta relación y dependencia del conocimiento tradicional del pequeño agricultor y, por lo tanto, con componentes tanto sociales como ecológicos. El importar modelos de evaluación de riesgos que se refieran en exclusiva a la innovación tecnológica, es decir, al cultivo GM que se pretende comercializar, sin atender al ecosistema agrícola receptor y a las circunstancias propias de los habitats en los que estas tecnologías se integran, es de una absoluta irresponsabilidad científica y política.

Por otra parte, el nivel de aceptabilidad del riesgo será distinto según las características sociales, económicas y culturales de las distintas poblaciones. Es más, éste vendrá

determinado, en gran parte, por la comparación con las alternativas tecnológicas disponibles para la solución de un problema agronómico dado. Por ello, ha de dotarse de un nivel de participación a los distintos actores, en donde tengan oportunidad de realizar un balance de los beneficios y de los riesgos, en la comparación de las alternativas disponibles y donde puedan manifestar su percepción del riesgo. La aceptabilidad del riesgo por una sociedad determinada es una decisión de carácter político y no técnico y debería ser transparente y democrática.

Por otra parte, si la liberación de cultivos GM es autorizada, será fundamental el contar con la participación del pequeño agricultor para la gestión de los riesgos y deberá basarse en las características sociales y ambientales que son propias de los sistemas agrícolas tradicionales, de pequeña escala y atendiendo a los valores y saberes de los propios campesinos. Por ello, las reglamentaciones sobre manejo del riesgo procedentes de países industrializados no son necesariamente aplicables en países con sistemas de agricultura tradicional.

Por último, el monitoreo del riesgo adquiere una relevancia fundamental en relación con la introducción de cultivos GM en los centros de origen y diversidad. La incertidumbre y la falta de conocimiento científico, unidos a la propia dificultad de los procesos evolutivos que tienen lugar en estos habitats, hacen meritorio el ejercicio de un proceso de vigilancia y control que contribuya a un mayor conocimiento sobre los efectos a largo plazo en estos ecosistemas y alimente los procesos de toma de decisiones. Muchos de los impactos que pueden derivarse del flujo génico o de la naturaleza invasiva de los cultivos GM se encontrarían dentro de esta necesidad de vigilancia en el tiempo, también los referidos a la capacidad del ecosistema de soportar los niveles de intensificación agrícola que acompañan normalmente a la liberación de cultivos GM (en términos de disponibilidad de agua, suelo, etc.).

5. En el ámbito de la Subregión Andina, son de destacar las debilidades de los sistemas de bioseguridad en vigor. Por una parte, la vinculación de los mismos con los marcos normativos abocados únicamente a la protección de la producción agropecuaria, particularmente enfocada en la agroindustria y la agroexportación, y desvinculados de su perspectiva ambiental, conducen a la omisión incomprensible, en las normativas de bioseguridad, de su mismo carácter de centros de origen y diversidad. No existe ningún reconocimiento a esta condición en las legislaciones de bioseguridad de estos países ni se contemplan medidas al respecto. A ello se une, en algunos casos, la falta de capacidades para establecer políticas de bioseguridad bien desarrolladas que gobiernen de manera adecuada el movimiento o la liberación de los cultivos GM al ambiente. De ahí que en algunos de estos países se permita la entrada soslayada de semillas transgénicas y se realice con independencia del criterio que puedan tener las mismas poblaciones de estos países receptores.

Este contexto concurre con uno de dependencia de biotecnologías foráneas y de presiones comerciales externas (agudizadas por la firma de comercio bilaterales) y domésticas por agricultores nacionales en su deseo de importar tecnologías foráneas que les puedan ofrecer nuevas oportunidades de negocio. Pero también, con una ausencia de voluntad política, que desoye las demandas de otras formas de agricultura más tradicionales y vinculadas a la diversidad agrícola, que si bien se encuentran desconectadas, muchas veces, de los sistemas propios de “las economías formales”, son el sostén de los modos de vida de los pequeños agricultores. Y, cuya potencialidad de futuro, ante la apertura de nuevos mercados agrícolas más especializados y basados en esta diversidad, no acaba de ser bien entendida como alternativa de desarrollo para estos países.

Frente a esta tendencia, sería deseable una mayor armonización de las normativas sobre bioseguridad existentes en la Subregión Andina que favorezca la conjunción de capacidades científicas, regulatorias y administrativas a este nivel. Esta estrategia podría responder de forma adecuada a la coincidencia en su calidad de países ricos en biodiversidad y englobarse dentro de una visión más amplia de uso sostenible de la misma.

6. La misma dimensión humana de la agrobiodiversidad es la que pone en evidencia la importancia de incluir las consideraciones socioeconómicas como indicadores en los análisis del riesgo. Asimismo, el tomar en cuenta los impactos socioeconómicos, implica el asumir que la incorporación de la ingeniería genética conlleva beneficios y riesgos y el cuestionarse sobre qué poblaciones van a recaer los mismos.

En un marco de centros de origen, habrá que valorar, de qué manera la biotecnología puede incidir sobre los modos de vida y la situación de vulnerabilidad en la que normalmente se desempeña el pequeño agricultor y sobre su capacidad de gestión de nuevos riesgos. Y, también, el responder a la pregunta de si la biotecnología moderna puede llegar a favorecer o, por el contrario, limitar y menoscabar, los procesos sociales y humanos sobre los que se asienta la agrobiodiversidad. En concreto, el discernir en qué medida contribuye al empoderamiento del pequeño agricultor y a fortalecer su entramado social.

De este modo, habrá que preguntarse si la innovación tecnológica se incluye en el marco de los conocimientos, prácticas e innovaciones de los agricultores y de las comunidades o si conduce a una sustitución y desplazamiento de las tecnologías existentes; si la tecnología se inserta en una estrategia para alcanzar una mejora en el bienestar, mayor seguridad alimentaria y uso sostenible de los recursos naturales por las poblaciones locales, o todo lo contrario.

Los agricultores y las mismas comunidades son, en definitiva, los árbitros que deciden cual es el germoplasma a ser adoptado. La diversidad es el resultado del ejercicio de

dicha autonomía, en donde las variedades seleccionadas son objeto de evaluación constante, en permanente contraste con los criterios, objetivos y preferencias personales y sociales. Las capacidades de gerencia y de gobierno, el quién y cómo se toman las decisiones productivas es importante a efectos de evaluar cómo puede verse afectado el control por los campesinos de sus procesos de producción. En este sentido, habrá que evaluar si la autonomía en la toma de decisiones productivas puede verse menoscabada por las nuevas instituciones sobre las que se asienta la transferencia de las innovaciones biotecnológicas.

Así, el cambio en el rol del agricultor, de generador de tecnología a mero consumidor de los productos proporcionados por el mercado, puede ser determinante para el futuro de la agrobiodiversidad. En este sentido, el sistema de innovación de los campesinos se apoya en dos pilares básicos: la capacidad de guardar y reutilizar semilla en las cosechas futuras y el intercambio de semilla entre los agricultores. Los derechos a elegir y reservar las semillas que se quiere cultivar; a mantener, criar, compartir, desarrollar sus propias semillas de forma individual y colectiva; a desprenderse, intercambiar y vender su material de siembra cuando lo deseen; a desarrollar e intercambiar su conocimiento, son derechos del agricultor innovador, desarrollados históricamente y único mecanismo que garantiza la persistencia de la diversidad en el largo plazo. Cualquier restricción a estos derechos favorece la “descampesinización” del medio rural y la eliminación del pequeño agricultor como competidor en la generación de tecnología, con el desplazamiento y mayor marginalización de sus estructuras de conocimiento y cultura endógenas.

Por último, también será un indicador socioeconómico de importancia para los espacios de agrobiodiversidad, la incidencia de las nuevas innovaciones en el tejido social y en las redes de confianza y capital social. Las redes de confianza, que estimulan la solidaridad, los mecanismos de reciprocidad y la generación de respuestas comunes, permiten una mejor capacidad para amortiguar las situaciones de riesgo, afrontar las fallas del mercado, las situaciones de exclusión social y de difícil integración a los marcos generales de la sociedad. En la seguridad que proporcionan estas redes sociales se desempeña la agrobiodiversidad. Un factor clave será el de evaluar en qué forma la institucionalidad que acompaña a las nuevas tecnologías constituye un fortalecimiento del capital social y, en concreto, de las formas comunitarias de organización o, por el contrario, una erosión de las instituciones comunitarias o indígenas y de las organizaciones locales.

7. Finalmente, las nuevas tecnologías no se insertan en un “vacuum” institucional. Muchas de las incidencias de carácter ambiental o socioeconómico trascienden a la tecnología misma y se fundamentan en la institucionalidad que la acompaña. Y, por ende, en su concurrencia e intervención sobre las estructuras propias de la conservación in situ. Ante ello, se plantean cuestiones de interés como cuál es la libertad de operar que queda para la agrobiodiversidad y para los agricultores conservadores de ésta y si se verá disminuida con la promoción de las estructuras políticas y jurídicas sobre las que se asienta la biotecnología moderna.

Esta cuestión dependerá en gran medida de factores como la flexibilidad de los regímenes de propiedad intelectual; de certificación de semillas; las normas de bioseguridad; las políticas de incentivos económicos; la mayor o menor cabida que se dé a la intervención privada en la generación y diseminación de la tecnologías; el mayor o menor dominio de la inversión pública en la investigación y el desarrollo biotecnológico; los sistemas de asignación de la responsabilidad y compensación en el actuar privado o las políticas antimonopolísticas a nivel nacional. La misma "genética empresarial" nacional en relación con las innovaciones biotecnológicas puede ser un factor determinante para la expansión de esta tecnología en un país, y con ello, para la evaluación de los impactos tanto ambientales como sociales que pueda tener.

A ello se añaden las cuestiones referentes al desplazamiento político de la institucionalidad propia de la agrobiodiversidad. Ésta se refiere a la agencia y representatividad política y jurídica de los derechos del agricultor; de sus sistemas tradicionales de conocimiento; de las estructuras informales de provisión de semillas; a la promoción de la inversión pública y privada en la conservación in situ y la diversidad agrícola; a la caracterización de recursos genéticos valiosos y a la creación de mercados sobre cultivos nativos y razas locales, entre otros.

Al respecto, podemos anticipar que el presente del que partimos es el del predominio de un paradigma agrícola adverso, con políticas y normas ajenas a la conservación in situ, que la incorporación de la biotecnología moderna podría profundizar con fatales consecuencias de incremento de la distancia, la inequidad y la segmentación tecnológica, social y económica en estos países ricos en diversidad agrícola.

Por todo lo referido, consideramos que la realidad de los cultivos transgénicos en centros de origen y diversidad no puede leerse desde lo científico únicamente, sino que necesita, además, de discursos alternativos como son los socioeconómicos, políticos y, por ende, los jurídicos.



## GLOSARIO

- **Adaptación**  
Ajuste de una población durante generaciones a cambios medioambientales asociados (al menos en parte) a los cambios genéticos que resultan de la selección impuesta por el propio cambio ambiental. No debe confundirse con aclimatación (1).
- **Agricultura Convencional**  
Sistema de producción extremadamente artificial, basado en el alto consumo de insumos externos (energía fósil, agroquímicos, etc.) sin considerar los ciclos naturales (2).
- **Agricultura Extensiva**  
Agricultura practicada en grandes plantaciones con administración moderna. Focalizada en un producto y con beneficios y estrategias orientadas a la exportación. (2).
- **Agricultura Intensiva**  
Forma de cultivo propio de las zonas de gran presión demográfica, en las que se obtienen varias cosechas al año a base de la utilización de grandes cantidades de abonos, plaguicidas y del agotamiento del suelo. Poco a poco las plagas se vuelven resistentes y hay que aumentar las dosis de productos químicos que se añaden a la tierra, con lo que ésta se vuelve improductiva con el tiempo (2).
- **Agricultura Tradicional**  
Sistema de producción basado en conocimientos y prácticas indígenas, que han sido desarrollados a través de muchas generaciones (2).
- **Agrobacterium Tumefaciens**  
Bacteria natural del suelo, usada en el mejoramiento de plantas (5).
- **Agroecosistema**  
Sistema productivo en el que se encuentran integrados el ecosistema natural (pastizales y los bosques) y ecosistemas artificiales (áreas agrícolas) con el propósito de producir fibra, combustible y alimentos vegetales y animales y otros productos necesarios para uso humano (2).
- **Alelo**  
Cualquiera de las dos o más formas alternativas de un gen que ocupan la misma posición (locus) en un cromosoma y que controlan las diferentes expresiones del gen. Una célula u organismo es homocigótico cuando contiene alelos idénticos en un locus dado, o heterocigótico cuando están presentes dos alelos diferentes. Un gen que regula la talla, por ejemplo, puede presentar dos formas alélicas: un alelo determinante de una estatura baja y otro correspondiente a una talla alta (4).

- **Aptitud biológica (*Fitness*)**  
Medida relativa de la eficacia reproductora de un organismo (es decir, la probabilidad relativa de que se reproduzca un genotipo); por lo general, en alusión a la aptitud darwiniana. Los elementos que determinan la aptitud incluyen la supervivencia, la velocidad de desarrollo, el éxito en el apareamiento y la fertilidad, así como la acción patógena en el caso de los microbios. La aptitud se relaciona con la evaluación de riesgos en el caso de organismos modificados con genes extraños. También se le conoce como valor adaptativo (4).  
Valor de supervivencia y capacidad reproductora de un individuo en relación con los de otros competidores de la misma u otras especies en el marco de una población o ambiente determinados (1).
- **Apus**  
Dioses de las montañas, según la cultura andina.
- **Ayllu**  
El ayllu fue la base y el núcleo de la organización social del imperio incaico. La palabra “ayllu” de origen quechua y aymará significa entre otras cosas: comunidad, linaje, genealogía, casta, género, parentesco. Puede definirse como el conjunto de descendientes de un antepasado común, real o supuesto que trabajan la tierra de forma colectiva y con un espíritu solidario. El ayllu, así, viene a ser una asociación cuyos miembros están unidos por un vínculo consanguíneo (real o ficticio), religioso, territorial y económico. [www.telster.com.pe](http://www.telster.com.pe) (Consultado Agosto 2006).
- **Banco de Germoplasma**  
Sitios o lugares donde se mantienen a individuos representativos o a sus partes reproductivas (semillas, esporas, semen congelado, etc.) con el fin de evitar la pérdida de la diversidad genética necesaria en el proceso de selección natural o artificial (2).
- **Biodiversidad**  
Variabilidad entre organismos vivos de todas las procedencias, incluyendo entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y los complejos ecológicos de los cuales forman parte; incluye la diversidad dentro de especies, entre especies y de ecosistemas. Sinónimos: diversidad biológica, diversidad ecológica (1).
- **Biopiratería**  
Patentado de líneas genéticas y posterior privatización de colecciones de recursos genéticos. El término implica falta de consentimiento por parte del inventor (1).  
“El acceso y uso no autorizado y no compensado de recursos biológicos o conocimientos tradicionales de los pueblos indígenas por parte de terceros, sin la autorización correspondiente y en contravención de los principios establecidos en el Convenio sobre la Diversidad Biológica y las normas vigentes sobre la materia.(...)”

Ley de Protección al Acceso a la Diversidad Biológica Peruana y los Conocimientos Colectivos de los Pueblos Indígenas, Ley No. 28216, 1 mayo 2004.

- **Bioseguridad**

El propósito de garantizar que el desarrollo y uso de plantas transgénicas y otros organismos genéticamente modificados (y productos de la biotecnología, en general) no afecten negativamente la salud de plantas, animales y seres humanos, ni tampoco los recursos genéticos o el medio ambiente (4).

- **Biotecnología**

Cualquier aplicación tecnológica que utiliza sistemas biológicos, organismos vivos, o algunos de sus derivados para crear o modificar productos o procesos para usos específicos (Art. 2 Convenio de Diversidad Biológica 1992). “Interpretado en sentido más estricto, [...] el conjunto de diferentes tecnologías moleculares tales como la manipulación y transferencia de genes, el tipado de ADN y la clonación de plantas y animales” (Declaración de la FAO sobre biotecnología) (1).

- **Biotecnología Moderna**

Implica la aplicación de: a) técnicas in vitro de ácidos nucleicos, incluyendo el ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u orgánulos, o b) fusión de células de la misma o distinta familia taxonómica. Estas técnicas, que no forman parte de las empleadas en la selección y mejora tradicionales, permiten sobrepasar las barreras fisiológicas naturales, ya sean reproductoras o de recombinación (Art. 3 Protocolo de Cartagena 2000) (1).

- **Bt (*Bacillus thuringiensis*)**

Grupo de bacterias del suelo, distribuidas en todo el mundo, que producen proteínas sumamente tóxicas para las larvas (formas inmaduras) de ciertos grupos taxonómicos de insectos. Las esporas bacteriales (formas resistentes) que contienen la toxina se usan como plaguicidas comerciales con la doble ventaja de no ser dañinos para el medio ambiente y de tener una elevada especificidad. Las cepas de Bt (se conocen más de 20 mil) sintetizan unas proteínas cristalizadas (“proteínas Cry”), denominadas también delta-endotoxinas, que alteran la función digestiva y provocan la muerte de palomillas, mariposas y algunos otros insectos, incluidos los barrenadores del maíz, las orugas de la col, los gusanos belloteros del algodón y otras plagas agrícolas. Desde 1989 se han introducido en distintas plantas los genes que codifican las proteínas Cry (cultivo Bt), a efecto de conferirles resistencia a los insectos. El término Bt se refiere también a las toxinas insecticidas (4).

- **Centro de Diversidad**

Se entiende una zona geográfica que contiene un nivel elevado de diversidad genética para las especies cultivadas en condiciones in situ (Art. 2, Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura 2004).

- **Centro de Origen**

Zona geográfica donde adquirió por primera vez sus propiedades distintivas una especie vegetal, domesticada o silvestre (Art. 2, Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura 2004). Estas zonas son la fuente más probable de variabilidad genética natural, y representan lugares idóneos para la conservación in situ (1).

- **Chacra**

(Del antiguo quechua chacra, mod. chajra) f. Amér. Alquería o granja. Diccionario de la Lengua Española. Real Academia Española. Vigésima Primera Edición.

- **Commodities**

Materias primas brutas que han sufrido procesos de transformación muy pequeños o insignificantes. Se trata de productos muy homogéneos, es decir, muy similares entre sí, y sin valor agregado. Un ejemplo de “commodity” es el trigo, que basándose en una calidad mínima estándar, no se hace diferencia entre el trigo producido en una granja o en otra.

- **Conservación Ex Situ**

Conservación de componentes de la diversidad biológica fuera de sus habitats naturales, en un zoológico, zoológico, jardín botánico, acuario u otro (2). Literalmente, “fuera de sitio”; se refiere a la conservación de plantas fuera de sus habitats originales o naturales, y ello incluye los bancos de genes o bancos de semillas. En todo el mundo, los bancos de genes nacionales e internacionales albergan millones de muestras de plantas distintas, almacenadas a corto o a largo plazo, con fines de investigación, distribución o uso. La mayoría de las colecciones de los bancos de genes ofrecen acceso irrestricto a usuarios genuinos (por ejemplo, cultivadores u obtentores de nuevas variedades vegetales). La conservación ex situ de la diversidad de las razas locales resulta insuficiente por sí sola, puesto que las variedades tradicionales son entidades en constante evolución. De manera similar, no basta con la pura conservación in situ (por los campesinos) para preservar la diversidad genética, debido a que no necesariamente abarca toda la diversidad del pasado (4).

- **Conservación In Situ**

La conservación de los ecosistemas y los habitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades distintivas (1).

Literalmente, “en su lugar natural”, el término se refiere a un enfoque para la conservación entre cuyos métodos se incluye el mantenimiento de los recursos genéticos de plantas silvestres ahí donde éstas existen en forma natural, o la preservación de materiales cultivados en el lugar donde originalmente fueron seleccionados y luego desarrollados. Puede incluir la designación de parques, refugios de vida silvestre u

otras áreas protegidas ya existentes como reservas in situ. En general se le reconoce como una estrategia complementaria a la conservación de plantas ex situ (4).

- **Contaminación Genética**

Diseminación incontrolada de información genética (que frecuentemente alude a transgenes) hacia genomas de otros organismos que, en su forma natural, no contienen tal información (1).

- **Cruzamiento Interespecífico**

Híbrido de progenitores que pertenecen a dos especies diferentes (1).

- **Cruzamiento Intraespecífico**

Híbrido cuyos progenitores pertenecen a la misma especie (1).

- **Cultivar**

Conjunto de plantas cultivadas de una misma especie que son distinguibles por determinadas características (morfológicas, fisiológicas, bioquímicas u otras) significativas para propósitos agrícolas, las cuales son reproducidas (sexual y asexualmente) o reconstituidas y retienen sus características distintivas (2).

Grupo de plantas individuales de una especie que en conjunto difieren genéticamente de cualesquiera otras, que tienen una apariencia general uniforme y cuyos atributos se mantienen estables (4).

- **Cultivo Bt**

Planta de cultivo genéticamente modificada para producir toxinas insecticidas a partir de la bacteria *Bacillus thuringiensis*. Los actuales cultivos Bt comerciales incluyen algodón Bt, maíz Bt y soya Bt (4).

- **Cultivos Nativos (Landraces)**

Variedades de cultivos de plantas desarrolladas por los agricultores, que son heterogéneas, adaptadas a las condiciones medioambientales locales y con sus propios nombres locales. En otras palabras, los cultivos nativos son variedades de los agricultores que no han sido mejoradas por programas formales privados o de ONGs. Los cultivares modernos pueden ser sembrados por los agricultores y, en un determinado periodo de tiempo, especialmente cuando se usa autosemilla y se practica la selección, puede “evolucionar” a un cultivo nativo (3).

En recursos fitogenéticos, forma temprana de un cultivo desarrollada a partir de la población silvestre y compuesta, generalmente, por una mezcla heterogénea de genotipos (1).

- **Diversidad de Ecosistemas**

Comprende la variabilidad de ecosistemas dentro de un área bastante amplia como un como son las regiones naturales, biomas, zonas de vida, etc. (2).

- **Diversidad Genética**  
Variación heredable dentro y entre poblaciones que se origina, se favorece o se mantiene por fuerzas evolutivas o selectivas (1).
- **Ecosistema**  
Es un complejo dinámico de microorganismo, plantas y animales, incluidas las comunidades humanas y los medio ambientes no vivientes, interactuando como unidad funcional (3).  
Comunidad de organismos vivos y su entorno, que funciona como una unidad ecológica en la naturaleza (1).
- **Ecotipo**  
Población de organismos adaptada a un determinado hábitat (1).
- **Efectos pleitrópicos**  
Efecto simultáneo de un determinado gen sobre dos o más caracteres aparentemente no relacionados.
- **Endémico**  
Califica a un organismo o con frecuencia a una enfermedad o plaga que está presente, de forma casi permanente, en una zona determinada (1).  
Especies con área de distribución restringida o limitada a una localidad o región específica. Asimismo se le designa a enfermedades o parásitos productores de enfermedad que se presentan permanentemente en un área particular (2).
- **Endogamia**  
Apareamiento entre individuos que tienen uno o más antepasados en común. El caso más extremo es la autofecundación que se da de manera natural en muchas plantas y en algunos animales primitivos (1).
- **Erosión Genética**  
En relación con los cultivos agrícolas, proceso por el que disminuye la diversidad de la dotación genética (conjunto de todos los genes de una población) de una planta de cultivo particular. Entre los factores que conducen a la homogeneidad genética —disminución del germoplasma de un cultivo— se incluyen la sustitución generalizada de variedades criollas (tradicionales, locales) con variedades modernas más homogéneas producidas en monocultivos la destrucción del hábitat y las transformaciones socioeconómicas (4).
- **Especie**  
Es un grupo de organismos capaces de producir híbridos libremente con cada uno pero no con miembros de otras especies; en la clasificación taxonómica, la subdivisión de un género; un grupo de individuos cercanamente emparentados descendientes de un mismo patrón (3).

Categoría taxonómica de las formas vivas que comprende a organismos sexualmente compatibles que, en condiciones naturales, se cruzan libremente entre sí o pueden hacerlo. El nombre científico (en latín) de una especie incluye el nombre del género y la designación de la propia especie, en ese orden (por ejemplo, *Bacillus thuringiensis*) (4).

- **Estrés**

Condiciones no óptimas para el crecimiento. El estrés puede estar provocado por factores bióticos (patógenos, plagas) y abióticos (de ambiente, como calor, sequía, etc.) (1).

- **Evaluación del Riesgo**

Proceso de base científica que consta de las siguientes etapas: i) identificación del peligro ii) caracterización del peligro, iii) evaluación de la exposición y iv) caracterización del riesgo (1).

- **Exógeno**

Producido u originado fuera de; que se debe a causas externas (1).

- **Factores Abióticos**

Los caracterizados por la ausencia de vida; incluyen temperatura, humedad, pH y otros factores físicos y químicos. Factores abióticos físicos: luz solar, la temperatura, la atmósfera, el agua, el microclima, la altitud y latitud. Factores abióticos químicos: suelo, oxígeno y anhídrido carbónico. Factores climáticos: son factores abióticos tales como temperatura, humedad, luz, viento, presión atmosférica y altitud (3).

- **Factores Bióticos**

Factores ambientales causados por plantas o animales (3).

Otros organismos vivos que forman parte del entorno de un organismo, y conforman su ambiente biótico, afectándolo en muchos sentidos (1).

- **Fenotipo**

Propiedades morfológica, fisiológica, bioquímica y de comportamiento, y otras de un organismo que desarrolla mediante la interacción de genes y ambiente. Es la expresión del genotipo en un momento dado. Esta expresión está mediada por estímulos ambientales a la vez que por su propio genotipo (2).

Aspecto observable de un individuo (con respecto a uno o más caracteres) que refleja la interacción de su genotipo con un medio determinado (1).

- **Fito-**

Prefijo para indicar que es relativo a las plantas (1).

- **Fitorremediación**

Utilización de cultivos vegetales para la extracción de contaminantes, bien de suelos

(i.e. campos contaminados) o de recursos hídricos (i.e. lagos contaminados). Un ejemplo sería la explotación del jacinto de agua de Brasil (*Eichhornia crassipes*) que acumula metales tóxicos, tales como plomo, arsénico, cadmio, mercurio, níquel y cobre, en sus tejidos (1).

- **Flujo Génico**

Flujo de genes (o flujo génico). Intercambio de genes (en una o ambas direcciones) a baja velocidad entre poblaciones de organismos relacionadas y sexualmente compatibles, pero distintas (por lo general). El intercambio de genes resulta de la dispersión de gametos (células reproductoras maduras, también denominadas células sexuales). En las plantas, el flujo de genes suele darse a través de la transferencia de polen (gametos masculinos), proceso mismo que subyace a la transferencia natural de genes de plantas genéticamente modificadas a sus parientes silvestres. Por eso es que el flujo de genes, también denominado migración de genes, puede amenazar la diversidad de las variedades criollas. (En ocasiones se alude al proceso, en forma menos rigurosa, como transferencia de genes, pero este término es más apropiado para referirse a la transferencia de genes mediante métodos de ingeniería genética.) (4).

Propagación de genes de una población a otra relacionada (generalmente) por migración, lo que determina cambios en la frecuencia alélica (1).

- **Frecuencia Alélica**

Número relativo de copias de un alelo en una población, expresado como proporción del número total de copias de todos los alelos de la población para un determinado locus (1).

- **Gen**

Unidad funcional de la herencia (es decir, la base física para la transmisión de caracteres de los progenitores a sus descendientes), y unidad básica de la diversidad biológica. Un gen consiste en un segmento (locus) de un cromosoma que, en la mayoría de los organismos, corresponde a una secuencia específica de subunidades de ADN (pares de bases de los nucleótidos) y que contiene el código para un producto específico o posee una función asignada. (En los virus de ARN, los genes se componen de subunidades de ARN.) Algunos genes dirigen la síntesis de una o más proteínas, en tanto que otros tienen funciones reguladoras (controlan la expresión de otros genes). El número de genes varía de un organismo a otro. Las bacterias tienen unos 5 mil genes, las plantas entre 20 y 30 mil genes, y los seres humanos unos 100 mil genes. Los genes sólo suponen una parte del genoma (en los seres humanos, apenas el 4%): el resto son secuencias de ADN que desempeñan funciones distintas a la codificación de proteínas, o a caso no tengan ninguna función. (4)

Unidad de herencia transmitida de generación en generación durante la reproducción sexual o asexual. El término se usa, de forma más general, en relación a la transmisión y herencia de caracteres específicos identificables. El gen más sencillo consta de un segmento de ácido nucleico que codifica una proteína individual o ARN (1).

- **Genes Apilados (*Gene Stacking*)**  
Aquellos (dos o más) genes que se insertan en el genoma de un organismo. Un ejemplo sería una planta que contiene un transgén Bt de resistencia a insectos y un transgén bar de resistencia a un herbicida específico (1).
- **Genocentro**  
Centro primario de origen de una especie, donde generalmente existe la mayor diversidad genética. Son espacios donde se concentran determinados Recursos Fitogenéticos útiles a la Alimentación y a la Agricultura (RFAA), con campesinos conservacionistas dedicados a estas especies y que intercambian dichos recursos con otras zonas. Nicolás Vavilov mencionó que en Perú, Colombia, Ecuador, Bolivia y Brasil están los principales genocentros del mundo (2).
- **Genoma**  
Todo el material hereditario de una célula o virus, incluida la dotación completa de genes funcionales y no funcionales. En los organismos superiores (incluidas plantas, animales y humanos), el genoma abarca el conjunto entero de cromosomas contenidos en el núcleo celular. En ocasiones se refiere al juego completo (haploide) de cromosomas que porta un gameto (célula sexual). El genoma humano contiene 3 mil millones de bases; el trigo 16 mil millones, el maíz 2 mil millones y el de las bacterias menos de 5 millones (4).
- **Genotipo**  
El conjunto total de genes que contienen la información genética heredada por un organismo. Cualquier ser vivo es la expresión de su genotipo, aunque usualmente no todo el genotipo se manifiesta en un momento dado; siempre hay posibilidades “encubiertas” (2).  
Constitución genética de un organismo. 2. Constitución alélica de un locus particular (i.e. Aa o aa). 3. Efecto suma de todos los loci que contribuyen a la expresión de un carácter (1).
- **Germoplasma**  
Generalmente se refiere a una muestra de un individuo, grupo de individuos o un clon mantenido en una colección In situ o ex situ., que representan una porción significativa de la variabilidad genética de dichos organismos. La variabilidad genética está representada en el material hereditario que contiene dicha muestra y generalmente está almacenada viva, crioconservada o como muestras de AND (5).
- **Gestión del Riesgo**  
Proceso diseñado para proteger la salud del consumidor y promover las prácticas comerciales más justas. Valora opciones alternativas, consultando a todas las partes interesadas y teniendo en cuenta la evaluación del riesgo y otros factores relevantes. En caso necesario, selecciona las opciones de control y prevención más apropiadas. No debe confundirse con evaluación del riesgo (1).

- **Hibridación**  
Sería el fenómeno biológico por el que se producen cruces entre individuos pertenecientes a poblaciones genéticamente diferentes. La hibridación conlleva a menudo la introgresión por la que se da la incorporación de genes específicos de una taxa en una o más poblaciones de una taxa distinta. Ambos conceptos serían parte del mismo proceso de flujo génico (Ellstrand 2003).
- **Híbrido**  
Descendencia de dos progenitores diferentes genéticamente (1).
- **Ingeniería Genética**  
Tecnología que permite inducir cambios por transgénesis en el genotipo y, por tanto, en el fenotipo de un organismo (1).
- **Interespecífico**  
Relativo a la relación entre dos o más especies diferentes. (2).
- **Intraespecífico**  
Relativo a la relación entre individuos de la misma especie (2).
- **Introgresión**  
Introducción en una población de nuevos alelos o genes (normalmente de otra especie). Se consigue mediante retrocruzamientos repetidos del híbrido inicial con el fin de eliminar todos los cambios genéticos, excepto los correspondientes a los nuevos genes (1).
- **Macropropagación**  
Producción de clones de plantas a partir de órganos o fragmentos con capacidad de crecimiento (1).
- **Mala Hierba**  
Planta que crece entre las plantas cultivadas. La expresión se suele emplear para referirse a plantas que colonizan con rapidez un hábitat, y que compiten por los recursos con los cultivos (1).
- **Material Genético**  
Se entiende cualquier material de origen vegetal, incluido el material reproductivo y de propagación vegetativa, que contiene unidades funcionales de la herencia (Art. 2 del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura 2004).
- **Medida Fitosanitaria**  
Toda medida aplicada para preservar la sanidad vegetal de los riesgos resultantes de la

entrada, radicación o diseminación de plagas, enfermedades y organismos patógenos o portadores de plagas. Las medidas sanitarias y fitosanitarias comprenden todas las leyes, reglamentos, decretos, resoluciones, prescripciones, requisitos y procedimientos pertinentes (2).

- **Microorganismo**

Organismo microscópico, como bacterias, hongos, algas unicelulares y protozoarios. Vulgarmente son conocidos como microbios (2).

Cualquier entidad microbiológica, celular o no celular, que es capaz de ser replicado o de transferir material genético (Gene Technology Act de Noruega, Sección 4).

Organismo visible únicamente con la ayuda de un microscopio (1).

- **Micropropagación**

Multiplicación miniaturizada in vitro y/o regeneración del material vegetal bajo condiciones ambientales controladas y asépticas (1).

- **Monocultivo**

Práctica agrícola que consiste en el cultivo de una única especie vegetal en todo el terreno de una explotación o una región (1).

- **Multigénico**

Carácter controlado por varios genes, por oposición a monogénico. Sinónimo: poligénico (1)

- **Nicho Ecológico**

Función que una especie desempeña en un ecosistema, generalmente definida por sus relaciones con otras especies y por su forma de alimentación. Dos especies que vivan en el mismo espacio geográfico no pueden ocupar el mismo nicho ecológico, pues compiten por el mismo alimento y una acaba siempre por desplazar a la otra (2).

- **Organismo Genéticamente Modificado (OGM)**

Organismo transformado por la inserción de uno o más transgenes (1).

- **Organismo Vivo Modificado (OVM)**

Organismo vivo que posee una nueva combinación de material genético, obtenida mediante el uso de la biotecnología moderna (Art. 3, Protocolo de Cartagena 2000).

- **Persistencia**

Capacidad de un organismo para subsistir desde que se somete a determinadas condiciones (1).

- **Población**

Grupo definido de organismos que se reproducen entre sí (1).

- **Polinización Abierta**  
Polinización efectuada por el viento, insectos u otros mecanismos naturales (1).
- **Polinización Cruzada**  
Aplicación del polen de una planta a otra, para que tenga lugar la fecundación de la última (1).
- **Pool Genético (Acervo Genético o *Gene pool*)**  
Suma de toda la información genética de una población en un momento dado. Grupo completo de alelos únicos que se encontrarían al inspeccionar el material genético de la totalidad de los individuos existentes en una población.
- **Recombinación**  
Unión de genes (es decir, segmentos de ADN), conjuntos de genes o partes de genes para dar lugar a nuevas combinaciones, ya sea biológicamente o por medio de la manipulación en laboratorio (por ejemplo, mediante ingeniería genética). La recombinación genética se clasifica como intragenérica (entre especies del mismo género) o intergenérica (más allá de los límites de las especies). En las plantas, la recombinación tiene lugar en forma natural durante la reproducción sexual en la medida en que los cromosomas forman nuevas asociaciones (4).
- **Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura**  
Cualquier material genético de origen vegetal, de valor real o potencial para la alimentación y la agricultura. (Art. 2 del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura 2004).
- **Recursos Genéticos**  
Material genético que sirve como fuente para el aprovechamiento humano actual y futuro. En el caso de las plantas, incluyen cultivares (variedades) modernos, variedades criollas (tradicionales) y parientes silvestres (incluidas malezas) de las especies de cultivo. Los cultivadores dependen de una amplia y diversa base genética para mejorar el rendimiento, la calidad y la adaptación a condiciones ambientales extremas de los cultivos (4).
- **Refugio**  
Área reservada para dar protección o servir de escape frente a contingencias ecológicas (1).
- **Resistencia**  
Capacidad de soportar situaciones de estrés abiótico (altas temperaturas, sequía, etc.) o biótico (enfermedades), o de hacer frente a una sustancia tóxica. Con frecuencia se utiliza en el contexto de determinación genética de resistencia (1).

- **Resistencia a Enfermedades**

Capacidad de un individuo, determinada genéticamente, para impedir la reproducción de un patógeno, lo que le excluye de padecer la enfermedad. Algunas resistencias funcionan por eliminación del patógeno o previniendo su diseminación y otras, permitiendo que el individuo tolere la toxina patógena (1).

- **Resistencia a Herbicidas**

Aptitud de una planta para no ser afectada por la aplicación de un herbicida (1).

- **Revolución Verde**

Expresión que se refiere al espectacular aumento en la productividad de los cultivos que tuvo lugar durante el tercer cuarto del siglo XX, y que ha sido consecuencia de la integración de los avances en genética y mejora de plantas, en diferentes aspectos agronómicos, y en el control de plagas y enfermedades (1).

Avances tecnológicos en la agricultura de los países en desarrollo a partir de 1960. Por lo general, el término se refiere al desarrollo y uso de variedades modernas de cereales de alto rendimiento (en especial arroz y trigo), con aplicación de plaguicidas, herbicidas y fertilizantes químicos, así como de técnicas de irrigación. En ocasiones se utiliza en forma más amplia para aludir al desarrollo agrícola de capital intensivo que incorpora las innovaciones de la tecnología en materia de semillas híbridas (con el consecuente desplazamiento de las variedades criollas o tradicionales, adaptadas a la localidad) (4).

- **Semilla Híbrida**

Semilla producida por el cruzamiento entre individuos genéticamente diferentes. 2. En mejora de plantas, la expresión se utiliza de forma coloquial para referirse a las semillas producidas por cruzamientos específicos de líneas puras seleccionadas, de forma que el cultivo F1 es uniforme genéticamente y manifiesta vigor híbrido. Como las plantas F1 son heterocigóticas con respecto a muchos genes, la descendencia no mantiene las características, por lo que es necesario adquirir semilla nueva cada época de siembra (1).

- **Sustitución Génica**

Incorporación de un transgén en un cromosoma para reemplazar otro gen, mediante un proceso de integración en el lugar específico por recombinación homóloga (1).

- **Tecnologías de Uso Genético Restringido (GURT, del inglés Genetic Use Restriction Technology)**

Tecnologías que aplican la transgénesis con el fin de comprometer genéticamente la fertilidad o el rendimiento de las semillas reservadas de un cultivar o de los animales de segunda generación. La intención es proteger el mercado para los productores de semillas o prevenir un escape no deseado de genes. Se han patentado dos tipos de GURT: uno a nivel de variedad (V-GURT), que produce descendencia estéril, y otro de específico de carácter (T-GURT), en el que sólo se protege genéticamente el rasgo transgénico de valor añadido (1).

- **Terminador (*Terminator*)**  
Término utilizado en la tecnología de los OMG para designar un método transgénico que esteriliza genéticamente la descendencia de la semilla plantada, evitando de esta manera el uso de semillas reservadas por el agricultor (1).
- **Transgén**  
Secuencia génica aislada que se utiliza para transformar un organismo. A menudo, pero no siempre, el transgén proviene de una especie distinta a la del receptor (1).
- **Transgénesis**  
Introducción de uno o más genes en células animales o vegetales, lo que determina que del gen incorporado (transgén) se trasmita a las generaciones sucesivas (1).
- **Variedad**  
Población de plantas de una misma especie que tienen una constitución genética común y homogeneidad citológica, fisiológica, morfológica y otros caracteres comunes. (2).  
Variedad. En la botánica clásica, una variedad es una subdivisión de especies. Una variedad agrícola es un grupo de plantas similares que, por sus características estructurales y de desempeño, pueden identificarse de otras variedades de la misma especie. Esto último es sinónimo de cultivar (3).  
Subdivisión natural de una especie que muestra caracteres morfológicos distintos. 2. Categoría específica de una planta de cultivo, seleccionada tomando como base su homogeneidad fenotípica (algunas veces la genotípica) (1).

Fuentes:

- (1) [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2004). *Glosario de Biotecnología para la Alimentación y la Agricultura*. Estudios FAO: Investigación y Tecnología No. 9. Roma, Italia. <http://www.fao.org/biotech/find-formalpha-n.asp>. Consultado Octubre 2006.
- (2) Diccionario Ecológico [http://www.peruecologico.com.pe/glosario\\_f.htm](http://www.peruecologico.com.pe/glosario_f.htm) Consultado Abril 2006.
- (3) CIP-UPWARD. (2003). *Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad Agrícola: Libro de Consulta*. Centro Internacional de la Papa- Perspectivas de los Usuarios con la Investigación y el Desarrollo Agrícola. Los Baños, Laguna, Filipinas. 3 Tomos.
- (4) <http://www.ciepac.org/> . Consultado Mayo 2006.
- (5) <http://www.agrobio.org/glosario.php> . Consultado Octubre 2006.
- (6) Ellstrand, N. (2003). *Dangerous Liasons?: When Cultivated Plants Mate with Their Wild Relatives*. The Johns Hopkins University Press. Maryland, USA. 2003.

## BIBLIOGRAFÍA

- Almekinders, C. (2001). *Management of Crop Genetic Diversity at the Community Level*. GTZ. Eschborn, Germany. 2001.
- Altieri, A. (1999). "Ten Reasons Why Biotechnology Will Not Ensure Food Security, Protect the Environment and Reduce Poverty in the Developing World". *AgBioForum* Vol.2, No. 3&4, pp. 155-162. 1999.
- Altieri, A. (2003). "*New Genetics, Food and Agriculture: Scientific Discoveries — Societal Dilemmas*". International Workshop on the Ecological Impacts of Transgenic Crops. Executive Summary. International Council for Science (ICSU). <http://www.wicsu.org> (Consultado Mayo 2006).
- Altieri, A. (2004). *Aspectos Socioculturales de la Diversidad del Maíz Nativo*. Informe Preparado para el Secretariado de la Comisión Ambiental para la Cooperación como Parte de la Iniciativa "Maíz y Biodiversidad: Efectos del Maíz Transgénico en México". 2004. <http://www.cec.org/maize/index.cfm?varlan=espanol> (Consultado Mayo 2006).
- Altieri, M., Pengue, W. (2005). *La Soja Transgénica en América Latina: Una Maquinaria de Hambre, Deforestación y Devastación Socio Ecológica*. <http://www.biodiversidadla.org/content/view/full/23297>(Consultado Enero 2006).
- Álvarez-Buylla, E. (2004). *Aspectos Ecológicos, Biológicos y de Agrobiodiversidad de los Impactos del Maíz Transgénico*. Informe Preparado para el Secretariado de la Comisión Ambiental para la Cooperación como Parte de la Iniciativa "Maíz y Biodiversidad: Efectos del Maíz Transgénico en México". 2004. <http://www.cec.org/maize/index.cfm?varlan=espanol> (Consultado Julio 2006).
- Álvarez-Morales, A. (2005). *Importancia de los Centros de Origen y/o Diversidad. Cuestiones Ambientales de Importancia en Relación con la Introducción de Semillas Genéticamente Modificadas*. CINVESTAV, Irapuato, México. Presentación Power Point. Taller Internacional sobre la "Introducción de Semillas Genéticamente Modificadas en Centros de Origen y/o Diversidad". Organizado por SwedBio-SPDA. Noviembre 2005. Lima, Perú.
- Amman, K. (2002). "Biodiversity: The Impact of Biotechnology". *Encyclopedia of Life Support Systems*. EOLSS Publishers. Oxford, UK. 2002.
- Amman, K. (2004). *Biodiversity and Agricultural Biotechnology: A Review of the Impact of Agricultural Biotechnology on Biodiversity*. Botanischer Garten. Bern, Switzerland. March 2004.
- Andersen, R. (2005). *Results from an International Stakeholder Survey on Farmers' Rights. Background Study 2*. The Farmers' Rights Project. The Fridtjof Nansens Institut. November 2005.
- [APEC] Foro de Cooperación Económica del Asia-Pacífico (2003). *Conference on Agriculture Biotechnology Crops in Centers of Origin*. CDROM. November 2003. Mexico.
- Argumedo, A. (2005). *GMOs e Impactos sobre las Comunidades Indígenas en los Andes*. Presentación Power Point. Taller Internacional sobre la "Introducción de Semillas Genéticamente Modificadas en Centros de

- Origen y/o Diversidad". Organizado por SwedBio-SPDA. Noviembre 2005. Lima, Perú.
- Artunduaga, R. (2005). *Documento de Trabajo en Biotecnología y Bioseguridad*. Proyecto ATN/NP 8516-RS. Diseño de Proyectos Subregionales de la Estrategia Regional de Bioseguridad. Lima, Perú. Septiembre 2005.
- Badstue, L., Bellon, M., Berthaud, J., Ramirez, A., Flores, D., Juarez, X. (2003). *The Dynamics of Seed Flow Among Small-Scale Maize Farmers in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico*. Document presented at CAPRI-IPGRI International Workshop on Property Rights Collective Action and Local Conservation of Genetic Resources. Rome, Italy. 29 September- 2 October 2003.
- Baltazar, M., Sánchez Gonzalez J., De la Cruz Larios, L., Schoper, J. (2004). "Pollination between Maize and Teosinte: An Important Determinant of Gene Flow in Mexico". *Theor. Appl. Genet.* (2005) No.110, pp. 519-526.
- Brako L., Zarucchi, J.L. (1993). "Catalogue of the Flowering Plants and Gymnosperms of Peru". *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* Vol. 45, pp. 1-1286.
- Bellon, M. R. (1997). "Understanding Farmer Seed and Variety Systems. On-farm Conservation as a Process: an Analysis of Its Components". En Sperling, L., Loevinsohn, M. (Eds.). (1997). *Using Diversity Enhancing and Maintaining Genetic Resources On-Farm*. IDRC. 1997. [http://idrc.ca/en/ev-9290-201-1-DO\\_TOPIC.html](http://idrc.ca/en/ev-9290-201-1-DO_TOPIC.html) (Consultado Enero 2006).
- Benbrook, Ch. (2003). "Impacts of Genetically Engineered Crops on Pesticide Use in the United States: The First Eight Years". *BioTech InfoNet*. Technical Paper Number 6. November 2003.
- Brack Egg, A. (2003). *Perú: Diez mil años de domesticación*. Bruño. Lima, Perú. 2003.
- Bragdon, S., Fowler, C., Franca, Z. (Eds.). (2005). *Law and Policy of Relevance to the Management of Plant Genetic Resources. Learning Module*. SGRP, IPGRI e ISNAR. The Hague, Netherlands. 2005.
- Brookes, G., Barfoot, P. (2005). "GM Crops: The Global Economic and Environmental Impact—The First Nine Years 1996—2004". *AgBioForum*, Vol. 8, No. 2&3, pp. 187-196. 2005.
- Brush, S. B. (1998). "Crop Diversity in Mountain Areas and Conservation Strategy". *Revue de Géographie Alpine*. No. 4. 1998.
- Brush, S. B. (2001). "Genetically Modified Organisms in Peasant Farming: Social Impact and Equity". *Indiana Journal of Global Legal Studies*. Symposium: Sustainable Development, Agriculture, and the Challenge of Genetically Modified Organisms. 2001.
- Brush, S. B. (2004). *Farmers' Bounty. Locating Crop Diversity in the Contemporary World*. Yale University Press. New Haven. London. 2004.
- [CAF] Corporación Andina de Fomento (2003). *Capital Social: Clave para una Agenda Integral de Desarrollo*. Jaramillo, F., Szauer, M. T. (Eds.). Caracas, Venezuela. [www.caf.com](http://www.caf.com) (Consultado Julio 2006).
- [CAF] Corporación Andina de Fomento (2005a). *Biotecnología para el Uso Sostenible de la Biodiversidad. Capacidades Locales y Mercados Potenciales*. Quezada, F., Roca, W., Szauer, M.T., Gómez, J.J. y López, R. (Eds.). Caracas, Venezuela. Febrero 2005.

- [CAF] Corporación Andina de Fomento (2005b). *Políticas Sectoriales en la Región Andina*. Caracas, Venezuela. 2005.
- Camarena, F. (2005). “Magnitud e Impacto Potencial de la Liberación de Organismos Genéticamente Modificados y sus Productos Comerciales. Caso: Leguminosas de Grano”. En Consejo Nacional del Ambiente - Perú (2005). *Magnitud e Impacto Potencial de la Liberación de Organismos Genéticamente Modificados y sus Productos Comerciales. Casos: Algodón, Leguminosas de Grano, Maíz y Papa*. “Proyecto CONAM/UNEP/GEF para la Elaboración del Marco Estructural Nacional de Bioseguridad del Perú. Lima, Perú. 2005.
- [CCTA] Coordinadora de Ciencia y Tecnología en los Andes (2002). “Parientes Silvestres en el Proyecto In Situ: La Experiencia de la CCTA”. *Cultivos y Saberes*. No. 19. Octubre 2002. Lima, Perú.
- Celis, C., Scurrah, M., Cowgill, S., Chumbiauca, S., Green, J., Franco, J., Main, G., Kiezebrink, D., Visser, R., y Atkinson, H. (2004). “Environmental Biosafety and Transgenic Potato in a Centre of Diversity for this Crop”. *Nature*. Vol. 432, 11 November 2004.
- [CGRFA] FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture (2002). *The Status of the Draft Code of Conduct on Biotechnology as it Relates to Genetic Resources for Food and Agriculture: Report of Surveys of FAO Members and Stakeholders*. CGRFA-9/02/18. 14-18 October 2002. Rome, Italy.
- [CGRFA] FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture (2004). *Strengthening Seed System*. CGRFA-10/04/Inf.7. Tenth Regular Session. Rome, 8-12 November 2004.
- Changchui, H. (2004). *Directing Biotechnology Towards The Needs Of The Poor And Sustainable Agriculture Development*. CAB International. Fifteenth Review Conference. Report of Proceedings. 21-23 April 2004. Beijing, China. <http://cabi.org/pdfs/ReviewConf2004.pdf> (Consultado Abril 2006).
- Chauvet, M., González, R.L., Castañeda, Y. (2003). *La Papa Transgénica ¿Accesible para el Pequeño Productor?*. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. México.
- Chauvet, M., González, R.L., Barajas, R., Castañeda, Y., Massieu, Y. (2004). *Impactos Sociales de la Biotecnología: El Cultivo de la Papa*. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, CamBioTec, CONACYT, Editorial Praxis. México DF. México.
- [CIP-UPWARD] Centro Internacional de la Papa - Users’ Perspectives With Agricultural Research and Development (2003). *Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad Agrícola: Libro de Consulta*. Centro Internacional de la Papa - Perspectivas de los Usuarios con la Investigación y el Desarrollo Agrícola. Los Baños, Laguna, Filipinas. 3 Tomos.
- [CIP-UPWARD-IDRC] Centro Internacional de la Papa - Users’ Perspectives With Agricultural Research and Development - International Development Research Centre (Canada) (2005). *Participatory Research and Development for Sustainable Agriculture and Natural Resource Management: A Sourcebook*. Gonsalves, J., Becker, T., Braun, A., Campilan, D., de Chavez, H., Fajber,

- E., Kapiriri, M., Rivaca-Caminade, J., Vernoooy, R. (Eds.). CIP-UPWARD/IDRC. 2005.
- Cleveland, D.A., Soleri, D. (2005). Rethinking the Risk Management Process for Genetically Engineered Crop Varieties in Small-Scale, Traditionally Based Agriculture. *Ecology and Society*. Vol. 10, No.1, pp. 9. <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art9/>. (Consultado Agosto 2006).
- Coello, J., Ita, W., Elliot, J. (2006). "Provisión de Asistencia Técnica de Campesino a Campesino en el Cusco y Cajamarca". En Iguíñiz, J., Escobal, J., Degregori, C.I. (Eds.) (2006). *Perú: El Problema Agrario en Debate. SEPIA XI*. Seminario Permanente de Investigación Agraria (SEPIA). Lima, Perú. 2006.
- [COMEST] World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (2005). *The Precautionary Principle*. World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST)-United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO). Paris, France. 2005.
- Comisión para la Cooperación Ambiental (2004). *Maíz y Biodiversidad: Efectos del Maíz Transgénico en México. Conclusiones y Recomendaciones*. Quebec, Canadá. 2004. <http://www.cec.org/maize/index.cfm?varlan=espanol>. (Consultado Mayo 2006).
- Comisión Europea (2001). *A Framework for Indicators for the Economic and Social Dimensions of Sustainable Agriculture and Rural Development*. European Commission. Agriculture Directorate-General. 5 February 2001.
- Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (2005). *Examen del Proyecto de Principios Rectores a Fin de que los Centros para las Cosechas del Futuro Aborden la Posibilidad de una Presencia Involuntaria de Transgenes en las Colecciones Ex Situ*. CGRFA/WG-PGR-3/05/6. Roma, 26 — 28 de Octubre del 2005.
- Comisión de la Verdad y Reconciliación (2003). *Informe Final de la Comisión de la Verdad y Reconciliación*. <http://www.cverdad.org.pe/> (Consultado Mayo 2006).
- Commission on Intellectual Property Rights (2002). *Integrating Intellectual Property Rights and Development Policy*. Report of the Commission on Intellectual Property Rights. September 2002. London, UK.
- Cooney, R. (2005). *El Principio de la Precaución en la Conservación de la Biodiversidad y la Gestión de los Recursos Naturales. Documento Dirigido a Responsables Políticos, Investigadores y Profesionales*. UICN, Fauna & Flora International, TRAFFIC y Resource Africa. Noviembre 2004. Traducido Octubre 2005. <http://www.pprinciple.net/publications/elprincipiodeprecaucion.pdf> (Consultado Marzo 2006).
- Cromwell, E. (1999). *Agriculture, Biodiversity and Livelihoods: Issues and Entry Points*. Overseas Development Institute (ODI). London, UK.
- [CSTD] United Nations Commission on Science and Technology for Development (2004). "Understanding the Gender Dimensions of Biotechnology Research and Development." Regional Consultative Expert Workshops. Pretoria, South Africa, 26-27 November 2004/ Islamabad, Pakistán, 30 November -1 December 2004.

- [DFID] UK Department for International Development (2000). *Sustainable Livelihoods Guidance Sheets*. [http://www.livelihoods.org/info/info\\_guidancesheets](http://www.livelihoods.org/info/info_guidancesheets) (Consultado Abril 2006).
- [DFID-Banco Mundial] UK Department for International Development — Banco Mundial (2003). *Perú: Voces de los Pobres*. Febrero 2003.
- [DFID] UK Department for International Development (2005). *Growth and Poverty Reduction: The Role of Agriculture. A DFID Policy Paper*. December 2005. <http://www.dfid.gov.uk/pubs/> (Consultado Enero 2006).
- Dixon, J., Gulliver, A., Gibbon, D. (2001). *Global Farming Systems Study: Challenges and Priorities to 2030. Synthesis and Global Overview*. FAO. Rome, Italy. 2001.
- Eastham, K., Sweet, J. (2002). “Genetically Modified Organisms (GMOs): The Significance of Gene Flow Through Pollen Transfer”. *Environmental Issue Report*. No. 28. European Environmental Agency.
- [ECLAC] Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2004). *Statistical Yearbook for Latin America and the Caribbean*. [http://www.eclac.cl/publicaciones/Estadisticas/4/LCG2264PB/p2\\_4.pdf](http://www.eclac.cl/publicaciones/Estadisticas/4/LCG2264PB/p2_4.pdf) (Consultado Mayo 2006).
- Ellstrand, N., Prentice, H., Hancock, J. (1999). “Gene Flow and Introgression from Domesticated Plants into Their Wild Relatives”. *Annual Review of Ecology and Systematics*. No. 30, pp. 539-563.
- Ellstrand, N. (2001). “When Transgenes Wander, Should We Worry?”. *Plant Physiology*. Abril 2001. Vol. 125, pp. 1543-1545. American Society of Plant Biologists. [www.plantphysiol.org](http://www.plantphysiol.org) (Consultado Diciembre 2005).
- Ellstrand, N. (2003). *Dangerous Liasons?: When Cultivated Plants Mate with Their Wild Relatives*. The Johns Hopkins University Press. Maryland, US. 2003.
- Estrategia Nacional de Desarrollo Rural 2004. Decreto Supremo No. 065-2004-PCM. Publicada en el Diario Oficial El Peruano con fecha 5 de Septiembre del 2004. Lima, Perú.
- Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria 2004-2015, Anexo B. Decreto Supremo No. 066-2004-PCM. Publicada en el Diario Oficial El Peruano con fecha 8 de Septiembre del 2004. Lima, Perú.
- Evenson, R.E., Gollin, D. (2003). “Assessing the Impact of The Green Revolution, 1960 to 2000”. *Science*. 2 May 2003. Vol. 300.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1998). *Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1999). *Use and Potential of Wild Plants in Farm Households*. Agriculture Department FAO. Rome, Italy. 1999. [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/003/W8801E/w8801e00.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/W8801E/w8801e00.htm) (Consultado Enero 2006).
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2002). *Gene Flow from GM to Non-GM Populations in the Crop, Forestry, Animal and Fishery Sectors*. Electronic Forum on Biotechnology in Food and Agriculture. Conferencia No. 7. Celebrada del 31 Mayo al 6 Julio 2002.

- <http://www.fao.org/biotech/logs/c7logs.htm> (Consultado Diciembre 2005).
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2003a). *Report of the FAO Expert Consultation on Environmental Effects of Genetically Modified Crops*. Rome, Italy. 2003.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2003b). *Biología Agrícola para Países en Desarrollo. Resultados de un Foro Electrónico*. Estudios FAO: Investigación y Tecnología. No. 8. Roma, Italia. 2003.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2003c). *Regulating GMOs in Developing and Transition Countries*. Summary Document. Electronic Forum on Biotechnology in Food and Agriculture. Conferencia No. 9. Celebrada desde el 28 de Abril al 1 de Junio del 2003. <http://www.fao.org/biotech/Conf9.htm> (Consultado Diciembre 2005).
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2004a). *El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación 2003-2004. La Biología Agrícola: ¿Una Respuesta a las Necesidades de los Pobres?*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2004. Roma, Italia.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2004b). *Glosario de Biología para la Alimentación y la Agricultura*. Estudios FAO: Investigación y Tecnología No. 9. Roma, Italia. <http://www.fao.org/biotech/find-formalpha-n.asp> (Consultado Agosto 2006).
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. (2005a). *Public Participation in Decision-Making Regarding GMOs in Developing Countries: How to Effectively Involve Rural People*. Electronic Forum on Biotechnology in Food and Agriculture. Conferencia No. 12. Celebrada desde el 17 Enero al 13 Febrero 2005. <http://www.fao.org/biotech/Conf12.htm> (Consultado Agosto 2006).
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. (2005b). *The Role of Biotechnology for the Characterization and Conservation of Crop, Forest, Animal and Fishery Genetic Resources in Developing Countries*. Electronic Forum on Biotechnology in Food and Agriculture. Conferencia No. 13. Celebrada del 6 Junio al 3 Julio 2005. <http://www.fao.org/biotech/conf13.htm> (Consultado Junio 2006).
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO. (2005c). *Genetically Modified Organisms in Crop Production and Their Effects on the Environment: Methodologies for Monitoring and The Way Ahead. Expert Consultation*. 18- 20 Enero 2005. Roma, Italia.
- Farrington, J., Slater, R., Holmes, R. (2004). *The Search of Synergies between Social Protection and Livelihood Promotion: The Agriculture Case*. Overseas Development Institute (ODI). UK.
- Flores, S. (2003). "Potenciales de la Agro-biodiversidad en el Perú". En Instituto Cuánto (2003). *El Medio Ambiente en el Perú Año 2002*. Lima, Perú. 2003.
- Food and Ethics Council (2003). *Engineering Nutrition. GM Crops for Global Justice?*. [www.foodethicscouncil.org](http://www.foodethicscouncil.org) (Consultado Junio 2005).

- Fransen, L., La Vina, A., Dayrit, F., Gatlabayan, L., Santosa, D., Adiwibowo, S. (2005). *Integrating Socioeconomic Considerations into Biosafety Decisions: The Role of Public Participation*. WRI White Paper. World Resources Institute. Washington DC. U.S. 2005.
- Garforth, K. (2004). *Socio-Economic Considerations in Biosafety Decision-Making: An International Sustainable Development Law Perspective*. CISDL Working Paper presented at the World Conservation Union- International Development Research Centre meeting on Biosafety, Colombo, Sri Lanka, 12- 14 October 2004.
- Garí, J. A. (2003). *Agrobiodiversity Strategies to Combat Food Insecurity and HIV/AIDS Impact in Rural Africa: Advancing Grassroots Responses for Nutrition, Health and Sustainable Livelihoods*. Population and Development Service, FAO. Rome, Italy (preliminary edition).
- GM Science Review Panel (2003). *GM Science Review: First Report*. UK Department of Trade and Industry. 21 Enero 2003. Londres, UK. Chapter 7. <http://www.gmsciencedebate.org.uk/> (Consultado Enero 2006).
- González, E. (2002). *Agrobiodiversidad*. Documento Temático Preparado para la Elaboración de la Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino. Convenio de Cooperación Técnica No Reembolsable ATN/JF-5887-RG. Comunidad Andina - Banco Interamericano de Desarrollo. Maracay, Venezuela, 2002.
- GRAIN (2003). “Derecho de Patentes vs. Derechos de Libre Uso: TRIPS, UPVP y Derechos de los Agricultores”. En [CIP-UPWARD] Centro Internacional de la Papa - Users’ Perspectives With Agricultural Research and Development (2003). *Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad Agrícola: Libro de Consulta*. Centro Internacional de la Papa - Perspectivas de los Usuarios con la Investigación y el Desarrollo Agrícola. Los Baños, Laguna, Filipinas. Vol.3, pp. 541-549.
- GRAIN (2005). “América Latina: La Sagrada Privatización”. *Seedling*. Octubre 2005. Vol. 46. <http://www.grain.org/biodiversidad/?id=296> (Consultado Septiembre del 2006).
- Grupo Crucible II (2001). *Siembra de Soluciones. Vol. 1. Alternativas Políticas en Materia de Recursos Genéticos*. Publicado conjuntamente por el Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo, el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos y la Fundación Dag Hammarsköld. Ottawa/Roma/Uppsala. 2001.
- Haardon, J. (2004). “Plant Patents Beyond Control. Biotechnology, Farmer Seed Systems and Intellectual Property Rights”. *Agromisa. AgroSpecial*. No. 2. Wageningen. Netherlands.
- Hellin, J. (2002). *Crop Diversity and Livelihood Security in the Andes: The Case of Potatoes and Quinoa*. Document Presented at the Conference ‘Staying Poor: Chronic Poverty and Development Policy’. University of Manchester. 7-9 April 2003 [www.chronicpoverty.org](http://www.chronicpoverty.org). (Consultado Enero 2006).
- Hellin, J., Coello, J., Rodríguez, D., Chañi, W., Tayro, A. (2005). “The Kamayok in Peru: Combining Farmer to Farmer Extension and Farmer Experimentation”. En Gonsalves, J. , T. Becker, T., Braun, A., Campilan, D., De Chavez, H., Fajber, E., Kapiriri, M., Rivaca-Caminade, J. Vernooy,

- R. (Eds.) (2005). *Participatory Research and Development for Sustainable Agriculture and Natural Resource Management: A Sourcebook. Volume 3: Doing Participatory Research and Development*. International Potato Center - Users' Perspectives with Agricultural Research and Development - International Development Research Centre, Laguna, Philippines/ Ottawa, Canada.
- Heywood, V. (1999). "Trends in Agricultural Biodiversity". En Janick, J. (Eds.) (1999). *Perspectives on New Crops and New Uses*. ASHS Press, Alexandria, VA.
- Hilbeck, A., Andow, D.A. (Eds.). (2004). *Environmental Risk Assessment of Transgenic Organisms: A Case Study of Bt Maize in Kenya*. CAB International. Wallingford, UK.
- Hilbeck, A., Andow, D.A., Fontes, E.M.G. (Eds.). (2006). *Environmental Risk Assessment of Transgenic Organisms: A Case Study of Bt Cotton in Brazil*. CAB International. Wallingford, UK.
- [ICGEB, ASDMAS y UNALM] International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology, Desarrollo Medioambiental Sustentable y Universidad Nacional Agraria La Molina (2005). "Liberación de Organismos Vivos Modificados en Ecosistemas Tropicales: Análisis y Gestión de Riesgos". Seminario Internacional Celebrado del 28 de Noviembre al 2 de Diciembre del 2005 en Lima, Perú. CDRom.
- [IIAP, PNUD, FMAM y Cooperazione Italiana] Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Fondo para el Medio Ambiente Mundial, Cooperazione Italiana (2002). *Conservación In Situ de los Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres*. Proyecto: Conservación In Situ de los Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres, PER/98/G33. Lima, Perú. 2002.
- [IIED] International Institute for Environment and Development (1995). *The Hidden Harvest. The Value of Wild Resources in Agricultural Systems*. A Project Summary. IIED. London, 1995.
- [IPGRI] International Plant Genetic Resources Institute (2000). *In Situ Conservation of Crop Wild Relatives Through Enhanced Information Management and Field Application*. www.igri.cgiar.org (Consultado Junio del 2005).
- [IPGRI] International Plant Genetic Resources Institute (2001). *Crops Proposed for the Multilateral System: Centres of Diversity, Location of Ex Situ Collections, and Major Producing Countries. Background Study Paper*. No. 12. April 2001. Document Prepared for the FAO Secretariat of the Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture.
- Ishizawa, J. (2003). "On Biodiversity for Livelihoods and Poverty Alleviation". En Swedish Biodiversity Centre (2003). *The Role of Biodiversity for Ecosystem Services and Its Importance for People and Local Livelihoods in Developing Countries. Priorities for the Future*. Workshop Report. SwedBio Strategy Workshop, 8 December 2003. SLU, Swedish Biodiversity Centre.
- James, C. (2006). Preview: Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops 2006. International Service for the Acquisition of Agri biotech (ISAAA). *ISAAA Briefs*. No. 35. Ithaca, New York, US.

- Jaramillo, F. (2003). "Presentación. El Desafío de Construir Capital Social en América Latina". En [CAF] Corporación Andina de Fomento (2003) *Capital Social: Clave para una Agenda Integral de Desarrollo*. Jaramillo, F y Szauer, M. T. (Eds.) Caracas, Venezuela. www.caf.com (Consultado Julio 2006).
- Jepson, P.C. (2005). *Challenges to the Design and Implementation of Effective Monitoring for GM Crop Impacts: Lessons from Conventional Agriculture*. [DRAFT] Background Paper for the Expert Consultation on GMO's in Crop Production and their Effects on the Environment: Methodologies for Monitoring and the Way Ahead. Rome, Italy, 18-20 January, 2005.
- Johnson, B. (2000). "Genetically Modified Crops and Other Organisms: Implications for Agricultural Sustainability and Biodiversity". En Persley G.J., Lantin, M.M. (Eds.) (2000). *Agricultural Biotechnology and the Poor. An International Conference on Biotechnology*. CGIAR y US National Academy of Sciences. <http://www.cgiar.org/biotech/rep0100/contents.htm> (Consultado Noviembre 2005).
- Johston, J., Blancas, L., Borem, A. (2004). "Gene Flow and its Consequences: a Case Study of Bt Maize in Kenia". En Hilbeck, A., Andow, D.A. (Eds.) (2004). *Environmental Risk Assessment of Transgenic Organisms: A Case Study of Bt Maize in Kenya*. CAB International. Wallingford, UK. pp. 187-208.
- Kliksberg, B. (2003). "Capital Social y Cultura. Claves Olvidadas del Desarrollo". En CAF (2003). *Capital Social: Clave para una Agenda Integral de Desarrollo*. Jaramillo, F, Szauer, M.T. (Eds.). Caracas, Venezuela. www.caf.com.
- Kloppenborg, J.R. (1988). *First the Seed. The Political Economy of Plant Biotechnology 1492-2000*. Cambridge University Press. US. 1990.
- Lapeña, I. (2004). *Genéticamente Modificado. Principio Precautorio y Derechos del Consumidor en el Perú*. SPDA. Lima, Perú.
- Linacre, N., Mark, J.G., Rosegrant, W., Falck-Zepeda, J., Quemada, H., Halsey, M., Birner, R. (2005). *Analysis for Biotechnology Innovations Using Strategic Impact Assessment*. IFPRI. EPT Discussion Paper. No. 140. 2005.
- Lipton, M. (2005). *The Family Farm in a Globalizing World: The Role of Crop Science in Alleviating Poverty*. 2020 Discussion Paper. No. 40. International Food Policy Research Institute (IFPRI). Washington DC, US.
- Louwaars, N. (2005). "Sesgos y cuellos de botella de las leyes de semillas". *Biodiversidad* 46. Octubre 2005.
- Mackenzie, R., Burhenne-Guilmin, F., La Vina, A., Wersman, J. (2003). *An Explanatory Guide to the Cartagena Protocol on Biosafety*. IUC-FIELD-WRI. Gland, Switzerland.
- Mackenzie, R., Newell, P. (2004). Globalisation and the International Governance of Modern Biotechnology: Promoting Food Security?. *Globalisation and Poverty*.
- Mander, J., Tauli-Corpuz, V. (Eds.). (sin fecha). *Guerra de Paradigmas. Resistencia de los Pueblos Indígenas a la Globalización Económica. Un Reporte Especial del Foro Internacional sobre la Globalización. Comité sobre Pueblos Indígenas*.
- Massieu, Y., Chauvet, M., Castañeda, Y., Barajas, R.E., González, R.L. (2000a). "Consecuencias de la Biotecnología en México: El Caso de los Cultivos

- Transgénicos”. *Sociológica*. Año 15, No. 44, pp. 133-159. Septiembre-Diciembre 2000.
- Massieu, Y., González, R.L., Chauvet, M., Castañeda, Y., Barajas, R. (2000b). “Transgenic Potatoes for Small-Scale Farmers: A Case Study in Mexico”. *Biotechnology and Development Monitor*. No. 41. March 2000
- Mellon, M., Rissler, J. (2004). *Gone to Seed. The Transgenic Contaminants in the Traditional Seed Supply*. Union of Concerned Scientists. Cambridge, US. 2004. [www.ucsus.org](http://www.ucsus.org) (Consultado Septiembre 2005).
- [MINAG] Ministerio de Agricultura. OGPA-DGPA (2003). Plan Estratégico de la Cadena de Papa. Abril 2003. Ministerio de Agricultura, Lima, Perú.
- Mohamed-Katerere, J. (2003). “From Risks to Rights: Challenges for Biotechnology Policy. Democratising Biotechnology: Genetically Modified Crops in Developing Countries”. *IDS Briefing Series*. Briefing 12. Institute of Development Studies. Brighton, UK.
- Morales, C.F. (2004). *La Agrobiodiversidad y la Agricultura Ecológica*. Lima, Perú. 2004.
- Myhr, A.I., Traavik, T. (2003). “Genetically Modified (GM) Crops: Precautionary Science and Conflicts of Interests”. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. No. 16, pp. 227-247. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 2003.
- Nelson K.C., Kibata, G., Muhammad, L., Okuro, J.O., Muyekho, F., Odindo, M., Ely, A., Waquil, J.M. (2004). “Problem Formulation and Options Assessment (PFOA) for Genetically Modified Organisms: The Kenia Case Study”. En Hilbeck, A., Andow, D.A. (Eds.). (2004). *Environmental Risk Assessment of Transgenic Organisms: A Case Study of Bt Maize in Kenya*. CAB International. Wallingford, UK, pp. 57-82.
- [OECD] Organisation for Economic Cooperation and Development (2001). *Living Modified Organisms and the Environment. An International Conference*. Raleigh, Durham. Noviembre 2001. Final Rapporteurs’ Report. Paris, Francia.
- Oliva, C. (2005). “Viabilidad de Políticas Sectoriales en Perú”. En CAF (2005). *Políticas Sectoriales en la Región Andina*. Caracas. Venezuela. 2005.
- Ortiz-García, S., Ezcurra, E., Schoel, B., Acevedo, F., Sobero, J., Snow, A.A. (2005). “Absence of Detectable Transgenes in Local Landraces of Maize in Oaxaca, Mexico (2003—2004)”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA (PNAS)*. 30 August 2005. Vol.102, No. 35, pp. 12338—12343. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0503356102](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0503356102) (Consultado Noviembre 2006).
- Papa, R. (2005). *Gene flow and Introgression between Domesticated Crops and Their Wild Relatives*. Document Presented at the Expert Meeting, Villa Gualino, Turin, Italy. 5-7 March 2005.
- Pastor, S., Angeles E., Alvarez J.L., Gutiérrez, L., Jayos, E., Briceño, I., Rosales, M., Gómez, L., Sevilla, R., del Carpio, C., Rivera, J.C. (1995). *Perú: Informe Nacional para la Conferencia Técnica Internacional de la FAO sobre los Recursos Fitogenéticos (Leipzig, 1996)*. Lima, Perú. 1995.
- Pastor, S. (2005). “Biotecnología para Conservar y Utilizar Sosteniblemente la Agrobiodiversidad en el Perú”. En Ruiz, M, Ferro, P. (Eds.). (2005). *Apuntes*

- sobre Agrobiodiversidad. Conservación, Biotecnología y Conocimientos Tradicionales. SPDA-IPGRI. Lima, Perú. 2005.
- Pastor, S., Fuentealba, B., Ruiz, M. (2006). *Cultivos Subutilizados en el Perú: Algunos Aspectos Conceptuales y Políticos*. Asociación Civil Pro Uso Diversitas - Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. Agosto 2006.
- Perry, L., Sandweiss, D.H., Piperno, D., Rademaker, K., Malpass, M.A., Umire, A., de la Vera, P. (2006) "Early Maiz Agriculture and Interzonal Interaction in Southern Peru". *Nature*. Vol. 440, 2 March 2006.
- Persley, G.J., Peacock, J., Van Montagu, M. (2003). "Biotechnology and Sustainable Agriculture". *ICSU Series on Science for Sustainable Development*. No.6. International Council for Science (ICSU). París, France.
- Pew Initiative on Food and Biotechnology (2003a). *Have Transgenes, Will Travel. Issues Raised by Gene Flow from Genetically Engineered Crops*. Washington DC., US. 2003.
- Pew Initiative on Food and Biotechnology (2003b). *Future Fish. Issues in Science and Regulation on Transgenic Fish*. Washington DC, US. 2003.
- [PIFB-FUMEC] Pew Initiative on Food and Biotechnology - Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (2004). Síntesis del Taller "Flujo Genético: Qué significa para la Biodiversidad y los Centros de Origen". Organizado por Pew Initiative on Food and Biotechnology (PIFB) y la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC). 29 y 30 Septiembre 2003. Ciudad de México. México.
- Pimbert, M. (1999). "Sustaining the Multiple Functions of Agricultural Biodiversity". *Gatekeeper Series*. No. 88. International Institute for Environment and Development (IIED).
- Pisupati, B. (2005). *Setting a Research Agenda on Agricultural Biotechnology and Biosafety in Asia - Proceedings of Asia Regional Consultation*. IUCN Regional Biodiversity Programme - Asia. Colombo. Sri Lanka.
- [PNUD-Perú] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo-Perú (2002). *Informe sobre el Desarrollo Humano. Perú 2002. Aprovechando las Potencialidades*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Oficina del Perú. Lima, Perú. 2002.
- [PRATEC] Proyecto Andino de Tecnologías Andinas (1997). *Los Caminos Andinos de las Semillas. Núcleos de vigorización de la chacra andina*. PRATEC. Lima, Perú. 1997.
- [PRATEC] Proyecto Andino de Tecnologías Andinas (2005). *Crianza Ritual de la Papa*. Vol. 1. Serie América Profunda. CD Multimedia. Lima, Perú. Enero 2005.
- Pretty J., Thompson J., Hinchcliffe, F. (1996). "Sustainable Agriculture: Impacts on Food Production and Challenges for Food Security". *IIED Gatekeeper Series*. No. 60. International Institute for Environment and Development (IIED), London, UK.
- Proyecto "Desarrollo del Marco Nacional de Seguridad de la Biotecnología". Informe Final. Ecuador. Proyecto PNUMA-GEF-MAE (GF/2716-02-4633). Junio 2006. <http://www.unep.ch/biosafety/news.htm#nbf> (Consultado Octubre 2006).

- Proyecto para la Elaboración del Marco Estructural Nacional de Bioseguridad del Perú. Proyecto CONAM/UNEP-GEF (GFL-2328-2716-4577). Octubre 2005.
- Proyecto Marco Nacional de Seguridad de la Biotecnología en la República Bolivariana de Venezuela. Proyecto GF/2716-01-4319. Desarrollo del Marco Nacional de Bioseguridad. Número de Subproyecto GF/2716-02-4. Carácas, 13 diciembre 2005.
- Raney, T., Pingali, P. (2004). "Private Research and Public Goods: Implications of Biotechnology for Biodiversity". *ESA Working Paper*. No. 04-07. April 2004. Food and Agriculture Organization (FAO). Agricultural and Development Economics Division. Economic and Social Department. Rome, Italy. 2004.
- [RED] Reporte de Economía y Desarrollo-Corporación Andina de Fomento (2005). *América Latina en el Comercio Global*. CAF. Caracas, Venezuela. Noviembre 2005. www.caf.com (Consultado Enero 2006)
- Red de Cooperación Técnica sobre Biotecnología Vegetal en América Latina y el Caribe. (REDBIO/FAO) www.redbio.org
- [Rede Latino-Americana-Européia] Rede Latino-Americana-Européia sobre Governo dos Riscos (2005). *Governo dos Riscos*. Latino-Americana-Européia sobre Governo dos Riscos 2005; organizador Marcelo Dias Varella. Brasília, Brasil. 2005.
- Rengifo, G., Ishizawa, H. (1997). "Los Caminos Andinos de las Semillas". En [PRATEC] (1997) Proyecto Andino de Tecnologías Andinas (1997). *Los Caminos Andinos de las Semillas. Núcleos de vigorización de la chacra andina*. PRATEC. Lima, Perú. 1997.pp.1-44.
- Rey, O. (2005). *Régimen Legal para la Seguridad de la Biotecnología en América Latina*. Serie Documentos sobre Derecho Ambiental. No. 13. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 2005.
- Roca, I. (2003). "Por qué y Cómo Escuchar la Opinión de los Pobres?". En Vásquez, E., Winkelried, D. (Eds.) (2003). *Buscando el Bienestar de los Pobres. ¿Cuán Lejos Estamos?*. Universidad del Pacífico. Centro de Investigación. Lima, Perú. 2003.
- Roca, W., Salas, A., Gómes, R. (2005). "Magnitud e Impacto Potencial de la Liberación de Organismos Genéticamente Modificados y sus Productos Comerciales. Cultivos Transgénicos en Centros de Origen y Diversidad". En Consejo Nacional del Ambiente - Perú (2005). *Magnitud e Impacto Potencial de la Liberación de Organismos Genéticamente Modificados y sus Productos Comerciales. Casos: Algodón, Leguminosas de Grano, Maíz y Papa*. "Proyecto CONAM/UNEP/GEF para la Elaboración del Marco Estructural Nacional de Bioseguridad del Perú. Lima, Perú. 2005.
- Rubenstein, K., Heisey, P., Shoemaker, R., Sullivan, J., Frisvold, G. (2005). "Crop Genetic Resources. An Economic Appraisal". *Economic Information Bulletin*. No. 2. May 2005. United States Department of Agriculture (USDA). A Report from the Economic Research Service.
- Ruiz, M. (2005). *Farmers' Rights in Peru. Background Study 3*. The Farmers' Rights Project. GTZ Mayo 2005. Lima, Peru.

- Sagasti, F. (2005). "Hacia un Cambio a Favor de los Pobres en el Perú: El Rol de la Comunidad Internacional". En Zárata, P. (Ed.). (2005). *¿Hay un Lugar par los Pobres en el Perú?. Las Relaciones Estado-Sociedad y el Rol de la Cooperación Internacional*. DFID. Lima, Perú. 2005.
- Salas, A., Roca, W. (2005). "Magnitud e Impacto Potencial de la Liberación de Organismos Genéticamente Modificados y sus Productos Comerciales. Caso: Papa". En Consejo Nacional del Ambiente - Perú (2005). *Magnitud e Impacto Potencial de la Liberación de Organismos Genéticamente Modificados y sus Productos Comerciales. Casos: Algodón, Leguminosas de Grano, Maíz y Papa*. "Proyecto CONAM/UNEP/GEF para la Elaboración del Marco Estructural Nacional de Bioseguridad del Perú. Lima, Perú. 2005.
- [Secretaría CDB] Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2000). Protocolo de Cartagena sobre la Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Texto y Anexos. Secretaria del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Montreal, Canadá.
- [Secretaría CDB - UNEP] Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica —United Nations Environmental Programme (2003). *The Cartagena Protocol on Biosafety: A Record of the Negotiations*. Montreal, Canadá.
- Sevilla, R. (2002). "De la Conservación Ex Situ a la Conservación In Situ, o el Nuevo Paradigma de la Conservación de los Recursos Fitogenéticos". En IIAP, PNUD, FMAM, Cooperazione Italiana (2002). *Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres*. Proyecto "Conservación In Situ de los Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres". PER/98/G33. Seminario Regional. Octubre 2002. Cusco, Perú.
- Sevilla, R., Holle, M. (2004). "Erosión Genética". *Recursos Genéticos Vegetales*. Ediciones Torre Azul S.R.L. Lima. Perú.
- Sevilla, R. (2005). "Magnitud e Impacto Potencial de la Liberación de Organismos Genéticamente Modificados y sus Productos Comerciales. Caso Maíz". En Consejo Nacional del Ambiente - Perú (2005). *Magnitud e Impacto Potencial de la Liberación de Organismos Genéticamente Modificados y sus Productos Comerciales. Casos: Algodón, Leguminosas de Grano, Maíz y Papa*. "Proyecto CONAM/UNEP/GEF para la Elaboración del Marco Estructural Nacional de Bioseguridad del Perú. Lima, Perú. 2005.
- Shand, H. (1997). *Human Nature: Agricultural Biodiversity and Farm-Based Food Security*. RAFL. Canada. 1997.
- Sigueñas, M., Rosales, M., Velasquez, S., Chevarria, M. (2005). *Opinión Técnica del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), del Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria (INIEA) del Ministerio de Agricultura y del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica del Perú (CONCYTEC) sobre la Conveniencia de la Adhesión del Perú al Convenio UPOV-1991 dentro del Marco de Negociaciones del Tratado de Libre Comercio (TLC) entre el Perú y los Estados Unidos de Norteamérica — USA*.
- Smale M., King, A. (2005). "Seeds, Markets and Information". Brief 17. En IPGRI - IFPRI (2005). *Research at a Glance*. Genetic Resource Policies. What is Diversity Worth to Farmers?. Brief 13-18. November 2005.
- Smale, M., Zambrano, P., Falck-Zepeda, J., Gruère, G. (2006). "Parables: Applied Economics Literature About the Impact of Genetically Engineered Crop

- Varieties in Developing Economies”. *EPT Discussion Paper*. No. 158. IPGRI. Environment and Production Technology Division. October 2006.
- Snow, A., Andow, D.A., Gepts, P., Hallerman, E. M., Power, A., Tiedje, J. M., Wolfenbarger, L.L. (2004). *Genetically Engineered Organisms and the Environment: Current Status and Recommendations*. Washington, US. Ecological Society of America (ESA). Position Paper. <http://www.esa.org/pao/esaPositions/pdfDocuments/geo-positionPaper0405.pdf> (Consultado Agosto 2005).
- Soleri, D., Cleveland, D.A., Aragón Cuevas, F., Ríos Labrada, H., Fuentes Lopez, M.R., Sweeney, S. H. (2005). “Understanding the Potential Impact of Transgenic Crops in Traditional Agriculture: Maize Farmers’ Perspectives in Cuba, Guatemala & Mexico”. *Environmental Biosafety Research*. Vol. 4, No. 3, pp. 141-166.
- Soleri, D., Cleveland, D.A., Aragón Cuevas, F. (2006). “Transgenic Crops and Crop Varietal Diversity: The Case of Maize in Mexico”. *BioScience*. Vol. 56, No.6, pp. 503-513.
- [SPDA-SwedBio] Sociedad Peruana de Derecho Ambiental - Swedish International Biodiversity Programme (2005). “Introducción de Semillas Genéticamente Modificadas en Centros de Origen y/o Diversidad”. Taller Celebrado el 29, 30 de Noviembre y 1 de Diciembre del 2005 en Lima, Perú. CDRom.
- Spooner, D., McLean, K. Ramsay, G. Waugh, R., Bryan, G. (2005). “A Single Domestication for Potato Based on Multilocus Amplified Fragment Length Polymorphism Genotyping”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA (PNAS)*. Vol. 102, No. 41, pp. 14694-14699. 11 October 2005. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0507400102](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0507400102) (Consultado Junio 2006).
- Srivastava, J., Smith, N., Forno, D. (1996). “Biodiversity and Agricultural Intensification. Partners for Development and Conservation”. *Environmentally Sustainable Development Studies and Monograph Series*. No. 11. World Bank. Washington DC, US. 1996.
- Stewart, C.N., Mathew, H., Warwick, S. (2003). “Transgene Intogression from Genetically Modified Crops to Their Wild Relatives”. *Nature Reviews. Genetics*. Vol. 4, pp. 806-817. October 2003.
- Stone, G.D. (2004). “Biotechnology and the Political Ecology of Information in India”. *Human Organization*. Vol. 63, No.2, pp.127-136. Society for Applied Anthropology.
- Subedi, A., Gauchan, D., Sthapit, B. (2003). “Desarrollando Políticas para la Conservación y Uso de la Biodiversidad Agrícola en Nepal”. En CIP-UPWARD (2003). *Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad Agrícola: Libro de Consulta*. Centro Internacional de la Papa - Perspectivas de los Usuarios con la Investigación y el Desarrollo Agrícola. Los Baños, Laguna, Filipinas, 2004. 3 Tomos.
- Tanaka, M. (2005). “Las Élités en el Perú y su Papel en las Políticas “Pro-Pobre”. En Zárata, Patricia (Ed.). (2005). *¿Hay un Lugar para los Pobres en el Perú?. Las Relaciones Estado-Sociedad y el Rol de la Cooperación Internacional*. DFID. Lima, Perú. 2005.

- The Norwegian Biotechnology Advisory Board (2003). *Sustainability, Benefit to the Community and Ethics in the Assessment of Genetically Modified Organisms: Implementation of the Concepts Set Out in Sections 1 and 10 of the Norwegian Gene Technology Act*. The Norwegian Biotechnology Advisory Board. [http://www.bion.no/index\\_eng.shtml](http://www.bion.no/index_eng.shtml) (Consultado Marzo 2005).
- Torres, J., Parra, F. (2005). “De los “Sachas” y la Vida Silvestre en los Andes del Perú.” *LEISA Revista de Agroecología*. Abril 2005. Lima, Perú.
- Tripp, R., Wieneke can der Heide, W. (1996). “The Erosion Of Crop Genetic Diversity: Challenges, Strategies And Uncertainties”. *Natural Resources Perspectives*. No. 7. March 1996. Overseas Development Institute (ODI).1996.
- Trivelli, C. (2005). *Los Hogares Indígenas y la Pobreza en el Perú. Una Mirada a partir de la Información Cuantitativa*. Documento de Trabajo No. 141. Instituto de Estudios Peruanos. Lima, Perú. 2005.
- [UNCTAD] United Nations Conference on Trade and Development (2006). *Tracking the Trend Towards Market Concentration: The Case of the Agricultural Input Industry*. Study prepared by the UNCTAD Secretariat. UNCTAD/DITC/COM/2005/16. April 2006.
- Urrunaga, R. (2002). “Estudio Etnobotánico de los Parientes Silvestres de los Cultivos Nativos en la Región del Cusco”. En IIAP, ONUD, FMAM, Cooperazione Italiana (2002). *Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres*. Proyecto “Conservación In Situ de los Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres”. PER/98/G33. Seminario Regional. Octubre 2002. Cusco, Perú.
- [USDA] United States Department of Agriculture (2006). *Opportunities and Challenges in Agricultural Biotechnology: The Decade Ahead*. A Report Prepared by the USDA Advisory Committee on Biotechnology and 21st Century Agriculture. 13 July 2006.
- Vaughan, S. (2004). “Valoración Económica y Temas Relacionados con el Comercio”. En Comisión para la Cooperación Ambiental (2004). *Maíz y Biodiversidad: Efectos del Maíz Transgénico en México. Conclusiones y Recomendaciones*. Quebec, Canadá. 2004. <http://www.cec.org/maize/index.cfm?varlan=espanol> (Consultado Mayo 2005).
- Valladolid, A., De la Cruz, J., Figueroa C. (2006). *Sistematización sobre Sitios, Unidades de Conservación y Métodos Tradicionales de Intercambio de Material Genético*. Proyecto Perú: Conservación In Situ de Cultivos Nativos y de sus Parientes Silvestres. IIAP, PNUD, FMAM y Cooperazione Italiana. Lima, Perú. 2006.
- Valladolid, J. (sin fecha). *Los Parientes Silvestres en la Cosmovisión de los Campesinos Criadores de la Diversidad en los Andes del Perú*. Proyecto Andino de Tecnologías Campesinas (PRATEC).
- Valladolid, J. (2005). “Importancia de la Conservación In Situ de la Diversidad y Variabilidad de las Plantas Nativas Cultivadas y sus Parientes Silvestres y Culturales en el Región Andino - Amazónica del Perú”. *Serie Kawsay Mama. Madre Semilla*. No. 9. PRATEC. Lima, Perú.2005.
- Van Beuzekom, V., Arundel, A. (2006). *OECD Biotechnology Statistics — 2006*. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2006.
- Vietmeyer, N. (1996). “Harmonizing Biodiversity Conservation and Agricultural

- Development”. En Srivastava, J.N., Forno, D. (1996). *Biodiversity and Agricultural Intensification. Partners for Development and Conservation*. Environmentally Sustainable Development Studies and Monograph Series. No. 11. World Bank. Washington DC, US. 1996.
- Watson, N., Hinchcliffe, F. (1996). *The Importance of the Hidden Harvest to Agricultural Biological Diversity*. Documento Preparado para la Quinta Edición del Global Biodiversity Forum. Buenos Aires, Argentina. 1996.
- Wilkes, G. (1991). “In Situ Conservation of Agricultural Systems”. En Oldfield, M.L., Alcorn, J.B. (Eds.) (1991) *Biodiversity - Culture, Conservation and Ecodevelopment*. pp. 86-101. Boulder, Colorado, USA, Westview Press.
- Wisner, R. (2005). *The Economics of Pharmaceutical Crops. Potential Benefits and Risks for Farmers and Rural Communities*. Union of Concerned Scientists 2005. [www.ucsusa.org](http://www.ucsusa.org) (Consultado Agosto 2006).
- Young, T. (2004). *Organismos Genéticamente Modificados y Bioseguridad. Un Documento de Antecedentes Destinado a Responsables de la Toma de Decisiones y Otros Interesados para Ayudarles en la Consideración de los Asuntos Relativos a los OGM*. Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). Serie sobre Políticas y Cambio Global No.1. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.





**SPDA**  
Sociedad Peruana de Derecho Ambiental



A Sida-funded programme at  
the Swedish Biodiversity Centre

