



El Impacto Ambiental de la Biotecnología Agraria

Evaluar “caso por caso”

Entre las inquietudes más frecuentes que surgen acerca de los organismos genéticamente modificados (OGMs), se plantean las vinculadas con el impacto ambiental. Particularmente, los que más preocupación despiertan son los organismos vegetales genéticamente modificados (OVGM), ya que son los más utilizados globalmente.

El estudio del impacto ambiental causado por el uso de cultivos transgénicos es complejo y su abordaje, claramente interdisciplinario. Debe ser realizado como paso previo a la liberación del OGM y monitoreado posteriormente. Dado los diferentes factores que influyen en el posible impacto ambiental de un OGM, la forma de evaluarlos es “caso por caso”, y el organismo responsable de hacerlo en la Argentina es la CONABIA.

La agricultura y el medioambiente

El surgimiento de la agricultura fue un hecho fundamental en el desarrollo de la humanidad. Sin embargo, al igual que otras actividades humanas, causa efectos sobre el medio ambiente. La agricultura puede ser considerada una actividad “poco natural”, especialmente porque su desarrollo implicó acciones tales como el reemplazo de un ecosistema original por tierras cultivables, la labranza de la tierra y los consecuentes efectos sobre dichos ecosistemas. Así, el principal efecto de la agricultura sobre el medio ambiente ha sido la modificación de los hábitats naturales.

A medida que la población fue creciendo, la proporción de tierras arables por habitante disminuyeron, por lo cual fue necesario crear sistemas agrícolas más intensivos que tuvieran mayor productividad y rendimiento. Con ese propósito, el hombre ha ido seleccionando de forma empírica a través del tiempo las mejores variedades. Es decir, ha realizado una selección artificial de la biodiversidad comestible.

A partir de la década de 1950, con los conocimientos aportados por la Genética clásica basada en las leyes de Mendel (ver Cuadernos 40 y 41), las técnicas “convencionales” de cruzamiento y mutagénesis (ver Cuaderno 39), y la aplicación de agroquímicos, ha sido posible obtener variedades de alta productividad. Esta etapa de la agricultura es conocida como “Revolución Verde” (ver Cuaderno 59), y permitió obtener suficiente alimento para la creciente población de la segunda mitad del siglo XX.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición

Sin embargo, el continuo aumento poblacional sumado a la limitada tierra arable y a la preocupación por crear un sistema agrícola más sustentable (menos contaminado por agroquímicos y que no avance sobre ecosistemas naturales) plantearon la necesidad de nuevas variedades y prácticas agrícolas que otorguen mayor rendimiento en menor superficie y con menores insumos.

A partir de la década de 1980 la ingeniería genética permitió la transformación genética de plantas (ver Cuadernos 18 y 28) y el desarrollo de nuevos cultivos que respondían al requisito de mayor rendimiento en un sistema agrícola más sustentable.

Los cultivos GM representan un paso más en el mejoramiento vegetal, que siempre involucró técnicas que modifican el material genético de los cultivos. Por ejemplo, algunas de las características introducidas en los OGMs, como la tolerancia a herbicidas, ya han sido introducidas en los cultivos por técnicas tradicionales. Pero, los cultivos transgénicos representan casos particulares, dado que las técnicas de ingeniería genética permiten realizar modificaciones que de otro modo serían imposibles de lograr. Los riesgos y los beneficios de estas modificaciones deben ser considerados y evaluados.

Consideraciones a la hora de determinar los posibles efectos de un OGM

Teniendo en cuenta los efectos de la agricultura en general, es necesario aclarar algunos conceptos fundamentales a la hora de determinar adecuadamente los posibles efectos ambientales de un OGM:

- ü Un *agroecosistema* no es un ecosistema natural, sino un hábitat muy modificado por el hombre.
- ü Es sobre este tipo de *ecosistema no natural* que se debe analizar el impacto de cualquier cambio en las prácticas agrícolas.
- ü Se debe comparar el sistema nuevo en relación al que ya se utiliza, ya que la nueva variedad GM se cultivará en agroecosistemas cultivados con variedades convencionales, ya modificados por el hombre.
- ü Se debe comparar los efectos de cultivar un cultivo OGM con su contraparte no OGM.

Este tipo de análisis que realizan los organismos reguladores permite determinar de forma clara y precisa los posibles efectos de un OGM, la naturaleza de su impacto, los beneficios y riesgos asociados y posibles modos de manejarlos.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición

Posibles impactos de los OGMs

Al evaluar la introducción de un cultivo transgénico al agroecosistema se hace un análisis de los posibles efectos negativos y positivos (riesgos y beneficios) de cada cultivo en particular en cada región en particular, con el criterio de “caso por caso”, dado que cada transgén y cada lugar donde se lo cultive forman un conjunto de factores único.

En términos generales, el impacto de los OGMs comercializados actualmente se pueden clasificar en dos tipos:

1. Impacto Directo: está dado por las características propias del OGM como resultado de la modificación genética introducida. Podría incluir efectos sobre la salud humana, la transferencia de genes entre especies, efectos no intencionales sobre especies no-blanco, impactos en el suelo, etc.
2. Impacto Indirecto: está relacionado con los efectos del manejo agrícola del OGM en el agroecosistema. Podría incluir efectos por cambios en el uso de agroquímicos, prácticas de manejo del suelo, impactos más amplios como el riesgo para la salud por la aplicación de agroquímicos, etc.

En las siguientes tablas se detallan algunos argumentos acerca de posibles impactos ambientales de los OGMs, y las consideraciones a la hora de evaluar los riesgos.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



| Impacto directo sobre el medio ambiente | | |
|---|--|--|
| | Posible efecto | Evaluación de riesgo |
| IMPACTO SOBRE SISTEMAS VEGETALES | Dispersión no intencionada de los cultivos GM fuera del área de cultivo que podrían competir con plantas silvestres, especialmente si portan alguna ventaja adaptativa. | Generalmente esto no sucede, dado que los cultivos agronómicos tienen menor ventaja adaptativa que las especies silvestres, y necesitan de prácticas agrícolas especiales para poder prosperar; luego de una o dos generaciones desaparecen de los campos no cultivados. |
| | Transferencia de genes a especies silvestres compatibles ("flujo horizontal de genes") que podrían "contaminar" a otros organismos. | El intercambio de genes entre plantas cultivadas no OGM y plantas silvestres en condiciones naturales es conocido. Ocurre con baja frecuencia y está restringido al área de dispersión del polen, que varía con las especies. Además, deben coexistir ambas especies en momento reproductivo, los descendientes deben ser fértiles, y debe existir una presión selectiva que le otorgue a la especie silvestre alguna ventaja adaptativa. Si no existe dicha ventaja, el "híbrido" se pierde con las generaciones. Al realizar análisis de riesgo se evalúan regiones de mayor diversidad de especies compatibles, y en el caso de dos variedades emparentadas, una OGM y otra no OGM, se establecen condiciones de aislamiento para minimizar la posible "contaminación" con polen de la otra variedad. |

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



| | | |
|--|--|---|
| | <p>Creación de malezas con ventajas adaptativas como resultado de polinización cruzada con cultivos GM. Los genes que confieren tolerancia a herbicidas en los OGMs podrían transferirse a especies silvestres vecinas. Podrían originarse "supermalezas" por el cruzamiento de un OGM tolerante a herbicida con una maleza silvestre compatible.</p> | <p>Si los "híbridos" crecen en ausencia de presión de selección (en un campo donde no recibe el herbicida), dicha ventaja no será seleccionada, y se irá perdiendo en las generaciones. Si los "híbridos" crecen en regiones de selección, se debería aplicar otro herbicida en el momento indicado para eliminarlos.</p> <p>El desarrollo de malezas resistentes a herbicidas se vincula con prácticas de manejo, y los riesgos son similares a los que aparejan los no transgénicos. Este hecho debe ser considerado y se han reportado casos de este tipo.</p> |
| | <p>Impacto sobre la diversidad genética de los cultivos. La ingeniería genética podría reducir la diversidad genética de los cultivos.</p> | <p>Una vez incorporado el transgén a unas pocas plantas, puede ser transferido desde esa variedad GM a muchas otras variedades por cruzamientos naturales. El hecho de agregar un transgén no disminuye la variabilidad ya presente. En Argentina existen diferentes variedades de soja y maíz GM, adaptadas a distintas regiones. La mayor amenaza a la biodiversidad es la conversión de áreas naturales en áreas agrícolas, aunque esto no puede atribuirse a los cultivos transgénicos.</p> |

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



| | | |
|--|--|---|
| <p>IMPACTO SOBRE OTROS ORGANISMOS (NO VEGETALES) Y SOBRE OTROS RECURSOS NATURALES</p> | <p>Efecto tóxico o antagonista sobre otros organismos. Se aplica particularmente en el caso de los cultivos Bt, resistentes a insectos, que podrían afectar a insectos beneficiosos o no dañinos para los cultivos.</p> | <p>Al evaluar el riesgo, se estudia la especificidad en la toxicidad de la proteína insecticida codificada por el transgén. Las toxinas Bt son muy específicas y causan la muerte de un tipo de insectos en particular cuando se alimentan del cultivo, mientras que son inofensivas para el hombre y para insectos benéficos como las abejas. También se realizan estudios en otros organismos que pudieran ingerir a los insectos blanco, como ser aves, mamíferos, etc. Estos efectos deben compararse con los de otros insecticidas que se aplican en cultivos no GM.</p> |
|--|--|---|

| IMPACTO INDIRECTO SOBRE EL MEDIOAMBIENTE | | |
|---|---|--|
| | Posible efecto | Evaluación de riesgos |
| <p>CAMBIOS EN EL USO DE AGROQUÍMICOS</p> | <p>Impacto negativo sobre la calidad del suelo, el agua, y la biodiversidad debido a cambios en el manejo de los pesticidas.</p> | <p>Los OGMs cultivados actualmente han mostrado efectos benéficos en este aspecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> - han sido diseñados para tolerar herbicidas no persistentes en el ambiente, de menor toxicidad y residualidad que los utilizados anteriormente. Estos herbicidas controlan un amplio rango de malezas, por lo cual se logró disminuir el uso de otros herbicidas y el número de aplicaciones, reduciendo así el uso de combustibles y el compactamiento del suelo por efecto de la maquinaria. - Los cultivos resistentes a insectos fabrican una proteína insecticida específica, por lo cual disminuye el volumen de insecticidas químicos de amplio espectro aplicados, reduciendo así el riesgo de eliminar otros organismos. |

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición

| | | |
|--|--|--|
| | <p>Resistencia de las pestes debido al uso incrementado de un solo agente de control. En el caso de los cultivos tolerantes al herbicida glifosato se habrían detectado malezas tolerantes a dicho herbicida.</p> | <p>Este mismo efecto se ha observado con cultivos obtenidos por cruzamiento tradicional. La solución es un manejo integrado de malezas, asociado a una breve aplicación de otro herbicida. Hasta la fecha no se ha documentado ningún caso de resistencia por parte del insecto blanco a la proteína expresada en plantas.</p> |
|--|--|--|

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



| | | |
|--|--|---|
| CAMBIOS EN LAS PRÁCTICAS Y MANEJOS DE ÁREAS DE CULTIVOS | Reducción en la necesidad de labranza debido a cambios en el manejo de malezas por los OGMs tolerantes a herbicidas | Se utiliza el sistema de Siembra Directa ("labranza cero"). Esto evita la erosión del suelo por la labranza, evita el paso repetitivo de la maquinaria y por ende el compactamiento del suelo y el uso de comustible; además, el rastrojo que se deja aporta nutrientes y humedad para el próximo cultivo. Esto acelera los tiempos de cosecha y siembra de otro cultivo, llevando a un aumento en la rotación de cultivos. |
| | Cambios en las prácticas de rotación | El uso de agroquímicos de menor residualidad, ha llevado a un aumento paulatino en el uso de campos con rotación de cultivos, con su consecuente beneficio para el agroecosistema. |

Evaluación de impacto ambiental: la función de la CONABIA

La primera evaluación de un OGM se refiere a su impacto sobre el ambiente. El marco regulatorio analiza caso por caso, y acompaña el desarrollo del OGM desde los ensayos en invernáculo o a campo en pequeña escala, y lo interrumpe cuando existen dudas razonables sobre los riesgos para el ambiente. Por lo tanto, ningún producto puede llegar al mercado si no ha cumplido satisfactoriamente los requisitos de seguridad.

Las decisiones de la CONABIA están basadas en criterios científicos y tomaron como modelo los utilizados por Estados Unidos y la Unión Europea. En estados Unidos, ante la ausencia de evidencia en contra, se considera al OGM como autorizable. En cambio el sistema europeo es un poco más estricto, y se basa en el principio precautorio: deben existir evidencias de su inocuidad y beneficios para el medioambiente antes de ser autorizado. Este es el principio que se aplica en la Argentina.

La autorización para la comercialización de un cultivo transgénico está a cargo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MinAgri) y se basa en los informes elaborados por sus comisiones asesoras:

1. la evaluación del riesgo para el ambiente, a cargo de la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA),

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición

2. la evaluación de la seguridad alimentarla, a cargo del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA),

3. la evaluación del impacto de la liberación comercial del OGM sobre los mercados internacionales está a cargo de la Dirección de Mercados Agroalimentarios (DiMeAgro).

La normativa argentina analiza caso por caso y está basada en las características y riesgos identificados del producto biotecnológico en función del uso propuesto. Sólo se contemplan aquellos aspectos de los procedimientos empleados para su obtención que pudieran significar un riesgo para el ambiente, la producción agropecuaria o la salud pública.

¿Qué es la CONABIA?

Es la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria. Fue creada en octubre de 1991, y depende del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MinAgri).

¿Cuál es la función de la CONABIA?

Su función es evaluar los posibles riesgos de introducir la variedad transgénica en los agroecosistemas, y autorizar su liberación para siembra a escala comercial.

¿Quiénes integran la CONABIA?

CONABIA está integrada por representantes de una diversidad de instituciones involucradas en la Biotecnología Agropecuaria de los sectores público y privado:

a) INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA (INTA), organismo descentralizado en la órbita de la SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, PESCA Y ALIMENTOS del MINISTERIO DE ECONOMIA Y PRODUCCION: DOS (2) representantes con especialización en temas relativos a vegetales y DOS (2) con especialización en temas relativos a animales y/o microorganismos.

b) CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS Y TECNICAS, organismo descentralizado en la órbita del MINISTERIO DE CIENCIA,

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición

TECNOLOGIA E INNOVACION PRODUCTIVA: DOS (2) representantes con especialización en temas relativos a vegetales y DOS (2) con especialización en temas relativos a animales y/o microorganismos.

c) INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS (INASE), organismo descentralizado en la órbita de la SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, PESCA Y ALIMENTOS del MINISTERIO DE ECONOMIA Y PRODUCCION: DOS (2) representantes de la Coordinación de Proyectos Especiales de Biotecnología y UN (1) representante del Laboratorio de Marcadores Moleculares.

d) SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD Y CALIDAD AGROALIMENTARIA (SENASA), organismo descentralizado en la órbita de la SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, PESCA Y ALIMENTOS del MINISTERIO DE ECONOMIA Y PRODUCCION: DOS (2) representantes con especialización en temas relativos a vegetales, DOS (2) representantes con especialización en temas relativos a microorganismos y DOS (2) representantes con especialización en temas relativos a animales.

e) SECRETARIA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE organismo dependiente de la JEFATURA DE GABINETE DE MINISTROS: DOS (2) representantes.

f) SECRETARIA DE POLITICAS, REGULACION Y RELACIONES SANITARIAS del MINISTERIO DE SALUD: DOS (2) representantes.

g) UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES: DOS (2) representantes de la FACULTAD DE AGRONOMIA y DOS (2) representantes de la FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES.

h) UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA: DOS (2) representantes de la FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES y DOS (2) representantes de la FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS.

i) UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO: DOS (2) representantes con especialización en temas relativos a la biotecnología.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición

- j) UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE: DOS (2) representantes con especialización en temas relativos a la biotecnología.

- k) FORO ARGENTINO DE BIOTECNOLOGIA (FAB): DOS (2) representantes.

- l) COMITE DE BIOTECNOLOGIA de la ASOCIACION SEMILLEROS ARGENTINOS (ASA): DOS (2) representantes.

- m) ASOCIACION ARGENTINA DE ECOLOGIA (AsAE): DOS (2) representantes.

- n) CAMARA DE SANIDAD AGROPECUARIA Y FERTILIZANTES (CASAFE): DOS (2) representantes.

- ñ) CAMARA ARGENTINA DE LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS VETERINARIOS (CAPROVE): DOS (2) representantes.

- o) INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO PESQUERO (INIDEP), organismo descentralizado en la órbita de la SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, PESCA Y ALIMENTOS del MINISTERIO DE ECONOMIA Y PRODUCCION: DOS (2) representantes.

- p) SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERIA, PESCA Y ALIMENTOS: el Coordinador General de la OFICINA DE BIOTECNOLOGIA quien ejercerá funciones de Secretario Ejecutivo de la CONABIA y el Coordinador Técnico de Bioseguridad.

Fuente: <http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/145000-149999/146801/norma.htm>

Criterios de CONABIA para la aprobación de un OGM

Las decisiones de la CONABIA para la aprobación de un OGM están basadas en criterios científicos. En Argentina se aplica el principio precautorio según el cual deben existir evidencias de inocuidad y beneficios para el medioambiente antes de ser autorizado, y las medidas tomadas para reducir el riesgo deben guardar relación con el nivel de riesgo potencial.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



En tal sentido, los factores que determinan la seguridad de una liberación al medio son:

- Características del organismo:
 - posibilidades de entrecruzamiento
 - capacidad de transformarse en maleza
 - identificación de la especie donante del gen, y del producto genético y la vía metabólica afectada
 - antecedentes sobre transferencia de genes a la misma u otras especies
- Características del sitio y del ambiente que lo rodea:
 - descripción del sitio y ubicación exacta en un plano
 - detalle y tamaño de las parcelas
 - cantidad de semillas a emplear
- Empleo de condiciones experimentales adecuadas:
 - objetivo de la liberación
 - medidas de aislamiento
 - técnicas para detectar la transferencia de genes desde el OGM al ambiente
 - descripción de la disposición final del material y del destino propuesto (tratamiento de la tierra, monitoreo pos cosecha, uso futuro del terreno, controles posteriores, duración de los controles y destino de la cosecha).

¿En qué casos se debe solicitar permiso a CONABIA?

Se deben solicitar permisos a CONABIA en los siguientes casos:

- Realización de una prueba de laboratorio-invernadero.
- Realización de prueba a campo. Si la primera etapa de pequeña envergedura y en condiciones de aislamiento es aprobada favorablemente, el evento se considera "flexibilizado" para realizar ensayos a campo de mayor envergedura.
- Multiplicación precomercial del material. Este permiso se solicita si las pruebas a campo fueron positivamente evaluadas y el SENASA aprobó su utilización para alimentación humana y/o animal, y el cultivo se aprobó para su comercialización.

Una vez evaluada la solicitud, la CONABIA se expedirá respecto de la conveniencia de autorizar o no la liberación del OGM y lo elevará para su autorización a las autoridades correspondientes del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Finalizado el período autorizado, el solicitante deberá presentar ante la CONABIA un informe final.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición

Consideraciones metodológicas

Este no es un tema sencillo y requiere abordar la cuestión desde distintos puntos de vista y considerando numerosas variables.

Uno de los conceptos interesantes para trabajar con los alumnos es el hecho de que no existe el riesgo cero. Es decir que toda tecnología, las convencionales y las más modernas, implican cierto riesgo que debe ser evaluado.

En el caso particular de los OGM, el hecho de ser una tecnología más novedosa que involucra técnicas de ingeniería genética agrega un componente de incertidumbre que puede llevar a una percepción errada de mayor riesgo que el real. Por esto, es importante trabajar con los alumnos los aspectos que se tienen en cuenta a la hora de evaluar un OGM, y la organización y función de la CONABIA.

A su vez, es importante analizar el concepto de agroecosistema y de agricultura tradicional, y sus efectos en el ambiente, y dejar en claro que la biotecnología moderna no reemplaza la agricultura tradicional ni puede revertir de forma generalizada sus efectos negativos, pero aporta soluciones puntuales a problemas particulares.

Respecto del término “impacto ambiental”, habitualmente se lo asocia con los efectos indeseables que ocasionan las actividades humanas en el ambiente. Sin embargo, el impacto ambiental no solo hace referencia a las alteraciones que afectan de manera negativa al funcionamiento del ecosistema o de alguno de sus componentes, sino también a las consecuencias favorables derivadas de una acción humana. Entonces, se puede definir el impacto ambiental como cualquier alteración, positiva o negativa, de las propiedades físicas, químicas o biológicas del ambiente, causada por la actividad humana que, directa o indirectamente, pueda afectar el aire, el agua, el suelo, el clima, el paisaje y los seres vivos, entre ellos el hombre, sus condiciones de vida y sus propiedades culturales. En este sentido, la biotecnología moderna y los OGM pueden aportar beneficios a los consumidores y a los productores.

Respecto de los posibles impactos negativos sobre el ambiente y otros seres vivos, es importante analizar con los alumnos cada caso en particular, comprender cuál es el posible riesgo asociado, comparar con los efectos que en el mismo aspecto representa la agricultura tradicional y analizar las evaluaciones que se hacen para la aprobación de los transgénicos. Este aspecto es importante para aclarar “mitos y verdades” en torno de los transgénicos a partir de fundamentos científicos.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición

Al trabajar el concepto de *ecosistema*, un aspecto fundamental a tener presente es que un ecosistema no es simplemente la suma del espacio físico y de los seres vivos que lo habitan (incluida la materia orgánica en descomposición), sino que incluye también las relaciones que se establecen entre ellos, y que no se “ven”. Es decir, es posible ver a un animal comiéndose a otro, pero no se ve la *relación presa-predador*. Se puede ver una vaca comiendo pasto, pero eso no significa que se vea a un *productor* y a un *consumidor*, ya que estos términos hacen referencia a la relación entre ellos. Y, el lago que uno ve no “es” en sí mismo el ecosistema. Otro punto interesante es que un ecosistema no tiene un límite definido, sino que constituye un objeto de estudio y como tal sus límites son establecidos según el interés de quien lo estudia. Por lo tanto, se puede establecer que una pecera, un lago o la Tierra entera es un ecosistema. A partir de estos estudios se construyen modelos explicativos para interpretar esta parte de la realidad de la naturaleza.

Es importante comenzar a introducir los conceptos de biodiversidad, extinción y preservación, fundamentalmente como una forma de comenzar a generar conciencia acerca del problema de la pérdida de biodiversidad, del rol que desempeñan los seres humanos en este fenómeno y en la búsqueda de soluciones. Pero, es fundamental interpretar la biodiversidad como un hecho del cual la especie humana forma parte y, como tal, se ve afectada al igual que el resto de los organismos por los desequilibrios en el ambiente.

ACTIVIDADES

OBJETIVOS:

1. Revisar los conceptos explicados en el texto.
2. Relacionar los conceptos trabajados en el texto con otros contenidos de la currícula, particularmente el concepto de ecosistema, su estructura y dinámica.
3. Aplicar los conceptos estudiados a casos concretos.

DESTINATARIOS:

Las actividades están destinadas a alumnos entre 11 y 17 años aproximadamente, según la profundidad con que sean abordados los temas, y su relación con otros temas que se trabajan en el aula.

Se puede vincular el Cuaderno con temas como el ecosistema, sus componentes y funciones, diferentes tipos de ecosistemas, y las actividades humanas y su

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



impacto ambiental. Se analiza la agricultura como actividad humana, ya sea la agricultura tradicional así como las transformaciones que introduce la biotecnología moderna, los riesgos y beneficios asociados, y la evaluación y control de las nuevas variedades.

ACTIVIDAD 1. Comprensión de texto

1. ¿A qué se denomina “impacto ambiental”? [Nota para el docente](#): tener en cuenta lo referente a impacto ambiental mencionado en la sugerencias metodológicas acerca de los efectos positivos y negativos que pueden tener las actividades humanas sobre el ambiente.
2. ¿Por qué se podría considerar a la agricultura una actividad “poco natural”?
3. Mencionar las diferentes etapas en la actividad agrícola desde sus comienzos hasta la aplicación de técnicas de ingeniería genética en el mejoramiento de cultivos.
4. ¿Por qué no se considera al agroecosistema como un ecosistema natural?
5. Explicar por qué al evaluar los posibles impactos de los cultivos OGM no se debería comparar con un ecosistema natural, sino con el impacto sobre un agroecosistema.
6. Indicar qué es CONABIA y cuál es su función.
7. Respecto de la evaluación y regulación de OGMs, indicar con cuál sistema regulatorio, de Estados Unidos o de Europa, se identifican las siguientes frases y cuál es su significado:
 - I) “inocente hasta que se compruebe lo contrario”,
 - II) “culpable hasta que exista evidencia de su inocencia”

[Respuesta](#): la primera corresponde a EEUU porque aprueba la liberación de un cultivo ante la ausencia de evidencias negativas. Es decir, está aprobado a menos que existan pruebas que demuestren alto riesgo para el agroecosistema. La segunda se asocia con la Unión Europea: no se aprueba ningún cultivo hasta que no haya pruebas de su inocuidad para el agroecosistema.

ACTIVIDAD 2. Ecosistemas y Biodiversidad

[Nota para el docente](#): Esta actividad se aplica particularmente a los alumnos entre 10 y 13 años y hace referencia a la comprensión del concepto de ecosistema. La actividad se divide en tres partes que integran diferentes contenidos que se trabajan en clase a lo largo del año. Por lo tanto, se puede plantear gradualmente a lo largo del año, o presentar como un trabajo práctico

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



que los alumnos deberán ir desarrollando a medida que avancen en el tratamiento de los contenidos.

1. Analizar y resolver las consignas:

- Definir qué es un ecosistema
- Mencionar diferentes tipos de ecosistemas (*naturales, seminaturales y modificados*) y sus principales características.
- Diferenciar entre Ecosistema natural y Agroecosistema.
- Construir un cuadro comparativo, como el que figura a continuación, para establecer una comparación entre un ecosistema natural y uno urbano.

| Ecosistema natural | Sistema urbano |
|---|--|
| Impulsado por energía solar | Impulsado por combustibles, energía hidroeléctrica, energía nuclear |
| Abundan los productores | Los productores son escasos, abundan los consumidores: los seres humanos y sus animales domésticos |
| Usan recursos disponibles en el lugar, no los importan | Importan su energía en forma de alimentos de otras regiones donde se producen |
| Diversidad de especies; con variadas relaciones entre ellos y con el suelo | Empobrecimiento en especies; se reduce el número de relaciones entre ellos y, especialmente, con el suelo |
| Descomponen la totalidad de sus desechos: restos de hojas, organismos muertos, etc. | Producen residuos que, por su cantidad o calidad no pueden ser descompuestos en el lugar; son exportados y acumulados en otras regiones. |

2. Actividad grupal de investigación:

Estudiar las especies que habitan diferentes regiones de la Argentina, e interpretar las relaciones tróficas que se establecen entre ellos:

- se divide la clase en grupos y se le asigna, a cada uno, una zona diferente del país, por ejemplo:
 - la selva misionera,
 - un bosque patagónico,
 - un río mesopotámico,
 - la llanura pampeana,
 - la zona desértica andino-puneña
 - la región antártica.
- Cada grupo deberá buscar cuáles son las especies propias de la región, diseñar una red trófica y señalar en ella cuáles son las especies productoras, las especies consumidoras (de primero, segundo y tercer orden) y los descomponedores.
- Se sugiere averiguar también cuáles son los principales cultivos de la zona, y, si fuera posible, investigar si existen cultivos transgénicos (soja, maíz o algodón).

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



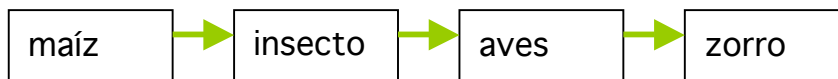
4. Cada grupo deberá averiguar cuáles son las características físicas propias de la zona, la abundancia de agua, de luz, las características del suelo, las temperaturas, etc. y cómo influyen sobre la cantidad y tipo de especies que allí habitan.
5. Cada grupo puede ilustrar sobre una cartulina la red trófica y exponerla al resto de la clase acompañada del resto de la información que obtuvo durante el trabajo de investigación.

3. Introducción de maíz Bt a la cadena alimentaria

Todo ecosistema tiene una dinámica particular, dada por las relaciones que se establecen entre las especies que lo habitan y las condiciones del ambiente. Entre las relaciones que se establecen se hallan las relaciones tróficas que se representan mediante redes o cadenas alimentarias. Esta actividad se propone analizar a partir de una cadena alimentaria simple, cuáles podrían ser los efectos de la introducción de maíz Bt (fabrica una proteína insecticida específica para una clase de insectos).

Nota para el docente: es importante tener en claro que es difícil predecir el comportamiento en una comunidad a partir de un cambio en uno de sus componentes. Este ejercicio es solo una forma simplificada de presentar un caso hipotético con el único fin de clarificar conceptos estudiados en el Cuaderno. Otro aspecto a tener en cuenta es que en este caso se considera una cadena trófica, lo que no es habitual en un ecosistema en el cual las relaciones tróficas son bastante más complejas y se establecen a modo de redes donde existen diferentes productores para diferentes consumidores. Esto significa que la eliminación de una especie no llevaría a la extinción de sus predadores ya que habitualmente tienen una dieta variada que no se basa solo en una especie particular.

A continuación se presenta una cadena alimentaria:



- a. Indicar qué representan las flechas.
- b. Indicar cuál cumpliría la función de productor, de consumidor primario, consumidor secundario y consumidor terciario.
- c. ¿Dónde se incluirían en esta cadena los descomponedores?
- d. Suponiendo que el maíz en la cadena alimentaria es Bt, ¿Cómo afectaría a los insectos que se alimentan de él? **Respuesta: sólo los insectos diana verán disminuida su población, los demás no porque no son sensibles a la proteína**

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición

- Bt. En cambio si se usara maíz convencional y se aplicara insecticida químico general, todos los organismos se verían afectados.)
- e. ¿Qué podría sucederle a las aves que se alimentan de los insectos?
Respuesta: solo aquellas aves que se alimentan de los insectos específicos contra los que actúa la proteína Bt podrían ver afectada su dieta. Debido a que la proteína insecticida Bt que fabrican las plantas de maíz es específica y el cultivo de maíz Bt reduce la aplicación de otros insecticidas de amplio espectro, el resto de los insectos y de sus predadores no deberían sufrir los efectos del insecticida Bt.
- f. ¿Qué efecto tendrían los cultivos Bt sobre los consumidores secundarios o terciarios? Respuesta: al igual que lo explicado en la respuesta anterior, no deberían verse afectados. Si se compara con agroecosistemas de cultivos tradicionales, se podría interpretar que el cultivo OGM reduce la aplicación de insecticidas de amplio espectro, lo cual favorece en general al ambiente, ya sea a otros seres vivos como a las aguas y tierras que se verían menos contaminadas por los pesticidas.

ACTIVIDAD 3. Análisis de caso argentino.

Esta actividad está destinada a alumnos de Polimodal ya que introduce conceptos más complejos, y el análisis de gráficos y tablas representativos publicados en *"The impact of the Introduction of Transgenic Crops in Argentinean Agriculture"* (ver cita en Material bibliográfico recomendado).

Nota para el docente: es importante analizar el gráfico en detalle, interpretar lo graficado, y diferenciar lo que muestra el gráfico de lo que es posible interpretar a partir de los conocimientos adquiridos. Tener en cuenta que en este caso, en un mismo gráfico se representan tres series de datos diferentes, con diferentes ejes de valores y con diferentes formas de representación (histograma y curvas), lo que muestra una variación diferente (discontinua y continua, respectivamente).

Título del gráfico: **Evolución de Siembra directa y de la composición de los herbicidas en la agricultura Argentina.**

Referencias del gráfico:

Sales = ventas

Area under no-till (thousand ha) = área bajo siembra directa (miles de hectáreas)

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



Year = año

Atrazina: herbicida de alta residualidad más comúnmente utilizado antes de la soja RR (resistente a glifosato).

Preguntas:

i) ¿Qué representan las barras? **Rta.** Cada barra representa el área en la cual se aplica la siembra directa en un año determinado.

ii) ¿Qué representa cada una de las curvas? **Rta.** Cada curva representa la variación en las ventas de herbicidas (glifosato en azul, atrazina en rojo) a lo largo del período 1990-2000.

iii) ¿Cómo varía la curva que representa la atrazina a partir de 1996? ¿Qué significa? ¿A qué se podría atribuir este cambio? **Rta.:** se nota que las ventas de atrazina disminuyen y se mantienen en valores bajos. Esto podría deberse a que en ese año se comenzó a sembrar la soja RR tolerante a glifosato, por lo tanto se redujo el empleo de otros herbicidas.

iv) ¿Cómo varía la curva de glifosato a partir de 1996? ¿A qué se podría atribuir dicho cambio? **Rta.:** la curva se eleva rápidamente. Esto representa un aumento pronunciado en las ventas de glifosato. En ese año se comenzó a sembrar la soja RR tolerante a glifosato, por lo tanto aumentó el empleo de este herbicida.

v) ¿Cómo varía el área sembrada bajo Siembra Directa a partir de 1996? ¿Cómo lo explicarían? **Rta.:** se nota un aumento en el empleo de la técnica de siembra directa. Como la soja RR facilita el control de malezas, favoreció el uso del sistema de Siembra Directa que requiere menos laboreo de la tierra.

vi) Qué correlación/es podría establecer a partir de este gráfico entre la variación en el empleo de herbicidas y la liberación al ambiente de la soja transgénica? **Rta:** a partir de 1996, que se comenzó a cultivar soja RR se sustituyó el uso de atrazina por glifosato, y se aplicó siembra directa.

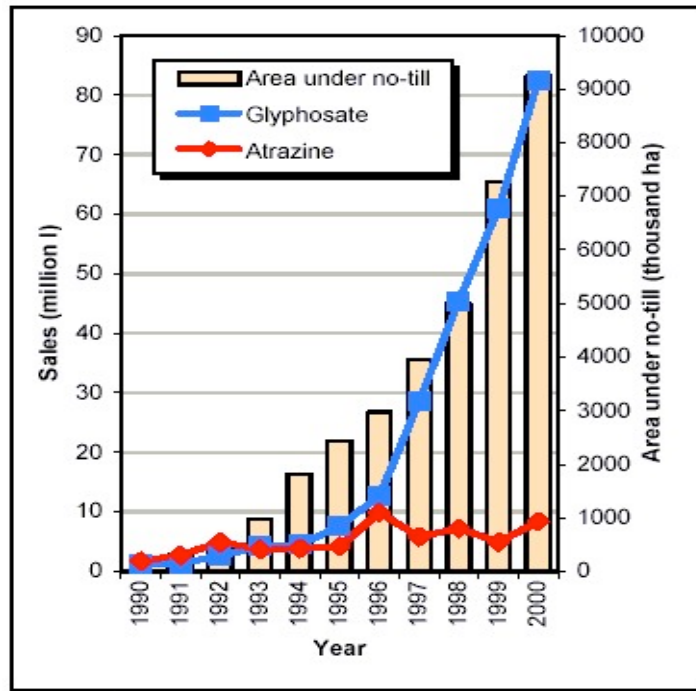


Tabla: Variación en la utilización de herbicidas en soja convencional y transgénica (RR).

| Soja | Soja RR | Porcentaje de cambio |
|------|---------|----------------------|
|------|---------|----------------------|

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



| | convencional | | |
|------------------------------|--------------|------|-------|
| Número de aplicaciones | 1,97 | 2,30 | 16,8 |
| Cantidad de herbicida (l/ha) | 2,68 | 5,57 | 107,8 |
| Toxicidad clase II | 0,42 | 0,07 | -83,3 |
| Toxicidad clase III | 0,68 | 0,00 | -100 |
| Toxicidad clase IV | 1,58 | 5,50 | 248,1 |

Nota: la clase II es la más tóxica y la IV la menos tóxica. En la clase IV se incluye el glifosato.

La adopción de la soja RR en Argentina llevó a una reducción del 83% en el uso de herbicidas de toxicidad II, y una reducción del 100% en el uso de herbicidas clase III. El glifosato se incluye en la categoría de toxicidad clase IV, que son los más benignos.

Preguntas para el análisis de la tabla:

- ¿Qué se puede concluir acerca del número de aplicaciones de herbicidas en cultivos de soja convencional en comparación con la RR?
- ¿Cómo varía la proporción de cada tipo de herbicida aplicado? Rta: Los clase II y III disminuyen en un 83 y 100%, respectivamente, mientras que el clase IV (principalmente glifosato) aumentó un 248%
- ¿Consideran que el cambio en el uso de herbicidas es positivo o negativo desde el punto de vista de su impacto ambiental? Justifiquen su respuesta. Rta: la disminución en el uso de herbicidas de clase II y III y su reemplazo por los del tipo IV tiene un efecto positivo, pues disminuye la toxicidad de los agroquímicos en el medioambiente.

Nota para el docente: existen otros factores que determinaron un aumento en el uso de glifosato y que hicieron de la soja RR el cultivo mayoritario en el país, que requieren de un análisis más complejo. Entre ellos, factores económicos, comerciales, prácticas agrícolas (siembra directa).

ACTIVIDAD 4. Análisis de riesgo-beneficio.

A continuación se mencionan casos y datos estadísticos reales e hipotéticos referidos a la evaluación de OGMs, y sus posibles riesgos y beneficios para el ambiente.

El objetivo es:

1. identificar si se trata de un beneficio y/o de un riesgo para el ambiente,
2. si es un riesgo determinar de qué tipo de riesgo se trata (acorde a la clasificación dada en este Cuaderno):

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



Se sugiere trabajar en grupo. A cada grupo se le entregan las diferentes situaciones para analizar. Una vez concluido se realiza una puesta en común para discutir los resultados.

| | CASO | RIESGO O BENEFICIO | TIPO DE RIESGO |
|---|--|--------------------|----------------|
| 1 | Sorgo GM tolerante a herbicidas se cultiva en cercanías de una especie de malezas del mismo género que el sorgo cultivado. | | |
| 2 | En Argentina, sobre un total de 140 millones de litros de herbicida que se aplican, 100 millones corresponden a glifosato. | | |
| 3 | En Argentina existen especies de girasol emparentadas del mismo género que pueden cruzarse con las variedades cultivadas. | | |
| 4 | Entre 1995 y 1998 en EEUU en los campos de algodón Bt se ha aplicado entre un 12 y un 50% menos de insecticida por hectárea. | | |
| 5 | Las variedades de maíz y algodón Bt han producido en EEUU entre un 9 y un 15% de aumento en el rendimiento. | | |
| 6 | La existencia de soja tolerante a herbicidas facilitó el control de malezas, especialmente favoreciendo la aplicación del sistema de Siembra Directo. | | |
| 7 | El uso de variedades de soja tolerante a glifosato en asociación con Siembra Directa ha permitido el cultivo rotativo de trigo-soja en Argentina y EEUU. | | |

Respuestas:

1. Es un riesgo de tipo Directo sobre sistemas Vegetales. Caso: Creación de Malezas con ventajas adaptativas como resultado de polinización cruzada con cultivos GM.

2. Efecto beneficioso (menor toxicidad) y negativo (por exceso de un mismo agente selectivo). Es un Impacto indirecto: cambios en el uso de agroquímicos.

3. Riesgo de tipo Directo sobre sistemas Vegetales. Caso de posible flujo horizontal, de hecho, a pesar de las solicitudes de las compañías semilleros que han desarrollado variedades de Girasol GM, la CONABIA no lo ha autorizado su liberación.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición

4. Beneficio.

6. Beneficio.

6. Beneficio indirecto asociado al cambio de prácticas agrícolas.

7. Beneficio indirecto. Cambios en las prácticas de rotación.

ACTIVIDAD 5. Un cultivo no autorizado

Esta actividad se aplica preferentemente a alumnos de Polimodal debido a la terminología que se emplea, que puede resultar compleja para niveles inferiores. El objetivo es analizar un caso concreto y real de un dictamen emitido por la CONABIA y la correspondiente Resolución de la SAGPyA (actual Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca), respecto de una solicitud de ensayo de un cultivo OGM.

Se aportan los datos correspondientes y luego se plantean preguntas para el análisis y comprensión del caso.

Resolución N° 228 de la SAGPyA, en base al dictamen de la CONABIA:

“Mediante la Resolución N° 228 del 11 de Abril de 1997 el Secretario de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación resuelve no otorgar el permiso para la realización del Ensayo de Liberación al Medio de Canola Genéticamente Modificada correspondiente al evento¹ de transformación GT73 (tolerancia a glifosato).”

Dictamen de la CONABIA:

¹ Según la CONABIA, el término “evento” se refiere a la construcción de ADN insertada (incluye a los genes de interés, los elementos que controlan su expresión, los genes marcadores de selección y otras secuencias de ADN) o el vector (por ej. plásmido) que la contiene. Por ejemplo, el evento de transformación 40-3-2 aporta a la soja tolerancia al herbicida glifosato.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición

Solicitud de ensayo a campo de canola tolerante al herbicida glifosato (Agosto de 1996)

Evento de transformación: GT73.

Propósito de la liberación: Producción de semilla a ser reexportada a Canadá.

Consideraciones de la CONABIA relativas al posible impacto ecológico del cultivo comercial de canola (*Brassica napus* L.) modificada mediante ingeniería genética

· Importancia del flujo de genes y semillas con la flora espontánea

En vastas áreas del territorio de la República Argentina existen varias crucíferas espontáneas emparentadas con la canola. Estas poblaciones corresponden a los géneros *Brassica*, *Diplotaxis*, *Hirschfeldia*, *Raphanus* y *Sinapsis*, y en su mayoría invaden lugares disturbados en paisajes agrícolas, agrícola-ganaderos, urbanos y peri-urbanos.

La magnitud del potencial para la hibridación e introgresión entre estas poblaciones ha sido evaluada experimentalmente, y si bien se lo considera como existente, se lo evalúa de muy escasa magnitud.

En nuestra opinión y sobre la base del estado actual del conocimiento acerca de la evolución y el problema de las invasiones, el potencial registrado es suficiente como para afirmar que el flujo génico se va a producir y que el resultado del mismo, tomando en cuenta el impacto sobre el ecosistema, es impredecible. También es posible afirmar que, como sucede con las poblaciones de colza (*Brassica napus* L.) ya cultivadas en la Argentina, algún porcentaje de las semillas de la canola modificada a través de la ingeniería genética, se incorporarán al banco de semillas que provee el inóculo para la flora espontánea.

· Impacto sobre la biodiversidad y las propiedades del ecosistema

No existe ninguna razón a priori para considerar que la canola modificada para ser resistente a herbicidas o cualquier aumento poblacional de las crucíferas genere un impacto sobre las propiedades actuales del ecosistema o se prevea un efecto negativo en la flora y la fauna de la región. El mayor riesgo predecible es agrícola y está relacionado con el cultivo de canola como actividad de la región. En los cultivos de canola, los procesos de flujo génico y de semillas generarán una rápida evolución de las malezas crucíferas hacia poblaciones con mayor tolerancia a los herbicidas que se usarán para controlarlas. El resultado final de estos procesos se manifestará en niveles de competencia generados por las malezas crucíferas y de contaminación de las semillas del cultivo con semillas de estas malezas que reducirán significativamente la duración de esta tecnología en el mercado.

En este contexto se debería pensar si realmente es conveniente ingresar al sistema productivo argentino una especie genéticamente modificada de la familia de las crucíferas, que por ello, presenta en nuestra región agrícola un mayor riesgo de generar problemas de más difícil solución que otras especies como girasol, soja o maíz.

Preguntas para el análisis del caso:

a. ¿Qué tipo de solicitud es la que se realizó a la CONABIA?

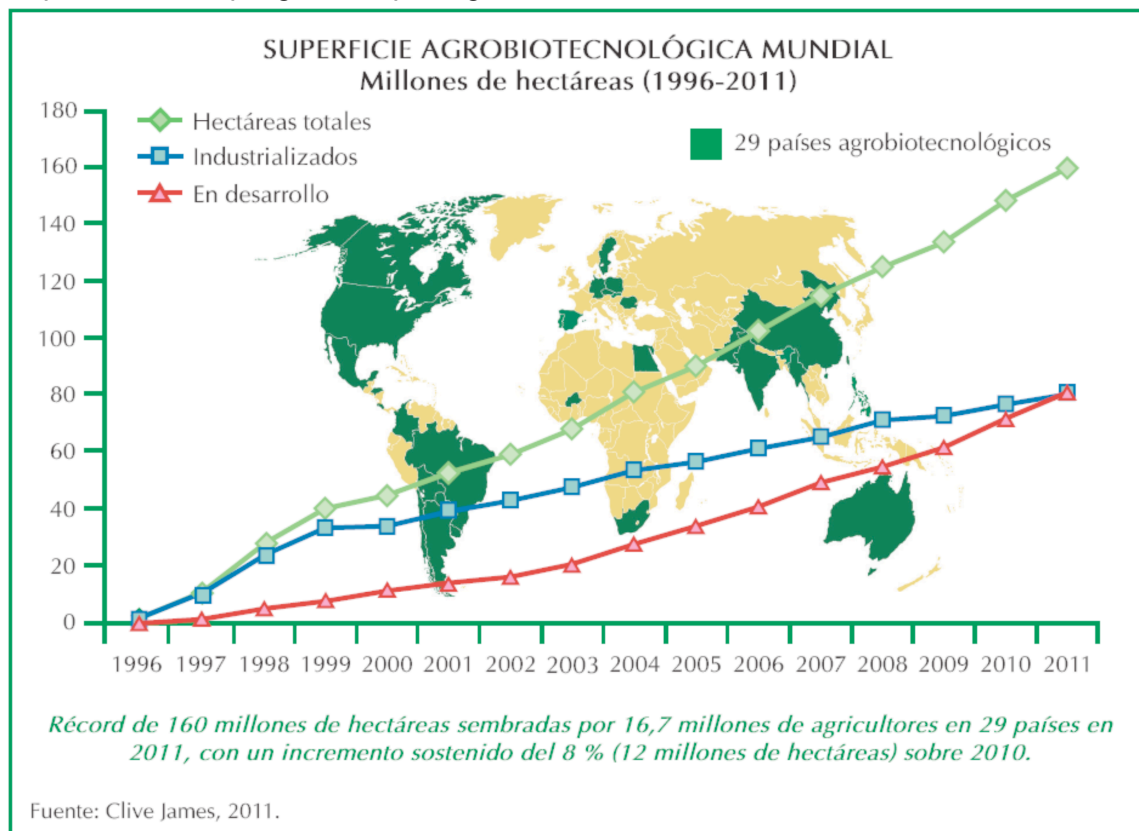
"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



- b. ¿Cuál es el cultivo en cuestión?
- c. ¿Qué tipo de transformación tiene en sus características?
- d. ¿Qué evalúa la CONABIA?
- e. ¿Cuáles son los riesgos que analizó la CONABIA según se expresa en este dictamen?
- f. ¿Cuáles son los argumentos que esgrime la CONABIA para cuestionar la conveniencia de ingresar al sistema productivo argentino esta especie modificada genéticamente? ¿Cuál sería el principal riesgo de introducir este OGM al ambiente?

ACTIVIDAD 6. Los OGM que se cultivan en el mundo

A continuación se presenta un gráfico que representa la variación en el área de cultivos transgénicos en el mundo entre 1996 y 2011. Observen el gráfico y respondan a las preguntas que siguen.



Fuente: ISAAA, 11.

La versión actualizada del gráfico se publica anualmente en el sitio www.argenbio.org, en la sección "Biblioteca"

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



Preguntas para el análisis del gráfico:

1. ¿Qué representa la curva verde?
2. ¿Qué representa la curva azul?
3. ¿Qué representa la curva roja?
4. ¿Qué relación se puede establecer entre la curva verde y las otras dos curvas?
5. Los países pintados de verde son aquellos que cultivan y comercializan OGMs. Identificar qué países son y cuáles de ellos se consideran desarrollados y cuáles en vías de desarrollo.
6. Como fuente de información se cita a Clive James. Se sugiere investigar quién es y en qué organismo se desempeña. (Respuesta: Clive James, presidente y fundador del ISAAA, Servicio Internacional para la Adquisición de las Aplicaciones Agrobiotecnológicas, una organización sin fines de lucro, vivió y trabajó en los últimos 25 años en países en desarrollo de Asia, Latinoamérica y África, dedicando sus esfuerzos a los temas de investigación y desarrollo agrícola. Su foco es la agrobiotecnología y la seguridad alimentaria en el mundo. www.isaaa.org)
7. A continuación, se presenta en un cuadro cuáles son los cultivos transgénicos que siembra cada uno de los países destacados en el mapa, y en qué porcentaje. Se sugiere analizar esta información con los alumnos y realizar las siguientes actividades:
 - 1- Representar esta información en un gráfico. Nota para el docente: se sugiere analizar cuál es el tipo de gráfico más pertinente (de tortas, de barra u otro) según los datos a representar.
 - 2- Seleccionar uno de esos países y resolver:
 - a. Investigar qué cultivos (no OGM) son característicos de esa zona.
 - b. Revisar qué OGM se cultiva en ese país y responder las siguientes preguntas:
 - i. ¿Qué características tiene el OGM cultivado (por ejemplo, resistencia a un herbicida u otro)?
 - ii. ¿Qué beneficios aporta la característica introducida en el cultivo OGM en relación con el medio donde se cultiva?
 - iii. Investigar qué organismo regulador controla el impacto ambiental del OGM en el país seleccionado.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



Superficie agrobiotecnológica mundial en 2011: desglose por países (M ha)**

| No. | País | Área con OGM (M ha)** | OGM |
|-----|---------------|--------------------------|--|
| 1 | EE.UU.* | 69,0 | Maíz, soja, algodón, canola, remolacha azucarera, alfalfa, papaya y calabaza |
| 2 | Brasil* | 30,3 | Soja, maíz y algodón |
| 3 | Argentina* | 23,7 | Soja, maíz y algodón |
| 4 | India* | 10,6 | Algodón |
| 5 | Canadá* | 10,4 | Cánola, maíz, soja y remolacha azucarera |
| 6 | China* | 3,9 | Algodón, papaya, álamo, tomate y pimiento morrón |
| 7 | Paraguay* | 2,8 | Soja |
| 8 | Pakistán* | 2,6 | Algodón |
| 9 | Sudáfrica* | 2,3 | Maíz, soja y algodón |
| 10 | Uruguay* | 1,3 | Soja y maíz |
| 11 | Bolivia* | 0,9 | Soja |
| 12 | Australia* | 0,7 | Algodón y canola |
| 13 | Filipinas* | 0,6 | Maíz |
| 14 | Myanmar* | 0,3 | Algodón |
| 15 | Burkina Faso* | 0,3 | Algodón |
| 16 | México* | 0,2 | Algodón y soja |
| 17 | España* | 0,1 | Maíz |
| 18 | Colombia | < 0,1 | Algodón |
| 19 | Chile | < 0,1 | Maíz, soja y canola |
| 20 | Honduras | < 0,1 | Maíz |
| 21 | Portugal | < 0,1 | Maíz |
| 22 | Rep. Checa | < 0,1 | Maíz |
| 23 | Polonia | < 0,1 | Maíz |
| 24 | Egipto | < 0,1 | Maíz |
| 25 | Eslovaquia | < 0,1 | Maíz |
| 26 | Rumanía | < 0,1 | Maíz |
| 27 | Suecia | < 0,1 | Papa |
| 28 | Costa Rica | < 0,1 | Algodón y soja |
| 29 | Alemania | < 0,1 | Papa |

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



* 17 países superproductores de OGM, con un mínimo de 50.000 hectáreas

** Cifras redondeadas en centenares de miles

Fuente: ISAAA Brief 43, Clive James, en www.isaaa.org. La versión actualizada de la tabla puede consultarse también en www.argenbio.org, en su sección "Bibliografía".

Material de consulta

1. www.argenbio.org, sección Biblioteca (<http://www.argenbio.org/index.php?action=biblioteca&opt=8>) Biotecnología y Mejoramiento Vegetal II. Gabriela Levitus, Viviana Echenique, Clara Rubinstein, Esteban Hopp, Luis Mroginski. Ediciones INTA – Argenbio. 2010
2. www.argenbio.org, sección Biblioteca: Eduardo Trigo (2011). Quince años de cultivos transgénicos en Argentina (http://www.argenbio.org/adc/uploads/15_anos_Estudio_de_cultivos_GM_en_Argentina.pdf)
3. <http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/43/executivesummary/default.asp>
Global Status of Commercialized transgenic crops. (2011) C James. ISAAA (*International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications*) www.isaaa.org. Organismo internacional dedicado a difundir los avances en el área de la Agrobiotecnología. Cuenta con una completa base de datos y estadísticas del estado actual de los OGMs en el mundo. El mismo documento se encuentra en español en <http://www.argenbio.com/h/inicio/isaa.php>.
4. www.fao.org *Genetically Modified Organisms, consumers, food safety and the environment.* FAO Ethics Series 2, Rome, 2001. La FAO es la Organización para la Alimentación y la Agricultura de las Naciones Unidas. Incluye documentos y guías acerca de bioseguridad de OGMs.
5. CONABIA Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria http://64.76.123.202/site/agregado_de_valor/biotecnologia/20-CONABIA/index.php Incluye links a resoluciones pasadas, un resumen del sistema regulatorio, y también los formularios para presentaciones, como para hacerse una idea de los requisitos de CONABIA.
6. Ministerio de Agricultura, Ganadería, y Pesca (MinAgri): www.minagri.gob.ar Incluye información económica sobre los distintos cultivos y sus aplicaciones, entre otros datos.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.



El Cuaderno de PorquéBiotecnología

Edición

7. Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología: ArgenBio www.argenbio.org
8. <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001196/119663s.pdf> La biodiversidad, fuente de toda vida. El correo de la UNESCO. Mayo 2000
9. <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001146/114699s.pdf#114702> Suelos al borde del agotamiento. El correo de la UNESCO. Enero 1999 (pág. 10)
10. Ecología: el vínculo entre las ciencias naturales y las sociales. Eugene P. Odum. CECSA. México 1997.

"El Cuaderno de PorquéBiotecnología" es una herramienta didáctica creada y desarrollada por el equipo pedagógico del Programa Educativo PorquéBiotecnología. Su reproducción está autorizada bajo la condición de que se aclare la autoría y propiedad de este recurso pedagógico por parte del Programa Educativo PorquéBiotecnología.