

Valoración ambiental preliminar del riesgo-beneficio de la liberación de una semilla de arroz genéticamente modificada

Fecha de recepción: 03/02/2009

Fecha de aceptación: 20/06/2009

Sergio Bermúdez Muñoz¹

Miguel Víquez Camacho²

Palabras clave

Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), Organismos Genéticamente Modificados (OGM), Valoración de Impacto, RIAM.

Key words

Environmental Impact Assessment (EIA), Genetically Modified Organism (GMO), Impact Assessment, RIAM.

Resumen

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es una herramienta de gestión que permite, de forma holística, determinar las potenciales alteraciones que una actividad puede tener sobre el ambiente, pues considera los impactos positivos y negativos que podrían presentarse.

La aplicación de esta herramienta cuando se libera un OGM, con la ayuda de información de campo y secundaria, se convierte en un esfuerzo pionero, pues

permite a quienes toman decisiones y a la opinión pública analizar los pro y contra que la actividad podría tener.

Mediante el empleo de un software para valorar impactos como RIAM, se logra una visión integral del riesgo y el beneficio gracias a la información obtenida, y se elabora un pronóstico de lo que podría ocurrir a partir de los supuestos planteados.

Aunque el flujo de genes (-B) es un riesgo, también se observan beneficios como la recuperación de campos infestados de arroz rojo y una menor persistencia de herbicidas en el ambiente (E).

Abstract

The Environmental Impact Assessment (EIA) is a management tool that allows, holistically, assesses the potential impact of activities on the environment. EIA consider not only the positive affectations but also negative ones that may arise.

1. Biólogo, Maestría en Sistemas Ambientales. Trabaja como Asesor Ambiental en la temática de la Valoración de Impactos Ambientales. Correo electrónico: sabermud@gmail.com
2. Ingeniero Agrónomo, experto en EIA. Correo electrónico: mviquez34@yahoo.es

The application of this tool, as output of Genetic Modified Organism (GMO), derivates from secondary and field information, becomes a pioneering effort; it allows decision makers and the public opinion get criteria about pros and cons that this activities could have.

With the application of software for the valuation of impacts, like RIAM, we can have an integral vision about the risk and benefit coming from information or data base used. From this point of view and based on assumptions expound, we make a prognostic deal with what will happen.

The risks of gene flow (-B) prevail, but there are also benefits such as recuperation of fields infested with red rice and a lower persistence of herbicides in the environment (E).

“Evaluación de Impacto Ambiental” (EIA), el cual es un proceso analítico que busca identificar (relaciones causa-efecto), predecir (cuantificar), valorar (interpretar), prevenir y comunicar (participación pública), por lo que se considera una herramienta fundamental para la toma de decisiones en el campo ambiental (Gómez, 1998).

Introducción

La ciencia ha denominado al proceso de entender los “pro” y los “contra” de las alteraciones de una actividad, desde su concepción hasta etapas posteriores a su puesta en marcha, “Evaluación de Impacto Ambiental” (EIA), el cual es un proceso analítico que busca identificar (relaciones causa-efecto), predecir (cuantificar), valorar (interpretar), prevenir y comunicar (participación pública), por lo que se considera una herramienta fundamental para la toma de decisiones en el campo ambiental (Gómez, 1998).

La liberación de un Organismo Genéticamente Modificado (OGM), como una semilla de arroz, debe requerir una valoración del riesgo-beneficio para medir las potenciales alteraciones sobre el ambiente de una forma integral, es decir, por medio de un análisis de los aspectos socioeconómicos y biofísicos.

Este primer análisis de valoración ambiental de riesgos y beneficios se

basa en componentes del medio, que permiten establecer las pautas para una etapa posterior de la EIA, con el fin de prevenir impactos y tomar las medidas correspondientes antes de la liberación de la semilla en una determinada región del país.

Los criterios de valor establecidos se tomaron de la información secundaria relacionada con el cultivo de arroz, tales como la utilización de agroquímicos, calidad de la semilla, cantidad de hectáreas de arroz sembradas y algunos datos preliminares de los ensayos que se han practicado con el arroz genéticamente modificado, como el flujo de genes con la maleza “arroz rojo” y los rendimientos promedio por hectárea.

Método de valoración

La valoración ambiental de las posibles alteraciones provocadas por la introducción de un nuevo material genéticamente modificado se analizó mediante la aplicación del método Matriz de Rápida Valoración de Impacto, conocido como RIAM³ por sus siglas en inglés. El método define un rango en una banda de más cinco (+5) hasta menos cinco (-5), y se le asigna a cada condición un valor numérico - alfabético a fin de determinar el estándar ambiental o la calidad ambiental (ES) mediante la aplicación del siguiente algoritmo.

$$ES (CA) = A1 * A2 * (B1+B2+B3)$$

Más cinco (+ 5 / E), sería el mayor impacto positivo y menos cinco (-5 / - E) el mayor impacto negativo que se puede obtener. Se establece un estándar ambiental o calidad ambiental en rangos desde -108 hasta 108 para determinar los mayores impactos, tanto negativos (-) como positivos (+).

3. Rapid Impact Assessment Matriz.

La calidad de la semilla repercute en forma directa en los rendimientos.

Elementos ambientales

Los elementos ambientales seleccionados buscan cuantificar los riesgos y beneficios que podrían ocasionar la introducción de un material (semilla) genéticamente modificado.

Acceso

Se analiza en función a la posibilidad que tendrán los pequeños productores de adquirir un paquete tecnológico de primera línea. Se escoge precisamente este sector productivo debido a que, por factores económicos y culturales, este segmento productivo ha sido excluido del acceso a los avances tecnológicos.

El acceso a este tipo de tecnología no se vería como limitante o como si causara impacto ambiental negativo, ya que, por el contrario, el productor podría obtener una serie de ventajas económicas al utilizar esta semilla, la cual se convertiría en la primera semilla transgénica no regulada para su comercialización en Costa Rica y el resto de Centro América (Espinoza, 2004).

Aceptabilidad

La aceptabilidad de los OGM es cuestionada por un sector de la sociedad civil y admitida por algunos sectores académicos, técnicos y productivos. No obstante, se coincide en que la información es escasa y que aún no existen estudios que determinen el nivel de aceptación de los OGM por parte de la población general.

En países como Brasil, México y Chile la oposición hacia alimentos y productos transgénicos es mayor al 45%. En un estudio llevado a cabo por el Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad de Costa Rica, se determinó que cerca del 50% de los entrevistados han oído hablar de los OGM y tiene una percepción positiva hacia la utilización de este tipo de tecnologías (Espinoza, 2004). En términos generales se puede deducir que existe un nivel de aceptación del 50%.

Suelo

En el 2004, el área dedicada a la producción de arroz en Costa Rica fue de 52 839 ha, principalmente en la Región Chorotega (49,17%) y Región Brunca (24,23%). En el caso de la región Chorotega, se estima que existen alrededor de unas 6 000 hectáreas con un nivel de infestación mayor a 10 plantas de arroz rojo por metro cuadrado, en tanto que en la región Brunca se habla de 3 000, sin menospreciar la región Atlántica con un nivel de infestación del 50% del área, es decir, unas 2.500 ha (Vargas, 2005).

Por lo tanto, el empleo de esta semilla de arroz tolerante al herbicida glufosinato de amonio (PPT), permite la posibilidad de recuperar alrededor de unas 11 000 ha por ciclo productivo. Es decir 22 000 hectáreas por año si partimos del hecho de que en Costa Rica se realizan dos siembras al año.

Calidad de la semilla

La calidad de la semilla repercute en forma directa en los rendimientos. Es decir, la utilización de semillas con un contenido mayor a 2 granos de arroz rojo por kilogramo de semilla implica que se está utilizando semilla contaminada, lo cual causa un aumento en los costos de producción para su control, una baja en los rendimientos productivos y un castigo a los precios de venta.

Producción

De acuerdo con los datos preliminares de la evaluación del material en estudio, se podría esperar un rendimiento de hasta 5 tm/ha (CIBCM, 2005), el cual, comparado al rendimiento promedio de los últimos diez años (4,69 tm/ha) (CONARROZ, 2005), experimenta un incremento de un 6,6% en la producción debido al empleo de la semilla OGM, es decir, un aumento en 0,3 tm/ha, lo que podría considerarse como un impacto positivo, con un mayor ingreso en la unidad de producción al aumentar los rendimientos.

Costo

Se estima que el costo de producción a nivel nacional para la siembra de arroz de secano es de unos \$1 315 por hectárea. Este es el rubro de insumo que presenta las mayores erogaciones (45,46%), de las cuales la semilla representa el 20% de los costos y los herbicidas el 15% (UCR, 2005).

Con la utilización de la semilla de arroz OGM, se estima una reducción en los costos de producción, principalmente en el rubro de insumos, ya que se estaría sustituyendo el uso de los herbicidas convencionales, los cuales ascienden a un costo aproximado de \$200/ha.

En este sentido, el paquete tecnológico a utilizar vendría a reducir el rubro de herbicidas en 3,2 veces, lo que significa un ahorro del 68% (\$132/ha). En términos generales, el costo de producción se reduce en un 10%.

Flujo de genes

La contaminación del polen con otras variedades de arroz durante la producción de semilla híbrida es una de las causas de las mezclas y de la degeneración de las semillas (Loang, 2001). Esta posibilidad de cruzamiento entre las plantas OGM y sus parientes silvestres ha generado una gran preocupación en un sector de la sociedad, pues se considera que pone en riesgo la biodiversidad si los transgenes se diseminan y se expresan en las poblaciones de las especies silvestres (Rodríguez, 1999).

Por esta razón se evaluó, para Costa Rica, la posibilidad de que ocurra un flujo de genes del arroz transgénico hacia el arroz silvestre, pues se identificó la presencia de tres especies naturales: *Latifolia del O*; *Grandiglumis del O* y *Glumaepatula del O*, de las cuales se determinó que *Glumaepatula del O* es la especie con más probabilidades de cruzarse con el arroz (*Oryza sativa*), ya que ambas poseen un genoma diploide, mientras que las otras especies son tetraploides.

Para el caso específico de la especie *Glumaepatula del O*, se identificó un sitio en el sector norte del país (Medio Queso) donde existe un banco natural de esta especie. Debido a esto se analizó el flujo de genes entre las poblaciones de arroz (*Oryza Sativa*) con la especie *Glumaepatula del O* y se llegó a la conclusión de que los híbridos entre estas dos especies presentan caracteres intermedios pero que son estériles. No obstante, si ocurre un cruzamiento entre los progenitores la fertilizada podría ser restaurada (Espinoza, 2004).

En el caso del arroz rojo (*f sativa*), se determinó que el flujo de genes (hibridación) es mayor debido a que existe un traslape en la floración, de un 50% y un 75%, entre algunos tipos de arroz rojo y variedades comerciales del *Oryza sativa*. Se encontró que existe un rango de hibridación en el campo de 0,36 % a 2,56 % por cada 10 000 plantas de la progenie evaluadas y de 15% a 30% en condiciones de invernadero. Para el caso específico del flujo del rasgo transgénico de la resistencia a glufosinato de amonio (PPT), los índices bajan y su rango se encuentran entre 0,03% a 0,79% en 4 300 – 8000 plantas de la progenie analizadas, que no son afectadas por el aumento en el flujo de genes infestados de arroz rojo.

Emisiones

La variedad transgénica de arroz producida permite desarrollar resistencia al herbicida FINALE (glufosinato de amonio/PPT), lo que motiva la sustitución de otros herbicidas utilizados para el control de malezas en el arroz y, en especial, para el control del arroz rojo (Espinoza, 2004).

En términos generales, se deben realizar dos aplicaciones por hectárea de FINALE, a razón de 1 l/ha en cada aplicación. Este herbicida viene en una fórmula líquido soluble y se utiliza normalmente en la pre siembra o en post emergencia. Su principal característica es que la materia activa

Se estima que el costo de producción a nivel nacional para la siembra de arroz de secano es de unos \$1 315 por hectárea. Este es el rubro de insumo que presenta las mayores erogaciones (45,46%), de las cuales la semilla representa el 20% de los costos y los herbicidas el 15% (UCR, 2005).

es altamente estable como compuesto químico, pero su degradación es muy rápida en el suelo y agua, por lo que no tiene ningún efecto residual (Bayer, 2005). Sin embargo, actualmente se realizan alrededor de siete aplicaciones de herbicidas.

Resultados

En el siguiente cuadro se presenta un resumen de los resultados de la valoración aplicada a cada uno de los elementos del medio.

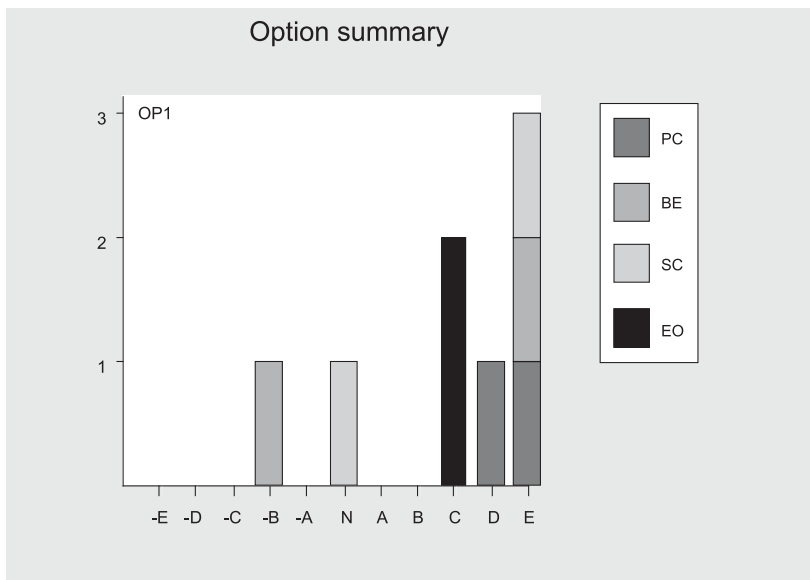


Figura 1. Valoración ambiental rápida. Resumen general calidad ambiental.

Discusión

De acuerdo con los resultados del proyecto de producción de semilla de arroz genéticamente modificada, se esperarían mayores impactos positivos que negativos.

Solamente hay un elemento que provoca un impacto negativo al medio y es, precisamente, el flujo de genes (-B), ya que existe el riesgo de que los rasgos genéticos introducidos al arroz sean trasladados a las plantas de arroz rojo por hibridación, lo cual implicaría que, con el tiempo, el arroz rojo se vuelva también tolerante al herbicida *glufosinato de amonio* y de nuevo se convierta en una maleza de importancia económica para la producción de arroz. Es, por lo tanto, importante considerar que esta sería una herramienta tecnológica que tendría una vida útil limitada. De forma paralela debería buscarse cómo disminuir un posible cruzamiento.

Por otra parte que la población acepte el uso de este tipo de herramientas tecnológicas o que consuma un bien producido a partir de organismos genéticamente modificados, ha sido considerado como nulo (N), fundamentalmente porque existe, de acuerdo con las encuestas de opinión, una aceptación y un rechazo del 50%, sin una inclinación manifiesta por la adopción, o no, de este tipo de técnicas.

Cuadro 1. Valoración ambiental rápida. Semilla de arroz genéticamente modificada.

Rango	-108	-71	-35	-18	-9	0	1	10	19	36	72
	-72	-36	-19	-10	-1	0	9	18	35	71	108
Clase	-E	-D	-C	-B	-A	N	A	B	C	D	E
PC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
BE	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
SC	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
EO	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Total	0	0	0	1	0	1	0	0	2	1	3

Los demás elementos del medio presentan variaciones positivas sobre la condición sin la actividad, al agregar un beneficio marginal neto al proyecto relevante, con base en:

- el aumento en la productividad,
- la disminución en el empleo de herbicidas,
- la baja en los costos de producción y el aumento en la relación beneficio / costo,
- la recuperación de áreas infestadas por arroz rojo,
- el uso de semilla de alta calidad y pureza genética, y
- la desregulación para el uso de la semilla genéticamente modificada.

Conclusiones

Al analizar la liberación de una semilla de arroz genéticamente modificada desde una valoración ambiental preliminar, se obtienen varios beneficios de importancia para el país. Sin embargo, se debe profundizar en los potenciales riesgos del cruzamiento con especies silvestres y el

arroz rojo. Corresponde a quienes toman decisiones, elegir responsablemente la mejor opción para el país. Este análisis ambiental preliminar podría ser mejorado y profundizado con estudios de campo y ensayos de laboratorio que optimicen los datos utilizados en este trabajo.

Bibliografía

- Bayer. (2005) Fuente:[http://www.bayer.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/files/brochures/\\$file/final_final.pdf](http://www.bayer.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/files/brochures/$file/final_final.pdf)
- CIBCM. (2005). Información preliminar de los ensayos del CIBCM. UCR.
- CONARROZ. (2005). *Informe anual estadístico*. Departamento Técnico y de Control.
- Espinoza, A. (2004). *Liberación de arroz transgénico en Costa Rica: Una experiencia más allá del laboratorio*. UCR – CIBCM.
- Gómez. (1988). Evaluación de impacto ambiental (EIA). *Ciudad y Territorio* 75: 5-32
- Long, Y. (2001). Tecnología para la producción de arroz híbrido. *Centro de Investigaciones del Arroz Híbrido* China.
- Rodríguez, S. *Acceso a los recursos genéticos y propiedad intelectual. Programa CAMBIO – UNA – AGROAIM*.
- Vargas. (2005). Comunicación personal. CONARROZ.