

Opiniones del sector agrícola hondureño sobre la introducción de cultivos transgénicos

Allyn Didier Del Cid Gutiérrez

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Diciembre, 2000

Opiniones del sector agrícola hondureño sobre la introducción de cultivos transgénicos

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el grado
académico de Licenciatura.

presentado por

Allyn Didier Del Cid Gutiérrez

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2000

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Allyn Didier Del Cid Gutiérrez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2000

Opiniones del sector agrícola hondureño sobre la introducción de cultivos transgénicos

Presentado por:

Allyn Didier Del Cid Gutiérrez

Aprobada:

Juan Carlos Rosas, Ph.D.
Asesor Principal

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador de la Carrera de
Ciencia y Producción Agropecuaria

David Moreira, M.A.E.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Raúl Espinal, Ph.D.
Asesor

Keith L. Andrews, Ph.D.
Director General

Ana Margoth de Andrews, Ph.D.
Coordinador PIA

DEDICATORIA

A Dios.

A Saúl y Teresa, mis padres a quienes quiero con todo mi corazón.

A mis abuelos Angelita, Clementina, Juan y Porfirio (Q.D.D.G.).

AGRADECIMIENTOS

A mis papás por la confianza depositada en mí, por siempre apoyarme en todo momento, por el cariño y amor de toda la vida.

A mis hermanos Marlon, Diana, Aleyda, Fanny y Ruber.

Al Dr. Juan Carlos Rosas por el tiempo brindado en mi trabajo, por siempre estar cuando necesité de su ayuda, Dr. Rosas: gracias infinitas.

Al Dr. Raúl Espinal por ser más que un asesor un buen amigo.

Al Ing. David Moreira por el tiempo dedicado, por la ayuda para la realización de las giras y por la confianza para que realizara este trabajo.

A mis amigos Reynerio, Angel, Mario, Ricardo, Enrique y Sami por todos los buenos momentos durante este año, por su amistad, amigos: gracias.

Al Ing. Jorge Iván Restrepo por los consejos durante la realización del trabajo.

A Deysi, Jacki, Martha, Roxana y la Ing. Hilda por darme apoyo.

A Tulio Osorio.

A mi amiga Paola, aunque en la distancia me ayudó mucho en cada momento de mi tesis.

A todos los integrantes de cuarto año del departamento de Agronomía.

Al equipo de fútbol de Zamorano, ojalá sigan con el ímpetu mostrado hasta ahora.

A todas las personas que de alguna forma me ayudaron a pasar un buen momento en esta institución: mil gracias.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

Al Fondo Dotal Hondureño.

A la Secretaria de Agricultura y Ganadería.

RESUMEN

Del Cid G., Allyn D. 2000. Opiniones del sector agrícola hondureño sobre la introducción de cultivos transgénicos. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería Agronómica, El Zamorano, Honduras. 39 p.

La era de los cultivos transgénicos para consumo humano se inició en 1994; actualmente hay 50 alimentos transgénicos comercializados a nivel mundial. Centroamérica tiene grandes posibilidades de abrir espacios de desarrollo, por lo tanto, debe buscar un desarrollo científico y tecnológico propio. El uso de transgénicos ha causado controversia en varios sectores del mundo. En Honduras no se ha autorizado el uso comercial de transgénicos, pero existe un reglamento de bioseguridad con énfasis en plantas transgénicas, el cual lo pone en práctica la Comisión Nacional de Biotecnología y Bioseguridad. Los objetivos del estudio fueron determinar la opinión de diversos sectores hondureños sobre la introducción y uso comercial de cultivos transgénicos; e identificar las ventajas y desventajas. Después de determinar los sectores con capacidad para movilizar opinión, se obtuvo información del sector investigativo, agricultores de pequeña escala, empresa privada, ONG, y otros sectores, utilizando encuestas y entrevistas. Los aumentos en rendimientos con menor uso de pesticidas fue la ventaja más clara identificada, mientras que la desventaja más sobresaliente encontrada fue la poca información que existe en Honduras. Todos los sectores opinan que los agricultores hondureños no están listos para recibir esta nueva tecnología, ya que habría dependencia de éstos a un paquete tecnológico que no dominan ni manejan. Sin embargo, el sector investigativo y la empresa privada están a favor de esta introducción a Honduras (100% y 93%, respectivamente), mientras las ONG y otros sectores están mayormente en contra (67% y 64%, respectivamente). Los agricultores de pequeña escala evidenciaron un desconocimiento total de esta tecnología. En conclusión, se precisó que los sectores que mostraron mayor conocimiento acerca de cultivos transgénicos están de acuerdo con su introducción a Honduras, aunque mencionaron como principal desventaja la escasa información que existe en el país. Se recomienda utilizar este estudio para apoyar la toma de decisiones sobre la introducción, porque contiene las percepciones de los probables usuarios de esta tecnología.

Palabras claves: Controversia, reglamentación de transgénicos, uso comercial, ventajas y desventajas

Dr. Abelino Pitty

NOTA DE PRENSA

CULTIVOS TRANSGENICOS EN HONDURAS: Amenaza o alternativa para abrir espacios de desarrollo.

Los cultivos transgénicos son organismos modificados genéticamente para lograr la manifestación de rasgos genéticos deseados. A nivel internacional ya se encuentran cultivos con variedades resistentes a insectos y enfermedades virales, tolerantes a herbicidas y los que ofrecen mejor calidad nutricional.

En países hispanoamericanos como Argentina y España ya se usan algunas variedades transgénicas; uso que ha causado controversia en varios sectores ambientalistas.

Honduras como país productor de granos básicos, debe examinar todas las nuevas tecnologías que existen en el mercado, además, debe identificar las ventajas o desventajas específicas que cualquier tecnología próxima a introducir al país ofrezcan a sus consumidores potenciales. Actualmente, en Honduras existe El Reglamento de Bioseguridad con Énfasis en Plantas Transgénicas aprobado en 1998, bajo acuerdo presidencial.

Pero, ¿Estamos listos para recibir esta tecnología? Ciertamente no, a nivel nacional, el conocimiento sobre plantas transgénicas es muy escaso; así que, el primer paso a seguir en estos momentos, es divulgar información que esté al alcance de todos los hondureños, para estar seguros que la población nacional está totalmente informada acerca del origen de lo que consume, además debe estar conciente que estos alimentos no son dañinos.

Una vez que la población hondureña se informe acerca de lo que son los cultivos transgénicos, habrá más oportunidad de consultar sobre las ventajas o desventajas de introducir a nivel comercial esta nueva tecnología.

Lic. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

	Portada	i
	Portadilla.....	ii
	Autoría.....	iii
	Página de firmas.....	iv
	Dedicatoria.....	v
	Agradecimientos.....	vi
	Agradecimientos a patrocinadores.....	vii
	Resumen.....	viii
	Nota de prensa.....	ix
	Contenido.....	x
	Índice de Cuadros.....	xii
	Índice de Figuras.....	xiii
	Índice de Anexos.....	xiv
1.	INTRODUCCION.....	1
1.1.	OBJETIVOS.....	3
1.1.1.	Objetivo general.....	3
1.1.2.	Objetivos específicos.....	3
2.	REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1.	SITUACION DE LOS CULTIVOS TRANSGENICOS A NIVEL MUNDIAL.....	4
2.2.	CULTIVOS TRANSGENICOS: ¿SI o NO?.....	6
2.3.	¿POR QUE A FAVOR?.....	6
2.3.1.	¿Qué puede hacer la biotecnología por la agricultura?.....	6
2.3.2.	Algunos ejemplos que ya son realidad.....	8
2.3.3.	Riesgos para el medio ambiente.....	11
2.3.4.	¿Por qué los científicos piensan que los riesgos son pequeños?.....	11
2.4.	¿QUE ARGUMENTAN LOS QUE NO ESTAN DE ACUERDO CON LOS CULTIVOS TRANSGENICOS?.....	12
2.4.1.	Una evaluación agroecológica.....	12
2.4.1.1.	Problemas potenciales.....	13
2.4.1.2.	Ensayos de campo.....	13
2.4.2.	Efectos sobre la agrobiodiversidad.....	13
2.4.3.	Problemas ambientales de los cultivos resistentes a herbicidas.....	14
2.4.3.1.	Resistencia a herbicidas.....	14
2.4.3.2.	Impactos ecológicos de los herbicidas.....	15

2.4.3.3.	Desarrollo de supermalezas.....	15
2.4.3.4.	Reducción de la complejidad del agroecosistema.....	15
2.4.4.	Riesgos ambientales de los cultivos resistentes a insectos.....	16
2.4.4.1.	Resistencia.....	16
2.4.4.2	Impactos sobre otros organismos.....	16
2.4.4.3.	Efectos río abajo.....	16
2.4.5.	Impactos de los cultivos resistentes a enfermedades.....	17
2.4.6.	El comportamiento de los cultivos transgénicos liberados.....	17
3.	MATERIALES Y METODOS.....	19
3.1.	SELECCION DE LAS INSTITUCIONES, EMPRESAS Y PERSONAS QUE PARTICIPARON EN LA TOMA DE DATOS	19
3.1.1.	Sector investigativo.....	20
3.1.2.	Sector agrícola de pequeña escala.....	20
3.1.3.	Sector agrícola de gran escala.....	21
3.1.4.	Organizaciones no gubernamentales (ONG).....	22
3.1.5.	Otros sectores.....	23
3.2.	METODOLOGIA.....	23
3.2.1.	Encuestas.....	23
3.2.2.	Entrevistas.....	23
3.2.3.	Opiniones de estudiantes del Programa de Ingeniería Agronómica (PIA) de la Escuela Agrícola Panamericana.....	24
3.3.	VARIABLES A MEDIR.....	24
3.3.1.	Análisis estadístico de los datos.....	24
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	25
4.1.	VALIDACION DE CONOCIMIENTOS POR SECTOR.....	25
4.2.	CONOCIMIENTOS ACERCA DE CULTIVOS TRANSGENICOS.....	26
4.3.	ASPECTOS SOBRE LA INTRODUCCION DE CULTIVOS TRANSGENICOS A HONDURAS.....	28
4.4.	IDENTIFICACION DE VENTAJAS POR SECTOR.....	30
4.5.	IDENTIFICACION DE DESVENTAJAS POR SECTOR.....	31
4.6.	REGULACIONES RECOMENDADAS.....	32
4.7.	OPINIONES DE ESTUDIANTES DEL PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA (PIA) DE ZAMORANO.....	34
4.7.1.	Opiniones a favor.....	34
4.7.2.	Opiniones en contra.....	34
5.	CONCLUSIONES.....	36
6.	RECOMENDACIONES.....	37
7.	BIBLIOGRAFIA.....	38

INDICE DE CUADROS

Cuadro		
1.	Incremento del área global de cultivos transgénicos en 1996-98.....	4
2.	Distribución del área global de cultivos transgénicos (millones de hectáreas) en 1997 y 1998 según los países industrializados y en desarrollo.....	4
3.	Resumen de cultivos transgénicos aprobados o pendientes de aprobación para siembra en los Estados Unidos como cultivos comerciales.....	9
4.	Categorías de cultivos transgénicos modificados por transformación.....	10
5.	Comportamiento en el campo de algunos cultivos transgénicos recientemente liberados.....	18
6.	Distribución del total de entrevistados por sectores donde la representatividad de opinión juega un papel importante.....	25
7.	Validación de conocimientos por sector.....	26
8.	Conocimientos acerca de cultivos transgénicos por sector.....	27
9.	Opinión por sector sobre impactos a futuro en caso que se aprobara la introducción de cultivos transgénicos al país.....	29
10.	Ventajas de los cultivos transgénicos sobre los cultivos tradicionales mencionados por cada sector.....	30
11.	Desventajas de los cultivos transgénicos mencionados por sector....	31
12.	Regulaciones recomendadas por cada sector para el uso de cultivos transgénicos.....	32

INDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Aumento en el uso de cultivos transgénicos por regiones.....	5
2.	Número de variedades de cultivos transgénicos más frecuentes (1986-1995).....	5
3.	Distribución de cultivos transgénicos (en porcentaje), según las características modificadas.....	6
4.	Lo que se espera de la biotecnología para el futuro.....	7
5.	Sectores involucrados en la toma de datos para movilizar opinión representativa a nivel nacional.....	19

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Requisitos específicos para evaluaciones de cultivos transgénicos que hace la Comisión Nacional; de Biotecnología (CONABIOH)...	40
2.	Reglamento de bioseguridad con énfasis en plantas transgénicas.....	41
3.	Política para el uso de transgénicos de Zamorano.....	48
4.	Statement de cultivos transgénicos de Zamorano.....	49
5.	Encuesta aplicada.....	50

1. INTRODUCCIÓN

Todos los organismos vivos están constituidos por bloques de genes. Las diferentes composiciones de estos bloques determinan las características de cada organismo. Alterando esta composición los científicos pueden cambiar las características de una planta o de un animal. El proceso consiste en la transferencia de un gen responsable de determinada característica en un organismo, hacia otro organismo al cual se pretende incorporar esta característica. En este tipo de tecnología es posible transferir genes de plantas o bacterias, o virus, hacia otras plantas, y además combinar genes de plantas con plantas, de plantas con animales, o de animales entre sí, superando por completo las barreras naturales que separan las especies (Altieri, 1996).

Los cultivos transgénicos “son un desarrollo de la ingeniería genética como una aplicación de la biotecnología que involucra la manipulación de ADN y la transferencia de genes entre especies para incentivar la manifestación de rasgos genéticos deseados”. Aunque hay muchas aplicaciones de la ingeniería genética en la agricultura, el enfoque actual de mayor atención está en el desarrollo de cultivos tolerantes a herbicidas o resistentes a insectos y enfermedades.

La era de los cultivos transgénicos para consumo humano se inició el 18 de mayo de 1994, cuando la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos (Food and Drug Administration) autorizó la comercialización del primer alimento con un gen foráneo, el tomate Flavr-Savr, desarrollado por la empresa Calgene.

Actualmente en el mundo hay 50 alimentos transgénicos comercializados, la mayoría en Estados Unidos y Japón. No obstante, existen más de 300 que están a la espera de su autorización para estar a disposición de los consumidores (Altieri, 1996). Desde la biotecnología se está realizando un esfuerzo para que los consumidores vean beneficios directos en forma de una mejora nutricional en productos como papas que retienen menos aceite al freírse; aceite de soya con menor concentración de ácidos grasos; o yogures con aminoácidos que actúan como edulcorante natural.

Algunos grupos ambientalistas mencionan que las innovaciones en biotecnología agrícola están orientadas a la búsqueda de ganancias en lugar de una respuesta de las necesidades humanas, por lo que el énfasis de la industria de la ingeniería genética realmente no es resolver los problemas agrícolas, sino el incremento de la rentabilidad. Por lo menos 27 corporaciones han conducido investigaciones sobre plantas tolerantes a herbicidas, incluyendo las ocho compañías más grandes de pesticidas del mundo (Bayer, Ciba-Geigy, ICI, Rhone-Poulenc, Dow/Elanco, Monsanto, Hoescht y Dupont); y virtualmente todas las compañías de semillas, muchas de las cuales han sido adquiridas por empresas químicas (Gresshoft, 1996).

Aunque no se pretende presentar a la biotecnología como la solución a los problemas del hambre en el mundo, visión lanzada frecuentemente desde el sector de las multinacionales agroquímicas, sí se asegura que esta nueva tecnología puede solucionar

muchos problemas. En este sentido, la humanidad no puede renunciar a la mejora de las técnicas de producción agrícola tradicionales, a la agricultura ecológica, ni a los productos transgénicos, si quiere afrontar con éxito el reto de la hambruna, que afecta a 800 de los 6,000 millones de personas en el mundo.

La producción de cultivos agrícolas conteniendo transgenes de resistencia a herbicidas o insectos es ahora una realidad. Aunque estos cultivos representan una esperanza para los países en vías de desarrollo, donde podrían contribuir a la disminución de los peligros a la salud y el medio ambiente ocasionados por el uso de pesticidas, existen grupos que ven la manipulación genética como la creación de alimentos peligrosos a la salud humana (Gresshoft, 1996).

Según Arias Peñate (1990), la nueva biotecnología conlleva grandes transformaciones en la generación, producción y transferencia de tecnología. A países como los centroamericanos todavía le quedan espacios económicos en el desarrollo de su economía. Centroamérica tiene grandes posibilidades de un esquema o modelo alternativo de desarrollo; por lo tanto, debe buscar un desarrollo científico y tecnológico propio, como requisito indispensable para enfrentar las amenazas de esta revolución tecnológica, y para abrir espacios importantes de desarrollo.

La introducción de cultivos transgénicos a un país determinado se encontrará con muchas barreras, impuestas por aquellos grupos que no confían plenamente en esta nueva tecnología. Por lo tanto, se debe involucrar la participación de los sectores que mueven la producción agrícola en un país, los cuales serán los principales afectados en caso de darse una introducción.

El único organismo autorizado por las leyes hondureñas para otorgar o denegar permisos de introducción es el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA). Esta entidad pertenece a la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) y a la fecha ha dado trámite a cinco solicitudes de introducción de variedades transgénicas de maíz. Por otro lado, SENASA pertenece al Comité Nacional de Biodiversidad de Honduras (CONABIOH), el cual está formado por cuatro comités técnicos: Comité de Conservación de Recursos Genéticos, Comité de Uso Sostenible, Comité de Biotecnología y Bioseguridad y Comité de Bioética. Estos comités técnicos están conformados por representantes de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH), Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Standard Fruit Company de Honduras, Comité de Diversidad Biológica de la Secretaría de Recursos Naturales (DiBio-SERNA), la Escuela Nacional de Ciencias Forestales y Pequeños Agricultores. La CONABIOH evalúa los requisitos específicos de las solicitudes de introducción (Anexo 1).

En Honduras existe un Reglamento de Bioseguridad con énfasis en plantas transgénicas (Anexo 2), en este reglamento se mencionan regulaciones al uso de cultivos transgénicos, aunque, todavía no se ha autorizado la introducción comercial de estos. Es necesario un estudio que provea información acerca del comportamiento de estos materiales liberados en el mundo, lo cual podría influir sobre la toma de decisión de aprobar o rechazar la introducción comercial de cultivos transgénicos a Honduras. Según la importancia de

estos sectores involucrados en la producción del país será su capacidad para movilizar opinión. Este es el primer estudio que se realiza en el país sobre grado de conocimiento de la población acerca de los cultivos transgénicos; los resultados aquí presentados no indican la posición que Zamorano tiene sobre ellos.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Determinar cual es la opinión de diversos sectores hondureños acerca de la introducción y uso comercial de cultivos transgénicos.

1.1.2. Objetivos específicos

- Caracterizar la opinión de los principales sectores hondureños: agrícola, investigativo, gobierno y ONGs (con enfoque agrícola) con relación a la introducción de cultivos transgénicos al país.
- Identificar las ventajas y desventajas del uso de cultivos transgénicos en Honduras, de acuerdo con la opinión del sector encuestado.
- Crear un documento que apoye la toma de cualquier decisión de introducir o no cultivos transgénicos a Honduras, basado en lo que piensan los sectores que estarían involucrados en su uso al momento de introducirlos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. SITUACIÓN DE LOS CULTIVOS TRANSGENICOS A NIVEL MUNDIAL

Los cultivos transgénicos se encuentran bien diseminados a nivel mundial. En algunos países desarrollados su uso está más expandido que en los países que están en vías de desarrollo (Cuadros 1 y 2).

Cuadro 1. Incremento del área global de cultivos transgénicos en 1996-98^a.

Año	Hectáreas (millones)
1996	1.7
1997	11.0
1998	27.8

^a Excluye la República Popular de China.

Cuadro 2. Distribución del área global de cultivos transgénicos (millones de hectáreas) en 1997 y 1998 según los países industrializados y en desarrollo.

Países	1997	1998
Industrializados	9.5 (86%)	23.4 (84%)
En desarrollo	1.5 (14%)	4.4 (16%)
Total	11.0	27.8

Fuente: James (1998).

El aumento en el uso de cultivos transgénicos en Norte América ha venido en orden ascendente a partir de 1986 en comparación con Europa y otras regiones (Figura 1). Por otro lado, el cultivo transgénico más empleado es el maíz y en segundo lugar la canola (Figura 2).

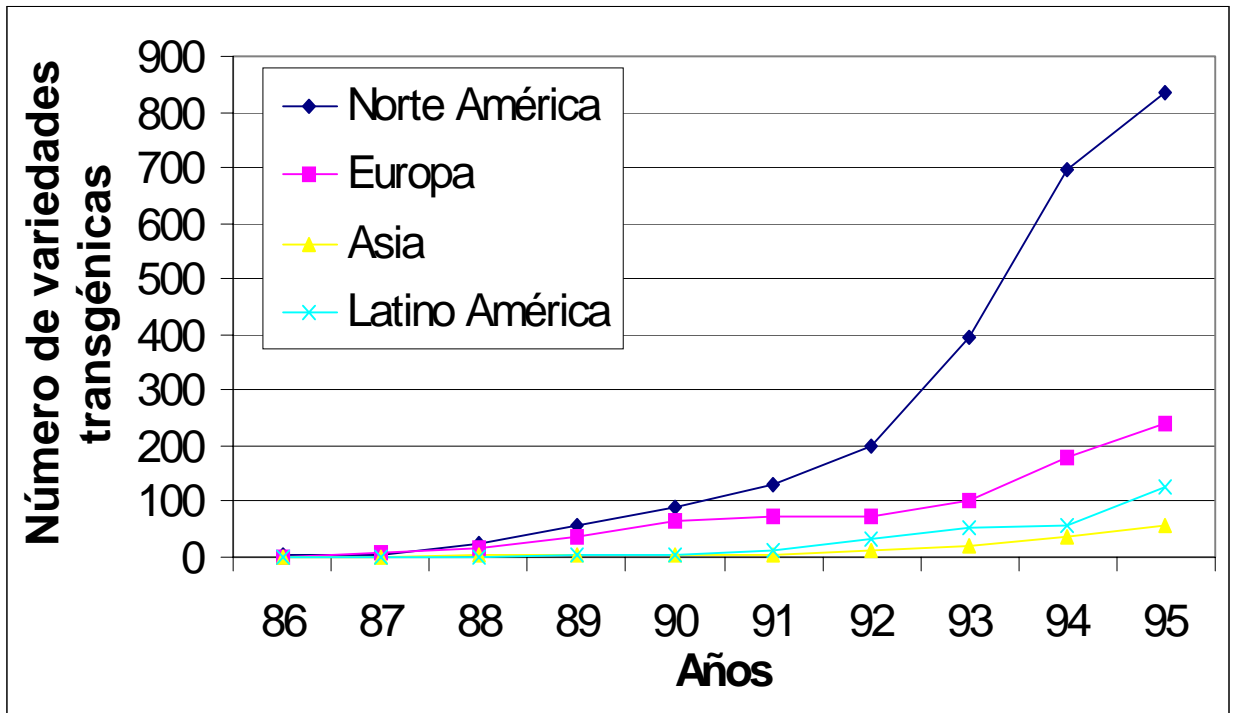


Figura 1. Aumento en el uso de cultivos transgénicos por regiones.
Fuente: James y Krattiger (1996).

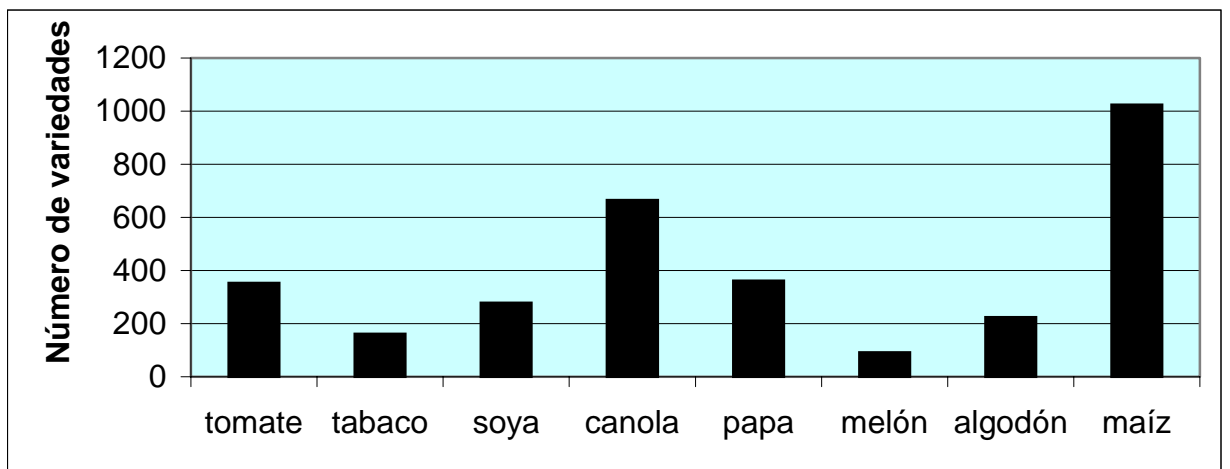


Figura 2. Número de variedades de cultivos transgénicos más frecuentes (1986-1995).
Fuente: James y Krattiger (1996).

La historia de la agricultura enseña que las enfermedades, las plagas de insectos y las malezas se volvieron más severas con el desarrollo del monocultivo. Las compañías encargadas de producir cultivos genéticamente modificados reportan a los cultivos tolerantes a herbicidas como los más vendidos a nivel mundial (Figura 3).

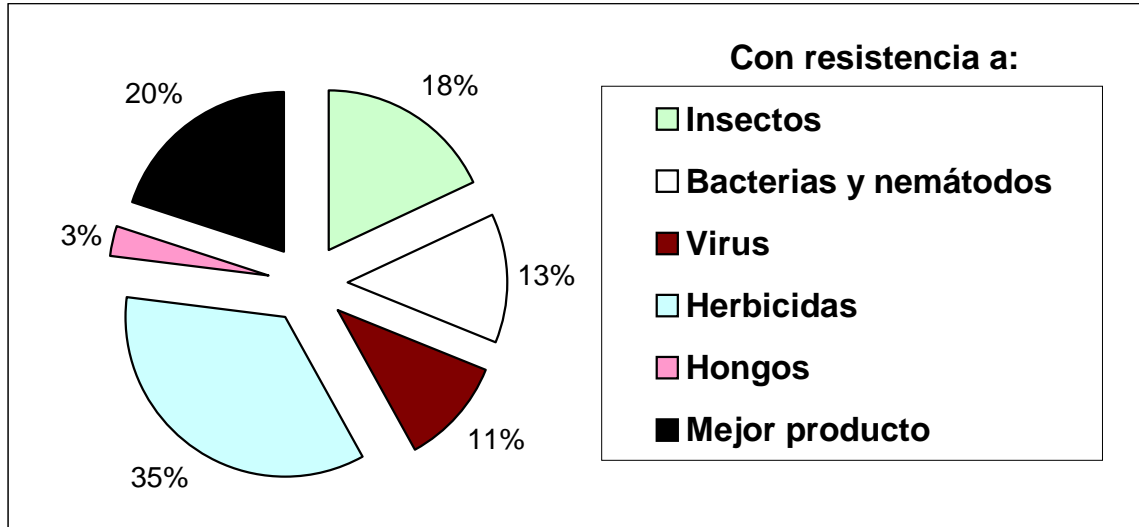


Figura 3. Distribución de cultivos transgénicos (en porcentaje), según las características modificadas. Fuente: James y Krattiger (1996).

2.2. CULTIVOS TRANSGÉNICOS: ¿SI o NO?

Durante años los académicos han supuesto que la agricultura no representa un problema especial para la ética ambiental, a pesar del hecho de que la vida y las civilizaciones humanas dependen de la artificialización intencional de la naturaleza para llevar a cabo la producción agrícola. Hasta los críticos de los impactos ambientales de los pesticidas y de las implicancias sociales de la tecnología agrícola no han podido conceptualizar una ética ambiental coherente aplicable a los problemas agrícolas.

2.3. ¿POR QUE A FAVOR?

2.3.1. ¿Qué puede hacer la biotecnología por la agricultura?

Según Izquierdo (1999), el hombre practica la biotecnología desde que empezó a utilizar la materia viva que lo rodeaba para mejorar su bienestar. Ejemplos de estas prácticas antiquísimas que hoy llamamos biotecnología son la domesticación o mejoramiento genético de plantas cultivadas y animales. La gran diferencia entre la biotecnología antigua y la que se conoce hoy en día, es que la primera fue mayormente empírica y la de

hoy tiene en la ciencia su fundamento más importante, y, su proyección de beneficios hacia el futuro (Figura 4).

En las últimas décadas se logró descifrar cuáles son las moléculas así como las instrucciones que, a escala molecular codifican para los caracteres como la resistencia a enfermedades, el color de las flores; así como su transmisión de célula a célula y de generación en generación. Los genes son segmentos de una molécula llamada ADN cuya secuencia química porta información codificada de una característica. Un punto importante de todo este proceso es que, aprovechando la universalidad del código genético, la información puede ser intercambiada entre sistemas que antes eran incompatibles. A nivel biológico, esto significa superar las barreras reproductivas, pudiéndose transferir información genética entre una bacteria y una planta. De esta manera, el mejoramiento genético no se ve limitado por las barreras reproductivas.

Si bien en el mejoramiento clásico se conocen desde hace años ejemplos de cruzamientos muy amplios, no todas las especies tienen esta posibilidad y además la transferencia no es precisa ya que no se limita a un gen de interés sino que se transfiere el antecedente genético (muchas veces indeseable) que lo acompaña (Gresshoft, 1996).

Desde que existe la agricultura, las cosechas se vieron afectadas por enfermedades virales, bacterianas y fungosas, por ataques de insectos, competencia de las malezas y por problemas climáticos como falta o exceso de lluvia, calor o frío. Muchos de estos problemas se mitigaron mediante el mejoramiento genético tradicional, pero dada su lentitud, la agricultura se hizo altamente dependiente de agroquímicos. El problema es, que si no se puede adaptar el cultivo al ambiente en forma rápida y satisfactoria, se modifica el ambiente (laborando el suelo y usando agroquímicos), para satisfacer los requerimientos del cultivo (invirtiendo el paradigma del mejoramiento) (Arias, 1999).

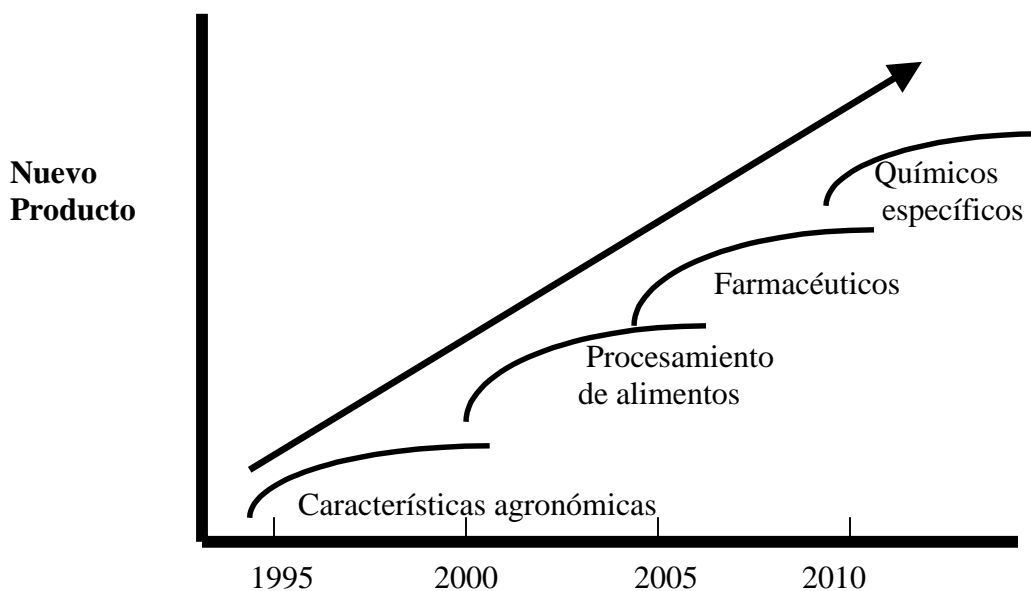


Figura 4. Lo que se espera de la biotecnología para el futuro (James, 1998).

Lamentablemente, muchos de estos productos químicos como el DDT, 2,4,5-T, 2,4-D, dieldrina y órgano fosforados son muy perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana debido a que pueden persistir en la cadena alimentaria. Debido a que los insectos y agentes patogénicos se han vuelto resistentes a estos productos químicos, los agricultores tienden a elevar las dosis utilizadas. La ingeniería genética ofrece volver a la situación en la que el cultivo se adapta al ambiente, es decir proveerle de los transgenes necesarios para defenderse aumentando la sustentabilidad, minimizando el impacto sobre el medio ambiente y la salud humana, con la finalidad de proveer más alimentos a la creciente población humana, a costos razonables.

2.3.2. Algunos ejemplos que ya son realidad

En varios casos las promesas de la biotecnología agrícola son hoy una realidad. Un ejemplo son las llamadas plantas Bt, como los maíces Bt, que son comercializados por tres compañías distintas. El transgen presente en estos maíces es una modificación de un gen natural presente en la bacteria del suelo *Bacillus thuringiensis*, la cual se conoce desde hace más de 30 años por su utilización para control biológico de plagas. Los datos de más de 30 años de investigaciones avalan la ausencia de toxicidad de la proteína Bt en humanos y animales domésticos, por lo que está considerada como inocua para la salud humana y el ambiente, tal es así que se recomienda ampliamente en la agricultura orgánica (Tabashnik, 1994). Las plantas transgénicas conteniendo este gen se comportan como si hubieren sido tratadas con este agente de control biológico de plagas y, presentan la ventaja, en el momento de su consumo por el hombre, de estar libres de pesticidas químicos como los cultivos producidos orgánicamente. Este es solo un ejemplo de los múltiples que existen en el mercado (Cuadro 3).

Otro beneficio para el ambiente es que, a diferencia de los insecticidas químicos, las plantas transgénicas sólo afectan a los insectos plaga y no a insectos benéficos como pueden ser las abejas. Dentro de los cultivos transgénicos hay varias categorías que controlan diversos sistemas en la planta para su mejor rendimiento, resistencia, persistencia, todo para mejora de la calidad final del producto (Cuadro 4).

A pesar de lo antedicho acerca de los agroquímicos, resultaría injusto poner a todos los herbicidas en la misma bolsa. Hay en el mercado herbicidas como el glifosato, el glufosinato o el bromoxinilo, los cuales son muy distintos al 2,4-D o el 2,4,5-T. Los primeros son poco contaminantes ambientalmente debido a que se degradan rápidamente, por lo que al poco tiempo no quedan trazas de los mismos.

Según Arias (1999), en Estados Unidos, Canadá y China se comercializan plantas con resistencia a enfermedades virales. Un ejemplo es la papa usada para fabricar papas fritas que se importan y se venden en el país en envases tubulares. Lo interesante de estas estrategias es que se suele utilizar genes del propio patógeno para promover sistemas de defensa natural de la planta y así protegerla. Resulta algo parecido a una vacunación permanente y genéticamente heredable. En los actuales sistemas de control de virosis, se utilizan plaguicidas para el control de los pulgones vectores. Su uso podrá disminuirse si las plantas resisten a los patógenos.

Cuadro 3. Resumen de cultivos transgénicos aprobados o pendientes de aprobación para siembra en los Estados Unidos como cultivos comerciales.

Cultivo	Compañía	Característica alterada	Nombre comercial de la variedad
Tomate	Calgene	Retraso de la maduración	<i>Flavr Savr™</i>
Tomate	DNA Plant Technology	Retardo de la maduración	<i>Endless Summer™</i>
Tomate	Monsanto	Retardo de la maduración	Pendiente
Tomate	Zeneca	Alteración de la cantidad de pectina	Pendiente
Algodón	Monsanto	Toxina Bt	Bollgard™
Algodón	Monsanto	Resistencia al herbicida glifosato	<i>Round Up Ready™</i>
Algodón	Calgene	Resistencia al herbicida bromoxinil	<i>BXN Cotton™</i>
Algodón	Dupont	Resistencia al herbicida sulfonilurea	Pendiente
Soya	Monsanto	Resistencia al herbicida glifosato	<i>Round Up Ready™</i>
Soya	AgrEvo	Resistencia a herbicidas	Pendiente
Maíz	Ciba-Geigy	Resistencia al gusano cogollero	Maximizer™
Maíz	DeKalb	Resistencia al herbicida glufosinato	Pendiente
Maíz	AgrEvo	Resistencia al herbicida glufosinato	<i>Liberty Link™</i>
Maíz	Plant Genetic Systems	Esterilidad masculina	Pendiente
Maíz	Monsanto	Toxina Bt	YieldGard™
Maíz	Norhup King	Resistencia a cogollero	Pendiente
Papa	Monsanto	Toxina Bt	<i>New Leaf™</i>
Papa	Monsanto	Resistencia a insectos	Pendiente
Calabaza	Asgrow	Resistencia a virus	Pendiente
Calabaza	Asgrow	Resistencia a virus	Freedom II™
Canola	Calgene	Alteración de la composición de aceite	<i>Laurical™</i>
Papaya	CU/HGA ^a	Resistencia a virus	Pendiente

^aUniversidad de Cornell/Hawaii Growers' Association.
Fuente: James y Krattiger (1996).

Cuadro 4. Categorías de cultivos transgénicos modificados por transformación (James y Krattiger, 1996).

<p>Tolerantes a herbicidas 2,4-D ácido dichloropheniácético Asulam Atrazina Bromoxinilo Fosametín Glufosinato Glifosato Piridina Sulfonilurea</p> <p>Calidad del producto Retraso de la maduración Contenido de materia seca Mejoramiento en procesamiento Incremento de sólidos solubles Aumento en producción Modificación de contenido de aceite Acumulación de proteína en semilla Metabolismo de almidón Tolerancia a estrés</p> <p>Resistencia a insectos Proteína antialimentaria Proteína Bt</p> <p>Resistencia a virus Mosaico de la alfalfa Mosaico de cucurbitáceas Anillo de la papaya Viruela del ciruelo Virus X de la papa Virus Y de la papa Raya del arroz Mosaico de la soya Mancha plumosa de papa dulce Grabado del tabaco Mosaico del tabaco.</p>	<p>Mosaico del tomate Mosaico II del melón Mosaico amarillo del zapallo</p> <p>Resistencia a hongos Acetil transferasa Glucanato/Chitinasa Lisozima Osmotín</p> <p>Otros Producción de químicos específicos Enkefalinas Acidos grasos Suero de albúmina Azúcares Vacunas Resistencia bacterial Cercopina Marcadores genéticos Cloranfenicol Gentamicina GUS Higromicina Kanamicina Nemicina Manosa Xilosa</p>
---	--

2.3.3. Riesgos para el medio ambiente

Los riesgos para el medio ambiente se refieren a la posibilidad del flujo de genes hacia especies vegetales relacionadas. Por ejemplo, un gen de resistencia a un herbicida podría transferirse de una planta transgénica a otra especie vegetal sexualmente compatible. Si bien ello es posible, para que este gen se mantenga en forma estable, debe conferir a la planta receptora una ventaja competitiva.

Por ejemplo, una maleza que adquiriera un gen de resistencia a un herbicida no se transformaría por ello en una súper maleza, sino que sólo la obligaría a usar otro herbicida para combatirla, y eventualmente eliminarla. El primer perjudicado no sería el ambiente, sino la compañía propietaria del herbicida original.

En el caso de los genes insecticidas, el principal problema es que su uso generalizado origine resistencia en los insectos, a semejanza de lo ocurrido con los insecticidas químicos. Este es un problema de manejo agronómico y no guarda relación alguna con las características intrínsecas de los insecticidas biotecnológicos. Por lo tanto, es seguro que los insectos desarrollarán tarde o temprano, tolerancia a las plantas como producto de la selección de variantes resistentes (Agrobit, 2000).

2.3.4. ¿Por qué los científicos piensan que los riesgos son pequeños?

Según Aguirre Uribe (1999), las técnicas de ingeniería genética permiten limitar la transferencia de ADN exclusivamente al gen que se desea introducir, del cual, se esperan *a priori* efectos indeseables. La tecnología moderna permite comparar mediante bases de datos, si el transgénico tiene algún potencial tóxico o alergénico para humanos. Esto permite predecir su comportamiento aún antes de dárselo a comer a animales experimentales. Por supuesto que esto no excluye la realización de los ensayos como requisito para su aprobación como alimento.

Si bien se debe tener precauciones para que el cultivo no se convierta en una nueva maleza invasora o que algún patógeno se convierta en un súper patógeno, hoy se sabe que estos caracteres se deben a la interacción de muchos genes, por lo que es improbable que unos pocos genes nuevos puedan modificar dramáticamente el *status quo*.

La evolución de la vida está basada en la selección natural de mutaciones exitosas que ocurren al azar en la naturaleza. La selección artificial que llevó a la domesticación de cultivos y animales también se basan en el mismo principio. La biotecnología moderna agrega la precisión a este proceso natural y permite combinar aquellas combinaciones exitosas obtenidas independientemente en distintas ramas de la evolución.

Desde hace años se utilizan microorganismos como la bacteria *Escherichia coli* como sistema de prueba de laboratorio de cualquier combinación imaginable. En los años 70, incluso se introdujeron medidas de seguridad en los laboratorios que ensayaban oncogenes en estas bacterias. Se temía que un escape de estos microorganismos podía transmitir cáncer de una forma nueva. Los temores fueron infundados. En esta bacteria

se introdujeron genes de toda clase y origen desde la década del 70 en miles de laboratorios en todo el mundo, y jamás se observaron efectos detrimentales para el ambiente y la salud humana. Sin embargo, a pesar de que toda esta experiencia genera confianza, se debe seguir manteniendo gran cuidado y precaución cada vez que se libera un nuevo producto al ambiente (Agrobit, 2000).

2.4. ¿QUE ARGUMENTAN LOS QUE NO ESTAN DE ACUERDO CON LOS CULTIVOS TRANSGENICOS?

2.4.1. Una evaluación agroecológica

Aunque hay muchas aplicaciones de la ingeniería genética en la agricultura, el enfoque actual de la biotecnología está en el desarrollo de cultivos tolerantes a herbicidas y resistentes a plagas o enfermedades. Las corporaciones transnacionales como Monsanto, DuPont, Norvartis, quienes son los principales proponentes de la biotecnología, ven los cultivos transgénicos como una manera de reducir la dependencia de los insumos, tales como pesticidas y fertilizantes. La biorevolución está siendo adelantada por los mismos intereses que promovieron la primera ola de agricultura basada en agroquímicos; pero ahora, equipando cada cultivo con nuevos genes insecticidas, prometen al mundo pesticidas más seguros, reduciendo la agricultura químicamente intensiva y a la vez haciéndola más sustentable.

Siempre que los cultivos transgénicos sigan estrechamente el paradigma de los pesticidas, los productos biotecnológicos reforzarán la espiral de los pesticidas en los agroecosistemas, legitimando así las preocupaciones que algunos científicos han expresado con respecto a los posibles riesgos medioambientales de organismos genéticamente modificados. De acuerdo a varios autores, los riesgos ecológicos más serios que presenta el uso comercial de cultivos transgénicos son:

- La expansión de los cultivos transgénicos amenaza la diversidad genética por la simplificación de los sistemas de cultivos y la promoción de la erosión genética.
- La transferencia potencial de genes de cultivos resistentes a herbicidas a variedades silvestres o parientes semi-domesticados pueden crear supermalezas.
- Los cultivos voluntarios resistentes a herbicidas se transformarían subsecuentemente en malezas.
- El traslado horizontal vector-mediado de genes y la recombinación para crear nuevas razas patogénicas de bacterias.
- Recombinación de vectores que generan variedades del virus mas nocivas, sobre todo en plantas transgénicas diseñadas para resistencia viral en base a genes virales.
- Las plagas de insectos desarrollarán rápidamente resistencia a los cultivos que contienen la toxina Bt.

- El uso masivo de la toxina Bt en cultivos puede desencadenar interacciones potencialmente negativas que afecten los procesos ecológicos y a organismos benéficos (Altieri, 1999).

2.4.1.1. Problemas potenciales. Los impactos potenciales de la biotecnología agrícola se evalúan dentro del contexto de metas agroecológicas que apuntan hacia una agricultura socialmente más justa, económicamente viable y ecológicamente apropiada (Altieri, 1996). Tal evaluación es oportuna dado que a nivel mundial ha habido más de 1500 aprobaciones para pruebas de campo de cultivos transgénicos (desde 1987 el sector privado ha solicitado el 87% de todas las pruebas de campo); a pesar del hecho que en la mayoría de los países no existen regulaciones estrictas de bioseguridad para tratar con los problemas medioambientales que pueden desarrollarse cuando plantas desarrolladas por ingeniería genética son liberadas al ambiente (Hruska y Lara Pavón, 1997).

La preocupación principal es que las presiones internacionales para ganar mercados y aumentar las ganancias están empujando a las compañías a que liberen cultivos transgénicos demasiado rápido, sin consideración apropiada de los impactos a largo plazo en las personas o en el ecosistema (Altieri, 1999).

2.4.1.2. Ensayos de campo. En los países industrializados, el 57% de todos los ensayos de campo (1987-1992) para probar cultivos transgénicos involucraron tolerancia a los herbicidas, y el 46% de solicitantes al USDA para pruebas de campo fueron compañías químicas. Los cultivos actualmente diseñados para tolerancia genética a uno o más herbicidas incluyen: alfalfa, canola, algodón, maíz, avena, petunia, papa, arroz, sorgo, soya, remolacha, caña de azúcar, girasol, tabaco, tomate y trigo. Está claro que creando cosechas resistentes a sus herbicidas, una compañía puede extender los mercados de sus productos químicos patentados. El mercado para cultivos resistentes a herbicidas fue estimado en más de \$500 millones para el año 2000 (Gresshoft, 1996).

Aunque algunas pruebas son conducidas por universidades y organizaciones de investigaciones avanzadas, la agenda de investigación de tales instituciones es cada vez más influenciada por el sector privado. El 46% de empresas de biotecnología apoyan la investigación biotecnológica en las universidades, mientras 33 de los 50 estados en Estados Unidos tienen centros universidad/industria para la transferencia de biotecnología (Altieri, 1999).

El desafío para tales organizaciones públicas no solo será el asegurar que los aspectos ecológicamente apropiados de la biotecnología se investiguen (tales como fijación de N, tolerancia a la sequía); sino también supervisar y controlar cuidadosamente la provisión de conocimiento aplicado de libre propiedad al sector privado, para garantizar que tal conocimiento continúe en el dominio público para el beneficio de toda la sociedad.

2.4.2. Efectos sobre la agrobiodiversidad

Aunque la biotecnología tiene la capacidad de crear una mayor variedad de plantas comerciales, las tendencias actuales son abrir mercados internacionales amplios para un

solo producto, creando así las condiciones para la uniformidad genética en el paisaje rural. Además, la protección de patentes y los derechos de propiedad intelectual apoyados por el GATT, inhiben a los agricultores de reusar, compartir y almacenar sus semillas aumentando así la posibilidad de que pocas variedades lleguen a dominar el mercado de semillas. Aunque un cierto grado de uniformidad de los cultivos pueden llegar a tener ciertas ventajas económicas, tiene dos inconvenientes ecológicos. Primero, la historia ha mostrado que un gran área cultivada con un solo cultivo es muy vulnerable a un nuevo patógeno o plaga. Y, segundo, el uso extendido de un solo cultivo conduce a la pérdida de la diversidad genética (Robinson, 1996).

Evidencias de la Revolución Verde no dejan ninguna duda que la difusión de variedades modernas ha sido una causa importante de la erosión genética, cuando las campañas gubernamentales masivas animaron a los agricultores a adoptar variedades modernas empujándoles a abandonar muchas variedades locales (Tripp, 1996). La uniformidad causada por el aumento del área de cultivo de un número más pequeño de variedades es una fuente de riesgo para los agricultores, cuando las variedades modernas son más vulnerables a enfermedades y al ataque de plagas y cuando estas se desarrollan pobremente en ambientes marginales (Robinson, 1996).

Todos los efectos anteriores no son únicos a las variedades modernas y se espera que, dada su naturaleza monogénica y la rápida expansión del área bajo su cultivo, los cultivos transgénicos solo exacerbarán estos efectos.

2.4.3. Problemas ambientales de los cultivos resistentes a herbicidas

Según los defensores de los cultivos resistentes a herbicidas, esta tecnología representa una innovación que permite a los agricultores simplificar sus requerimientos de manejo de malezas, reduciendo el uso de herbicidas a situaciones de post-emergencia usando un solo herbicida de amplio espectro que se descomponga relativamente rápido en el suelo.

Sin embargo, en realidad el uso de cultivos resistentes a los herbicidas probablemente aumentará el uso de los herbicidas así como los costos de producción (Altieri, 1999).

2.4.3.1. Resistencia a herbicidas. Está bien documentado que cuando un solo herbicida es usado ampliamente sobre un cultivo, las oportunidades de que se desarrolle resistencia al herbicida en la población de malezas se incrementa (Radosevich *et al.*, 1996).

Las sulfonilureas y los imidazolinones son particularmente propensos a la evolución rápida de malezas resistentes y se conocen hasta 14 especies de malezas que presentan resistencia a los herbicidas del sulfonilurea. *Cassia obtifolia*, una maleza agresiva de la soya y el maíz ha exhibido resistencia a los herbicidas de imidazolinone (Radosevich *et al.*, 1996).

El problema es que dada la presión de la industria para aumentar las ventas de herbicidas, la superficie tratada con herbicidas de amplio espectro se extenderá, exacerbando el problema de resistencia. Por ejemplo, se ha proyectado que la superficie tratada con

glifosato aumentará casi 40 millones de hectáreas. Aunque el glifosato es considerado menos propenso para desarrollar resistencia, el aumento en el uso del herbicida producirá resistencia en malezas, aunque más lentamente, como se ha documentado en poblaciones de pasto centeno anual (Gresshoft, 1996).

2.4.3.2. Impactos ecológicos de los herbicidas. Las compañías afirman que el bromoxinilo y el glifosato, cuando son propiamente aplicados se degradan rápidamente en el suelo, no se acumulan en las aguas subterráneas, no tienen efectos en organismos y no dejan residuos en los alimentos. Hay, sin embargo, evidencia que el bromoxinilo causa defectos de nacimiento en animales de laboratorio, es tóxico a los peces y puede causar cáncer en humanos.

Debido a que el bromoxinilo es absorbido por vía dermatológica, y porque causa defectos de nacimiento en roedores, es probable que presente riesgos a los agricultores y obreros de campo. Similarmente se ha reportado que el glifosato puede ser tóxico para algunas especies invertebradas que habitan en el suelo, incluyendo predadores benéficos como arañas y carábidos (Pimentel *et al.*, 1989).

En la medida que estudios verifican la acumulación de residuos de este herbicida en las frutas y tubérculos, al sufrir poca degradación metabólica en las plantas, emergen también preguntas sobre la seguridad de los alimentos con trazas de estos herbicidas.

2.4.3.3. Desarrollo de supermalezas. Aunque existe la preocupación que los cultivos transgénicos se puedan convertir a su vez en malezas, el mayor riesgo ecológico es que las liberaciones a gran escala de cultivos transgénicos pueden resultar en el flujo de transgenes de los cultivos a otras plantas silvestres que entonces puedan transformarse en malezas (Darmency, 1994).

El proceso biológico que preocupa aquí es la introgresión, es decir, la hibridación entre especies de diferentes plantas.

2.4.3.4. Reducción de la complejidad del agroecosistema. La remoción total de malezas vía el uso de herbicidas de amplio espectro puede llevar a impactos ecológicos indeseables, dado que se ha documentado que un nivel aceptable de diversidad de malezas en los alrededores o dentro de los campos de cultivo puede jugar un papel ecológico importante, tal como la estimulación del control biológico de plagas, o la mejora de la cobertura protectora contra la erosión del suelo (Altieri, 1996). Lo más probable es que los cultivos resistentes a insectos refuercen el monocultivo al inhibir las rotaciones y los policultivos, ya que la diversificación es imposible si se usan cultivos susceptibles a los herbicidas combinados con estos cultivos.

Tales agroecosistemas empobrecidos en su diversidad vegetal proveen las condiciones óptimas para el crecimiento libre de malezas, insectos y enfermedades. Los cultivos resistentes a herbicidas a través el incremento de la efectividad del herbicida, podrían reducir aun más la diversidad vegetal, favoreciendo cambios en la composición y abundancia de la comunidad de malezas, favoreciendo especies competitivas que se

adaptan a un amplio espectro de tratamientos de postemergencia (Radosevich *et al.*, 1996).

2.4.4. Riesgos ambientales de los cultivos resistentes a insectos

2.4.4.1. Resistencia. La mayoría de los cultivos tienen una diversidad de plagas de insectos, por lo que insecticidas tendrán que ser aplicados para controlar plagas diferentes a los lepidópteros que son los susceptibles a la endotoxina expresada por el cultivo *Bt* (Darmency, 1994).

Se tiene conocimiento de que varias especies de lepidópteros han desarrollado resistencia a la toxina de *Bt* en pruebas de campo y de laboratorio, sugiriendo que los problemas de mayor resistencia se desarrollan en cultivos transgénicos donde la expresión continua de la toxina crea una fuerte presión de selección.

Basándose en experiencias pasadas con pesticidas, otros han propuesto planes de manejo de la resistencia con cultivos transgénicos, tales como el uso de mezclas de semilla y refugios (Tabashnik, 1994). Además de requerir la difícil tarea de una coordinación regional entre agricultores, los refugios han presentado un éxito pobre con los pesticidas químicos, debido al hecho que las poblaciones de insectos que entran están expuestas a cada vez más bajas dosis de la toxina en la medida que el pesticida se degrada.

2.4.4.2. Impactos sobre otros organismos. Conservando la población de plagas a niveles sumamente bajos, los cultivos de *Bt* pueden afectar a los enemigos naturales en la medida que estos insectos benéficos necesitan una cantidad pequeña de presas para sobrevivir en el agroecosistema. Los insectos parásitos serían los mayormente afectados porque ellos son más dependientes de hospederos vivos para su desarrollo y supervivencia, mientras que algunos predadores podrían teóricamente alimentarse de presas muertas o agonizantes (Altieri, 1999).

Los enemigos naturales también podrían afectarse directamente a través de las interacciones a niveles intertróficos. La posibilidad de que las toxinas de *Bt* que se muevan a través de las cadenas alimenticias presenta serias implicaciones para el control biológico natural en agroecosistemas.

Las toxinas de *Bt* pueden incorporarse al suelo a través de material vegetal que se descompone, pudiendo persistir durante 2-3 meses, resistiéndose a la degradación ligándose a las partículas de arcilla mientras mantienen la actividad de la toxina. Tales toxinas de *Bt* que terminan en el suelo y en el agua proveniente de los desechos de los cultivos transgénicos pueden tener impactos negativos en los organismos del suelo y en los invertebrados acuáticos así como en el proceso de reciclaje de nutrientes (James, 1997).

2.4.4.3. Efectos río abajo. Un efecto medioambiental mayor, como resultado del uso masivo de la toxina *Bt* en algodón u otro cultivo ocupando una inmensa superficie del paisaje agrícola, es que agricultores vecinos con cultivos diferentes al algodón, pero que

comparten complejos similares de plagas, puede terminar con poblaciones de insectos resistentes colonizando sus campos (Robinson, 1996).

2.4.5. Impactos de los cultivos resistentes a enfermedades

Algunos científicos han intentado diseñar plantas resistentes a infecciones patogénicas incorporando genes para productos virales dentro del genoma de las plantas. Aunque el uso de genes para resistencia a virus en cultivos tiene beneficios potenciales, hay algunos riesgos.

La recombinación entre el ARN del virus y un ARN viral dentro del cultivo transgénico podría producir un nuevo patógeno que lleve a problemas de enfermedad más severos. Algunos investigadores han mostrado que recombinaciones ocurren en plantas transgénicas y que bajo ciertas condiciones se puede producir una nueva raza viral con un rango alterado de huéspedes (Pimentel *et al.*, 1989).

2.4.6. El comportamiento de los cultivos transgénicos liberados

Hasta principios de 1997, ocho cultivos genéticamente modificados habían sido desregulados por el USDA, apareciendo por primera vez en el mercado o en los campos (Cuadro 5). En 1996 más del 20% de la superficie cultivada de soya en los Estados Unidos fue sembrada con soya tolerante al Round Up y cerca de 176,000 hectáreas se sembraron con maíz de *Bt* maximizado.

Dada la velocidad con que los productos se mueven del laboratorio a la producción del campo, ¿están los cultivos transgénicos respondiendo a las expectativas de la industria de la biotecnología?

El comportamiento aparentemente resistente del gusano bellotero en el algodón, se manifiesta en la capacidad del herbívoro de encontrar áreas del tejido de la planta con bajas concentraciones de *Bt*, lleva a preguntar hasta qué punto las estrategias de manejo de resistencia que se han venido adoptando son las adecuadas. Pero también, lleva a cuestionar la forma en que los biotecnólogos subestiman la capacidad de los insectos para sobreponerse en formas inesperadas a la resistencia genética.

Cuadro 5. Comportamiento en el campo de algunos cultivos transgénicos recientemente liberados.

	Cultivo transgénico liberado	Comportamiento
1	Algodón Bt transgénico	Aspersiones adicionales de insecticidas fueron necesarias dado que el algodón Bt falló en el control del bellotero en 8,800 hectáreas en el Este de Texas.
2	Algodón insertado con el gen Ready resistente al Round Up	Bellotas deformadas y cayéndose en 3-4 mil hectáreas en el Delta del Mississippi.
3	Maíz Bt	Reducción del 27% en el rendimiento y bajos niveles de Cu foliar en una prueba en Beltsville.
4	Calabazas resistentes a virus	Resistencia vertical a dos virus y no a otros transmitidos por áfidos.
5	Tomate FLAVR-SAVR	Presenta bajos rendimientos y exhibe comportamiento no aceptable en la resistencia a enfermedades.
6	Canola resistente al Round Up	Sacada del mercado por la contaminación con un gen no aprobado por los organismos reguladores.
7	Papas Bt	Afidos toman la toxina de Bt aparentemente afectando en forma negativa coccinélidos predadores.
8	Varios cultivos tolerantes a herbicidas	Desarrollo de resistencia del pasto centeno anual al Round Up.

Fuente: Altieri (1999)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. SELECCION DE LAS INSTITUCIONES, EMPRESAS Y PERSONAS QUE PARTICIPARON EN LA TOMA DE DATOS

En Honduras hay varios sectores que participan en la producción agrícola. Para que la institución seleccionada a participar en la toma de datos tuviera una opinión representativa, esta institución debería tener capacidad de movilizar opinión con base en su importancia y participación en la producción agrícola, educación de productores, consumidores, capacitación con transferencia de tecnología, orientación investigativa y cobertura de mayoría del territorio hondureño (Figura 5).

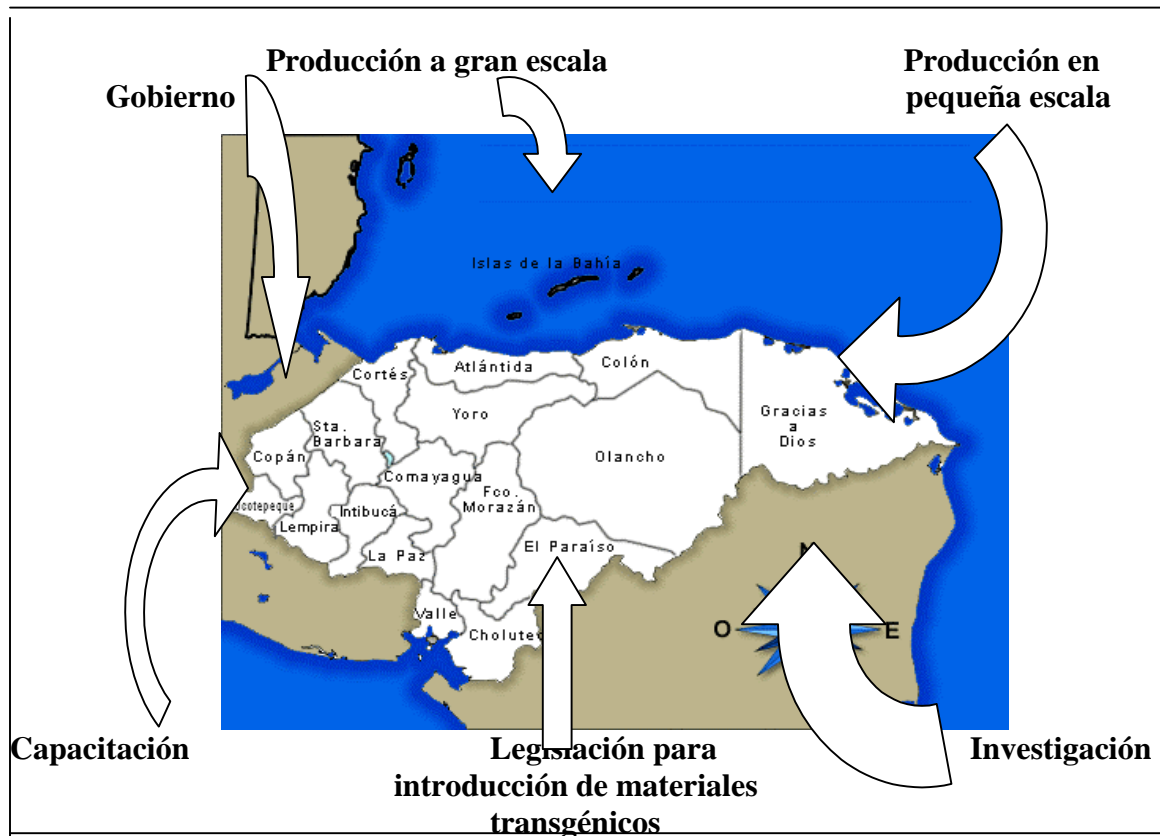


Figura 5. Sectores involucrados en la toma de datos para movilizar opinión representativa a nivel nacional.

Las instituciones, empresas y personas seleccionadas como muestra representativa para esta investigación participan en todos los aspectos mencionados; además, estos sectores son aquellos que estarían directamente involucrados en la introducción, utilización y

manejo de los cultivos transgénicos. Los sectores seleccionados después de determinar su importancia en la producción agrícola de Honduras fueron: sector investigativo, sector agrícola de pequeña escala, sector agrícola de gran escala, organizaciones no gubernamentales y otros sectores.

3.1.1. Sector investigativo

El único organismo hondureño con autoridad para aprobar el uso experimental o comercial de cultivos transgénicos es el Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA), la cual para tomar cualquier decisión de uso, es asesorada por la Comisión Nacional de Biotecnología de Honduras (CONABIOH), que está constituida por científicos hondureños.

Debido al constante contacto que estas personas tienen para decisiones de uso o experimento de transgénicos, su opinión como sector de investigación se marca como imprescindible para el levantamiento de la información. Los miembros de la CONABIOH entrevistados fueron:

Carlos Almendáres, Ing. Agr.,	Certificación de Semilla/SAG
Dinnie Espinal de Rueda, M. Sc.,	Zamorano
Lourdes de Madrid, Ph.D.,	UNAH
Ricardo Lardizábal, M.Sc.,	DCA
Roberto A. Young, Ph.D.,	Standard Fruit Co., Honduras

Además se contó con la opinión de :

Ada Zelaya, Lic. Microbiología,	UNAH
Antonia Salazar, Lic. Microbiología,	UNAH
Ivette de Rivera, Lic. Microbiología,	UNAH
Miriam Arias, Lic. Microbiología,	UNAH

Para la toma de datos se determinó usar la entrevista como herramienta de recolección de información; además, este sector aportó gran parte de las recomendaciones utilizadas en resultados y discusión.

3.1.2. Sector agrícola de pequeña escala

En el sector de pequeña escala, se incluyeron los agricultores cuyo destino de la producción es en su mayoría para alimentación de su familia. La ubicación geográfica de esta recolección de información fue en la Zona Sur, Costa Norte y Olancho. Se encuestaron 43 agricultores. La recolección de información se hizo con la ayuda del proyecto AID/frijol, este proyecto tiene una base de datos de agricultores beneficiados y la selección de los encuestados se hizo al azar, obteniendo una representatividad con 90% de confiabilidad (programa estadístico STATS)

Las zonas geográficas utilizadas se seleccionaron por ser las mayores productoras de granos básicos en Honduras. El criterio que se utilizó para seleccionarlos fue la cantidad de tecnología aplicada al agricultor que los hace uniformes en conocimientos, El tamaño de finca fue solo para establecer parámetros de posesión de tierra.

A este sector se aplicó una encuesta para saber sus conocimientos básicos sobre ingeniería genética. Al haber un patrón de conocimientos similar entre agricultor por cada zona y todas las zonas, entonces, se determinó que este sector no posee el conocimiento básico para opinar objetivamente sobre los cultivos transgénicos entonces el mejor camino fue no seguir con la recolección de información porque la muestra era ya representativa, por el comportamiento de conocimientos mostrado.

3.1.3. Sector agrícola de gran escala

Al darse una introducción de cultivos transgénicos a Honduras las empresas que participen en los rubros de elaboración de concentrados, exportación, procesamiento de semilla, procesamiento de grano, procesamiento de fruta, producción de grano, producción de semilla, producción orgánica, producción de frutas y distribución de insumos agrícolas, serían las principales portadoras de esta tecnología, por lo tanto se consultó el último Censo de Agroindustrias de Honduras para tomar algunas empresas que participan en los rubros antes mencionados. Se obtuvo información de representantes de las siguientes empresas:

EMPRESA	REPRESENTANTE
Zona Norte	
Viveros Tropicales S.A.	Andy Cole Valle
Semillas del Trópico S. de R. L.	Andy Cole valle
Helechos de Honduras S. de R. L.	Andy Cole Valle
La Leona S. de R. L.	Andy Cole Valle
Productos del Campo S. de R. L.	Andy Cole Valle
Helechos Internacionales de Honduras	Jorge Mendoza
Central de Ingenios S.A. de C.V.	Antonio García
Beneficio Dieck S. A.	Kemal Dieck
Exportadora Agrícola S.A.	Georgens Andonie
Compañía Agrícola La Venta S.A. de C.V.	César López Pérez
Finca Ana Lucía	Ricardo Bueso
Rio Nance Agroindustrial S. A. de C. V.	Ricardo Bueso
Standard Fruit de Honduras	Roberto Young
Citrus Development Corporation	Héctor Mejía
Tela Railroad Company	Arnoldo Palma
Piñas Antillanas S.A.	Merris Martínez
Zona Sur, Centro y Occidente	
Hondugenet	Rafael Martínez
Velocity Works	Marcio Valenzuela
CORPROLASA	Guillermo Galindo
Fábrica de Concentrados San Luis	Luis Berrios

EMPRESA	REPRESENTANTE
Cooperativa Agropecuaria Algodonera del sur	Francisco Rivera
Copán Industrial	José Pineda Escalante
Inversiones y Distribuciones Guayape S.A.	Joel Sandoval
Tabacos Rancho Jamastrán S.A.	Nat Sherman
Tabacalera Panamericana	Sandra Ochoa
Hondumex Fruit	Marco Tulio Figueroa

3.1.4. Organizaciones no gubernamentales (ONG)

Para caracterizar la opinión de este sector se seleccionó aquellas ONG que tienen una cobertura de acción en la mayoría del territorio nacional y sus principales actividades se enfocan a agricultura en laderas, agroecología, bancos comunales, capacitación, comercialización agrícola, cooperativismo, desarrollo rural, educación agrícola, gestión ambiental, manejo de áreas silvestres, manejo de recursos forestales, microempresa, proyectos de agricultura y seguridad alimentaria.

Para seleccionar las ONG, se consultó a la Federación de Organizaciones Privadas de Desarrollo de Honduras (FOPRIDEH) que tiene un directorio de organizaciones afiliadas. Las ONG que participan en los rubros antes mencionados y prestaron colaboración fueron:

ONG	REPRESENTANTE
Asociación Hondureña de Desarrollo	Noemí de Pizzati
Mosquitia Pawisa	Oswaldo Munguía
Comisión Acción Social Menonita	Oscar Lupia
CARE- Honduras	Raúl Iglesias
Centro de Proyectos para el Desarrollo de Campesinos Parceleros	Miguel Gómez
Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura	Tito Livio Zúniga
Proyecto de Administración de Areas Rurales	Jorge Hañez
Instituto Nacional de Ambiente y Desarrollo	Héctor Portillo
Familia y Medio ambiente	Camila Elvir
Proyecto Guayape UF	Francisco Sarmiento
Asesores para el Desarrollo	Juan Martínez
Asociación el Buen Pastor	Nestor Salavarría
Alianza para el Desarrollo Rural de Honduras	Jesus Cerna
Plan Internacional de Honduras	Carlos Ruíz
Asociación Hondureña de Desarrollo de la Juventud y la Mujer Rural	Ricardo Peña

Las anteriores ONGs tienen un radio de acción mayor al 70% del territorio nacional y están en contacto permanente con los agricultores de más bajos estratos.

3.1.5. Otros sectores

Dentro de este sector se contó con la colaboración de representantes de organizaciones de productores (APROCACAHO, AHPROCAFE, ANAFAE e Instituto de la Mujer División Agrícola), personas de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras que se encargan de legislar experimentos de cultivos transgénicos y aprobar su utilización a nivel comercial (Jefe del Departamento de Auditoría y Denuncia Ambiental, Coordinador de la División de Generación de Tecnología y el Delegado Presidencial al Consejo Centroamericano para el Desarrollo Sostenible), y los consumidores (de nivel de escolaridad universitario).

3.2. METODOLOGIA

Lo principal fue determinar que la representatividad de opinión le darían peso a este trabajo. Para la recolección de información se utilizaron diferentes métodos (descritos a continuación), de acuerdo a la disponibilidad de tiempo y recursos, bajo el criterio de obtener la mayor representatividad posible.

3.2.1. Encuestas (Anexo 5)

Se aplicaron encuestas de conocimiento de los diversos sectores acerca de cultivos transgénicos. En este instrumento se incluyeron preguntas control para validar la información obtenida buscando datos estadísticamente significativos (con información cuantitativa y cualitativa). Estas se aplicaron al sector de pequeña y gran escala, ONG y los comprendidos dentro de otros sectores.

Las preguntas control consistieron en la validación de conocimientos con preguntas acerca de investigación, ingeniería genética y cultivos transgénicos. Luego de esta sección las preguntas se enfocaron hacia la repercusión y peligro de esta tecnología al ambiente, mencionar ventajas y desventajas, terminando con la pregunta de si estaría de acuerdo con la introducción de cultivos transgénicos al país.

Las preguntas finales se refirieron a manejo, consumo, etiquetación, impacto en la economía nacional a futuro y recomendaciones de regulación para el gobierno (Anexo 1).

3.2.2. Entrevistas

Esta herramienta se utilizó en los sectores con conocimientos de biotecnología profundos y cuyas opiniones y recomendaciones resultaron importantes para la elaboración de este documento. Se realizaron reuniones personales con los miembros de la CONABIOH debido a que los aportes de éstos fue elemental para realizar conclusiones del estudio. El análisis de las entrevistas consistió en un análisis descriptivo.

3.2.3. Opiniones de estudiantes del Programa de Ingeniería Agronómica (PIA) de la Escuela Agrícola Panamericana

En Zamorano se tiene una posición acerca del uso de cultivos transgénicos, en la cual se menciona la importancia que tienen los conocimientos de estos cultivos para los estudiantes de Zamorano, todo dentro de un marco legal (Anexos 3 y 4). Adicionalmente, como parte del curso de Biotecnología, impartido el tercer trimestre del año 2000 a alumnos de cuarto año de Zamorano, se hizo un debate acerca de cultivos transgénicos, en donde la mitad de la clase (por asignación) defendió la posición a favor y el resto en contra del uso de cultivos transgénicos. Luego se tabularon los reportes escritos de estos estudiantes y se señalaron los puntos más sobresalientes del total de participaciones escritas.

3.3. VARIABLES A MEDIR

Las variables cualitativas se enfocaron a obtener las recomendaciones de cual legislación utilizar para uso de cultivos transgénicos en Honduras. Las variables cuantitativas se midieron en porcentaje que reflejan el grado de inclinación de cada sector de permitir o no la introducción de cultivos transgénicos a nivel comercial.

3.3.1. Análisis estadístico de los datos

Se basó en medidas de la tendencia central (media, mediana, moda), complementándolas con las recomendaciones dadas por los entrevistados.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Al final de la recolección de información, se comprobó que los entrevistados estaban concientes del valor intrínseco de la diversidad biológica y de los valores ecológicos, genéticos, sociales, económicos, científicos y educativos de la biodiversidad y sus componentes.

Se obtuvo la representatividad de cada sector que comprueba su capacidad para movilizar opinión en el territorio nacional (Cuadro 6).

Cuadro 6. Distribución del total de entrevistados por sectores donde la representatividad de opinión juega un papel importante.

	Sector investigativo	Pequeños agricultores	Empresa privada	ONG	Otros sectores
Total de entrevistados	10	43	26	16	33

La encuesta aplicada y la entrevista estructurada tuvieron un formato que permitió dividir el análisis de información por sector en los siguientes grupos:

- Validación de conocimientos.
- Conocimientos acerca de cultivos transgénicos.
- Aspectos sobre introducción de cultivos transgénicos a Honduras y probables efectos a futuro.
- Identificación de ventajas.
- Identificación de desventajas.
- Regulaciones recomendadas al gobierno por cada sector.

4.1. VALIDACION DE CONOCIMIENTOS POR SECTOR

Para todos los sectores la obtención de mayor rendimiento en los cultivos es lo más necesario por resolver a los agricultores hondureños. Por otro lado la reducción en el uso de pesticidas representa para los ejecutores de la agricultura (agricultores y empresa privada) un cuarto nivel de importancia; además, estos dos sectores creen que el gobierno y la empresa privada deben resolver esos problemas. Lo anterior hace suponer que estos dos sectores hacen énfasis en aliviar problemas con insectos y malezas utilizando pesticidas sin preocuparse en reducir su uso (Cuadro 7).

El sector agrícola de pequeña escala mostró un desconocimiento total acerca de la ingeniería genética y los cultivos transgénicos; por ello, y después de encuestar 43 agricultores, éstos evidenciaron el mismo patrón de conocimiento, entonces se determinó cerrar con la toma de datos de este sector ya que su nivel de conocimiento sobre este tema no permitiría contestar objetivamente el resto del cuestionario.

Cuadro 7. Validación de conocimientos por sector.

PREGUNTA	Sector de investig	Pequeño agric.	Empresa privada	ONG	Otros sectores
¿Qué opina de lo siguiente?: “La investigación es la única vía hacia la resolución de los problemas de la agricultura”					
Estoy de acuerdo	86%	96%	33%	44%	27%
Estoy en desacuerdo	14%	4%	67%	56%	73%
¿Cuál cree que es el mayor problema por resolver de los agricultores hondureños? 1 = más importante 5 = menos importante					
Obtención de mayor rendimiento	1	1	1	1	1
Reducir uso de pesticidas	2	4	4	3	2
Resolver problemas con insectos	3	2	2	2	3
Resolver problemas con malezas	4	3	3	4	4
Reducir uso de fertilizantes	5	5	5	5	5
¿Quién debe resolver esta problemática al agricultor? 1 = más importante 4 = menos importante					
Ellos mismos (los agricultores)	1	2	4	1	1
Gobierno	2	1	3	2	2
ONG	3	3	1	3	4
Empresa privada	4	4	2	4	3
¿Sabe usted qué es la ingeniería genética?					
Si	100%	0%	100%	100%	100%
No	0%	100%	0%	0%	0%

4.2. CONOCIMIENTOS ACERCA DE CULTIVOS TRANSGENICOS

En esta sección ya no se contó con la intervención del sector agrícola de pequeña escala. Aquí se formularon preguntas específicas acerca de cultivos transgénicos (Cuadro 8).

Al haber un patrón de conocimientos similar entre agricultor por cada zona y todas las zonas, entonces, se determinó que este sector no posee el conocimiento básico para opinar objetivamente sobre los cultivos transgénicos entonces el mejor camino fue no seguir con la recolección de información porque la muestra era ya representativa, por el comportamiento de conocimientos mostrado.

Cuadro 8. Conocimiento acerca de cultivos transgénicos por sector.

PREGUNTA	Sector de investig	Pequeño agric.	Empresa privada	ONG	Otros sectores
¿Sabe usted qué es un cultivo transgénico?					
Si	100%	0%	100%	100%	100%
No	0%	100%	0%	0%	0%
¿Hasta qué punto está enterado de los cultivos transgénicos?					
Superficial	38%		73%	78%	64%
Profundo	62%		27%	22%	36%
Muy profundo	0%		0%	0%	0%
¿Cree que los cultivos transgénicos están hechos para resolver las necesidades específicas de los agricultores hondureños?					
Si	57%		56%	22%	18%
No	43%		44%	78%	82%
¿Cree usted que los cultivos transgénicos son peligrosos para el medio ambiente?					
Si	0%		7%	56%	64%
No	100%		93%	33%	36%
No sabe	0%		0%	11%	0%
Marque los problemas con cultivos transgénicos que haya escuchado y que según usted son ciertos (puede ser más de uno)					
Impacto ecológico de herbicidas	0%		12%	56%	36%
Reducción de la complejidad del agroecosistema	29%		39%	33%	45%
Impactos sobre otros organismos	0%		64%	89%	73%
Alergias al humano	0%		0%	56%	45%
Bajos rendimientos	0%		0%	0%	0%
Escape de genes al ambiente	0%		25%	44%	45%
¿Ha escuchado polémicas relacionadas al uso de cultivos transgénicos?					
Si	71%		66%	56%	82%
No	29%		34%	44%	18%
¿Piensa que los agricultores nacionales están listos para recibir esta nueva tecnología?					
Si	43%		32%	22%	10%
No	57%		68%	78%	90%
¿Estaría de acuerdo con la introducción de cultivos transgénicos a Honduras?					
Si	100%		93%	33%	36%
No	0%		7%	67%	64%

El Cuadro 8 muestra que ninguno de los sectores tiene conocimientos muy profundos sobre cultivos transgénicos, generalizándose esta aseveración a nivel nacional. El sector investigativo es el más dotado en conocimientos, opinando en forma similar a las empresas privadas que estos cultivos si pueden ayudar con las necesidades específicas de los agricultores hondureños. Por ello, estos mismos sectores opinan que los cultivos transgénicos no son peligrosos al ambiente; contrario a las ONG y otros sectores, que opinan en sentido opuesto.

Las ONG y otros sectores están parcialmente de acuerdo con la introducción de cultivos transgénicos a Honduras, mientras que el sector investigativo y empresas privadas están totalmente de acuerdo. Los principales argumentos para aceptar esta tecnología es la posibilidad de incrementar la productividad, que es una nueva alternativa que todos los países tienen derecho a gozar.

Los argumentos para rechazar la introducción de transgénicos es que habría dependencia de los productores a una tecnología que no manejan ni dominan, además no están contemplados en la agricultura orgánica.

Todos los sectores opinan en mayoría porcentual que los agricultores hondureños no están listos para recibir esta nueva tecnología, todos han escuchado de polémicas sobre los materiales transgénicos y, el más sobresaliente de los problemas de los transgénicos considerados como ciertos fue que pueden causar impactos sobre otros organismos.

4.3. ASPECTOS SOBRE LA INTRODUCCION DE CULTIVOS TRANSGENICOS A HONDURAS

Esta sección hizo énfasis en puntos claves en caso que se diera una introducción de cultivos transgénicos a Honduras (Cuadro 9).

En el Cuadro 9 se destaca que la opinión general es que cualquier ente, empresa o agricultor individual debe tener acceso a esta tecnología en caso que se introdujera a Honduras. Por ello que la empresa privada sí usaría transgénicos en su sistema de producción, porque están de acuerdo con su introducción. Además, el sector investigativo menciona el uso de estos cultivos como seguro.

Las ONG y otros sectores no recomiendan la siembra de transgénicos, aún si se aprobara su introducción; aunque, al igual que todos los sectores, piensan que habría aumento en rendimiento con menor uso de agroquímicos ya que se daría un mejor control de plagas.

Según todos los sectores encuestados al momento de la introducción habría rechazo al consumo por parte de la población, esto debido a que existe poca información en Honduras sobre la manipulación genética. Como toda nueva tecnología causaría rechazo al inicio, pero, con una adecuada información a la población, etiquetación de los alimentos de origen transgénico y, un uso correcto de estos cultivos, provocaría una mejora gradual a mediano plazo de la economía nacional (aspectos mencionados por todos los sectores).

Cuadro 9. Opinión por sector sobre impactos a futuro en caso que se aprobara la introducción de cultivos transgénicos al país.

PREGUNTA	Sector de investig.	Empresa privada	ONG	Otros sectores
De darse una introducción: ¿Quién debe manejar estos cultivos en el país? (puede ser más de uno)				
Gobierno	43%	48%	67%	27%
Instituciones educativas	57%	59%	78%	54%
Empresa privada	43%	93%	33%	27%
ONG	57%	63%	56%	54%
Agricultores	57%	9%	33%	27%
¿Usaría cultivos transgénicos en su sistema de producción?				
Si	100%	93%	33%	36%
No	0%	7%	67%	64%
¿Qué impacto cree que tendría esta introducción en cuanto al manejo agronómico de los cultivos? 1 = más importante 3 = menos importante				
Mejor control de plagas	1	1	1	3
Menor uso de agroquímicos	2	2	3	1
Reducción en mano de obra	3	3	2	2
¿Qué impacto cree que tendría sobre la productividad de los cultivos?				
Aumento en rendimiento	100%	82%	89%	78%
Rendimiento igual	0%	18%	11%	22%
Reducción en rendimiento	0%	0%	0%	0%
¿Qué opina usted con relación al consumo de productos de cultivos transgénicos?				
Mayor aceptación	14%	18%	0%	10%
Rechazo de la gente	43%	6%	34%	36%
Consumo igual	14%	28%	22%	18%
Indiferente	29%	42%	44%	36%
¿Cree usted que los alimentos de origen transgénico deben etiquetarse como tal?				
Si	100%	100%	100%	100%
No	0%	0%	0%	0%
¿Consumiría alimentos de origen transgénico?				
Si	100%	93%	33%	36%
No	0%	7%	67%	64%
¿Qué impacto cree que tendría la introducción de cultivos transgénicos en la economía nacional?				
Mejoraría rápidamente	0%	0%	0%	0%
Mejoraría gradualmente	100%	72%	55%	51%
Decaería rápidamente	0%	0%	11%	0%
Decaería gradualmente	0%	0%	22%	12%
No tendría efecto	0%	28%	22%	37%

4.4. IDENTIFICACIÓN DE VENTAJAS POR SECTOR

Cada sector tiene expectativas sobre el uso de cultivos transgénicos y, mencionan ventajas que ellos consideran traen implícitas al momento de utilizarlos en un sistema de producción (Cuadro 10).

Cuadro 10. Ventajas de los cultivos transgénicos sobre los cultivos tradicionales mencionados por cada sector.

Sector investigativo	Empresa privada	ONG	Otros sectores
<p>Mejora de productividad porque hay mejores rendimientos de post-cosecha.</p> <p>Contienen una mejor calidad y valor nutricional.</p> <p>Son más resistentes a plagas.</p> <p>Se debe considerar como una alternativa tecnológica más en el área agrícola y dejar desarrollarla de manera que esté accesible a un mayor número de científicos, investigadores y estudiantes.</p> <p>No son la solución a los problemas de hambre que existe a nivel mundial, pero contribuyen a minimizarla.</p>	<p>Se tiene mayor rendimientos porque las variedades son más resistentes; además, se tiene un producto más uniforme y con mayor valor proteico.</p> <p>Se pueden obtener productos hechos a la medida de los consumidores</p>	<p>Hay mayor producción.</p> <p>Resistencia a plagas y enfermedades.</p> <p>Hay reducción en el uso de agroquímicos.</p> <p>Se obtienen mejores variedades, se mejora la eficiencia en el uso de la tierra.</p>	<p>Hay mayores rendimientos con menos uso de agroquímicos.</p> <p>Los cultivos transgénicos se adaptan mejor a condiciones ambientales adversas.</p>

4.5. IDENTIFICACIÓN DE DESVENTAJAS POR SECTOR

Toda nueva tecnología trae consigo aspectos considerados como negativos al usarlos. Cada sector entrevistado mencionó posibles desventajas de los cultivos modificados genéticamente (Cuadro 11).

Cuadro 11. Desventajas de los cultivos transgénicos mencionados por sector.

Sector investigativo	Empresa privada	ONG	Otros sectores
<p>No hay organismos regulatorios serios y objetivos que legislen estos materiales manipulados genéticamente.</p> <p>Que la persona que use un cultivo transgénico piense que con eso solucionó totalmente el problema que tiene y por ello pierda atención al cultivo.</p> <p>La falta de personas entendidas en la materia y la falta de profundizar los temas de investigación.</p>	<p>Problemas no previstos en el ambiente por desconocimiento previo.</p> <p>No se sabe el impacto a futuro en el medio ambiente y la farmacología.</p>	<p>No está al alcance de los países en desarrollo.</p> <p>Son caros, no se puede obtener semilla para continuar sembrando, por lo tanto el agricultor se vuelve más dependiente de estas semillas.</p> <p>Dependencia de los productores a una tecnología que no manejan ni dominan.</p> <p>Monopolio de los derechos reservados sobre las variedades transgénicas.</p> <p>Alteración de las condiciones naturales del ambiente.</p>	<p>Representa un amenaza a la diversidad genética.</p> <p>Pérdida de la base genética del organismo modificado.</p> <p>No están contemplados dentro de la agricultura orgánica.</p>

4.6. REGULACIONES RECOMENDADAS

El gobierno debe tener una posición acerca de los materiales transgénicos, esta posición debe contener regulaciones que controlen su uso a los aspectos mencionados en el documento oficial de regulación. La recolección de información incluyó recomendación de regulaciones para el uso de cultivos transgénicos en Honduras (Cuadro 12).

Cuadro 12. Regulaciones recomendadas por cada sector para el uso de cultivos transgénicos.

Sector investigativo	Empresa privada	ONG	Otros sectores
Mantener un grupo de asesores que dominen el tema y que puedan recomendar sobre cualquier solicitud de introducción al país.	El uso debe fijarse en agricultores quienes practican la agricultura intensiva y extensiva con la preparación debida de manejo.	Etiquetar los alimentos que sean de origen transgénico.	Todas las que promueven: <ul style="list-style-type: none"> • Salud de las personas y quienes les rodean. • Crecimiento de economías y sistemas de producción de los pequeños agricultores. • La seguridad alimentaria de los grupos más vulnerables en el país.
Primero, permitir la introducción de cultivos transgénicos con fines experimentales.	Debe certificarse a los agricultores que estén preparados para la siembra de cultivos transgénicos.	Realizar una investigación para saber de los efectos potenciales y actuar conforme a la ley de sanidad vegetal en coordinación con el departamento de semillas de la SAG.	
Incrementar la capacidad de análisis y/o tener acceso a organismos externos para asesoría.	La regulaciones no deberían ser por parte del gobierno, sino por parte de organizaciones internacionales con la suficiente credibilidad y conocimiento para hacerlo.	Debe haber mayor información sobre cultivos transgénicos a través de la educación accesible a cualquier hondureño.	Que se declare una moratoria a los permisos para el cultivo de transgénicos en Honduras hasta que se establezcan medidas rigurosas de bioseguridad en base a experimentos, donde se garantice que no habrá contaminación de nuestra única y valiosa diversidad
Mantenerse atentos a las investigaciones que realizan los países industrializados y si ellos hacen descubrimientos de		Cada variedad que sea solicitada para introducir a Honduras debe tener resultados con respecto al análisis de las ventajas del cultivo y la no presencia de efectos secundarios.	

Sector investigativo	Empresa privada	ONG	Otros sectores
<p>Posibles problemas con algún gen específico, eliminar el cultivo que lo tenga en el país.</p> <p>Brindar educación continua a las empresas o particulares que utilicen cultivos transgénicos, ya que deben hacer regulaciones en cuanto al transporte de estos granos, para que no existan cruces con las variedades criollas.</p>	<p>Seguir las recomendaciones del Acuerdo sobre Bioseguridad negociado en Montreal.</p>	<p>Fortalecimiento de un ente que esté seriamente constituido, que regule la evaluación y uso de cultivos transgénicos.</p> <p>Analizar posibles peligros y compararlos con los beneficios.</p>	<p>genética y no se contaminen los cultivos de predios cercanos.</p> <p>Que se establezca un registro público de todos los lugares en donde se ha sembrado o se piensa sembrar, para que los agricultores de las cercanías puedan tomar medidas legales o de otro tipo para defenderse de la contaminación biológica de sus cultivos.</p> <p>Que se abra un diálogo público frente a este tema tan trascendental para el futuro de la humanidad, que se informe y eduque a la sociedad y que las decisiones respecto a la exportación, importación y uso de transgénicos en Honduras sea objeto de amplia consulta ciudadana.</p>

4.7. OPINIONES DE ESTUDIANTES DEL PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA (PIA) DE ZAMORANO

Debido a que estos estudiantes de PIA provienen de más de 15 países latinoamericanos, sus opiniones se enfocan más globalmente a América Latina.

A continuación se mencionan las opiniones más sobresalientes y frecuentes seleccionadas después de leer más de 150 participaciones escritas sobre la controversia de los cultivos transgénicos discutidas en las clases del curso de Biotecnología impartidas por el Dr. Juan Carlos Rosas.

4.7.1. Opiniones a favor

- “Actualmente muchos países del mundo se enfrentan con carencias de alimentos por diferentes motivos, los niños sufren por desnutrición y las tasas de mortalidad siguen creciendo, las plantas transgénicas sin llegar a ser la solución completa al problema, aportan un importante grano de arena para hacer esta situación menos precaria; ellas permiten producir bienes de consumo, dando mayor seguridad y reduciendo la incertidumbre que domina la agricultura”.
- “Los cultivos transgénicos son una nueva revolución en el campo agrícola mundial; aunque algunos organismos se están esforzando para desvirtuarlos fundamentándose en el no conocimiento del tema. Lo único que tenemos que aumentar la práctica de una buena agronomía en la introducción de cultivos transgénicos”.
- “Es una alternativa que debe ser implementada para incrementar rendimientos, mejorar calidad de vida y para esto se requiere que existan leyes y regulaciones adecuadas para asegurar que los beneficios serán equitativos para la sociedad”.
- “Las nuevas tecnologías tienden a beneficiar a los productores con mayor acceso económico, sin embargo, a medida que la ciencia avanza, se hace menos costoso”.
- “Como todo cambio, causa controversia, por lo que debemos informar a la comunidad mundial y exponer todas las ventajas que nos brinda despejando todas las dudas que existan”.

4.7.2. Opiniones en contra

- “La investigación científica con plantas transgénicas es aceptable, hay que buscar alternativas, pero, no hay que comercializar con estas plantas que están en fase experimental dejando de lado la evaluación de los impactos a ecosistemas”.
- “Esta tecnología debe demostrar ser más eficiente que las prácticas actuales de nuestros productores para que las adopten”.

- “La naturaleza es perfecta y existe un equilibrio perfecto, cualquier intervención por mínima que sea, podría traer grandes catástrofes”.
- “El monopolio que existe entre las compañías con los cultivos transgénicos podría provocar a largo plazo un caos social”.
- “La producción de plantas transgénicas trae consigo la reducción de la diversidad genética, la manipulación genética va en contra de los principios de la naturaleza, porque se están creando organismos que no existen en forma natural”.
- “Los estudios han sido desarrollados en países industrializados y sería trasladar el paquete tecnológico a una región que tiene múltiples diferencias tanto naturales como socioeconómicas”.
- “La tecnología actual en Latinoamérica no es adecuada para adoptar tecnologías de este tipo por el manejo complejo que implica”.
- “Puede ser que el hombre tenga el conocimiento y la técnica para manipular la genética, pero es imposible controlarla”.
- “El uso de estos cultivos aumentará el nivel de dependencia de nuestros países para con los países productores de las semillas transgénicas”.
- “El punto clave está en el alto costo de la investigación y obtención del material manipulado genéticamente, esto hace los cultivos transgénicos poco accesibles para los campesinos que representan la fuerza de la agricultura en nuestros países”.

5. CONCLUSIONES

- Las ONG y Otros Sectores están parcialmente de acuerdo con la introducción de cultivos transgénicos a Honduras (33 y 36%, respectivamente), mientras que el sector investigativo está totalmente de acuerdo, y el 93% de las empresas agrícolas privadas consultadas mostraron su aprobación a esta introducción, excepto las enfocadas a la agricultura orgánica (7%).
- La principal ventaja identificada por los sectores entrevistados fue la posibilidad de obtener mayores rendimientos y mejor calidad nutricional de los cultivos bajo condiciones de menor uso de pesticidas, que conduciría a un aumento gradual a mediano plazo de la economía hondureña.
- La desventaja más clara (mencionada por todos los sectores) es el poco conocimiento que existe en Honduras sobre estos materiales modificados genéticamente; además, las ONG (65%) opinan que se crearía una dependencia de los productores hondureños a grandes compañías transnacionales que venden este paquete tecnológico.
- Este estudio puede servir como base para evaluar la introducción de cultivos transgénicos a Honduras, porque contiene las percepciones de los productores, ONG, sector investigativo y la empresa privada relacionadas al tema.

6. RECOMENDACIONES

- Utilizar los resultados de este estudio para apoyar la toma de decisión.
- Dar continuidad a este estudio, consultando a todo aquel sector que pueda verse involucrado para aprobar o rechazar la autorización para introducción a nivel comercial (incluido el sector financiero) .
- Comenzar a divulgar información sobre estos materiales modificados genéticamente a los diferentes sectores del país, para contribuir a mayor conocimiento en el momento de dar una opinión o toma de decisiones.

7. BIBLIOGRAFIA

- AGROBIT. 2000. Contribución de la biotecnología a la conservación del ambiente: el caso de las plantas transgénicas. Córdoba, Argentina. s. p.
- AGUIRRE URIBE, L.A. 1999. Situación de las OGMs en la agricultura mexicana y papel de la CIPF en la biotecnología de México. México D.F., México. 6 p.
- ALTIERI, M. 1996. Agroecology: the science of sustainable agriculture. Westview Press, Boulder. s. p.
- ALTIERI, M. 1999. Riesgos ambientales de los cultivos transgénicos: una evaluación agroecológica. Universidad de California, Berkeley, USA. s.p.
- ARIAS, M. 1999. Los cultivos transgénicos: una gran amenaza para el medio ambiente y la vida en el planeta. Revista Vida Sana. p. 9-13.
- ARIAS PEÑATE, S. 1990. Biotecnología: amenazas y perspectivas para el desarrollo de América Central. San José, Costa Rica. 282 p.
- DARMENCY, H. 1994. The impact of hybrids between genetically modified crop plants and their related species: introgression and weediness. *Molecular Ecology* 3: 37-40.
- GRESSHOFT, P.M. 1996. Technology transfer of plant biotechnology. CRC Press, Boca Ratón. s. p.
- HRUSKA, A.J.; LARA PAVON, M. 1997. Plantas transgénicas en la agricultura Mesoamericana. Zamorano Academic Press, Honduras. 112 p.
- IZQUIERDO, J. 1999. La biotecnología moderna como herramienta para la seguridad alimentaria: el papel de la FAO. Santiago, Chile. 6 p.
- JAMES, C. 1998. Global review of commercialized transgenic crops: 1998. Cornell University, USA. [7] p.
- JAMES, C.; KRATTIGER, A.F. 1996. Global review of the field testing and commercialization of transgenic plants: 1986 to 1995, the first decade of crop biotechnology. Cornell University, USA. 30 p.

- JAMES, R.R. 1997. Utilizing a social ethic toward the environment in assessing genetically engineered insect-resistance in trees. *Agriculture and Human Values* 14:237-249 p.
- PIMENTEL, D.; HUNTER, M.S.; LAGRO, J.A.; ETROYMSON, R.A.; LANDERS, S.C.; MERVIS, F.T.; McCARTHY, C.A.; BOYD, A.E. 1989. Beneficios y riesgos de la ingeniería genética en la agricultura. *BioScience* 39: 606-614 p.
- RADOSEVICH, S.R.; HOLT, J.S.; GHERSA, C.M. 1996. *Weed ecology: implications for weed management*. 2 ed. New York, USA. 322 p.
- ROBINSON, R.A. 1996. Return to resistance: breeding crops to reduce pesticide resistance. *AgAccess*, Davis. s. p.
- TABASHNIK, B.E. 1994. Genetics of resistance to *Bacillus thuringiensis*. *Annual Review of Entomology* 39: 47-49 p.
- TRIPP, R. 1996. Biodiversity and modern crop varieties: sharpening the debate. *Agriculture and Values* 13: 48-62 p.

ANEXO 1
COMISION NACIONAL DE BIODIVERSIDAD
COMITE DE BIOTECNOLOGIA Y BIODIVERSIDAD
REQUISITOS ESPECIFICOS PARA EVALUACIONES

I. PERSONAL INVOLUCRADO

Nombres, direcciones y números telefónicos de las personas que han desarrollado y/o suplido el artículo regulado.

II. PROPOSITO DE LA EVALUACION

Una descripción detallada del propósito de la introducción del artículo regulado, incluyendo una descripción detallada del diseño experimental y/o de producción propuesto.

III. DESCRIPCION DEL MATERIAL GENETICO

Una descripción de la expresión anticipada o real del material genético alterado en el artículo regulado y de cómo la expresión difiere de la expresión del organismo parental no modificado (ejemplo: características morfológicas o estructurales, actividades y procesos fisiológicos, número de copias del material dentro del organismo recipiente (integrado o extracromosómico), productos y secreciones, características de crecimiento.

IV. METODOS DE TRANSFORMACION

País y localidad en donde el organismo donante, organismo recipiente y el vector o agente vector fueron recolectados desarrollados y producidos. Métodos de transformación y procesos de selección empleados.

V. SISTEMA UTILIZADO PARA PRODUCIR EL ARTICULO REGULADO

Una descripción detallada de la biología molecular del sistema.

VI. LUGAR DE LA EVALUACION

País y localidad geográfica de la evaluación, especifique la descripción exacta de las parcelas de la evaluación.

VII. MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD

Una descripción detallada de los procesos y medidas de seguridad que han sido usados o serán usados en el país de origen, en los países que esté de tránsito y en Honduras para prevenir la contaminación, liberación y diseminación en la producción de: el organismo donador, el organismo recipiente, el vector o agente vector, el constituyente de cada artículo regulado que es un producto y el artículo regulado.

VIII. DESTINO PROGRAMADO

Una descripción detallada del destino programado (incluyendo el destino final y todos los destinos intermedios), usos, y/o distribución del artículo regulado.

IX. MEDIDAS DE CONTENCIÓN

Una descripción detallada de los procedimientos, procesos y medidas de seguridad propuestos que serán utilizados para prevenir el escape y diseminación del artículo regulado en cada uno de los destinos programados.

X. METODO DE DISPOSICION FINAL

Una descripción detallada del método propuesto de desecho final del artículo regulado.

XI. BIBLIOGRAFIA

ANEXO 2

SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA
S.E.N.A.S.A.
DEPARTAMENTO DE CERTIFICACION DE SEMILLAS

**Reglamento de Bioseguridad
con énfasis en plantas
transgénicas**

**Tegucigalpa, M.D.C.
Junio, 1999
Honduras, C.A.**

INDICE

Acuerdo Número 1570-98	3
Capítulo I Del objeto y ámbito de aplicación	7
Capítulo II Definiciones	8
Capítulo III De la regulación del uso de organismos transgénicos	9
Capítulo IV Procedimientos y metodología de evaluación	10
Capítulo V De las infracciones y sanciones	12
Capítulo VI Disposiciones finales	13
Capítulo VII Vigencia	14

ACUERDO NUMERO 1570-98

La gaceta numero 28,715

CONSIDERANDO:

Que en los últimos diez años se ha incrementado a nivel nacional la aplicación de la ingeniería genética en vegetales con diversos propósitos como el de aumentar la producción de la actividad agrícola, la vida en anaquel de los productos perecedoros y su resistencia a plagas y enfermedades.

CONSIDERANDO:

Que los ensayos realizados con individuos de origen vegetal manipulados mediante ingeniería genética deben realizarse bajo un estricto control hasta asegurar que no tendrán un efecto inesperado en el medio ambiente agrícola, por lo que, la movilización de este tipo de materiales y las pruebas de campo deben efectuarse de acuerdo a los criterios que establece el presente reglamento.

CONSIDERANDO:

Que nuestro país posee una gran diversidad de plantas y animales y es considerado a nivel mundial como un repertorio natural de especies, la introducción de los organismos manipulados mediante ingeniería genética para aplicarse en la agricultura constituyen un alto riesgo por lo que su importación, movilización y uso en territorio nacional, debe realizarse en estricto apego a las medidas de bioseguridad que se establecen para estos organismos.

FOR TANTO:

En uso de las facultades que le confiere el artículo 43 del decreto No. 157-94 del 13 de enero de 1995 que contiene la Ley Fitozoosanitaria.

EL PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA REPUBLICA

ACUERDA:

Aprobar en todas y en cada una de sus partes el

REGLAMENTO DE BIOSEGURIDAD

CON ENFASIS EN

PLANTAS TRANSGENICAS

DEL OBJETO Y AMBITO DE APLICACION

ARTICULO 1. El presente Reglamento tiene por objeto establecer los principios generales a ser tomados en cuenta para la regulación del uso de organismos modificados genéticamente. Esta regulación se hace necesaria para asegurar la salud humana, la producción agrícola y el medio ambiente, facilitar el desarrollo de la investigación, así como el uso de la biotecnología en la producción y prestación de servicios, participar en la transferencia de la biotecnología a nivel nacional e internacional y agilizar el comercio de los productos agrícolas originados de la biotecnología.

ARTICULO 2. El ámbito de aplicación del presente reglamento se extiende a todo el reino vegetal y sus productos viables de reproducción o de transmitir material genético, obtenidos por técnicas de modificación genética. Estas técnicas incluyen: las de recombinación de ADN que utilizan sistemas de vectores y técnicas que suponen la incorporación directa en una célula de material hereditario preparado fuera de la célula.

ARTICULO 3. Se excluyen de las técnicas de modificación genética a que se refiere este Reglamento las siguientes, a condición de que no suponga la utilización de las moléculas de ADN recombinante o de organismos modificados por las técnicas enmeradas en el Artículo 2: Fertilización in-vitro, conjugación, transducción, transformación o cualquier otro proceso natural, Inducción poliploide, mutagénesis, formación y utilización de células somáticas de hibridona animal (por ejemplo, para la producción de anticuerpos monoclonales).

ARTICULO 4. El uso de organismos transgénicos incluye operaciones en condiciones de confinación, la liberación intencional de ellos en el medio ambiente y su comercialización.

