

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

CONSULTORIA SOBRE EL ANALISIS DE LA PERTINENCIA DEL USO DE LA BIOTECNOLOGIA MODERNA, IDENTIFICACION DE APLICACIONES ESPECÍFICAS

SEGUNDA ENTREGA MEJORADA

**EVALUACIÓN TÉCNICA ECONÓMICA DE LA PERTINENCIA DE LA
UTILIZACIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA MODERNA EN NUESTRO PAÍS EN
LOS PRÓXIMOS DIEZ AÑOS**

CONSULTOR

Blgo. Mg. Carlos Scotto Espinoza

2010

1

(C.Scotto. Enero 2011)

I. IDENTIFICACIÓN DE LA OFERTA DE TRANSGÉNICOS AUTORIZADOS EN PAÍSES REPRESENTATIVOS RESPECTO DE LOS PROBLEMAS, VACÍOS Y NECESIDADES IDENTIFICADOS EN EL PRODUCTO 1.

Como toda innovación tecnológica aplicada a la agricultura, la de los cultivos transgénicos tendrá efectos económicos para los agricultores, los consumidores y el conjunto de la sociedad peruana en general. ***El efecto económico o bioeconómico de los cultivos transgénicos en la sociedad es, por lo tanto, un concepto muy complejo y dinámico que no se mide fácilmente y que muchas de las respuestas se basaran en escenarios de ficción basados en datos y tendencias actuales proyectados para el 2020 o más en el futuro*** (Nota del autor).

En su informe *The application of biotechnology to industrial sustainability*, la OCDE (2006) propone una estrategia de trabajo que permita ***incrementar la producción y la productividad perfeccionando los requisitos tecnológicos y dejando constante el medio ambiente***. Una mejoría de esa naturaleza exige un ***cambio de paradigma*** en la aproximación científica y tecnológica que solo será posible a través de los avances que se logren en el campo de la biotecnología moderna junto con la convencional. Posibilitar la incorporación de esta visión en el diseño de políticas es un desafío esencial. Hay varios factores que impulsarán la bioeconomía emergente mediante la creación de oportunidades para la inversión. Un factor importante es el aumento de la población y el ingreso per cápita, especialmente en los países en desarrollo. El panorama más favorable asume que ***el PIB se espera que crezca un 4.6% por año en los países en desarrollo como el Perú en la próxima década***. Estas tendencias de la población y los ingresos, combinado con el rápido incremento per cápita en China y la India, indican no sólo que la bioeconomía será global, sino que los principales mercados de la biotecnología agrícola y la industria se producirá en los países en desarrollo. No existen muchos datos para las aplicaciones de la biotecnología, con estimaciones basadas en las tendencias pasadas de los descubrimientos científicos, la producción o el empleo. En base en las tendencias del pasado, los datos de pruebas biotecnológicas de campo, y los informes de las empresas, ***se estima que para el año 2015 aproximadamente la mitad de la producción mundial de los principales alimentos, los piensos y los cultivos industriales como materia prima es probable que provengan de las variedades de plantas desarrolladas con uno o más tipos de la biotecnología***. Estos incluyen no sólo las biotecnologías por ingeniería genética, sino también, por el intercambio de genes y la selección asistida por marcadores. Varias nuevas características agronómicas y de calidad de un producto vegetal llegarán al mercado para un número creciente de cultivos. Es así que una "probable" bioeconomía en las décadas venidera mostraría un escenario de ficción que explora la interacción de diferentes factores sobre los futuros escenarios posibles. La bioeconomía se basaría en los ***tipos de productos que puedan llegar al mercado***, donde la contribución económica de la biotecnología podría ser aún mayor en los países en desarrollo. Los escenarios suponen un ***mundo cada vez más multipolar***, con ningún país o región que domina los asuntos mundiales. Estos incluyen eventos plausibles que podrían influir en las bioeconomías emergentes.

Las investigaciones económicas empiezan a mostrar ***que los cultivos transgénicos pueden generar beneficios para la explotación agrícola en los casos en que***

resuelvan graves problemas de producción insalvables y los agricultores tengan acceso a nuevas tecnologías. Sin embargo, hasta ahora, estas condiciones se dan sólo en unos pocos países (principalmente desarrollados), que han podido aprovechar las innovaciones desarrolladas por el sector privado para los cultivos de climas templados del Norte. Además, tales países tienen todos ellos sistemas de investigación agraria, procedimientos reglamentarios sobre bioseguridad, regímenes de derechos de propiedad intelectual y mercados locales de insumos bien desarrollados en el ámbito nacional. **Es posible que los países en los que no se dan estas condiciones queden excluidos de la revolución biotecnológica moderna** (Martínez et al., 2004).

Un problema que se ha identificado es que **los primeros en adoptar cualquier tecnología agrícola suelen beneficiarse más que quienes la adoptan más tarde.** Esto se debe a que **los primeros consiguen una ventaja de costos con respecto a los demás, lo que supone una prima por su innovación. A medida que aumenta el número de los agricultores que adopta la tecnología, la reducción de los costos llega a traducirse en una reducción del precio del producto que beneficia a los consumidores, pero hace bajar los beneficios para los agricultores.**

Para el caso de **un agricultor que adopta la nueva tecnología, puede obtener beneficios económicos por la reducción de los costos de producción (por ejemplo menos uso de plaguicidas y mano de obra) y por el aumento de la producción inherente del OGM.** Sin embargo, **otros agricultores podrían verse en desventaja competitiva según evolucionen las preferencias de los consumidores, y si los reglamentos se inflexibilizan (por ejemplo el etiquetado). Si los consumidores aceptan en general los cultivos transgénicos y los requisitos reglamentarios no son demasiado costosos o elevados, los agricultores de bajos recursos generalmente que los adopten saldrán ganando y quienes no lo hagan perderán.** En cambio, **si crece la oposición de los consumidores a los OGM's, los agricultores que no los adopten serían los que podrían obtener de ello una ventaja como los dedicados a la agricultura orgánica que podría imponer sobreprecios por su metodología adicional libre de OGM's que le da valor agregado a sus cultivos.** Por otro lado, la introducción de variedades transgénicas puede acrecentar la producción debido a que la nueva tecnología reduce su costo. Esta respuesta de la oferta puede presionar a la baja de los precios, lo que beneficiaría a los consumidores que, en tal caso, aumentarían su demanda del producto. A medida que cambian las compras de semillas y otros insumos que realizan los agricultores, pueden cambiar también los precios de tales artículos, especialmente si el suministrador de las semillas de cultivos transgénicos ejerce un monopolio en el mercado. Estas fuerzas de toda la economía influirán en la medida general en los beneficios económicos y en la distribución de los mismos entre los agricultores, los consumidores y la industria.

Los estudios de casos indican que los factores más importantes para asegurar que los agricultores tengan acceso a los cultivos transgénicos en condiciones económicas favorables y con una supervisión reglamentaria apropiada, son: **(1) Suficiente capacidad nacional de investigación para evaluar y adaptar las innovaciones. (2) Sistemas activos, públicos y/o privados, de entrega de insumos. (3) Procedimientos fiables y transparentes de bioseguridad. (4) Políticas equilibradas de derechos de propiedad intelectual.**

La distribución de los beneficios económicos que se quieren alcanzar con la biotecnología moderna en el Perú dependerán de varios factores, tales **como los efectos de la biotecnología en las prácticas agronómicas y los rendimientos, la percepción de los consumidores de comprar alimentos y otros productos derivados de cultivos transgénicos, la disponibilidad económica del comprador peruano, los requisitos reglamentarios de bioseguridad y costos correspondientes, la concentración industrial en la producción y comercialización de la tecnología de cultivos transgénicos, etc.**

Debido a que el Perú como en otros países en vías de desarrollo, **carece de datos disponibles a la mano de los efectos económicos de los OVM's**. En este producto se analizarán los datos económicos y las repercusiones que, en el ámbito de toda la economía, está teniendo los cultivos transgénicos que más se ha adoptado en los países en desarrollo como por ejemplo el algodón resistente a los insectos. Se desglosa los análisis económicos examinados de que se dispone acerca de la cuantía y distribución de los beneficios económicos derivados de la adopción de OVM's como por ejemplo el del algodón resistente a los insectos en USA y en los cinco países en vías de desarrollo donde se aprobó su producción comercial como son: Argentina, China, India, México y Sudáfrica (Caso algodón transgénico). Además, se incluye un breve análisis de las repercusiones de carácter económico de algunos cultivos transgénicos en otros países para ser extrapolados a Perú (Caso berenjena transgénica en la India).

Para el caso del **algodón transgénico, es indudable el beneficio del menor uso de plaguicidas con el tiempo** para combatir insectos que atacan al algodón y que se puede ver en la Tabla 9, **siempre y cuando los agricultores lo adopten rápidamente**. Para USA, los ingresos netos de los productores algodoneeros aumentaron en total unos 105 millones de dólares al año como consecuencia de la adopción del algodón resistente a insectos, por reducción de los costos de producción y por el aumento de los rendimientos efectivos. El aumento de la producción de algodón norteamericano redujo los precios al consumidor. Los agricultores de otros países perdieron alrededor de 15 millones de dólares debido al descenso de los precios de producción del algodón. El total de los beneficios anuales netos se repartieron de la forma siguiente: un 46 % para los agricultores estadounidenses (que fueron los más beneficiados), un 35% para la industria y un 19% para los consumidores de algodón (Tabla 10). Sin embargo, a pesar que los Estados Unidos siguen siendo el mayor productor de algodón transgénico a nivel mundial, el porcentaje de su superficie cultivada con algodón transgénico disminuyó del 95% en 1996 al 55% en 2001 –cinco años después-, **al aumentar el cultivo de algodón transgénico en otros países (muchos de ellos en vías de desarrollo) quitándole la exclusividad comercial**.

En la Tabla 11, Se puede observar que en países como Argentina, China, México y Sudáfrica los beneficios económicos (US\$/hectárea) son superiores incluso que el de USA. E incluso las pérdidas por el uso de plaguicidas, son mucho mayores que en la de USA. Es así, que los pequeños agricultores tienen una probabilidad igual o mayor que los grandes de beneficiarse del algodón transgénico, principalmente porque simplifican la labor de los agricultores. En otras palabras, **el rendimiento relativo del algodón Bt resistente a insecto será mayor cuando lo utilizan los pequeños agricultores de países en desarrollo donde la presión de las plagas es elevada y hay menos posibilidad de combatirlas con medios químicos, debido a que estos agricultores suelen sufrir grandes pérdidas causadas por las plagas**.

En el caso de **Argentina** con algodón transgénico, la tecnología del algodón Bt está **patentada** en Argentina y los agricultores tienen que pagar derechos por aplicarla. A diferencia de otros países o de lo que ocurre con la soya resistentes a herbicidas en la misma Argentina, **la adopción del algodón Bt ha sido lenta debido a que el pago de la patente incrementa los gastos en semillas llegando a ser 6 veces superior las semillas convencionales, razón principal de que sean relativamente bajos los márgenes de beneficio para la explotación agrícola del algodón transgénico en Argentina.** Se plantean también **preocupaciones con respecto a que los monopolios privados puedan seguir extrayendo beneficios excesivos de los agricultores durante mucho tiempo a falta de una competencia o de limitaciones normativas apropiadas al monopolio.** Para el caso de **China**, a diferencia de la Argentina, la adopción ha avanzado rápidamente en estas provincias debido a que la oruga de la cápsula es la plaga principal y se ha generalizado una grave resistencia a los plaguicidas químicos que aumenta los costos de producción. El aumento de los rendimientos del algodón resistente a plagas, fue de casi el 20%, en comparación con las variedades convencionales. Lo cual produjo un aumento medio de los ingresos del 23% (Tabla 9). Los costos de las semillas transgénicas fueron casi el doble de las de semillas convencionales. Pero, aun mucho más bajo que las semillas Bt de la Argentina por ejemplo. Es interesante resaltar que la Academia China de las Ciencias Agrarias –organismo público- fue la que creó y también patentó las semillas Bt **haciéndola más accesible a los agricultores chinos por su bajo costo con respecto a otras semillas del extranjero.** Esto, demostraría que **la intervención del sector público en la investigación y desarrollo y en la entrega del algodón transgénico ha contribuido a garantizar que los agricultores pobres tengan acceso a las nuevas tecnologías y participen debidamente de sus beneficios económicos.** Por término medio, en China los beneficios totales fueron de 470 dólares más por hectárea para los productores de variedades Bt que para los de variedades no Bt. Para el caso de la **India**, la situación de las plagas es más grave. La diferencia de rendimientos del algodón Bt es mayor en la India que en otros lugares, porque la presión de las plagas es elevada y los agricultores no tienen acceso a plaguicidas eficaces y baratos. Por ende, los rendimientos suelen ser mayores que los reportados en otros países. Para el caso de **México**, la adopción de cultivos Bt algodoneiros en las distintas regiones de México ha dependido del grado de la infestación de plagas por año y por región. Un dato particular, es que muchas regiones algodoneiras de México padecen de plagas y son combatidas con algodón Bt; pero **otras no son susceptibles al Bt, por lo que deben emplearse otra vez métodos químicos.** La adopción del Bt es, por lo tanto, baja en estas regiones. Para el caso de **Sudáfrica**, quienes adoptaron el algodón Bt **se beneficiaron de unos rendimientos más altos** (como consecuencia de la reducción de los daños causados por plagas), menor uso de plaguicidas y menos empleo de mano de obra para las aplicaciones de éstos. Los cultivadores del Bt alcanzaron **beneficios netos 3 a 4 veces superiores a los productores convencionales** en todas las temporadas de cultivo.

Para el caso de la **berenjena transgénica**, la **India** es el país que mejor ha desarrollado este cultivo en el Mundo. La berenjena Bt, **resistente a insectos** es el alimento transgénico más avanzado, para lo cual su aprobación para la producción de semilla experimental se concedió para los años 2008-2009 en previsión de su comercialización en el corto plazo. Por lo tanto, la berenjena Bt es de especial importancia por ser la primera cosecha de alimentos biotecnológicos en ser aprobado para su comercialización en la India. Varias instituciones públicas y empresas privadas en la India tienen proyectos para desarrollar variedades mejoradas de la **berenjena tolerante a la sequía** también.

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Localmente la berenjena ocupa más de 0.5 millones de hectáreas, y **es la principal fuente de dinero en efectivo, además suministra el 25% de las calorías que muchos agricultores de escasos recursos necesitan**. El beneficio estimado de la berenjena Bt en los agricultores indios y los consumidores es de alrededor de 25 a 142 millones de dólares por año. Y ya el 10% los agricultores hindúes adoptaron a la berenjena Bt en el primer año de su comercialización (Ramasamy, 2007).

Otros cultivos biotecnológicos que están siendo desarrollado por el sector público de la India, son las siguientes: Plátano, col, yuca, coliflor, garbanzo, algodón, mostaza, colza, papaya, guandú, papa, arroz, tomate, sandía y el trigo. Además, el sector privado en la India posee los siguientes nueve cultivos biotecnológicos: col, coliflor, algodón, maíz, colza, oca, gandul, arroz y tomate. En la actualidad hay diez cultivos biotecnológicos en ensayos de campo en la India (Bennett *et al.*, 2006).

De los países limítrofes con el Perú con excepción del Ecuador que prohíbe OVM's en su territorio. Tenemos la siguiente oferta de cultivos transgénicos de los mismos. **Chile** exporta 19 tipos de cultivos transgénicos como son: **maíz, soya, canola, tomate, tabaco, trigo, remolacha, eucalipto, papa, melón, maravilla, zapallo, pino, cártamo, manzano, vid, arroz, lino y alfalfa**. **Bolivia** oferta **soya y algodón**. **Brasil** oferta **soya, maíz y algodón**. Y **Colombia** oferta **algodón, maíz, clavel, soya, papa, yuca, arroz y caña de azúcar** (Tabla 1 del primer producto).

Los cultivos con sus respectivos eventos transgénicos que están ofreciendo cada uno de ellos están resumidos en las Tablas 1, 2, 4 y 5.

Otros países dentro del Continente Americano que ofertan cultivos transgénicos son **Argentina** con soya y **México** con casi una veintena de cultivos. La Argentina es hoy el productor más eficiente de soya en el mundo. Sus rendimientos son similares al de USA, pero la Argentina lo aventajaría en la producción neta por hectárea puesto que el 60% de su soya se produce dentro del esquema del doble cultivo: trigo-soya (Leguizamon, 2000) (Tabla 3). Son aproximadamente 20 los cultivos transgénicos que mediante varios eventos han sido autorizados en México para pruebas experimentales o para fines comerciales (Tabla 6).

Como se planteó en el Producto 1 existe doce potenciales cultivos de plantas transgénicas que potencialmente podrían cultivarse y/o producirse en el Perú en la década del 2010-2020 bajo un esquema de Bioseguridad y Análisis de Riesgos pertinente. Estos cultivos son: **maíz, papa, algodón, arroz, caña de azúcar, yuca, plátano o banano, berenjena, papayo, vid, tomate y clavel** (Tabla 3 del primer producto).

Se realiza un cuadro de doble entrada que permita ver que países estarían en la posibilidad de ofertar cultivos transgénicos autorizados o desarrollarlos en conjunto para el Perú. Tendríamos las siguientes Tablas 22 y 23. En ella se resumen los cultivos transgénicos con sus respectivos eventos desarrollados en otros países tanto latinoamericanos como asiáticos (Todos en vías de desarrollo) para resolver problemas nacionales internos y no solamente con un carácter económico. Además, **muchos de ellos son centros de origen y de biodiversidad como el Perú, poseen crecimiento poblacional mediano o alto, consumo per cápita creciente en sus economías y mecanismos regulatorios de bioseguridad**. Se señala también en color rojo el cultivo

transgénico que mejor podría ser ofertado para el Perú en caso de una implementación pertinente a futuro y en color amarillo una segunda alternativa de cultivo transgénico que podría ser pertinente en caso de su necesidad inmediata para el país.

Tratando de dar un alcance a futuro del uso de algunos cultivos transgénicos se analiza bajo varios enfoques los siguientes cultivos tradicionales (Tomado de Magnitud e impacto potencial de la liberación de organismos genéticamente modificados y sus productos comerciales. Casos: Algodón, Leguminosas de grano, Maíz y Papa)

Caso Algodón

Las comunidades y pueblos que conviven con el algodón artesanal se autoabastecen de semillas y para el caso de los cultivares comerciales, las semillas de algodón son baratas. De acuerdo a esta información, actualmente **la producción nacional cubre menos del 50% de la demanda interna, por lo que se debe recurrir a las importaciones**. Esto significa que Perú debe incrementar las siembras de algodón de alta calidad, orientar el mercado y evitar la salida de divisas desplazando la producción aldonera nacional.

Las cualidades que actualmente poseen los algodones transgénicos se refieren sólo a la resistencia a herbicidas (glifosato) y a la eliminación de larvas de lepidópteros por la acción del gen Bt (*Bacillus thuringensis*). En las condiciones de suelos de la costa desértica con marcada carencia de materia orgánica, **se estima como óptimo, el control de malezas y plantas circundantes**. Para el eficiente uso de herbicidas se requiere de aplicaciones en áreas homogéneas y grandes. Los agricultores poseen en promedio menos de 5 hectáreas, y que generalmente cultivan diferentes especies, **se requeriría que todas las otras especies cultivadas también sean resistentes al herbicida** (aspecto imposible). Por otro lado, las comunidades y pueblos que conviven con el algodón artesanal se autoabastecen de semilla y en el caso de los cultivares comerciales, **la semilla de algodón es de bajo costo**. Los agricultores no disponen de semilla transgénica por lo que su adquisición requerirá alta inversión debido a que el costo de la semilla transgénica sería alto a menos que se subsidie este costo.

Caso Maíz

El Perú requiere importar la mitad del maíz que consume; aproximadamente un millón de toneladas. **El 80 % del grano importado viene de la Argentina y el resto de Estados Unidos**; en ambos países se cultiva una extensión considerable de maíz transgénico. Se estima que al país llegan anualmente 300 000 toneladas de maíz transgénico de grano amarillo duro, que se usa principalmente en la industria avícola. **El 36,5 % del maíz que se consume en el Perú es para alimentación animal; aproximadamente el 60 % es para alimentación humana**. La Sierra es el principal productor de maíz para consumo humano. El cultivo de maíz en el Perú está sujeto a muchos factores limitantes bióticos y abióticos, y como **el maíz debe ser más competitivo en el marco de disminución del precio de los granos a nivel mundial y la necesidad de bajar los costos de producción del cultivo**. Debido al aumento de la productividad de los cultivos de granos en los países de regiones templadas, principalmente en Estados Unidos, Argentina y China, acompañado del escaso crecimiento demográfico en países desarrollados, se espera que aumenten los volúmenes disponibles para exportación de esos países. Por otro lado, **la reducción del precio del**

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

maíz amarillo duro hará casi imposible competir y en una economía de libre comercio se espera que las importaciones de maíz aumentarán en el país. En el período entre 1960 y 2000, el precio del maíz amarillo duro bajó de casi US \$ 200/TM a mediados de la década del 60, hasta menos de US \$ 100 dólares la tonelada a finales del siglo. Según analistas del International Food Policy Research Institute (IFPRI), el precio del maíz en el 2020 llegará a 84 dólares la tonelada (Pinstrip y Pandya, 1997).

Por otro lado, **los agricultores usan semilla de pocas mazorcas de las razas nativas**, se produce deriva genética que causa la pérdida de alelos de genes adaptativos que se encuentran en baja frecuencia (Sevilla y Holle, 1995), Se estima que ese factor es más importante que el de la introducción de germoplasma externo a la región en forma de variedades mejoradas y aún en forma de transgénicos.

La necesidad de mejorar genéticamente el maíz en el Perú es imperiosa e impostergable. Por lo pronto la tendencia mundial a la reducción del precio del maíz en los próximos años en un marco de economía globalizada obligará a una mayor competitividad. Es necesario que **los cultivos sean resistentes a enfermedades, deben ser más eficientes en el uso de los nutrientes del suelo y más precoces.**

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

En la Tabla 22, se identifica los principales eventos autorizados mundialmente dividido en cuatro grandes grupos: Tolerancia a Herbicidas, Resistencia a plagas (Virus/Bacterias + Hongos + Insectos), Estrés Abiótico y Calidad Agronómica (Nutricional + Ornamental + Otras). Siendo la más presente en todos los países la tolerancia a herbicidas y resistencia a insectos. Luego resistencia a virus o bacterias junto con otras (Cualidades agronómicas varias). Algo menos estrés abiótico y cualidad agronómica nutricional. Y en menor número la resistencia a hongos y la cualidad agronómica ornamental.

En la Tabla 23, se cruza la información de la Tabla 22 con los doce potenciales cultivos transgénicos propuestos en el Producto 1 para el Perú, y los desarrollados por otros países del extranjero. De la misma forma, se ha disgregado los cultivos por cada diferente evento usando la siguiente nomenclatura y facilitar el análisis:

- (TH) = Tolerancia a Herbicidas
- (RI) = Resistencia a Insectos
- (RV/B) = Resistencia a Virus o Bacterias
- (RH) = Resistencia a Parásitos u Hongos
- (EA) = Estrés Abiótico
- (CAN) = Calidad Agronómica Nutricional
- (CAO) = Calidad Agronómica Ornamental
- (CAV) = Calidad Agronómica Variada (Precocidad, maduración, longevidad, número de frutos, granos u hojas, sabor, olor, etc.)

La propuesta se basó en el nivel de desarrollo biotecnológico del cultivo y su importancia económica para el país que lo desarrolló (se excluye a USA). Así para la Argentina y el Brasil el cultivo pertinente sería el Maíz (con TH-RI), para Chile la Vid (con RH), para Colombia la Caña de Azúcar (con RV/B), la Yuca (con RV/B), el Algodón (con TH-RI-CAN) y el Clavel (con CAO), para México el Plátano (con RH), la Papa (con RV/B-RH-RI) y el Tomate (con RV/B-RI), para China el Arroz (con TH), para la India el Algodón (con RI), la berenjena (con RI) y la papa (con RI); y para Filipinas el Papayo (con RV/B). Se agrega también la potencialidad de otros cultivos transgénicos secundarios pertinentes también desarrollados por la lista de países mencionados arriba que podrían en caso de la necesidad ser importado al Perú.

En la Tabla 24, se muestra otros cultivos transgénicos que no son en este momento prioritarios para el Perú por razones socioeconómicas y/o ecológicas. Pero que podrían ser utilizados en caso de la necesidad. Estos son: De Brasil el frejol (con RV/B); de Chile el zapallo (con TH); de Colombia el trigo (con TH), el Café (con RI) y la rosa (con CAO); de México el melón (con RV/B), la piña y el limón (ambos con CAV). Y de USA el trigo, la alfalfa, la achicoria y la lenteja (todos con TH), la calabaza y el ciruelo (ambos con RV/B), y el melón (con CAV).

Se concluye que si se tuviera la necesidad de escoger un cultivo transgénico con un evento pertinente para el Perú disponible en el mercado mundial serían: el Maíz (Brasil), la Papa (México o la India), el Algodón (India), el Arroz (China), la Caña de azúcar (Colombia), la Yuca (Colombia), el Plátano o Banano (México), la Berenjena (India), el Papayo (Filipinas), la Vid (Chile), el Tomate (México), y el Clavel (Colombia).

Se tomó los cinco cultivos más importantes para el Perú: **Algodón, Papa, Maíz, Arroz y Caña de Azúcar**, basados en su importancia económica como: su porcentaje de aporte del valor bruto de la producción agrícola (%), su frontera agrícola (número de hectáreas sembradas), su volumen de producción (número de toneladas), su productividad (Toneladas/hectárea), y su nivel de importación y/o exportación (Ver Tablas 16, 17, 18, 19 y 20). Con esta información económica de la última década y la información desagregada para eventos transgénicos autorizados se busco los principales problemas fitosanitarios específicos, los problemas de estrés abiótico, y las características nutricionales y otras más que afectan a los éstos cinco cultivos mencionados arriba. En la Tabla 25, se resume los principales problemas fitosanitarios actuales de éstos cinco cultivos. Se encontró que **tanto algodón, papa y maíz presentaron problemas de virosis, bacterianas, hongos e insectos**. Mientras que, **el arroz y la caña de azúcar su principal problema es con las malezas o hierbas invasoras**. En la Tabla 26, se encontró dentro del estrés abiótico el que **más afecta a la papa, el maíz y el arroz es el estrés hídrico**. Para el **algodón fue el estrés salino** y para el **maíz el suelo ácido**. Dos elementos que afectan tanto al **algodón y al maíz es su tolerancia al boro y al aluminio** (sobretudo en la Selva). Y para el maíz un componente abiótico que empieza a ser tomado en cuenta es el estrés térmico. **A nivel nutricional el aumentar la cantidad de hierro en la papa (>0.3mg/100g de tubérculo)** sería una buena alternativa sobre todo para la Sierra Peruana. De la misma manera, para el **arroz transgénico existente rico en Betacaroteno (Provitamina A) y/o Hierro**. También podría ser una buena alternativa para el consumo humano como fuente de vitaminas o para el consumo animal sobretudo en el piscícola donde la fuente de betacaroteno está asociado a la mejor pigmentación en éstos animales.

En la Tabla 27, se muestra la **alternativa transgénica y la no transgénica** a los problemas fitosanitarios y/o por estrés abiótico y/o de cualidad agronómica específicos identificados que afectan a los cinco cultivos agrícolas analizados. Para el caso del algodón, se cuenta con algodón transgénico autorizado para RV/B-RH-RI-CAN, no disponiéndose de EA-CAV. Para el caso de la papa transgénica autorizada se cuenta para RV/B-RH-RI-CAV, pero no se dispone de EA-CAN. Para el caso de maíz autorizado se cuenta con RI-RV/B-RH, pero se carece de EA-CAV. Para el caso del arroz, se cuenta con TH-CAN, pero no se tiene EA. Para el caso de la caña de azúcar, se cuenta con RV/B, pero no se cuenta con TH (ver nomenclatura arriba). Las alternativas no transgénicas se mencionan también en la Tabla 27.

II. EVALUACIÓN DE LA PERTINENCIA EN FUNCIÓN A CRITERIOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS DEL USO Y LA APLICACIÓN DE BIENES TECNOLÓGICOS PRODUCIDOS POR BIOTECNOLOGÍA MODERNA.

En el año 2008, los precios de los alimentos en todo el mundo demostraron su interdependencia mundial. Para muchos de los más pobres del mundo que basan una gran parte de sus ingresos en los alimentos, el aumento de precios de los alimentos tuvo un impacto enorme en su economía. La escasez de alimentos llevó a la inestabilidad política en muchos países a corto plazo, pero a largo plazo se suscitó el problema de la seguridad alimentaria y su impacto en el bienestar humano. Los precios han caído desde entonces, pero la volatilidad de los mercados mundiales proporciona una clara advertencia contra la complacencia y la política “*de dejar hacer y dejar pasar*”. Lo que sí, ha quedado bien claro es que la ***inseguridad alimentaria mundial es una enfermedad crónica y que va a empeorar*** (IAASTD, 2008).

Hoy, el año 2010 cada persona en teoría necesita un 30% más de alimento adicional en comparación con una persona de hace 50 años. La demanda para los productos agrícolas y alimenticios a raíz del aumento población y el cambio de los patrones de consumo va ser más grave en el próximo medio siglo. Frente a la inseguridad alimentaria en el futuro **es preciso actuar en muchos frentes**, a través de escalas de tiempo diferentes. Hay retos que deben ser abordados ahora, y hay una necesidad para **construir sistemas agrícolas mundiales más flexibles** para los próximos 40 años para aumentar la cantidad y calidad de la producción de cultivos (Nota del autor).

Von Braun (2007), analiza las **causas de inseguridad alimentaria crónica futura** y la resume así: **(1) Aumento de la población. (2) Cambio y convergencia de los patrones de consumo. (3) Aumento de los ingresos per cápita, lo que lleva a un aumento de consumo de recursos. (4) La creciente demanda de productos pecuarios (carne vacuna de ave, lácteos), en particular los animales alimentados con granos. (5) La creciente demanda de biocombustibles. (6) El aumento de la escasez de agua y la tierra. (7) Los efectos adversos del cambio climático. (8) Y la disminución de la productividad agrícola de los cultivos.**

FAOSTAT (2009) proyectó la producción de cereales en el año 2007 en un total de **2.3 billones de toneladas** como se ve en la Figura 1. Siendo el **maíz, el arroz y el trigo** (el 80% del total de la producción mundial) junto con **0.83 billones de toneladas de raíces y tubérculos** (casi un tercio de la producción de cereales), los que mayormente han sido producidos por la humanidad en lo que va de este siglo XXI. Como dato **cada persona consume 220Kg en promedio anualmente entre cereales y tubérculos en todo el Mundo**. Si la población actual es de 6 880 millones de habitantes, entonces se consume 1. 51 billones de Kilogramos. Es decir, para el año 2050 deberá consumir 2.25 billones de Kilogramos en promedio a ese mismo ritmo *per capita* de consumo (Nota del autor).

Por otro lado, países como la China ha experimentado un crecimiento notable año triplicar la producción alimentaria per cápita durante los últimos cincuenta años, Estas ganancias de la producción agrícola han ayudado a sacar a millones de la pobreza y sirvió de plataforma para el crecimiento económico en muchas partes del Mundo (Figura 2). En conclusión **los nuevos cultivos, las nuevas prácticas tecnológicas y los nuevos mercados** para las entradas y salidas de la agricultura, no sólo **ayudó a la escasez de**

alimento en muchos países, sino también a su rápido desarrollo económico. Aunado a esta prosperidad económica, tenemos una creciente urbanización en el cual **las personas están adoptando nuevas dietas, especialmente el consumo mayor de carne, grasas y cereales refinados**, y menos los cereales tradicionales, hortalizas y frutas (Fitzhugh, 1998). **La producción ganadera se ha incrementado, con un aumento en todo el mundo, con 4.4 veces en el número de pollos y un aumento de 2.4 veces en los cerdos.** (FAOSTAT, 2009). Algunos sugieren que la demanda de los productos pecuarios duplicará estas cifras para el año 2050. Pero lo que **hay que tener en cuenta es que más de un tercio de los cereales del mundo alimentan al ganado doméstico** (llegando a casi el 70% en los países industrializados). En la actual trayectoria, la producción de ganado se moverá de la forma extensiva o pastoreo a los sistemas intensivos con una mayor demanda de granos básicos. Sin embargo, **lo más preocupante es que las tierras utilizadas para la producción agrícola han aumentado sólo 9% (1 400 millones de hectáreas) durante un período de cincuenta años. Mientras que en ese mismo, la población humana planetaria creció un 123%** (FAOSTAT, 2009).

La combinación de factores como son: **varios años con cosechas por debajo de los estándares y la caída en el ritmo de incremento de la productividad** (según el Banco Mundial entre 1970 y 1990 el rendimiento de los cultivos básicos creció a una tasa anual de un **2%**, mientras que entre 1990 y 2007, la tasa se redujo a un **1.1% anual**) **y la incorporación a la demanda de un gran número de consumidores hindúes y chinos**, también parecen jugar un papel significativo. La demanda, tanto de alimentos como de energía se ha incrementado considerablemente en los últimos años, en parte por el crecimiento de la población mundial, pero también por la incorporación decidida de China e India al mercado mundial. Como se señala, **el vertiginoso proceso de industrialización y crecimiento de estos dos países, sumado a lo que ocurre en otras naciones, incluidos los países emergentes, ha traído consigo un crecimiento significativo en la demanda mundial de alimentos y de energía, lo que, en conjunto, se vería reflejado en el incremento actual en los precios de los alimentos a nivel mundial.** En la Tabla 12 (Trostle, 2008), se identifica factores relacionados al aumento en el precio de los productos agropecuarios para el Perú. Algunos factores relacionados a la oferta serían: **el lento crecimiento de la producción pecuaria y el cambio climático.** Para la demanda serían: **el incremento poblacional, el rápido crecimiento económico, el incremento del consumo per cápita, la devaluación del dólar, las grandes reservas de divisas y la mejora en las políticas de exportación.**

Mientras el mundo entero sentía el remesón de la crisis desatada en Estados Unidos a fines del 2008, en Latinoamérica todavía se hablaba de la fiebre del crecimiento económico. Si bien esta expansión productiva se vio disminuida en el 2009, hoy las cifras proyectadas son bastante alentadoras. El Fondo Monetario Internacional (FMI), prevé que el **crecimiento de la región alcanzará un promedio de 5.7% en el 2010 y 4% en el 2011.** Esta se ve reflejada en el crecimiento del **PBI del Perú en el año 2010 que fue de 8.3% y cuya proyección para el 2011 será de aproximadamente 6.0%.** Se proyecta que durante los **años 2011-2012, la demanda interna crecerá en 5.6%** en promedio por año, mientras que **las exportaciones harían lo propio en 6.1%.** La inversión privada y la pública aumentarían en 6.3 y 12.5%, respectivamente, mientras **que el consumo privado y el público crecerían en 4.1 y 3.9%.** El PBI nominal en dólares llegó a 126,766 millones en el 2009 y se incrementaría hasta **146,280 millones de dólares en el 2010.** El **PBI per cápita crecería de 4 356 a 4 950 dólares** (Perú: PBI y Per Cápita 2009 y 2010).

La producción Agrícola, por su lado, registraría un incremento de 3.2% como resultado del mayor rendimiento por hectárea, productividad y mejores precios de los principales cultivos destinados al mercado interno y a la exportación como, por ejemplo, el arroz cáscara, papa, maíz amarillo duro y caña de azúcar, entre otros (PBI, 2010).

En la Tabla 8, se puede observar que el valor Bruto de la Producción Agrícola de la última década del Perú ha tenido una tendencia creciente casi constante. Las exportaciones e importaciones agrícolas también han tenido una tendencia de crecimiento positivo en la última década.

Las mejoras notables de la política macroeconómica en las últimas dos décadas colaboran con el desarrollo de varios países. Brasil, Chile, Colombia y Perú (llamados LA-4) exhiben una robusta recuperación, gracias al impulso de las condiciones favorables de financiamiento externo y los altos precios de las materias primas, cuya exportación se sostiene en la vitalidad de la demanda asiática. La prioridad estaría entonces en las reformas estructurales en vías de mejorar el clima de negocios, para atraer flujos estables de inversión extranjera directa e impulsar la competitividad. El FMI, argumenta que **las medidas deben dirigirse a la reducción de la pobreza y la desigualdad y la mejora en las condiciones de vida**. En sus palabras, América Latina no puede conformarse con ser el continente más desigual, siendo este su mayor obstáculo al crecimiento. Los países **deben buscar el desarrollo de una clase media con ambiciones sanas de mejorar, factor clave que hará de motor para el crecimiento** (Semanaario ComexPerú, 2010). Actualmente existe la compra venta internacional de cultivos transgénicos. La Convención sobre Compraventa Internacional, aprobada en Viena en 1980 con el auspicio de las Naciones Unidas, que ha sido ratificada por varios países como la Argentina, Estados Unidos, Hungría, Francia, Egipto, Noruega, Finlandia, Yugoslavia, Siria, Zambia, China, Polonia, Australia, Lesotho, México, Alemania, Austria y Suiza. Asimismo, el 10 y 11 de abril de 1980, sesenta y dos países aprobaron unánimemente la Convención de Viena. Cabe aclarar que dicha Convención rige para los países que la han ratificado. (http://www.biotech.bioetica.org/docta39.htm#_ftn57).

En la sección de Economía del Diario El Comercio del 26 de Diciembre del 2010 se publicó una nota de prensa del Ministerio de Economía y Finanzas que decía que en los últimos siete años la “clase media peruana” había aumentado sus ingresos promedio desde al año 2003, distribuyéndose este crecimiento para **Lima Metropolitana en un 19%**, para el resto de la **Costa en un 45%**, la **Sierra en un 61%** y la **Selva en un 84%**. Acota también que **“hubo tres elementos que empujaron el crecimiento del Perú: la inversión privada, el consumo interno y las exportaciones”** (Diario El Comercio, 2010).

Una de las áreas en las que lideramos las reformas fue el comercio transfronterizo. Fuimos la economía que más mejoró en este campo en la última década: **el tiempo promedio para exportar se redujo en nueve días, y el tiempo para importar, en siete. Ahora toma 12 y 17 días, respectivamente**. En el año 2010 destacan las importaciones de **maíz amarillo duro** (US\$ 285 millones), **trigo no para siembra** (US\$ 262 millones) y **el aceite de soya en bruto** (US\$ 221 millones). Eduardo Ablin (2000), en un debate Internacional sobre productos transgénicos, resalta que debe tenerse presente que **la reversión de los productores hacia una mayor proporción de cultivo convencional**

sólo sería redituable en la medida en que la prima de precio que se percibiera por este tipo de producto compensara la pérdida de margen positivo de rentabilidad que les otorga el producto transgénico. En el caso de la soya, dicho margen tiene un componente cuantificable, estimado en U\$43.00 promedio por hectárea, a lo que debe adicionarse un margen no mensurable, derivado de ***la expansión del cultivo a tierras que de lo contrario no resultarían aptas para la soya u otros cultivos.***

Las metas a ***corto plazo*** de mejoramiento genético ***son productividad, calidad y características de post-cosecha.*** Rasgos que afectan a la capacidad de los cultivos para ***producir bien en condiciones de estrés térmico o hídrico, para resistir plagas y enfermedades.*** Sin embargo, hay una multitud de otras características con beneficios significativos tanto para los productores de alimentos como para los consumidores, que son alcanzables en un plazo de 10 años como la mayor vida en anaquel. ***Las metas a corto plazo se podrían lograrse con una combinación de cultivos transgénicos y convencionales, utilizando los conocimientos adquiridos en los últimos años basado en el trabajo con plantas modelo.*** En el ***mediano plazo*** es probable que ***la investigación se centrará directamente en éstos cultivos y que el ciclo de mejoramiento de los cultivos se pueda acelerar.*** Trostle (2008) presenta un análisis de los beneficios económicos para los productores de cultivos transgénicos disgregados por cultivos y países (Tabla 13). Sin tomar en cuenta a USA y poder acercarnos más a la realidad peruana, en la Tabla 13 se puede notar que los países en vías de desarrollo como Argentina, Brasil y el Paraguay han logrado mayores ganancias con la ***soya transgénica tolerante a herbicidas (TH).*** La China, la India y México con el ***algodón resistente a insectos (RI).*** Y Sudáfrica, Filipinas y España con el ***maíz resistente a insectos.*** De aquí se puede concluir *a priori* que varios de los países que han ***“adoptado un cultivo transgénico”*** y que son exitosos económicamente con la siembra de los mismos. Solamente lo son en uno o en pocos de ellos, a pesar de que la oferta de nuevos transgénicos está creciendo. La pregunta que faltaría contestar sería: ***¿Con qué cultivos transgénicos, el Perú tendría éxito económico de adoptar uno o algunos de ellos?***

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

De la ecuación referencial de la **Ganancia Promedio** formulada en el Producto 3 de la presente consultoría. Se tenía los siguientes datos:

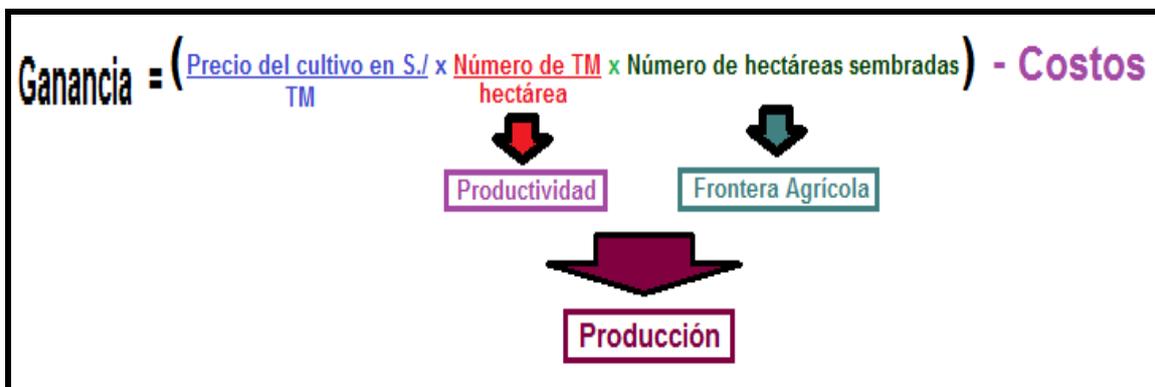
- Costo de Insecticidas y Fungicidas = **I**
- Costo de Semillas = **S**
- Mano de Obra = **MO** (Mano de obra, maquinaria, otros)
- Precio del cultivo por tonelada métrica en el mercado = **Pr** (Nuevos Soles/TM)
- Productividad del cultivo por hectárea = **Pd** (Número de TM/hectárea)
- Frontera agrícola sembrada = **F** (Número de hectáreas sembradas)
- Ganancia = **G** (Utilidad)

El costo de producción total sería: **I + S + CI**

La venta total sería: **Pr x Pd x F**

Entonces la Ganancia sería:

$$G = (Pr \times Pd \times F) - (I + S + MO)$$



Los insumos representan casi el 30% de los costos de producción totales, donde el **costo de la semilla** es aproximadamente el **10%**, el **uso de insecticidas** entre el **20 al 30%** y el **uso de fungicidas** el **10%**. Y la **mano de obra** representa casi el **20%** de los costos de producción (Tabla 20). Sin embargo, estos porcentajes varían en el tiempo dependiendo del cultivo y otros parámetros agrícolas y socioeconómicos (Nota del autor).

Del portal del MINAG se puede obtener los costos de producción de algunos cultivos. Así por ejemplo el costo de producción total para **la papa (Variedad canchan)** fue de casi **S./ 8 593.00** en el año 2010. Si se desagrega este costo de producción real, tenemos que el costo redondo por el uso de insecticida fue de S./ 1113.00 (**12.9 %**). El de herbicida fue de S./ 67.50 (**0.78%**). El de fungicidas fue de 528.00 (**6.14%**). El costo de semillas fue de S./ 1 800.00 (**20.9 %**). La mano de obra fue de S./ 1575.00 (**18.32 %**). Los costos indirectos por otros gasto fue de S./ 409.00 (**4.76 %**). Estos porcentajes se pueden utilizar para otros cultivares o variedades de papa que no se disponga de datos como referencia al 2010.

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Haciendo un cálculo actual utilizando los datos disponibles de precios y hectáreas sembradas del Ministerio de Agricultura para el año 2010 (Tablas 16, 17, 18 y 19) y el Portal Agrario (2010), para algunos cultivos como son: arroz, algodón, maíz amiláceo y papa. Y tomando como un promedio nacional los datos de la papa canchan entonces podemos resumir los datos en la Tabla 28.

En el Producto 3, se hace un análisis exhaustivo de cómo variaría las ganancias finales al trabajarse con un producto transgénico versus un cultivo no transgénico. Así, para un cultivo como la papa el costo por uso de herbicidas representa solamente el 0.78% del costo de producción (casi nada). Sin embargo, los costos de producción por el uso de insecticidas es de 12.9%. Por el uso de fungicidas es de 6.14%. Y juntos representan el 19.04%. De este modo, podemos simular el “**supuestos escenario bioeconómico posible**” entre un **Cultivo Transgénico (T) Resistente a Insectos (RI) de papa** versus un **Cultivo No Transgénico (NT) de papa**, dándole valores reales de los datos disponibles y desagregados en la Tabla 28 y predecir un cambio positivo o negativo de la utilización de un cultivo transgénico versus uno no transgénico. Si se asume que el precio, la productividad, la Frontera Agrícola, el costo de la semilla y los costos por mano de obra se mantienen constantes en ambos cultivos (T y NT). La introducción de papa transgénica resistente a insectos para solucionar el problema pertinente de las moscas minadoras y polillas; entonces podría darse el Escenario 1 (Positivo), debido a que se utilizaría menos insecticidas en el cultivo de papa transgénica RI.

	Escenario 1 = Costo de Insecticida es menor con cultivos transgénicos RI						
Cultivo	Pr	Pd	F	I	S	MO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Menor	Igual	Igual	Mayor
NT	Igual	Igual	Igual	Mayor	Igual	Igual	Menor

En términos económicos se tendría la siguiente Tabla de valores para la papa T y NT:

	Escenario 1 = Costo de Insecticida es menor con cultivos transgénicos RI						
Cultivo	Pr	Pd	F	I	S	MO	Ganancia
T	1.7	13 334	306 266	0	551 278 800	482 368 950	5 908 728 685
NT	1.7	13 334	306 266	340 874 058	551 278 800	482 368 950	5 567 854 627

** En Nuevos Soles representaría una **ganancia** total del cultivo transgénico de:

S./ 340 874 058.

Por otro lado, la compra de semilla de papa transgénica resistente a insectos para solucionar el problema pertinente de las moscas minadoras y polillas es más costosa; entonces podría darse el Escenario 2 (**Negativo**) asumiendo un costo de solamente dos veces superior de la semilla transgénica con respecto a la convencional o no transgénica:

	Escenario 2 = Costo de Semilla es mayor con cultivos transgénicos RI						
Cultivo	Pr	Pd	F	I	S	CI	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor	Igual	Menor
NT	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor	Igual	Mayor

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Escenario 1 = Costo de Semilla es mayor con cultivos transgénicos RI							
Cultivo	Pr	Pd	F	I	S	MO	Ganancia
T	1.7	13 334	306 266	340 874 058	1 102 557 600	482 368 950	5 016 575 827
NT	1.7	13 334	306 266	340 874 058	551 278 800	482 368 950	5 567 854 627

** En Nuevos Soles representaría una **pérdida** total del cultivo transgénico de:
S./ 551 278 800.

Si se asume un costo de tres veces superior de la semilla transgénica con respecto a la convencional o no transgénica, la pérdidas ascienden a: **S./ 1 102 557 600.**

Quizás se debería contemplar un **Escenario Mixto** que combine algunos beneficios directos del uso de para transgénica RI, bajando el costo por el uso de insecticida como un escenario 1 (S./ 0.0) y los costos de la mano de obra serían la mitad, puesto que nunca se tendría valores de 0 soles, siempre hay costos de mano de obra en la actividad agrícola. Y los costos de semillas podrían ser la misma, el doble o el triple para la papa transgénica. Y asumiéndose que el precio, la productividad, la Frontera Agrícola se mantienen constantes en ambos cultivos (T y NT).

Un **primer subescenario mixto** podría ser:

Escenario Mixto = Costo de insecticidas y mano de obra es menor y el valor de la semilla es igual con el cultivo transgénico RI							
Cultivo	Pr	Pd	F	I	S	MO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Menor	Igual	Menor	¿?
NT	Igual	Igual	Igual	Mayor	Igual	Mayor	¿?

Escenario Mixto = Costo de insecticidas y mano de obra es menor y el valor de la semilla es igual con el cultivo transgénico RI							
Cultivo	Pr	Pd	F	I	S	MO	Ganancia
T	1.7	13 334	306 266	0	551 278 800	241 184 475	6 149 913 160
NT	1.7	13 334	306 266	340 874 058	551 278 800	482 368 950	5 567 854 627

** En Nuevos Soles si el costo de la semilla tanto transgénica como la no transgénica es la misma representaría una **ganancia** total de: **S./ 582 058 533.**

Un **segundo subescenario mixto** podría ser:

Escenario Mixto = Costo de insecticidas y mano de obra es menor y el valor de la semilla es el doble con el cultivo transgénico RI							
Cultivo	Pr	Pd	F	I	S	MO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Menor	Mayor	Menor	¿?
NT	Igual	Igual	Igual	Mayor	Menor	Mayor	¿?

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Escenario Mixto = Costo de insecticidas y mano de obra es menor y el valor de la semilla es el doble con el cultivo transgénico RI							
Cultivo	Pr	Pd	F	I	S	MO	Ganancia
T	1.7	13 334	306 266	0	551 278 800	241 184 475	5 598 634 360
NT	1.7	13 334	306 266	340 874 058	551 278 800	482 368 950	5 567 854 627

** En Nuevos Soles si el costo de la semilla tanto transgénica como la no transgénica es la misma representaría una **ganancia** total de: **S./ 30 779 733**.

Un **tercer subescenario mixto** podría ser:

Escenario Mixto = Costo de insecticidas y mano de obra es menor y el valor de la semilla es el triple con el cultivo transgénico RI							
Cultivo	Pr	Pd	F	I	S	MO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Menor	Mayor	Menor	¿?
NT	Igual	Igual	Igual	Mayor	Menor	Mayor	¿?

Escenario Mixto = Costo de insecticidas y mano de obra es menor y el valor de la semilla es el triple con el cultivo transgénico RI							
Cultivo	Pr	Pd	F	I	S	MO	Ganancia
T	1.7	13 334	306 266	0	551 278 800	241 184 475	5 047 355 560
NT	1.7	13 334	306 266	340 874 058	551 278 800	482 368 950	5 567 854 627

** En Nuevos Soles si el costo de la semilla tanto transgénica como la no transgénica es la misma representaría una **pérdida** total de: **S./ 520 499 067**

En conclusión **los distintos escenarios bioeconómicos ante la introducción de cultivos transgénicos deben responder en parte al beneficio positivo (ganancia) o negativo (pérdida) utilizándose los datos agrícolas reales y no especulativos para tener un conocimiento más objetivo de la pertinencia de los mismos al momento de evaluarse su introducción al Perú.**

Las proyecciones que se puedan hacer en los próximos diez años o más se debería tomar la tendencia mundial de otros factores económicos externos (costo de insecticidas, fungicidas y semilla) e internos (Productividad, Precio y Frontera agrícola existente) para cada cultivo que se desarrolla en el Producto 3 con los datos ecológicos.

Los datos que posee el MINAG vía online pueden ser utilizados bajo la misma proyección matemática real para otros cultivos transgénicos propuestos o derivados indirectamente en caso de no existir datos.

Conclusiones

1. Los países que podrían proporcionar cultivos transgénicos o desarrollados en conjunto con el Perú de ser pertinente serían: **Maíz (Brasil y Mexico), Papa (México y la India), Algodón (India), Arroz (China), Caña de azúcar (Colombia), Yuca (Colombia), Plátano o Banano (México), Berenjena (India), Papayo (Filipinas), Vid (Chile), Tomate (México), y Clavel (Colombia)** (ver Tabla 14). Datos basados en la importancia biotecnológica y económica de los países en cuestión.
2. Otros cultivos transgénicos que no son en este momento prioritarios para el Perú por razones socioeconómicas y/o ecológicas. Pero que podrían ser utilizados en caso de la necesidad son: **De Brasil el frejol (con RV/B); de Chile el zapallo (con TH); de Colombia el trigo (con TH), el café (con RI) y la rosa (con CAO); de México el melón (con RV/B), la piña y el limón (ambos con CAV). Y de USA el trigo, la alfalfa, la achicoria y la lenteja (todos con TH), la calabaza y el ciruelo (ambos con RV/B), y el melón (con CAV).**
3. Los principales problemas fitosanitarios específicos que podrían ser solucionados con cultivos transgénicos alternos en el Perú serían **los problemas de virosis, bacterianas, hongos e insectos** para los cultivos de **algodón, la papa y el maíz.**
4. Los principales problemas fitosanitarios específicos que podrían ser solucionados con cultivos transgénicos alternos en el Perú serían **las malezas o malas hierbas** para los cultivos de **arroz y la caña de azúcar.**
5. El principal problema de estrés abiótico específico que más afecta a **la papa, el maíz y el arroz** es el **estrés hídrico**. Para **el algodón** es el **estrés salino** y para el **maíz** el **suelo ácido**. Dos elementos que afectan tanto al **algodón y al maíz** es su **tolerancia al boro y al aluminio**. Y para **el maíz** un componente abiótico que empieza a ser tomado en cuenta es el **estrés térmico**. Todos podrían ser solucionados con cultivos transgénicos alternos en el Perú.
6. El principal problema nutricional específico que podrían ser solucionados con cultivos transgénicos alternos en el Perú serían **el aumentar la cantidad de hierro en la papa** que sería una buena alternativa sobre todo para algunas zonas pobres de la Sierra Peruana. De la misma manera, el **arroz transgénico existente rico en Betacaroteno (Provitamina A) y/o Hierro**, también podría ser una alternativa para zonas pobres de Provincia y de centros urbanos con altos índices de desnutrición.

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

7. Los cultivos transgénicos autorizados hasta la fecha están citados en los Anexos del 1 al 18. También en la Tabla 24 se mencionan otros cultivos transgénicos como **zapallo, frejol, trigo, café, rosa, alfalfa, calabaza, melón, piña, limón, achicoria, lenteja y ciruelo** que podrían ser utilizados para algunas pertinencias en territorio peruano.

8. Existen pocos o ningún transgénico autorizados hasta el años 2010 en sus **cualidades agronómicas** relacionadas a la **precocidad, maduración, longevidad, número de frutos, granos u hojas, sabor, olor, etc.** Que podrían beneficiar a muchas de las necesidades agrícolas del Perú actuales. Puesto que **muchas de éstos eventos agronómicos para diferentes cultivos se encuentran aún en ensayos de invernadero y pruebas de campo.**

9. Económicamente, cualquier importación o desarrollo de biotecnología de algún país en vía de desarrollo **deberá contemplar el mayor éxito y/o fracaso económico del cultivo transgénico implementado en sus territorios antes de una toma de decisión pertinente de adoptarlos para el Perú** (sin contar el análisis y gestión de riesgos *per se*).

10. Las principales variables económicas que afectan el éxito o fracaso de un cultivo transgénico en una nación son: **las tasas de adopción de los agricultores y del consumidor, los sistemas de producción agrícolas locales, la disponibilidad de cultivos transgénicos y sus cultivares ecológicamente específicos y adaptados localmente, el desarrollo de OGM's para resolver problemas nacionales identificados y el valor del derecho de uso de una patente que daría más acceso a la semilla modificada a precios competitivos y no prohibitivos para el agricultor.**

11. **Todos los cultivos transgénicos o normales que se pretendan sembrar en el país deben de ser probados y comparados entre sí. Es importante que los experimentos incluyan todos los cultivares comerciales que se siembran en la actualidad. Los cultivos transgénicos deben mostrar su adaptabilidad a las regiones donde se sembrarán, su superioridad en condiciones de campo para la característica gobernada por el transgén. Además, deberá mostrarse si es igual o mayor en rendimiento y/o beneficio para el país en otras características de interés.**

12. **Los distintos escenarios bioeconómicos ante la introducción de cultivos transgénicos deben responder en parte al beneficio positivo (ganancia) o negativo (pérdida) utilizándose los datos agrícolas reales y no especulativos para tener un conocimiento más objetivo de la pertinencia de los mismos al momento de evaluarse su introducción al Perú.**

Recomendaciones y Reflexiones

1. Hay que actuar con cautela al extrapolar los datos de un cultivo transgénico de un país a otro país, de un plazo breve a otro largo y de una pequeña muestra de agricultores a todo un sector productivo. Los cultivos transgénicos pueden ser útiles en determinadas circunstancias particulares, pero no son la solución a todos los problemas locales, regionales o nacionales. Hay muchos caracteres adaptativos y otros que le dan valor agregado a las variedades que existen en la diversidad de la especie. Antes de pensar en hacer uso de cultivos transgénicos foráneos o de tratar de crear en el país OVM debería evaluarse el germoplasma disponible en el país.
2. Si el país quiere competir tendrá que aumentar su productividad y bajar sus costos de producción. Consecuentemente la mejor estrategia será incentivar el mejoramiento genético y probar la mayor cantidad de cultivares disponibles. En ese escenario, si no se incentiva el mejoramiento genético en el país, será preciso enfrentar el hecho de que muchos de esos cultivares de acuerdo a la pertinencia presentada deberá recurrirse a un cultivo transgénico bajo circunstancias particulares.
3. Se tiene que tomar en cuenta la política agraria a utilizarse con las semillas transgénicas puesto que los agricultores extensivos no tienen recursos para comprar semilla mejorada y aún teniéndolos no la compran, porque sus propias variedades son más apreciadas y mejor adaptadas a sus particulares condiciones y/o necesidades y porque poseen menos costos al adquirirlas.
4. No se debería considerar que los enfoques de cultivos convencionales y cultivos transgénicos sean mutuamente excluyentes. Las mejoras en todos los sistemas requieren de las diferentes ramas de la ciencia para combatir la inseguridad alimentaria mundial que es el producto de un conjunto interrelacionado de problemas nacionales de producción y de consumo de alimentos.
5. Para lograr maximizar los beneficios sociales y una aplicación efectiva de la biotecnología moderna se debe disponer de tierras para cultivar los “cultivos biotecnológicos” logrados y beneficiarse así de su utilización/cultivo más aún cuando en el futuro la demanda de productos agropecuarios vaya en aumento.

Bibliografía Consultada

- Ablin, Eduardo R., y otro, Productos transgénicos y exportaciones agrícolas: Reflexiones en torno de un dilema argentino, publicado por Cancillería Argentina, Dirección Nacional de Negociaciones Económicas y Cooperación Internacional, Bs. As., 2000, pag 7.
- Alvarez López, G. Legislación y políticas públicas en Biotecnología en México. Tesis para obtener el grado de Magíster en Ciencias en Medio Ambiente. Instituto Politécnico Nacional. México. Febrero del 2009.
- América Latina La Transgénesis de un Continente. Primera Edición. Enero de 2009.
- Arauz Cavallini, Luis. Fitopatología: Un enfoque Agroecológico. Editorial de la Universidad de Costa Rica. Primera edición. 1998.
- Bennett, R., Kambhampati, I. & Morse, S. 2006. Farm-level economic performance of genetically modified cotton in Maharashtra, India. Review of Agricultural Economics, 28(1): 59-71.
- Diario El Comercio. Sección de Economía. 26 de Diciembre del 2010. p. a23. 2010.
- Fitzhugh, H. 1998. Global Agenda for Livestock Research. International Livestock Research Institute: Nairobi, Kenya.
- Hernández, José. "Agroexportación: Estrategias para Lograr Competitividad". Universidad Nacional Agraria y ADEX; Lima, octubre del 2002.
- Leguizamon, Eduardo, ob. cit. página 202. 2000.
- Martínez, M., Cabrera, J. & Herrera, L. 2004. Las plantas transgénicas: Una visión integral. E-Gnosis. Vol. 2. Art. 2.
- Palacios, María. Principales Plagas de la Papa: La Polilla de la Papa y La Mosca Minadora. Producción de Tubérculos-semillas de Papa. Manual de Capacitación. Fasc. 3.7 – 97. Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Ramasamy, C. 2007. Economic and Environmental Benefits and Costs of Transgenic Crops: Ex-Ante Assessment, Tamil Nadu Agricultural University (TNAU), Coimbatore, Tamil Nadu.
- Rocha Salavarieta, Pedro. Situación y Perspectivas de cultivos transgénicos en Colombia. IICA. Bogotá. 25 de Junio de 2009. Disponible online en: <http://www.iica.int/Esp/regiones/andina/colombia/Documentos%20de%20la%20Oficina/docs/iica/2009-Transgenicos-Colombia.pdf>
- Trostle, R. 2008. Global Agricultural Supply and Demand: Factors Contributing to the Recent Increase in Food Commodity Prices. Outlook Report No. (WRS-0801) 30 pp.

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Washington DC, USA. USDA.

- Von Braun, J. *The World Food Situation: New Driving Forces and Required Actions*. International Food Policy. Research Institute, Washington, DC, 2007.USA.

- Zaid, A., Hughes, H., Porceddu, E. & Nicholas, F.W. (2004). Glossary of Biotechnology for Food and Agric. Food and Agric. A Revised & Augmented Edition of the Glossary of Biotech. & Genetic Engineering. Organization of the United Nations.
Disponible online en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/004/y2775s/y2775s01.pdf>

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Direcciones Internet

- Actas de la Sala Especializada de Alimentos y Bebidas Alcohólicas, SEABA, entre 2003 a 2006. Disponible online en: <http://www.invima.gov.co/version1/>
- América Latina La Transgénesis de un Continente. Primera Edición. Enero de 2009. Disponible online en: http://www.agroeco.org/socla/pdfs/Libro%20OGM%20AL_SOCLA-RALLT_09.pdf
- Biotecnología para el manejo de plagas en la producción de semilla limpia. Disponible online en: http://www.clayuca.org/PDF/libro_yuca/capitulo15.pdf
- Cámara de Sanidad Agropecuaria y fertilizantes. Argentina. 2008. Disponible online en: <http://www.casafe.org/usep/Biotecnolog%C3%ADa.pdf>
- CTNBio. Brasil. 2010. Disponible online en: <http://www.cib.org.br/ctnbio/eventoseprovadosdez10.pdf>
- FAO. Disponible online en: <http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/papa.htm>
- FAOSTAT. 2009. *Food and agricultural commodities production*. Disponible online en: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.
- GM Crop Database. Center for Environmental Risk Assessment. Disponible online en: http://www.cera-gmc.org/?action=gm_crop_database
- Guía de identificación y manejo integrado de enfermedades del frijol en América Central. IICA. Disponible online en: http://www.infoagro.net/infotec/redsicta/PDF_Files/Enfermedades_Frijol.pdf
- Haigh, T. 2000 Weed competition and control. Disponible online en: <http://www.uws.edu.au/vip/haight/vegintrouction.htm>
- IAASTD. Evaluación internacional del conocimiento, ciencia y tecnología en el desarrollo Agrícola. América Latina y el Caribe. 2008. Disponible online en: http://www.agassessment.org/docs/LAC_SDM_220408_Spanish_Final.pdf
- La biotecnología agrícola: ¿una respuesta a las necesidades de los pobres? Disponible online en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y5160s/y5160s02.pdf>
- Magnitud e impacto potencial de la liberación de organismos genéticamente modificados y sus productos comerciales. Casos: Algodón, Leguminosas de grano, Maíz y Papa. CONAM. 2005. Disponible online en: http://www.biw.kuleuven.be/aee/clo/euwab_files/Basurto2005.pdf
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. Argentina. 2010. Disponible online en: http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/areas/biotecnologia/50-EVALUACIONES/_archivo4/000200Eventos%20con%20evaluación%20favorable%

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

- 20de%20la%20CONABIA%20y%20permiso%20de%20comercialización.php
- Ministerio de Agricultura. Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos. Dinámica Agropecuaria 2000-2009.
 - OECD (Organization for Economic Cooperation and Development). 2006. The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda. Paris, Francia. Disponible online en: <http://www.oecd.org/dataoecd/7/51/37504590.pdf>
 - Papa. Disponible online en: <http://www.monografias.com/trabajos35/papa/papa.shtml#costos>
 - Perú: PBI y Per Cápita 2009 y 2010 según el WEO del FMI. Disponible online en: <http://desarrolloperuano.blogspot.com/2010/04/peru-pbi-y-per-capita-2009-y-2010-segun.html>
 - Portal Agrario. 2010. Disponible online en: <http://www.portalagrario.com.pe/estadisticas.shtml>
 - Semanario ComexPerú (Del 01 al 07 de noviembre del 2010). Disponible online en: <http://www.comexperu.org.pe>
 - Tizón Tardío. Disponible online en: <http://www.cipotato.org/csd/materials/htorres/HTorresTT.pdf>
 - http://www.biotech.bioetica.org/docta39.htm#_ftn57

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

LISTA DE TABLAS

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 1: Cultivos transgénicos ofertados en Chile con su clasificación por el tipo de tolerancia, resistencia y calidad agronómica (Tomado y modificado por el autor de América Latina La Transgénesis de un Continente, 2009).

CHILE Cultivo transgénico	Tolerancia al herbicida (*)	Resistencia a:			Estrés abiótico (***)	Calidad agronómica		
		Virus o Bacterias	Hongos	Insectos (**)		Nutricional (****)	Ornamental	Otras (*****)
Maíz	Bromoxidil.			Lepidópteros.	- Estrés hídrico. - Estrés térmico (frío)	- Alto contenido de avidina, aprotinina, lisina. - Contenido de aceites		
Tomate				Lepidópteros.				Retardo de la maduración
Soya	- Glifosato - Glufosinato de Amonio.			Insectos.		- Alto contenido de ácido oleico, metionina y lisina.		
Papa		- Bacteria (<i>Erwinia carotovora</i>)	- Hongo (<i>Phytophthora infestans</i>) - Nemátodo dorado					
Tabaco		- Virus Y						
Remolacha	- Glifosato - Glufosinato de Amonio.							
Zapallo		- Virus						
Vid			- Hongo (<i>Botrytis cinérea</i>)					

(*) = Glifosato, Glufosinato de amonio, Bromoxinil o Imidazolinona

(**) = *Bacillus thuringiensis* (Bt).

(***) = Estrés hídrico (exceso o déficit de agua); Estrés térmico (alta o baja temperatura), Tolerancia a metales

(****) = Contenido vitamínico, de hierro, aceitero, proteínico, de aminoácidos esenciales, etc.

(*****) = Maduración, menor o mayor contenido de una sustancia, sabor, etc.

Tabla 2: Cultivos transgénicos ofertados en Bolivia con su clasificación por el tipo de tolerancia, resistencia y calidad agronómica (Tomado y modificado por el autor de América Latina La Transgénesis de un Continente, 2009).

BOLIVIA Cultivo transgénico	Tolerancia al herbicida (*)	Resistencia a:			Estrés abiótico (***)	Calidad agronómica		
		Virus o Bacterias	Hongos	Insectos (**)		Nutricional (****)	Ornamental	Otras (*****)
Soya	Glifosato							
Algodón	Glifosato			Insectos				

(*) = Glifosato, Glufosinato de amonio, Bromoxinil o Imidazolinona

(**) = *Bacillus thuringiensis* (Bt).

(***) = Estrés hídrico (exceso o déficit de agua); Estrés térmico (alta o baja temperatura), Tolerancia a metales

(****) = Contenido vitamínico, de hierro, aceitero, proteínico, de aminoácidos esenciales, etc.

(*****) = Maduración, menor o mayor contenido de una sustancia, sabor, etc.

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 3: Cultivos transgénicos ofertados en Argentina con su clasificación por el tipo de tolerancia, resistencia y calidad agronómica (Tomado y modificado por el autor de la Cámara de Sanidad Agropecuaria y fertilizantes. Argentina. 2008, y del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Presidencia de la Nación. Argentina. 2010.)

ARGENTINA Cultivo transgénico	Tolerancia al herbicida (*)	Resistencia a:			Estrés abiótico (***)	Calidad agronómica		
		Virus o Bacterias	Hongos	Insectos (**)		Nutricional (****)	Ornamental	Otras (*****)
Maíz	- Glifosato. - Glufosinato de amonio.			Lepidópteros.				
Soya	- Glifosato.							
Algodón	- Glifosato.			Lepidópteros.				

(*) = Glifosato, Glufosinato de amonio, Bromoxinil o Imidazolinona

(**) = *Bacillus thuringiensis* (Bt).

(***) = Estrés hídrico (exceso o déficit de agua); Estrés térmico (alta o baja temperatura), Tolerancia a metales

(****) = Contenido vitamínico, de hierro, aceitero, proteínico, de aminoácidos esenciales, etc.

(*****) = Maduración, menor o mayor contenido de una sustancia, sabor, etc.

Tabla 4: Cultivos transgénicos ofertados en Brasil con su clasificación por el tipo de tolerancia, resistencia y calidad agronómica (Tomado y modificado por el autor de CTNBio. Brasil. 2010)

BRASIL Cultivo transgénico	Tolerancia al herbicida (*)	Resistencia a:			Estrés abiótico (***)	Calidad agronómica		
		Virus o Bacterias	Hongos	Insectos (**)		Nutricional (****)	Ornamental	Otras (*****)
Maíz	- Glifosato. - Glufosinato de amonio.			Lepidópteros.				
Algodón	- Glifosato. - Glufosinato de amonio.			Lepidópteros.				
Caña de azúcar								Producción biocombustible (Etanol).
Soya	- Glifosato. - Glufosinato de amonio. - Imidazolinona							
Frejol		Virus del Mosaico dorado amarillo						

(*) = Glifosato, Glufosinato de amonio, Bromoxinil o Imidazolinona

(**) = *Bacillus thuringiensis* (Bt).

(***) = Estrés hídrico (exceso o déficit de agua); Estrés térmico (alta o baja temperatura), Tolerancia a metales

(****) = Contenido vitamínico, de hierro, aceitero, proteínico, de aminoácidos esenciales, etc.

(*****) = Maduración, menor o mayor contenido de una sustancia, sabor, etc.

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 5: Cultivos transgénicos ofertados en Colombia con su clasificación por el tipo de tolerancia, resistencia y cualidad agronómica (Tomado y modificado por el autor de Actas de la Sala Especializada de Alimentos y Bebidas Alcohólicas, SEABA, entre 2003 a 2006; y de Situación y Perspectivas de cultivos transgénicos en Colombia. IICA. 2009).

COLOMBIA Cultivo transgénico	Tolerancia al herbicida (*)	Resistencia a:			Estrés abiótico (***)	Cualidad agronómica		
		Virus o Bacterias	Hongos	Insectos (**)		Nutricional (****)	Ornamental	Otras (*****)
Maíz	- Glifosato. - Glufosinato de amonio.			Lepidópteros.		- Calidad del aceite. - Contenido de lisina		
Arroz	- Glufosinato de amonio.	Virus de la hoja blanca.						
Algodón	- Glifosato. - Glufosinato de amonio			Lepidópteros.		- Calidad del aceite.		
Soya	- Glifosato.							
Papa				Lepidópteros.				
Trigo	- Glifosato.							
Yuca				Lepidóptero Barrenador del tallo (<i>Chilomina clarkii</i>).	- Estrés hídrico.			- Bajos niveles de concentración de cianógenos. - Mayor producción de amilopectina. - Retención de hojas para evitar la senescencia
Remolacha	- Glifosato.							
Café				Genes antifúngicos contra la broca del fruto del café (<i>Hypothenemus hampei</i>)				
Maracuyá		Virus SMV						
Caña de azúcar		Virus del síndrome de la hoja amarilla (ScYLIV).						
Rosa							Color de pétalos violeta morado	
Clavel							- Color de pétalos azul morado - Retardo de la maduración	

(*) = Glifosato, Glufosinato de amonio, Bromoxinil o Imidazolinona

(**) = *Bacillus thuringiensis* (Bt).

(***) = Estrés hídrico (exceso o déficit de agua); Estrés térmico (alta o baja temperatura), Tolerancia a metales

(****) = Contenido vitamínico, de hierro, aceitero, proteínico, de aminoácidos esenciales, etc.

(*****) = Maduración, menor o mayor contenido de una sustancia, sabor, etc.

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 6: Cultivos transgénicos ofertados en México con su clasificación por el tipo de tolerancia, resistencia y cualidad agronómica (Tomado y modificado por el autor de la Legislación y Políticas Públicas en Biotecnología en México).

MÉXICO Cultivo transgénico	Tolerancia al herbicida (*)	Resistencia a:			Estrés abiótico (***)	Cualidad agronómica		
		Virus o Bacterias	Hongos	Insectos (**)		Nutricional (****)	Ornamental	Otras (*****)
Maíz	- Glifosato. - Glufosinato de amonio.			- Lepidópteros (Barrenadores, Gusano cogollero) - Coleópteros		Contenido de lisina.		
Trigo	- Glufosinato de amonio.				- Estrés hídrico. - Tolerancia al aluminio			
Arroz	- Glufosinato de amonio.							
Tomate		Virus Mosaico del pepino		- Lepidópteros (Gusano alfiler)				Retardo de la maduración
Algodón	- Glifosato. - Glufosinato de amonio. - Bromoxinil			- Lepidópteros (Complejo Bellotero, gusano rosado)				
Soya	- Glifosato. - Glufosinato de amonio.					- Alto contenido de ácido oleico.		
Papa		Virus PVY y PVX	-Hongo <i>Phytophthora infestans</i>	- Coleópteros				
Tabaco			- Moho azul	- Coleópteros				Menor contenido de nicotina.
Alfalfa	- Glifosato.							
Canola	- Glifosato.							
Remolacha	- Glifosato.							
Calabaza		Virus VMP, VMAP, VMS2, VMAZ, CMV, WMV2, ZYMV.						
Melón		Virus CMV, WMV2 y ZYWY.						Retardo de la maduración
Papaya		Virus PRSV (Mancha anillada)						Retardo de la maduración
Plátano			Hongos					Retardo de la maduración
Piña								Retardo de la maduración
Limón								- Sabor - Sin semilla
Clavel							Color de pétalos	

(*) = Glifosato, Glufosinato de amonio, Bromoxinil o Imidazolinona

(**) = *Bacillus thuringiensis* (Bt).

(***) = Estrés hídrico (exceso o déficit de agua); Estrés térmico (alta o baja temperatura), Tolerancia a metales

(****) = Contenido vitamínico, de hierro, aceitero, proteínico, de aminoácidos esenciales, etc.

(*****) = Maduración, menor o mayor contenido de una sustancia, sabor, etc.

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 7: Cultivos transgénicos ofertados en USA con su clasificación por el tipo de tolerancia, resistencia y calidad agronómica (Tomado y modificado por el autor de la Lista de Anexos del 1 al 18 - GM Crop Database).

USA Cultivo transgénico	Tolerancia al herbicida (*)	Resistencia a:			Estrés abiótico (***)	Calidad agronómica		
		Virus o Bacterias	Hongos	Insectos (**)		Nutricional (****)	Ornamental	Otras (*****)
Maíz	- Glifosato. - Glufosinato de amonio.			Lepidópteros.		- Alto contenido de ácido oleico. - Mayor contenido en lisina. - Mayor contenido de amilasa.		- Mayor contenido de amilasa para producir Etanol.
Soya	- Glifosato.					- Alto contenido de ácido oleico. - Bajo contenido de Acido Linolénico		
Algodón	- Glifosato.			Lepidópteros.				
Papa		Virus PLRV		Lepidópteros.				- Mayor contenido de amilasa para producir Etanol.
Canola	- Glifosato.							
Alfalfa	- Glifosato.							
Arroz	- Glifosato. - Imidazolinona					- Alto contenido en betacaroteno - Alto contenido en Hierro		
Trigo	- Glifosato.							
Papaya		Virus PRSV						
Tomate				Lepidópteros.				Retardo de la maduración
Achicoria	- Glufosinato de amonio							
Lenteja	- Imidazolinona							
Melón								Retardo de la maduración
Ciruelo		Virus PPV						
Girasol	- Imidazolinona							
Calabaza		Virus CMV, ZYMV y WMV 2						
Remolacha	- Glifosato.							
Tabaco	- Bromoxinil							Reducción de nicotina

(*) = Glifosato, Glufosinato de amonio, Bromoxinil o Imidazolinona

(**) = *Bacillus thuringiensis* (Bt).

(***) = Estrés hídrico (exceso o déficit de agua); Estrés térmico (alta o baja temperatura), Tolerancia a metales

(****) = Contenido vitamínico, de hierro, aceitero, proteínico, de aminoácidos esenciales, etc.

(*****) = Maduración, menor o mayor contenido de una sustancia, sabor, etc.

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 8: Producto Bruto Interno (PBI) en el 2010 (Tomado de FMI, 2010).

	PBI (var. % real)		
	2009	Proyecciones	
		2010	2011
América del Norte	-3.0%	2.9%	2.5%
Estados Unidos	-2.6%	2.6%	2.3%
Canadá	-2.5%	3.1%	2.7%
México	-6.5%	5.0%	3.9%
América del Sur	-0.2%	6.3%	4.1%
Brasil	-0.2%	7.5%	4.1%
Argentina	0.9%	7.5%	4.0%
Colombia	0.8%	4.7%	4.6%
Venezuela	-3.3%	-1.3%	0.5%
Perú	0.9%	8.3%	6.0%
Chile	-1.5%	5.0%	6.0%
Ecuador	0.4%	2.9%	2.3%
Bolivia	3.4%	4.0%	4.5%
Uruguay	2.9%	8.5%	5.0%
Paraguay	-3.8%	9.0%	5.0%
América Central	-0.5%	3.1%	3.7%
El Caribe	0.4%	2.4%	4.3%
América Latina y el Caribe	-1.7%	5.7%	4.0%

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 9: Aplicaciones de plaguicidas entre los años 1992 y 2001 en los principales estados algodóneros de USA (Tomado de Falck-Zepeda y colaboradores, 1999).

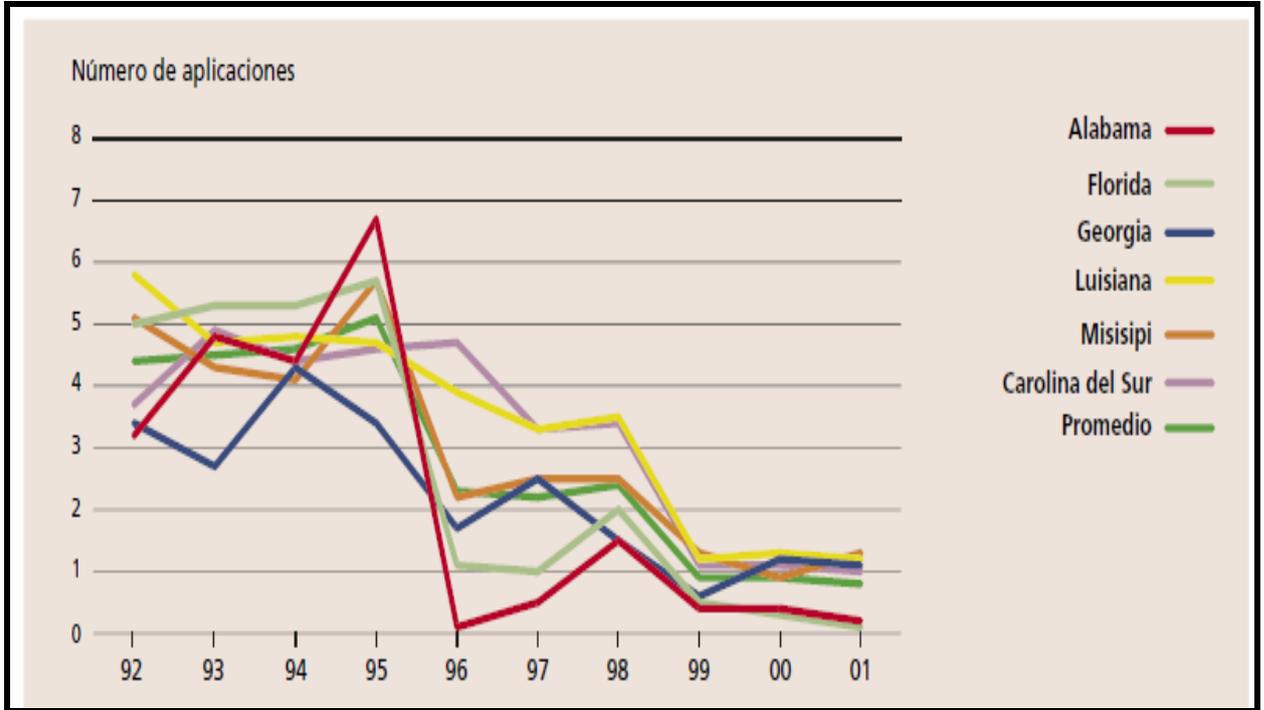
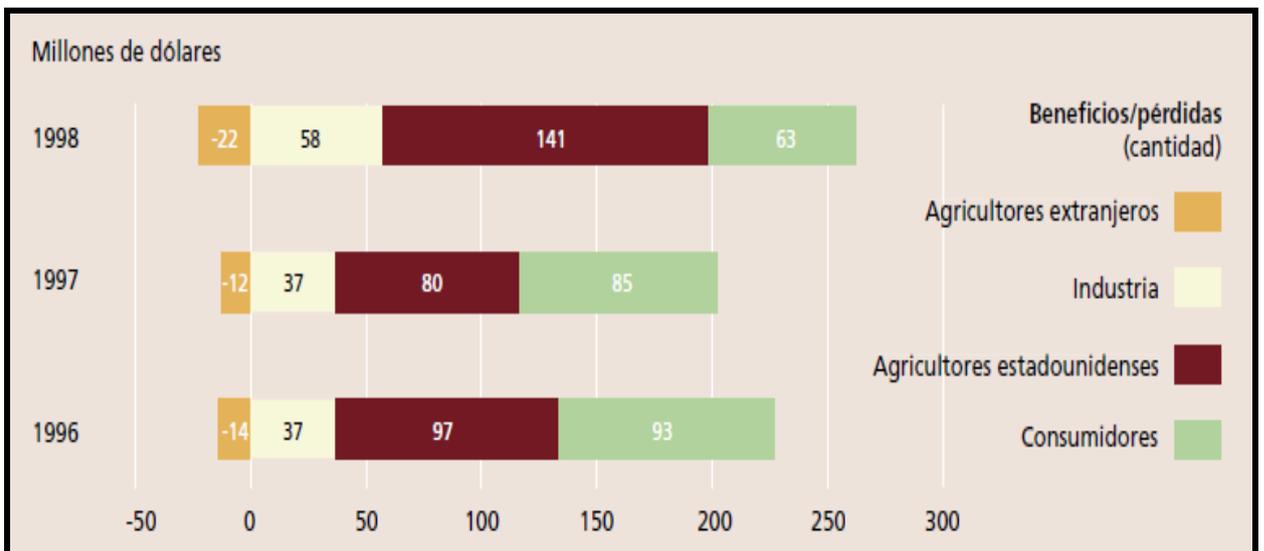


Tabla 10: Beneficios económicos desde la adopción del algodón transgénico entre los años 1996 y 1998 en USA (Tomado de Falck-Zepeda y colaboradores, 1999).

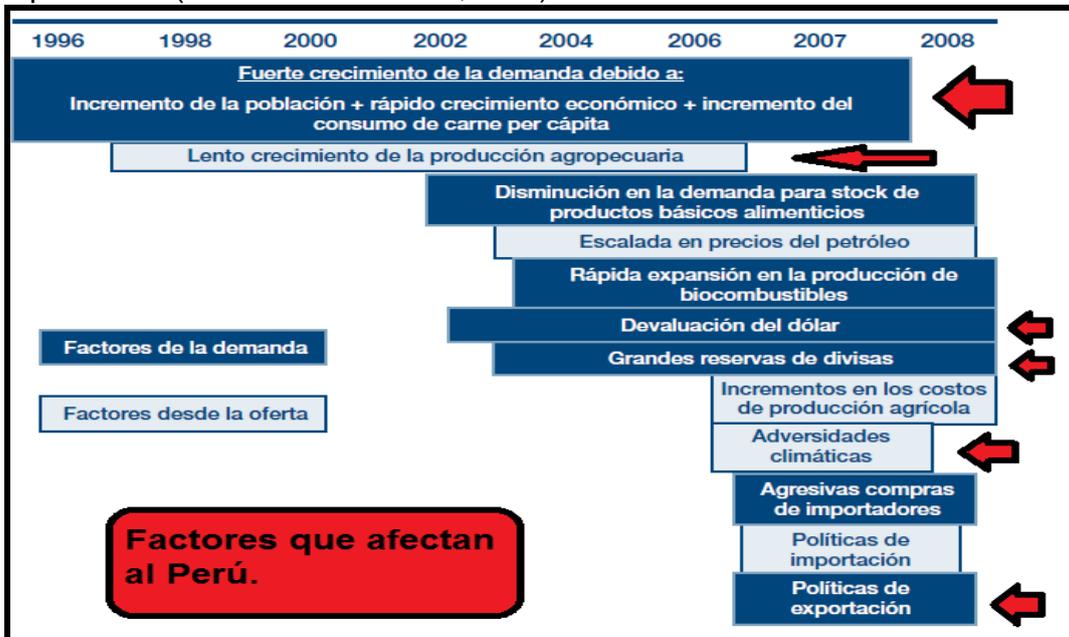


NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 11: Comparación de los Rendimientos en fibra del algodón transgénico resistente a insectos plaga y su beneficio económico (Detalle Argentina y China).

	Argentina	China	India	México	Sudáfrica
RENDIMIENTO EN FIBRA					
(kg/ha)	531	523	699	165	237
(Porcentaje)	33	19	80	11	65
PULVERIZACIONES QUÍMICAS (núm.)	-2,4	...	-3,0	-2,2	...
INGRESO BRUTO					
(\$EE.UU./ha)	121	262	...	248	59
(Porcentaje)	34	23	...	9	65
LUCHA CONTRA LAS PLAGAS					
(\$EE.UU./ha)	-18	-230	-30	-106	-26
(Porcentaje)	-47	-67	...	-77	-58
COSTOS DE SEMILLAS					
(\$EE.UU./ha)	87	32	...	58	14
(Porcentaje)	530	95	...	165	89
COSTOS TOTALES					
(\$EE.UU./ha)	99	-208	...	-47	2
(Porcentaje)	35	-16	...	-27	3
BENEFICIO					
(\$EE.UU./ha)	23	470	...	295	65
(Porcentaje)	31	340	...	12	299

Tabla 12: Factores que contribuyen al aumento en el precio de los productos agropecuarios (Modificado de Trostle, 2008).



NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

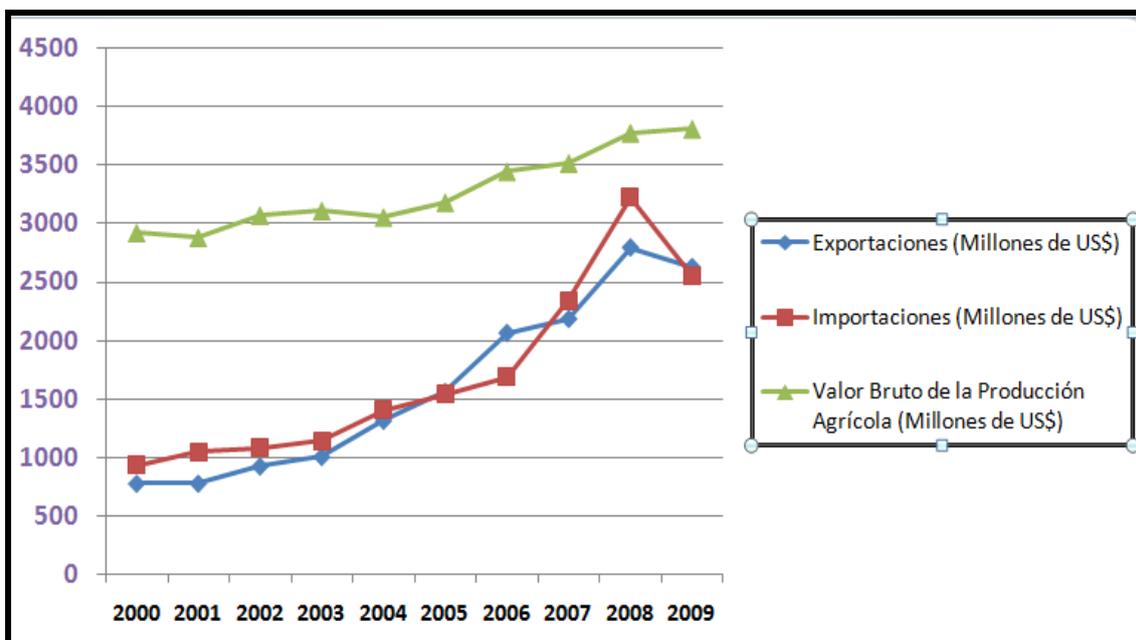
Tabla 13: Beneficios económicos para los productores de cultivos transgénicos disgregados por cultivos y países (Modificado de Trostle, 2008).

	Soja TH	Maíz TH	Algodón TH	Canola TH	Maíz Ri	Algodón Ri	Total
EE.UU.	8 730	1 052	779	128	3 094	2 065	15 848
Argentina	6 250	22	25	N/a	193	107	6 597
Brasil	1 912	N/a	N/a	N/a	N/a	17	1 929
Paraguay	349	N/a	N/a	N/a	N/a	N/a	349
Canadá	87	32	N/a	968	145	N/a	1 232
Sudáfrica	3	2,5	0,2	N/a	132	18	156
China	N/a	N/a	N/a	N/a	N/a	5 823	5 823
India	N/a	N/a	N/a	N/a	N/a	1 294	1 294
Australia	N/a	N/a	4,8	N/a	N/a	179	184
México	5,1	N/a	6	N/a	N/a	59,5	71
Filipinas	N/a	1,5	N/a	N/a	27,3	N/a	29
España	N/a	N/a	N/a	N/a	39,4	N/a	39

* TH = Tolerante a herbicidas

** Ri = Resistente a Insectos

Tabla 14: Proyección gráfica de los valores de las exportaciones e importaciones del Perú entre los años 2000 al 2009 (Modificado por el autor del Ministerio de Agricultura, 2010).



NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 15: Composición porcentual del Valor Bruto de la Producción Agrícola por cultivo entre los años 1997 y 2000 (Ministerio de Agricultura, 2010).

Principales productos	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009 ^{P/}
SECTOR AGROPECUARIO	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Subsector agrícola	62,3	60,8	63,1	63,3	62,4	63,0	62,6	61,4	60,7	60,8	60,0	60,1	59,3
Aceituna	0,6	0,0	0,2	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,7	0,7	1,4	0,1
Ajo	0,7	0,5	0,6	0,7	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,9	0,9	0,7	0,6
Alfalfa	7,0	6,9	6,6	6,4	6,4	6,3	6,3	6,3	5,9	5,5	5,4	5,1	5,3
Algodón Rama	2,0	1,3	1,7	1,8	1,6	1,5	1,5	2,0	2,1	2,0	2,0	1,4	0,8
Arroz Cáscara	4,5	4,6	5,4	4,9	5,3	5,2	5,1	4,4	5,6	5,0	5,0	5,3	5,6
Cacao	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Café	3,6	3,8	4,1	4,4	4,5	4,7	4,4	5,0	3,8	5,1	4,1	4,7	4,2
Caña de Azúcar	4,0	3,2	3,3	3,5	3,6	3,9	4,0	3,2	2,7	2,9	3,2	3,4	3,6
Cebada Grano	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
Cebolla	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	0,8	0,8
Espárrago	1,5	1,4	1,6	1,4	1,6	1,5	1,5	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	1,9
Frijol Grano Seco	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7
Limón	0,9	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3
Maíz A. Duro	2,1	2,4	2,5	2,8	3,1	2,9	3,0	2,7	2,6	2,4	2,6	2,7	2,7
Maíz Amiláceo	1,3	1,4	1,4	1,5	1,3	1,2	1,2	1,0	1,1	1,1	1,0	0,9	1,1
Maíz Choclo	0,8	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8
Mandarina	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
Mango	0,4	0,4	0,6	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,3
Manzana	0,9	0,7	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Naranja	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Palta	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6
Papa	8,2	8,8	9,4	9,5	7,8	9,1	8,5	8,1	8,4	7,7	7,8	7,7	7,9
Piña	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6
Plátano	3,4	3,2	3,0	3,1	3,3	3,1	3,2	3,3	3,2	3,1	3,1	2,8	2,8
Trigo	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6
Uva	0,9	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,2	1,3
Yuca	2,2	2,5	2,3	2,2	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,1	2,2
Otros	12,5	12,7	12,5	12,1	11,7	11,6	11,6	11,2	11,2	11,4	11,6	11,2	12,2

(De color azul) = Cultivos con bajo porcentaje del Valor Bruto de Producción entre los años 1997-2009 (<1.0).

(De color rojo) = Cultivos con alto porcentaje del Valor Bruto de Producción entre los años 1997-2009 (>1.0).

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 16: Frontera Agrícola (en miles de hectáreas) de los principales cultivos del Perú entre los años 1997 y 2009 que también son transgénicos autorizados (Ministerio de Agricultura, 2010).

Rubro / Cultivo	1996-97	1997-98	1998-99	1999-00	2000-01	2001-02	2002-03	2003-04	2004-05	2005-06	2006-07	2007-08	2008-09 ^{1/}
Total Nacional	1 738,0	1 897,7	1 920,1	1 996,2	1 969,8	1 960,1	1 938,9	1 859,8	2 004,4	2 045,1	2 067,9	2 115,5	2 137,2
Cereales													
Arroz Cáscara	239,7	279,2	318,9	282,8	301,1	320,1	315,9	286,9	354,4	347,1	342,8	369,3	406,7
Cañihua o cañahua	6,0	6,0	6,5	6,3	6,4	7,1	7,0	6,5	6,6	7,3	5,9	6,6	7,1
Cebada Grano	134,7	149,9	143,4	155,5	156,8	155,0	152,6	145,8	152,1	152,1	150,6	151,2	156,5
Maíz Amarillo Duro	219,7	244,9	245,6	278,0	303,8	277,6	292,7	270,5	286,9	288,6	295,1	303,8	302,3
Maíz Amiláceo	245,3	256,7	262,4	281,8	269,6	252,8	248,7	232,1	237,4	239,1	246,8	250,2	253,2
Quinua	27,9	31,2	29,3	29,0	28,3	28,2	28,9	28,7	28,7	30,4	31,3	33,1	34,0
Trigo	115,1	131,1	132,2	146,3	146,2	139,7	138,9	124,7	134,9	144,7	147,7	151,7	157,3
Menestras													
Arveja Grano	50,2	55,0	54,5	65,7	62,2	62,2	63,2	59,1	63,7	71,2	76,9	77,9	80,6
Chochu o Tarhui	6,5	7,1	7,4	8,4	9,1	9,3	8,9	8,5	8,7	7,5	7,6	8,0	9,3
Frijol Castilla	12,0	25,1	18,4	14,1	13,6	16,3	17,2	16,6	16,9	24,7	16,6	24,4	20,8
Frijol Grano Seco ^{1/}	82,9	80,0	81,2	83,8	76,0	74,6	65,0	65,0	74,2	79,8	80,8	82,2	86,4
Haba Grano	43,7	51,8	49,2	56,0	53,7	52,3	54,9	53,8	57,4	60,1	65,4	69,1	68,3
Lenteja	2,8	4,8	3,9	5,4	6,2	5,7	5,8	4,3	3,6	3,7	3,9	3,7	3,9
Hortalizas													
Ajo	6,7	5,5	5,9	7,5	8,6	8,4	7,4	6,1	6,4	8,2	8,0	6,8	5,9
Cebolla	14,8	13,8	14,8	16,3	17,4	18,5	18,2	17,2	16,1	18,1	18,6	18,3	16,9
Páprika	...	...	...	...	2,1	4,7	4,1	8,4	13,9	11,0	7,7	10,8	9,0
Tomate	8,5	7,7	7,6	7,6	7,5	5,3	4,7	5,4	5,1	5,3	5,5	5,7	6,0
Tubérculos													
Camote	13,7	17,0	16,0	15,3	15,2	14,7	13,1	11,6	10,2	12,1	11,2	12,0	15,1
Mashua o Izaño	6,3	7,4	7,0	6,7	6,8	6,6	6,7	6,7	6,6	5,4	5,7	5,3	5,5
Oca	17,0	22,2	20,3	22,6	21,9	21,4	19,7	19,8	19,9	17,6	17,2	16,2	16,9
Olluco	19,9	24,8	24,3	25,5	26,1	24,3	23,0	23,4	24,6	26,2	28,0	27,1	27,1
Papa	258,2	285,4	277,7	282,3	247,8	273,3	263,7	261,1	267,9	264,9	286,3	286,4	282,9
Yuca	80,6	82,1	82,5	81,7	81,4	86,2	85,6	87,6	98,5	103,9	105,0	106,7	107,1
Industriales													
Algodón Rama	94,4	89,2	83,6	90,4	76,7	74,0	71,0	89,2	92,9	92,4	86,3	68,3	36,6
Marigold	13,6	5,9	9,6	11,0	7,5	5,7	6,9	7,4	6,1	2,7	1,0	0,6	0,3
Otros ^{2/}	17,9	14,2	18,0	16,6	17,6	16,0	15,0	13,2	10,7	21,0	15,9	20,2	21,6

(+) = Encerrado en el rectángulo de color rojo los principales cultivos transgénicos autorizados en el Mundo.

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 17: Volumen de Producción (en miles de toneladas) de los principales cultivos del Perú entre los años 1997 y 2009 que también son transgénicos autorizados (Ministerio de Agricultura, 2010).

Rubro / Producto	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009 ^{1/}
Cereales y Menestras													
Arroz Cáscara	1 457,9	1 543,6	1 961,7	1 895,3	2 028,2	2 115,1	2 132,4	1 844,9	2 468,4	2 363,5	2 435,1	2 794,0	2 989,6
Arveja Grano Seco	25,9	30,7	31,8	43,4	38,1	39,1	40,9	37,5	38,9	44,8	43,3	46,7	50,4
Cebada Grano	137,8	165,8	169,8	185,6	177,7	198,0	193,7	177,2	193,1	191,6	177,5	185,0	213,2
Frijol Grano Seco ^{1/2}	62,7	68,8	70,5	69,8	61,3	62,4	59,2	58,5	71,7	82,5	82,0	86,1	98,3
Haba Grano Seco	31,9	37,0	40,7	48,6	45,0	48,2	51,6	47,2	52,9	57,5	61,3	64,3	69,5
Maíz Amiláceo	219,9	230,6	251,2	280,6	253,6	252,7	256,5	216,9	241,5	249,2	245,3	249,4	285,6
Trigo	123,1	146,6	169,6	187,7	181,8	186,9	190,5	170,4	178,5	191,1	181,6	206,9	223,1
Hortalizas													
Ajo	41,7	30,0	39,8	50,5	63,9	62,9	57,9	49,2	54,9	73,4	80,9	67,6	57,6
Alcachofa	3,2	4,2	3,8	4,7	6,8	8,4	19,8	42,0	67,9	113,2	134,3	126,1	117,0
Cebolla	289,6	314,9	366,9	383,5	416,0	463,1	472,9	515,5	493,3	576,7	634,4	641,5	602,0
Espárrago	144,4	137,9	174,7	168,4	181,5	183,1	189,6	192,5	206,0	260,0	284,1	328,4	313,9
Maíz Choclo	235,7	297,7	348,3	370,5	369,4	399,6	407,1	377,9	351,3	360,6	332,3	374,1	391,4
Paprika	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	19,3	16,9	33,0	65,9	50,7	40,1	56,2	49,5
Tomate	226,0	179,1	166,5	250,5	189,0	130,6	149,4	183,5	159,2	169,7	173,3	210,7	220,4
Tubérculos													
Camote	256,4	222,9	244,7	245,8	254,1	223,9	192,9	184,4	184,4	198,6	184,8	189,9	260,8
Mashua	30,4	34,0	37,9	35,5	36,1	36,4	37,1	35,5	33,6	32,2	30,4	29,0	32,9
Oca	82,5	103,3	105,6	123,5	120,2	125,1	116,1	105,8	114,1	103,0	96,9	93,0	100,5
Olluco	101,2	120,0	134,8	144,2	146,1	136,4	135,6	120,6	135,3	144,9	156,4	157,4	162,6
Papa	2 403,5	2 631,6	3 064,9	3 274,9	2 690,5	3 298,2	3 143,9	3 008,2	3 289,7	3 248,4	3 383,0	3 597,1	3 761,9
Yuca	744,8	881,3	877,0	882,5	857,1	890,1	909,3	971,0	1 004,5	1 138,6	1 158,0	1 171,8	1 221,3
Frutales													
Aceituna	31,1	1,3	11,4	30,0	32,4	32,5	38,0	42,5	54,6	52,5	52,4	114,4	7,2
Limón Sutil	326,6	208,2	226,7	212,9	194,4	244,6	241,9	202,4	217,3	251,3	269,8	223,4	197,0
Mango	125,8	139,1	188,8	125,2	144,1	179,6	198,5	277,9	235,4	320,3	294,4	322,7	165,6
Naranja	220,9	229,2	257,0	255,7	278,2	292,4	305,8	330,4	334,5	353,9	344,3	380,0	377,7
Palta	72,1	67,2	78,0	83,7	93,5	94,2	100,0	108,5	103,4	113,3	121,7	136,3	156,0
Papaya	145,1	165,6	171,0	159,6	158,9	172,7	189,8	193,9	171,1	175,4	157,8	167,4	174,9
Plátano	1 342,0	1 318,6	1 314,1	1 444,7	1 561,9	1 560,4	1 621,0	1 664,1	1 697,1	1 777,3	1 834,5	1 792,9	1 854,2
Uva	114,3	75,9	98,2	107,0	127,5	135,5	146,0	155,4	169,5	191,6	196,6	223,4	264,5
Industriales													
Algodón Rama	145,7	95,2	137,4	155,4	141,0	140,1	138,6	187,7	207,3	213,4	215,4	167,4	96,0
Cacao	17,7	22,1	21,0	24,8	23,7	24,4	24,2	25,9	25,3	31,5	31,4	34,0	36,1
Café	133,3	144,8	167,1	191,7	196,2	212,8	203,1	231,4	188,6	273,2	226,0	273,8	255,0
Caña de Azúcar ^{1/2}	6 930,3	5 705,3	6 278,6	7 135,2	7 385,9	8 419,8	8 864,0	6 945,7	6 304,1	7 245,8	8 228,6	9 396,0	10 100,1
Maíz Amarillo Duro	613,5	708,5	805,8	960,4	1 057,4	1 038,1	1 097,3	983,2	999,3	1 019,8	1 122,9	1 231,5	1 258,5
Marigold	249,9	95,5	174,6	215,7	119,6	114,2	175,7	107,2	122,7	53,7	21,6	9,6	6,8
Palma Aceitera	143,2	171,8	198,0	181,2	193,3	173,3	180,4	208,5	199,9	236,4	238,4	246,4	261,6

(+) = Encerrado en el rectángulo de color rojo los principales cultivos transgénicos autorizados en el Mundo.

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 18: Productividad (Toneladas/Hectárea) de los principales cultivos del Perú entre los años 1997 y 2009 que también son transgénicos autorizados (Ministerio de Agricultura, 2010).

Rubro / Cultivo	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Cereales y Menestras													
Arroz Cáscara	6,103	5,733	6,263	6,592	6,759	6,678	6,794	6,440	6,897	6,873	7,212	7,357	7,404
Arveja Grano Seco	0,876	0,982	1,017	1,013	1,104	1,069	1,074	1,001	0,993	1,005	0,976	0,999	0,995
Cebada Grano	1,061	1,130	1,188	1,193	1,155	1,284	1,282	1,238	1,281	1,278	1,241	1,266	1,361
Frijol Grano Seco ^{4/}	0,845	0,915	0,948	0,923	0,953	0,938	1,018	1,017	1,063	1,118	1,090	1,116	1,178
Haba Grano Seco	1,048	1,082	1,164	1,170	1,160	1,239	1,213	1,153	1,177	1,228	1,243	1,225	1,275
Maíz Amiláceo	1,064	1,075	1,133	1,147	1,159	1,186	1,238	1,203	1,231	1,294	1,229	1,236	1,337
Trigo	1,110	1,165	1,288	1,280	1,247	1,346	1,378	1,387	1,344	1,336	1,256	1,384	1,418
Hortalizas													
Tomate	27,410	22,268	24,509	31,515	26,005	25,094	29,585	34,119	32,384	31,405	33,985	35,241	37,224
Ajo	6,242	5,834	6,508	6,773	7,426	7,605	7,864	7,834	8,509	9,319	10,146	10,073	9,827
Alcachofa	16,347	19,671	18,059	14,203	16,467	16,875	15,438	14,928	16,015	16,741	17,257	17,279	17,820
Cebolla	19,840	21,983	25,417	23,810	24,696	24,925	26,210	29,330	30,891	31,727	33,604	35,417	33,865
Espárrago	8,480	8,668	9,364	8,027	9,536	9,539	10,265	10,180	11,325	12,971	12,065	11,035	7,404
Maíz Chodo	7,029	7,647	8,107	8,127	8,081	8,691	8,586	8,284	8,414	8,569	8,041	8,500	7,404
Páprika	...	...	...	...	2,618	4,123	4,028	4,199	4,437	4,774	5,266	5,441	7,404
Tubérculos													
Camote	18,164	12,809	16,790	15,759	16,440	16,133	15,459	15,731	16,350	17,659	16,470	15,658	16,418
Mashua	4,861	4,693	5,454	5,293	5,302	5,664	5,571	5,334	5,320	5,741	5,737	5,511	5,932
Oca	5,018	4,776	5,226	5,489	5,579	5,881	5,977	5,683	5,797	5,868	5,846	5,872	5,914
Olluco	5,322	5,104	5,547	5,642	5,675	5,630	5,925	5,491	5,659	5,723	5,804	5,843	6,022
Papa	9,675	9,786	11,258	11,539	11,495	12,175	12,185	12,190	12,458	12,453	12,616	12,909	13,334
Yuca	10,805	10,934	10,897	10,917	10,752	10,736	10,871	11,072	10,839	11,129	11,185	11,337	11,652
Frutales													
Aceituna	5,324	3,367	2,890	4,673	4,573	4,498	4,909	5,289	6,315	5,419	5,546	10,981	0,942
Limón Sutil	14,483	9,234	10,270	9,584	9,804	12,359	12,001	11,569	10,946	13,602	14,162	10,415	10,484
Mango	11,095	12,936	17,513	10,869	12,205	14,475	16,867	17,481	14,598	14,142	12,838	13,245	6,771
Naranja	11,032	11,234	11,182	10,997	12,880	13,087	13,464	13,569	13,453	13,951	13,256	14,415	14,460
Palta	9,456	8,616	9,432	9,639	9,104	9,129	8,956	9,271	8,793	9,041	8,948	9,485	9,639
Papaya	10,812	12,609	12,250	12,020	13,585	14,010	13,972	14,419	12,531	14,948	14,287	14,658	14,275
Plátano	12,845	11,360	10,794	10,994	12,052	9,778	11,976	11,901	11,963	12,313	12,411	11,955	11,939
Uva	11,162	7,348	9,517	10,393	10,854	12,394	13,271	13,606	14,772	16,653	16,106	16,858	19,127
Industriales													
Algodón Rama	1,598	1,299	1,687	1,661	1,978	1,872	2,044	2,111	2,223	2,325	2,409	2,374	2,450
Cacao	0,551	0,639	0,578	0,601	0,517	0,495	0,486	0,509	0,502	0,558	0,525	0,534	0,566
Café	0,622	0,652	0,699	0,725	0,716	0,740	0,696	0,784	0,626	0,850	0,697	0,821	0,751
Caña de Azúcar ^{4/}	109,064	108,438	108,015	111,821	122,339	123,730	114,050	98,032	102,423	110,041	121,094	135,923	131,812
Maíz Amarillo Duro	2,914	3,073	3,411	3,558	3,714	3,838	3,917	3,661	3,610	3,667	3,971	4,138	4,189
Marigold	16,430	17,339	21,959	18,482	18,803	19,910	20,804	19,778	20,122	19,698	23,675	19,335	19,112
Palma Aceitera	19,081	16,795	21,915	18,133	17,259	18,126	20,357	21,947	19,297	21,674	18,934	13,697	14,313

(+) = Encerrado en el rectángulo de color rojo los principales cultivos transgénicos autorizados en el Mundo.

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 19: Exportaciones e Importaciones Agrícolas peruanas (en miles de Toneladas) de entre los años 1997 y 2009 que también son transgénicos autorizados (Ministerio de Agricultura, 2010).

EXPORTACIONES AGRARIAS: 2000 - 2009											
Nº	Descripción de partida	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Total		601,2	720,0	879,2	949,2	1093,3	1210,0	1601,9	1514,6	1781,9	1791,4
	Café sin descafeinar, sin tostar	142,7	159,7	167,6	150,4	191,1	142,2	237,5	173,6	224,3	197,3
	Uvas frescas	3,0	6,5	11,7	12,7	11,1	19,0	27,6	25,9	43,6	59,9
	Frutos de los generos capsicum o pimenta, secos, triturados o pulverizados	3,4	9,9	15,1	14,9	27,6	54,1	49,8	43,7	59,0	55,2
	Las demas hortalizas preparadas o conservadas sin congelear	2,1	3,6	6,3	12,2	22,3	25,7	31,6	39,0	50,5	49,8

IMPORTACIONES AGRARIAS: 2000 - 2009											
Nº	Descripción de partida	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Total		3488,2	3807,8	3908,2	3801,3	4285,0	4923,3	5186,6	5463,1	5345,1	5431,0
	Maiz amarillo duro	846,5	871,8	915,0	924,3	1087,0	1304,4	1487,1	1560,8	1392,2	1500,6
	Torta de soya	448,3	426,6	542,7	534,3	581,1	670,6	778,9	776,9	732,4	825,6
	Aceite soya en bruto	51,3	142,3	202,7	184,5	212,1	240,8	283,8	280,4	271,5	255,9
	Demás trigos	62,6	118,0	161,2	217,2	264,6	247,4	224,8	596,1	1245,7	1309,2
	Trigo duro	1209,2	1237,5	1138,4	1080,0	1121,8	1216,2	1247,9	934,7	246,8	203,4
	Azúcar de caña refinada	170,4	175,8	134,2	10,9	168,2	213,0	212,9	222,5	204,7	137,1
	Arroz semiblanqueado	64,4	51,5	34,0	15,9	77,1	117,4	40,0	74,2	146,6	91,3
	Demás algodón sin cardar	31,2	38,7	39,7	29,8	27,7	38,0	36,5	24,5	0,5	0,0

Tabla 20: Comparación de Costos de Producción de un Cultivo Transgénico versus un cultivo no Transgénico estimado en porcentaje (Elaborado por el autor).

	Fungicidas	Insecticidas	Semilla	Mano de Obra	Otros
Cultivo No Transgénico	10%	20%	20%	30%	20%
Cultivo Transgénico	0%	0%	50%	20%	30%

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 21: Elaborada en función de la fórmula: $G = (Pr \times Pd \times F) - (I + S + MO)$

Cultivo	Pr (S./ x Kg) (*)(**)	Pd (1000Kg/Hectárea) (***)	F (No. Hectáreas) (**)	Costos (S./ x hectárea) (****)	Ganancia (S./)
Arroz	Nacional = 1.39 Importado = 2.50	7 404	381 619	¿?	¿?
Algodón rama	4.82	2 450	47 062	¿?	¿?
Maíz amiláceo	0.49	1 337	219 115	¿?	¿?
Papa	1.7	13 334	306 266	S./ 8 593.00	4 310 632 697

(*) Considerando tipo de cambio (1 US\$ = S./ 2.8) (**) = Datos del MINAG (2010)

(***) = Tablas 16, 17, 18 y 19.

(****) = Costos de producción totales de la papa canchan en el mercado mayorista de Lima (MINAG, 23/01/2011).

Tabla 22: Tabla que resume el tipo de evento transgénico ofertado hoy en cada país analizado (Elaborado por el autor)

EVENTO PAÍS	Tolerancia al herbicida (*)	Resistencia a:			Estrés abiótico (***)	Calidad agronómica		
		Virus o Bacterias	Parásitos u Hongos	Insectos (**)		Nutricional (****)	Ornamental	Otras (*****)
Argentina	X			X				
Bolivia	X			X				
Brasil	X	X		X				X
Chile	X	X	X	X	X	X		X
Colombia	X	X		X	X	X	X	X
México	X	X	X	X	X	X	X	X
USA	X	X		X				X

(*) = Glifosato, Glufosinato de amonio, Bromoxinil o Imidazolinona

(**) = *Bacillus thuringiensis* (Bt).

(***) = Estrés hídrico (exceso o déficit de agua); Estrés térmico (alta o baja temperatura), Tolerancia a metales

(****) = Contenido vitamínico, de hierro, aceitero, proteínico, de aminoácidos esenciales, etc.

(*****) = Maduración, menor o mayor contenido de una sustancia, sabor, etc.

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 23: Cuadro resumen de los doce cultivos transgénicos propuestos desarrollados en otros países Latinoamericanos, países asiáticos y USA y que podrían ofertarse al Perú como primer o segunda opción de un evento transgénico (Elaborado por el autor).

País	Cultivos transgénicos desarrollados para resolver problemas <i>in situ</i>											
	Maiz	Papa	Algodón	Arroz	Caña de Azúcar	Yuca	Plátano o Banano	Berenjena	Papayo	Vid	Tomate	Clavel
Argentina	X TH-RI											
Brasil	X TH-RI		X TH-RI									
Chile	X TH-RI	X RV/B-RH								X RH	X RI	
Colombia	X TH-RI-CAN	X RI	X TH-RI-CAN	X TH-RV	X RV/B	X RI-EA-CAV						X CAO
México	X TH-RI-CAN	X RV/B-RH-RI	X TH-RI	X TH			X RH				X RV/B-RI	X CAO
China			X RI	X TH								
India		X RI	X RI	X TH			X RH	X RI				
Filipinas			X RI						X RV/B			
USA	X TH-RI-CAN-CAV	X RV/B-RI-CAV	X TH-RI	X TH-CAN					X RV/B		X RI-CAV	

(De color rojo) = La primera alternativa de cultivo transgénico candidato desarrollado por un país del extranjero para el Perú.

(De color amarillo) = La segunda alternativa de cultivo transgénico candidato desarrollado por un país del extranjero para el Perú.

(TH) = Tolerancia a Herbicidas

(RI) = Resistencia a Insectos

(RV/B) = Resistencia a Virus o Bacterias

(RH) = Resistencia a Parásitos u Hongos

(EA) = Estrés Abiótico

(CAN) = Calidad Agronómica Nutricional

(CAO) = Calidad Agronómica Ornamental

(CAV) = Calidad Agronómica Variada (Precocidad, maduración, longevidad, número de frutos, granos u hojas, sabor, olor, etc.)

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 24: Cuadro resumen de otros cultivos transgénicos autorizados en el extranjero que podrían también ofertarse al Perú (Elaborado por el autor).

	Cultivos transgénicos desarrollados para resolver problemas pertinentes												
País	Zapallo	Frejol	Trigo	Café	Rosa	Alfalfa	Calabaza	Melón	Piña	Limón	Achicoria	Lenteja	Ciruelo
Brasil		X RV/B											
Chile	X TH												
Colombia			X TH	X RI	X CAO								
México								X RV/B	X CAV	X CAV			
USA			X TH			X TH	X RV/B	X CAV			X TH	X TH	X RV/B

(De color amarillo) = Otro cultivo transgénico candidato desarrollado por un país del extranjero.

(TH) = Tolerancia a Herbicidas

(RI) = Resistencia a Insectos

(RV/B) = Resistencia a Virus o Bacterias

(RH) = Resistencia a Hongos

(CAO) = Calidad Agronómica Ornamental

(CAV) = Calidad Agronómica Variada (Precocidad, maduración, longevidad, número de frutos, granos u hojas, sabor, olor, etc.)

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 25: Principales problemas fitosanitarios específicos que afectan a los cultivos agrícolas en el Perú (Elaborado por el autor).

Cultivo transgénico	Ataque de:			
	Malezas	Virus o Bacterias	Hongos	Insectos
Algodón		<i>Xanthomonas malvacearum</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	- Gusano rosado (<i>Pectinophora gossypiella</i>) - Picudo del algodonero (<i>Anthonomus grandis</i>) - <i>Dysdercus peruvianum</i> .
Papa		Virus PVX y PVY	Rancha o Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	- <i>Phthorimaea operculella</i> (Zeller) - <i>Tecia solanivora</i> (Povolny) - <i>Symmetrischema tangolias</i> - Mosca Minadora (<i>Liriomyza huidobrensis</i>).
Maíz		Varias enfermedades virósicas.	Pudriciones de la mazorca (<i>Fusarium moniliforme</i>).	Varios insectos cogolleros y barrenadores.
Arroz	- Moco de Pavo (<i>Echinochloa spp.</i>) - Pata de gallina (<i>Eleusine indica</i>) - Pajilla (<i>Leptochloa uninervis</i>) - Mazorquilla (<i>Ischaemum rugosum</i>) - Coquito (<i>Cyperus diformis</i>) - Piso o pisito (<i>Eleocharis geniculata</i>) - Verdolaga (<i>Portulaca oleracea</i>) - Correhuela (<i>Ipomea quinquefolia</i>)			
Caña de azúcar	- Grama china (<i>Sorghum halepense</i>) - Totora (<i>Typha angustifolia</i>)			

Tabla 26: Principales problemas por estrés abiótico y de cualidad agronómica específicos que afectan a los cultivos agrícolas en el Perú (Elaborado por el autor).

Cultivo transgénico	Estrés abiótico	Nutricional	Otras
Algodón	- Estrés salino. - Tolerancia al boro y al aluminio.		Mayor fructificación y floración, mayor número de bellotas y de mayor tamaño, menor periodo vegetativo y fibra larga y extra-larga.
Papa	- Estrés hídrico	- Contenido de Hierro	- Mayor cantidad de hierro.
Maíz	- Estrés hídrico. - Estrés térmico. - Tolerancia a suelos ácidos. - Tolerancia al boro y al aluminio.		- Mayor eficiencia en el uso de los nutrientes del suelo. - Mayor Precocidad.
Arroz	- Estrés hídrico.	- Alto contenido en Betacaroteno (+) - Alto contenido en Hierro (+)	

(+) = Opcional para aspectos nutricionales en zonas o regiones peruanas de carencia extrema.

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Tabla 27: Alternativa Transgénica y No Transgénica a los problemas fitosanitarios y/o por estrés abiótico y/o de cualidad agronómica específicos que afectan a los cultivos agrícolas en el Perú (Elaborado por el autor sólo para los cultivos más representativos del país).

Cultivo	Alternativa Transgénica (*)	Alternativa No Transgénica/Vacío Agrícola
Algodón	RV/B-RH-RI-CAN EA-CAV	- Existe variedades con Resistencia a los hongos <i>Verticillium sp.</i> y <i>Fusarium sp.</i> - Se está trabajando con variedades de algodones nativos peruanos en: resistencia a la sequía y tolerancia a nemátodos. - La variedad Tangüis posee el mayor contenido de fibra (40%) y es mejorador de otras variedades de algodón potencial. - Falta algodón de mayor fructificación y floración, mayor número de bellotas y de mayor tamaño, menor periodo vegetativo y fibra larga y extra-larga y alta calidad de fibra. Y tolerancia a la sequía y salinidad del suelo y el agua. Para la Selva es necesario tolerancia al boro y al aluminio.
Papa	RV/B-RH-RI-CAV EA-CAN	- Existe algunas variedades tolerantes o resistentes a insectos, hongos y virus. - Aplicación racional de insecticidas y fungicidas. - Problemas de estrés hídrico. - Mayor contenido de Hierro (0.3mg/100g tubérculo).
Maíz	RI-RV/B-RH EA-CAV	- Existe variedades seleccionadas para resistencias, principalmente para resistencia a enfermedades virósicas y para resistencia al gusano cogollero. - Existe algunas variedades muy precoces, tolerantes a la sequía y adaptadas a los suelos de baja fertilidad. - Existe muchos problemas de estrés hídrico y térmico. - Baja productividad (<2000TM/Ha).
Arroz	TH-CAN EA	- Control de plagas. - Existe algunas variedades tolerantes a la sequía. - Problemas de estrés hídrico. - Mayor contenido de Hierro y Betacaroteno (Alternativo).
Caña de azúcar	RV/B TH	- Control de plagas. - Cultivo sin mucho desarrollo de herbicidas. - Las malezas constituyen un problema fitosanitario.

(*) = Solamente cultivos transgénicos autorizados.

(De color azul) = Evento transgénico autorizado mundialmente al 2010 para éste cultivo.

(De color rojo) = Evento transgénico no existente en la actualidad para éste cultivo pero necesaria para el Perú.

(TH) = Tolerancia a Herbicidas.

(RI) = Resistencia a Insectos.

(RV/B) = Resistencia a Virus o Bacterias.

(RH) = Resistencia a Parásitos u Hongos.

(EA) = Estrés Abiótico.

(CAN) = Cualidad Agronómica Nutricional.

(CAO) = Cualidad Agronómica Ornamental.

(CAV) = Cualidad Agronómica Variada (Precocidad, maduración, longevidad, número de frutos, granos u hojas, sabor, olor, etc.)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Producción Mundial de cereales en el año 2007 (FAOSTAT, 2009).

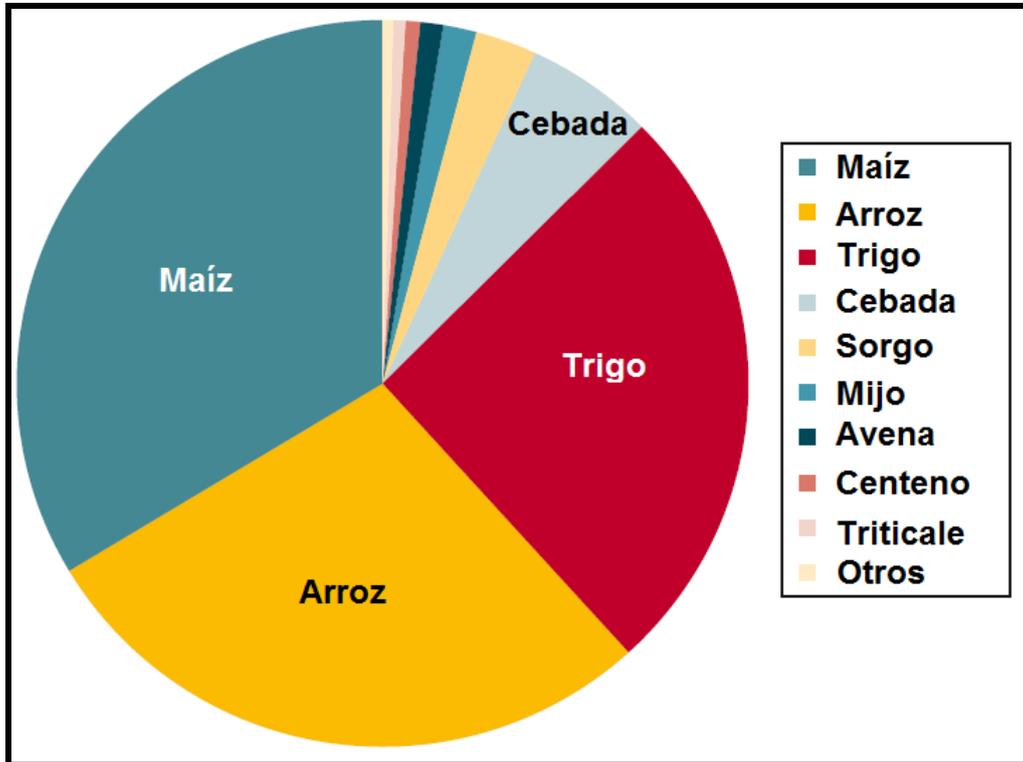
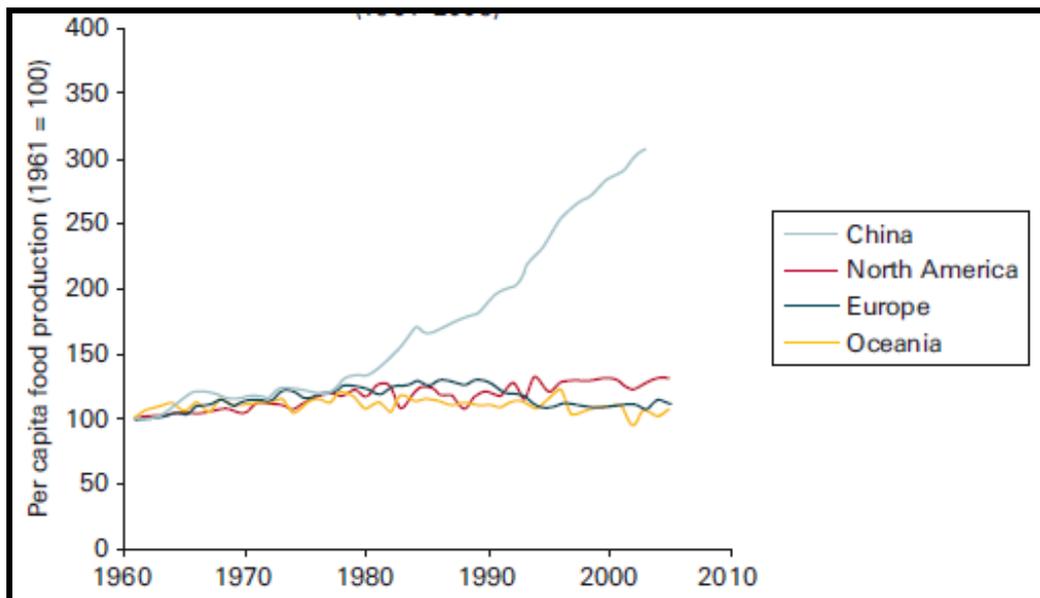


Figura 2: Cambios en la producción agrícola per cápita (2061-2005).



NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Figura 3: Sistema de Consulta de Hectáreas sembradas por cultivo del MINAG (Disponible online: <http://www.minag.gov.pe/orientacion-al-productor/intenciones-de-siembra.html>)

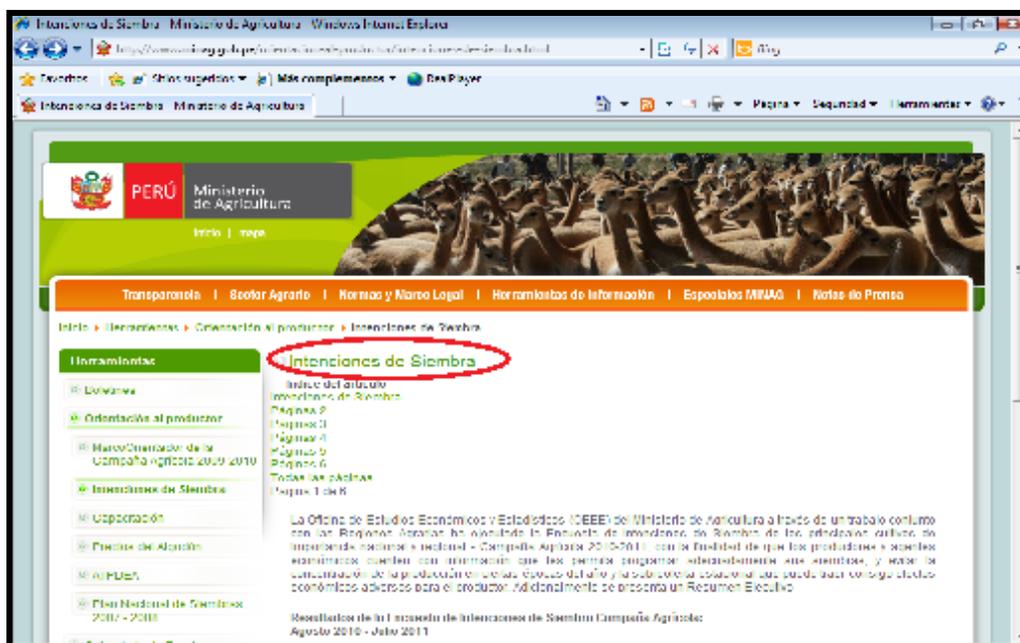
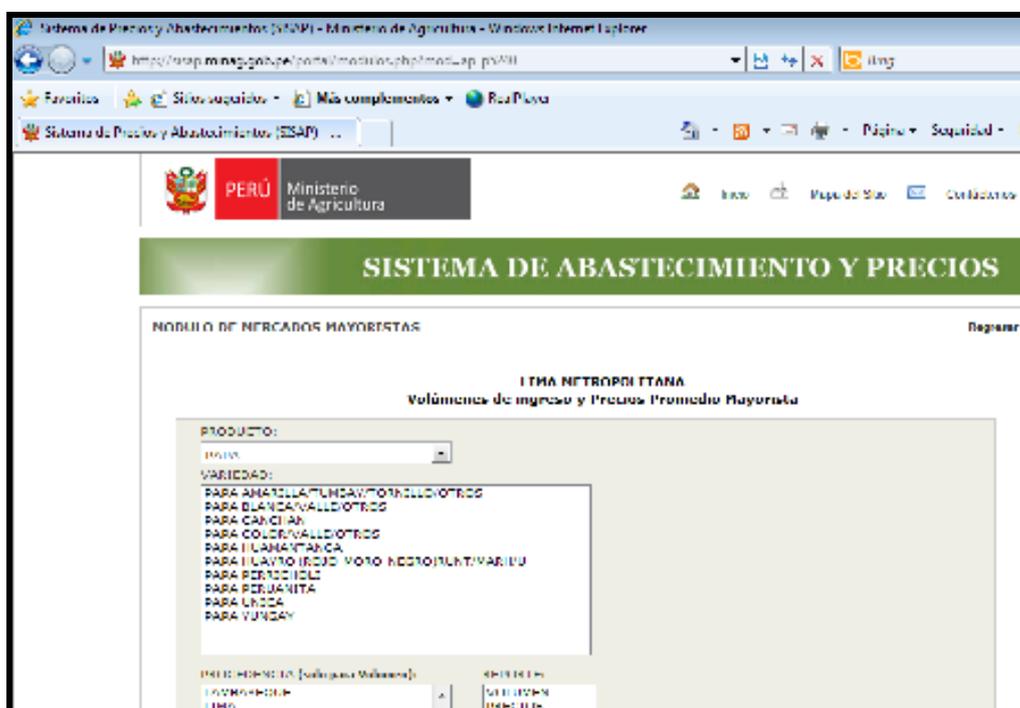


Figura 4: Sistema de Consulta de Precios de cultivos del MINAG (Disponible online: http://sisap.minag.gov.pe/portal/modulos.php?mod=ap_p5240)



NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Figura 5: Sistema de Consulta de Costos de Producción de cultivos del MINAG (Disponible online: <http://dbsys.minag.gob.pe:8080/agrocostos/criterios.do?action=consultar&im=15>)



NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

LISTA DE ANEXOS

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

ANEXO 1: Lista de 53 eventos transgénicos registrados hasta el año 2010 para Maíz (*Zea mayz L.*) (Tomado de GM Crop Database).

Evento	Empresa	Descripción
176	Syngenta Seeds, Inc.	Insect-resistant maize produced by inserting the <i>cry1Ab</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> . The genetic modification affords resistance to attack by the European corn borer (ECB).
3751IR	Pioneer Hi-Bred International Inc.	Selection of somaclonal variants by culture of embryos on imidazolinone containing media.
676, 678, 680	Pioneer Hi-Bred International Inc.	Male-sterile and glufosinate ammonium herbicide tolerant maize produced by inserting genes encoding DNA adenine methylase and phosphinothricin acetyltransferase (PAT) from <i>Escherichia coli</i> and <i>Streptomyces viridochromogenes</i> , respectively.
B16 (DLL25)	Dekalb Genetics Corporation	Glufosinate ammonium herbicide tolerant maize produced by inserting the gene encoding phosphinothricin acetyltransferase (PAT) from <i>Streptomyces hygroscopicus</i> .
BT11 (X4334CBR, X4734CBR)	Syngenta Seeds, Inc.	Insect-resistant and herbicide tolerant maize produced by inserting the <i>cry1Ab</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> , and the phosphinothricin N-acetyltransferase (PAT) encoding gene from <i>S. viridochromogenes</i> .
BT11 x GA21	Syngenta Seeds, Inc.	Stacked insect resistant and herbicide tolerant maize produced by conventional cross breeding of parental lines BT11 (OECD unique identifier: SYN-BTØ11-1) and GA21 (OECD unique identifier: MON-ØØØ21-9).
BT11 x MIR162	Syngenta Seeds, Inc.	Stacked insect resistant and herbicide tolerant maize produced by conventional cross breeding of parental lines BT11 (OECD unique identifier: SYN-BTØ11-1) and MIR162 (OECD unique identifier: SYN-IR162-4). Resistance to the European Corn Borer and tolerance to the herbicide glufosinate ammonium (Liberty) is derived from BT11, which contains the <i>cry1Ab</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> , and the phosphinothricin N-acetyltransferase (PAT) encoding gene from <i>S. viridochromogenes</i> . Resistance to other lepidopteran pests, including <i>H. zea</i> , <i>S. frugiperda</i> , <i>A. ipsilon</i> , and <i>S. albicosta</i> , is derived from MIR162, which contains the <i>vip3Aa</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> strain AB88.
BT11 x MIR162 x MIR604	Syngenta Seeds, Inc.	<i>Bacillus thuringiensis</i> Cry1Ab delta-endotoxin protein and the genetic material necessary for its production (via elements of vector pZO1502) in Event Bt11 corn (OECD Unique Identifier: SYN-BTØ11-1) x <i>Bacillus thuringiensis</i> Vip3Aa20 insecticidal protein and the genetic material necessary for its production (via elements of vector pNOV1300) in Event MIR162 maize (OECD Unique Identifier: SYN-IR162-4) x modified Cry3A protein and the genetic material necessary for its production (via elements of vector pZM26) in Event

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

BT11 x MIR604	Syngenta Seeds, Inc.	MIR604 corn (OECD Unique Identifier: SYN-IR604-5). Stacked insect resistant and herbicide tolerant maize produced by conventional cross breeding of parental lines BT11 (OECD unique identifier: SYN-BT011-1) and MIR604 (OECD unique identifier: SYN-IR605-5). Resistance to the European Corn Borer and tolerance to the herbicide glufosinate ammonium (Liberty) is derived from BT11, which contains the <i>cry1Ab</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> , and the phosphinothricin N-acetyltransferase (PAT) encoding gene from <i>S. viridochromogenes</i> . Corn rootworm-resistance is derived from MIR604 which contains the <i>mcry3A</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> .
BT11 x MIR604 x GA21	Syngenta Seeds, Inc.	Stacked insect resistant and herbicide tolerant maize produced by conventional cross breeding of parental lines BT11 (OECD unique identifier: SYN-BT011-1), MIR604 (OECD unique identifier: SYN-IR605-5) and GA21 (OECD unique identifier: MON-00021-9). Resistance to the European Corn Borer and tolerance to the herbicide glufosinate ammonium (Liberty) is derived from BT11, which contains the <i>cry1Ab</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> , and the phosphinothricin N-acetyltransferase (PAT) encoding gene from <i>S. viridochromogenes</i> . Corn rootworm-resistance is derived from MIR604 which contains the <i>mcry3A</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> . Tolerance to glyphosate herbicide is derived from GA21 which contains a modified EPSPS gene from maize.
CBH-351	Aventis CropScience	Insect-resistant and glufosinate ammonium herbicide tolerant maize developed by inserting genes encoding Cry9C protein from <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>tolworthi</i> and phosphinothricin acetyltransferase (PAT) from <i>Streptomyces hygroscopicus</i> .
DAS-06275-8	DOW AgroSciences LLC	Lepidopteran insect resistant and glufosinate ammonium herbicide-tolerant maize variety produced by inserting the <i>cry1F</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> var <i>aizawai</i> and the phosphinothricin acetyltransferase (PAT) from <i>Streptomyces hygroscopicus</i> .
DAS-59122-7	DOW AgroSciences LLC and Pioneer Hi-Bred International Inc.	Corn rootworm-resistant maize produced by inserting the <i>cry34Ab1</i> and <i>cry35Ab1</i> genes from <i>Bacillus thuringiensis</i> strain PS149B1. The PAT encoding gene from <i>Streptomyces viridochromogenes</i> was introduced as a selectable marker.
DAS-59122-7 x NK603	DOW AgroSciences LLC and Pioneer Hi-Bred International Inc.	Stacked insect resistant and herbicide tolerant maize produced by conventional cross breeding of parental lines DAS-59122-7 (OECD unique identifier: DAS-59122-7) with NK603 (OECD unique identifier: MON-00603-6). Corn rootworm-resistance is derived from DAS-59122-7 which contains the <i>cry34Ab1</i> and <i>cry35Ab1</i> genes from <i>Bacillus thuringiensis</i> strain PS149B1. Tolerance to glyphosate herbicide is derived from NK603.
DAS-59122-7 x TC1507 x NK603	DOW AgroSciences LLC and Pioneer Hi-Bred International Inc.	Stacked insect resistant and herbicide tolerant maize produced by conventional cross breeding of parental lines DAS-59122-7 (OECD unique identifier: DAS-59122-

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

		7) and TC1507 (OECD unique identifier: DAS-Ø15Ø7-1) with NK603 (OECD unique identifier: MON-ØØ6Ø3-6). Corn rootworm-resistance is derived from DAS-59122-7 which contains the <i>cry34Ab1</i> and <i>cry35Ab1</i> genes from <i>Bacillus thuringiensis</i> strain PS149B1. Lepidopteran resistance and tolerance to glufosinate ammonium herbicide is derived from TC1507. Tolerance to glyphosate herbicide is derived from NK603.
DBT418	Dekalb Genetics Corporation	Insect-resistant and glufosinate ammonium herbicide tolerant maize developed by inserting genes encoding Cry1AC protein from <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp kurstaki and phosphinothricin acetyltransferase (PAT) from <i>Streptomyces hygroscopicus</i>
DK404SR	BASF Inc.	Somaclonal variants with a modified acetyl-CoA-carboxylase (ACCase) were selected by culture of embryos on sethoxydim enriched medium.
Event 3272	Syngenta Seeds, Inc.	Maize line expressing a heat stable alpha-amylase gene <i>amy797E</i> for use in the dry-grind ethanol process. The phosphomannose isomerase gene from <i>E.coli</i> was used as a selectable marker.
Event 98140	Pioneer Hi-Bred International Inc.	Maize event expressing tolerance to glyphosate herbicide, via expression of a modified bacterial glyphosate N-acetyltransferase, and ALS-inhibiting herbicides, vial expression of a modified form of the maize acetolactate synthase enzyme.
EXP1910IT	Syngenta Seeds, Inc. (formerly Zeneca Seeds)	Tolerance to the imidazolinone herbicide, imazethapyr, induced by chemical mutagenesis of the acetolactate synthase (ALS) enzyme using ethyl methanesulfonate (EMS).
GA21	Syngenta Seeds, Inc. (formerly Zeneca Seeds)	Introduction, by particle bombardment, of a modified 5-enolpyruvyl shikimate-3-phosphate synthase (EPSPS), an enzyme involved in the shikimate biochemical pathway for the production of the aromatic amino acids.
GA21 x MON810	Monsanto Company	Stacked insect resistant and herbicide tolerant corn hybrid derived from conventional cross-breeding of the parental lines GA21 (OECD identifier: MON-ØØØ21-9) and MON810 (OECD identifier: MON-ØØ81Ø-6).
IT	Pioneer Hi-Bred International Inc.	Tolerance to the imidazolinone herbicide, imazethapyr, was obtained by in vitro selection of somaclonal variants.
LY038	Monsanto Company	Altered amino acid composition, specifically elevated levels of lysine, through the introduction of the <i>cordapA</i> gene, derived from <i>Corynebacterium glutamicum</i> , encoding the enzyme dihydrodipicolinate synthase (cDHDPS).
MIR162	Syngenta Seeds, Inc.	Insect-resistant maize event expressing a Vip3A protein from <i>Bacillus thuringiensis</i> and the <i>Escherichia coli</i> PMI selectable marker
MIR604	Syngenta Seeds, Inc.	Corn rootworm resistant maize produced by transformation with a modified <i>cry3A</i> gene. The phosphomannose isomerase gene from <i>E.coli</i> was used as a selectable marker.

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

MIR604 x GA21	Syngenta Seeds, Inc.	Stacked insect resistant and herbicide tolerant maize produced by conventional cross breeding of parental lines MIR604 (OECD unique identifier: SYN-IR605-5) and GA21 (OECD unique identifier: MON-00021-9). Corn rootworm-resistance is derived from MIR604 which contains the <i>mcry3A</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> . Tolerance to glyphosate herbicide is derived from GA21.
MON80100	Monsanto Company	Insect-resistant maize produced by inserting the <i>cry1Ab</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> . The genetic modification affords resistance to attack by the European corn borer (ECB).
MON802	Monsanto Company	Insect-resistant and glyphosate herbicide tolerant maize produced by inserting the genes encoding the Cry1Ab protein from <i>Bacillus thuringiensis</i> and the 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) from <i>A. tumefaciens</i> strain CP4.
MON809	Pioneer Hi-Bred International Inc.	Resistance to European corn borer (<i>Ostrinia nubilalis</i>) by introduction of a synthetic <i>cry1Ab</i> gene. Glyphosate resistance via introduction of the bacterial version of a plant enzyme, 5-enolpyruvyl shikimate-3-phosphate synthase (EPSPS).
MON810	Monsanto Company	Insect-resistant maize produced by inserting a truncated form of the <i>cry1Ab</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> HD-1. The genetic modification affords resistance to attack by the European corn borer (ECB).
MON810 x LY038	Monsanto Company	Stacked insect resistant and enhanced lysine content maize derived from conventional cross-breeding of the parental lines MON810 (OECD identifier: MON-00810-6) and LY038 (OECD identifier: REN-00038-3).
MON810 x MON88017	Monsanto Company	Stacked insect resistant and glyphosate tolerant maize derived from conventional cross-breeding of the parental lines MON810 (OECD identifier: MON-00810-6) and MON88017 (OECD identifier: MON-88017-3). European corn borer (ECB) resistance is derived from a truncated form of the <i>cry1Ab</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> HD-1 present in MON810. Corn rootworm resistance is derived from the <i>cry3Bb1</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> subspecies <i>kumamotoensis</i> strain EG4691 present in MON88017. Glyphosate tolerance is derived from a 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) encoding gene from <i>Agrobacterium tumefaciens</i> strain CP4 present in MON88017.
MON832	Monsanto Company	Introduction, by particle bombardment, of glyphosate oxidase (GOX) and a modified 5-enolpyruvyl shikimate-3-phosphate synthase (EPSPS), an enzyme involved in the shikimate biochemical pathway for the production of the aromatic amino acids.
MON863	Monsanto Company	Corn root worm resistant maize produced by inserting the <i>cry3Bb1</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kumamotoensis</i> .
MON863 x	Monsanto Company	Stacked insect resistant corn hybrid derived from

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

MON810		conventional cross-breeding of the parental lines MON863 (OECD identifier: MON-00863-5) and MON810 (OECD identifier: MON-00810-6)
MON863 x MON810 x NK603	Monsanto Company	Stacked insect resistant and herbicide tolerant corn hybrid derived from conventional cross-breeding of the stacked hybrid MON-00863-5 x MON-00810-6 and NK603 (OECD identifier:MON-00603-6).
MON863 x NK603	Monsanto Company	Stacked insect resistant and herbicide tolerant corn hybrid derived from conventional cross-breeding of the parental lines MON863 (OECD identifier:MON-00863-5) and NK603 (OECD identifier: MON-00603-6).
MON88017	Monsanto Company	Corn rootworm-resistant maize produced by inserting the <i>cry3Bb1</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> subspecies <i>kumamotoensis</i> strain EG4691. Glyphosate tolerance derived by inserting a 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) encoding gene from <i>Agrobacterium tumefaciens</i> strain CP4.
MON89034	Monsanto Company	Maize event expressing two different insecticidal proteins from <i>Bacillus thuringiensis</i> providing resistance to number of lepidopteran pests.
MON89034 x MON88017	Monsanto Company	Stacked insect resistant and glyphosate tolerant maize derived from conventional cross-breeding of the parental lines MON89034 (OECD identifier: MON-89034-3) and MON88017 (OECD identifier:MON-88017-3). Resistance to Lepidopteran insects is derived from two <i>cry</i> genes present in MON89043. Corn rootworm resistance is derived from a single <i>cry</i> genes and glyphosate tolerance is derived from the 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) encoding gene from <i>Agrobacterium tumefaciens</i> present in MON88017.
MON89034 x NK603	Monsanto Company	Stacked insect resistant and herbicide tolerant maize produced by conventional cross breeding of parental lines MON89034 (OECD identifier: MON-89034-3) with NK603 (OECD unique identifier: MON-00603-6). Resistance to Lepidopteran insects is derived from two <i>cry</i> genes present in MON89043. Tolerance to glyphosate herbicide is derived from NK603.
MON89034 x TC1507 x MON88017 x DAS-59122-7	Monsanto Company and Mycogen Seeds c/o Dow AgroSciences LLC	Stacked insect resistant and herbicide tolerant maize produced by conventional cross breeding of parental lines: MON89034, TC1507, MON88017, and DAS-59122. Resistance to the above-ground and below-ground insect pests and tolerance to glyphosate and glufosinate-ammonium containing herbicides.
MS3	Bayer CropScience (Aventis CropScience(AgrEvo))	Male sterility caused by expression of the barnase ribonuclease gene from <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> ; PPT resistance was via PPT-acetyltransferase (PAT).
MS6	Bayer CropScience (Aventis CropScience(AgrEvo))	Male sterility caused by expression of the barnase ribonuclease gene from <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> ; PPT resistance was via PPT-acetyltransferase (PAT).
NK603	Monsanto Company	Introduction, by particle bombardment, of a modified 5-enolpyruvyl shikimate-3-phosphate synthase (EPSPS), an enzyme involved in the shikimate biochemical

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

		pathway for the production of the aromatic amino acids.
NK603 x MON810	Monsanto Company	Stacked insect resistant and herbicide tolerant corn hybrid derived from conventional cross-breeding of the parental lines NK603 (OECD identifier: MON-00603-6) and MON810 (OECD identifier: MON-00810-6).
NK603 x T25	Monsanto Company	Stacked glufosinate ammonium and glyphosate herbicide tolerant maize hybrid derived from conventional cross-breeding of the parental lines NK603 (OECD identifier: MON-00603-6) and T25 (OECD identifier: ACS-ZM003-2).
T14, T25	Bayer CropScience (Aventis CropScience(AgrEvo))	Glufosinate herbicide tolerant maize produced by inserting the phosphinothricin N-acetyltransferase (PAT) encoding gene from the aerobic actinomycete <i>Streptomyces viridochromogenes</i> .
T25 x MON810	Bayer CropScience (Aventis CropScience(AgrEvo))	Stacked insect resistant and herbicide tolerant corn hybrid derived from conventional cross-breeding of the parental lines T25 (OECD identifier: ACS-ZM003-2) and MON810 (OECD identifier: MON-00810-6).
TC1507	Mycogen (c/o Dow AgroSciences); Pioneer (c/o Dupont)	Insect-resistant and glufosinate ammonium herbicide tolerant maize produced by inserting the <i>cry1F</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>aizawai</i> and the phosphinothricin N-acetyltransferase encoding gene from <i>Streptomyces viridochromogenes</i> .
TC1507 x DAS-59122-7	DOW AgroSciences LLC and Pioneer Hi-Bred International Inc.	Stacked insect resistant and herbicide tolerant maize produced by conventional cross breeding of parental lines TC1507 (OECD unique identifier: DAS-01507-1) with DAS-59122-7 (OECD unique identifier: DAS-59122-7). Resistance to lepidopteran insects is derived from TC1507 due the presence of the <i>cry1F</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>aizawai</i> . Corn rootworm-resistance is derived from DAS-59122-7 which contains the <i>cry34Ab1</i> and <i>cry35Ab1</i> genes from <i>Bacillus thuringiensis</i> strain PS149B1. Tolerance to glufosinate ammonium herbicide is derived from TC1507 from the phosphinothricin N-acetyltransferase encoding gene from <i>Streptomyces viridochromogenes</i> .
TC1507 x NK603	DOW AgroSciences LLC	Stacked insect resistant and herbicide tolerant corn hybrid derived from conventional cross-breeding of the parental lines 1507 (OECD identifier: DAS-01507-1) and NK603 (OECD identifier: MON-00603)

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

ANEXO 2: Lista de 5 eventos transgénicos registrados hasta el año 2010 para Arroz (*Oryza sativa*) (Tomado de GM Crop Database).

Evento	Empresa	Descripción
CL121, CL141, CFX51	BASF Inc.	Tolerance to the imidazolinone herbicide, imazethapyr, induced by chemical mutagenesis of the acetolactate synthase (ALS) enzyme using ethyl methanesulfonate (EMS).
IMINTA-1, IMINTA-4	BASF Inc.	Tolerance to imidazolinone herbicides induced by chemical mutagenesis of the acetolactate synthase (ALS) enzyme using sodium azide.
LLRICE06, LLRICE62	Aventis CropScience	Glufosinate ammonium herbicide tolerant rice produced by inserting a modified phosphinothricin acetyltransferase (PAT) encoding gene from the soil bacterium <i>Streptomyces hygroscopicus</i> .
LLRICE601	Bayer CropScience (Aventis CropScience(AgrEvo))	Glufosinate ammonium herbicide tolerant rice produced by inserting a modified phosphinothricin acetyltransferase (PAT) encoding gene from the soil bacterium <i>Streptomyces hygroscopicus</i> .
PWC16	BASF Inc.	Tolerance to the imidazolinone herbicide, imazethapyr, induced by chemical mutagenesis of the acetolactate synthase (ALS) enzyme using ethyl methanesulfonate (EMS).

ANEXO 3: Lista de 4 eventos transgénicos registrados hasta el año 2010 para Papa (*Solanum tuberosum* L.) (Tomado de GM Crop Database).

Evento	Empresa	Descripción
ATBT04-6, ATBT04-27, ATBT04-30, ATBT04-31, ATBT04-36, SPBT02-5, SPBT02-7	Monsanto Company	Colorado potato beetle resistant potatoes produced by inserting the <i>cry3A</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> (subsp. Tenebrionis).
BT6, BT10, BT12, BT16, BT17, BT18, BT23	Monsanto Company	Colorado potato beetle resistant potatoes produced by inserting the <i>cry3A</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> (subsp. Tenebrionis).
RBMT15-101, SEMT15-02, SEMT15-15	Monsanto Company	Colorado potato beetle and potato virus Y (PVY) resistant potatoes produced by inserting the <i>cry3A</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> (subsp. Tenebrionis) and the coat protein encoding gene from PVY.
RBMT21-129, RBMT21-350, RBMT22-082	Monsanto Company	Colorado potato beetle and potato leafroll virus (PLRV) resistant potatoes produced by inserting the <i>cry3A</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> (subsp. Tenebrionis) and the replicase encoding gene from PLRV.

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

ANEXO 4: Lista de 11 eventos transgénicos registrados hasta el año 2010 para Soya (*Glycine max* L.) (Tomado de GM Crop Database).

Evento	Empresa	Descripción
A2704-12, A2704-21, A5547-35	Bayer CropScience (Aventis CropScience(AgrEvo))	Glufosinate ammonium herbicide tolerant soybean produced by inserting a modified phosphinothricin acetyltransferase (PAT) encoding gene from the soil bacterium <i>Streptomyces viridochromogenes</i> .
A5547-127	Bayer CropScience (Aventis CropScience(AgrEvo))	Glufosinate ammonium herbicide tolerant soybean produced by inserting a modified phosphinothricin acetyltransferase (PAT) encoding gene from the soil bacterium <i>Streptomyces viridochromogenes</i> .
BPS-CV127-9	BASF Inc.	The introduced <i>csr1-2</i> gene from <i>Arabidopsis thaliana</i> encodes an acetohydroxyacid synthase protein that confers tolerance to imidazolinone herbicides due to a point mutation that results in a single amino acid substitution in which the serine residue at position 653 is replaced by asparagine (S653N).
DP-305423	Pioneer Hi-Bred International Inc.	High oleic acid soybean produced by inserting additional copies of a portion of the omega-6 desaturase encoding gene, <i>gm-fad2-1</i> resulting in silencing of the endogenous omega-6 desaturase gene (<i>FAD2-1</i>).
DP356043	Pioneer Hi-Bred International Inc.	Soybean event with two herbicide tolerance genes: glyphosate N-acetyltransferase, which detoxifies glyphosate, and a modified acetolactate synthase (ALS) gene which is tolerant to ALS-inhibiting herbicides.
G94-1, G94-19, G168	DuPont Canada Agricultural Products	High oleic acid soybean produced by inserting a second copy of the fatty acid desaturase (GmFad2-1) encoding gene from soybean, which resulted in "silencing" of the endogenous host gene.
GTS 40-3-2	Monsanto Company	Glyphosate tolerant soybean variety produced by inserting a modified 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) encoding gene from the soil bacterium <i>Agrobacterium tumefaciens</i> .
GU262	Bayer CropScience (Aventis CropScience(AgrEvo))	Glufosinate ammonium herbicide tolerant soybean produced by inserting a modified phosphinothricin acetyltransferase (PAT) encoding gene from the soil bacterium <i>Streptomyces viridochromogenes</i> .
MON89788	Monsanto Company	Glyphosate-tolerant soybean produced by inserting a modified 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) encoding <i>aroA (epsps)</i> gene from <i>Agrobacterium tumefaciens</i> CP4.
OT96-15	Agriculture & Agri-Food Canada	Low linolenic acid soybean produced through traditional cross-breeding to incorporate the novel trait from a naturally occurring <i>fan1</i> gene mutant that was selected for low linolenic acid.
W62, W98	Bayer CropScience (Aventis CropScience(AgrEvo))	Glufosinate ammonium herbicide tolerant soybean produced by inserting a modified phosphinothricin acetyltransferase (PAT) encoding gene from the soil bacterium <i>Streptomyces hygroscopicus</i> .

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

ANEXO 5: Lista de 21 eventos transgénicos registrados hasta el año 2010 para Algodón (*Gossypium hirsutum* L.) (Tomado de GM Crop Database).

Evento	Empresa	Descripción
19-51A	DuPont Canada Agricultural Products	Introduction of a variant form of acetolactate synthase (ALS).
281-24-236	DOW AgroSciences LLC	Insect-resistant cotton produced by inserting the cry1F gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>aizawai</i> . The PAT encoding gene from <i>Streptomyces viridochromogenes</i> was introduced as a selectable marker.
3006-210-23	DOW AgroSciences LLC	Insect-resistant cotton produced by inserting the cry1Ac gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> . The PAT encoding gene from <i>Streptomyces viridochromogenes</i> was introduced as a selectable marker.
31807/31808	Calgene Inc.	Insect-resistant and bromoxynil herbicide tolerant cotton produced by inserting the cry1Ac gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> and a nitrilase encoding gene from <i>Klebsiella pneumoniae</i> .
BXN	Calgene Inc.	Bromoxynil herbicide tolerant cotton produced by inserting a nitrilase encoding gene from <i>Klebsiella pneumoniae</i> .
COT102	Syngenta Seeds, Inc.	Insect-resistant cotton produced by inserting the vip3A(a) gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> AB88. The APH4 encoding gene from <i>E. coli</i> was introduced as a selectable marker.
COT67B	Syngenta Seeds, Inc.	Insect-resistant cotton produced by inserting a full-length cry1Ab gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> . The APH4 encoding gene from <i>E. coli</i> was introduced as a selectable marker.
DAS-21Ø23-5 x DAS-24236-5	DOW AgroSciences LLC	WideStrike™, a stacked insect-resistant cotton derived from conventional cross-breeding of parental lines 3006-210-23 (OECD identifier: DAS-21Ø23-5) and 281-24-236 (OECD identifier: DAS-24236-5).
DAS-21Ø23-5 x DAS-24236-5 x MON-Ø1445-2	DOW AgroSciences LLC	WideStrike™/Roundup Ready® cotton, a stacked insect-resistant and glyphosate-tolerant cotton derived from conventional cross-breeding of WideStrike cotton (OECD identifier: DAS-21Ø23-5 x DAS-24236-5) with MON1445 (OECD identifier: MON-Ø1445-2).
DAS-21Ø23-5 x DAS-24236-5 x MON88913	DOW AgroSciences LLC and Pioneer Hi-Bred International Inc.	Stacked insect-resistant and glyphosate-tolerant cotton derived from conventional cross-breeding of WideStrike cotton (OECD identifier: DAS-21Ø23-5 x DAS-24236-5) with MON88913, known as RoundupReady Flex (OECD identifier: MON-88913-8).
Event-1	JK Agri Genetics Ltd (India)	Insect-resistant cotton produced by inserting the cry1Ac gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> HD-73 (B.t.k.).
GHB614	Bayer CropScience USA	Glyphosate herbicide tolerant cotton produced by

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

	LP	inserting a double-mutated form of the enzyme 5-enolpyruvyl shikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) from <i>Zea mays</i> .
LLCotton25	Bayer CropScience (Aventis CropScience(AgrEvo))	Glufosinate ammonium herbicide tolerant cotton produced by inserting a modified phosphinothricin acetyltransferase (PAT) encoding gene from the soil bacterium <i>Streptomyces hygroscopicus</i> .
LLCotton25 x MON15985	Bayer CropScience (Aventis CropScience(AgrEvo))	Stacked herbicide tolerant and insect resistant cotton combining tolerance to glufosinate ammonium herbicide from LLCotton25 (OECD identifier: ACS-GHØØ1-3) with resistance to insects from MON15985 (OECD identifier: MON-15985-7)
MON 15985	Monsanto Company	Insect resistant cotton derived by transformation of the DP50B parent variety, which contained event 531 (expressing Cry1Ac protein), with purified plasmid DNA containing the <i>cry2Ab2</i> gene from <i>B. thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> .
MON-15985-7 x MON-Ø1445-2	Monsanto Company	Stacked insect resistant and herbicide tolerant cotton derived from conventional cross-breeding of the parental lines 15985 (OECD identifier: MON-15985-7) and MON1445 (OECD identifier: MON-Ø1445-2).
MON-ØØ531-6 x MON-Ø1445-2	Monsanto Company	Stacked insect resistant and herbicide tolerant cotton derived from conventional cross-breeding of the parental lines MON531 (OECD identifier: MON-ØØ531-6) and MON1445 (OECD identifier: MON-Ø1445-2).
MON1445/1698	Monsanto Company	Glyphosate herbicide tolerant cotton produced by inserting a naturally glyphosate tolerant form of the enzyme 5-enolpyruvyl shikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) from <i>A. tumefaciens</i> strain CP4.
MON15985 x MON88913	Monsanto Company	Stacked insect resistant and glyphosate tolerant cotton produced by conventional cross-breeding of the parental lines MON88913 (OECD identifier: MON-88913-8) and 15985 (OECD identifier: MON-15985-7). Glyphosate tolerance is derived from MON88913 which contains two genes encoding the enzyme 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) from the CP4 strain of <i>Agrobacterium tumefaciens</i> . Insect resistance is derived MON15985 which was produced by transformation of the DP50B parent variety, which contained event 531 (expressing Cry1Ac protein), with purified plasmid DNA containing the <i>cry2Ab</i> gene from <i>B. thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> .
MON531/757/1076	Monsanto Company	Insect-resistant cotton produced by inserting the <i>cry1Ac</i> gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> HD-73 (B.t.k.).
MON88913	Monsanto Company	Glyphosate herbicide tolerant cotton produced by inserting two genes encoding the enzyme 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) from the CP4 strain of <i>Agrobacterium tumefaciens</i> .

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

ANEXO 6: Lista de 7 eventos transgénicos registrados hasta el año 2010 para Trigo (*Triticum aestivum*) (Tomado de GM Crop Database).

Evento	Empresa	Descripción
AP205CL	BASF Inc.	Selection for a mutagenized version of the enzyme acetohydroxyacid synthase (AHAS), also known as acetolactate synthase (ALS) or acetolactate pyruvate- lyase.
AP602CL	BASF Inc.	Selection for a mutagenized version of the enzyme acetohydroxyacid synthase (AHAS), also known as acetolactate synthase (ALS) or acetolactate pyruvate- lyase.
BW255-2, BW238-3	BASF Inc.	Selection for a mutagenized version of the enzyme acetohydroxyacid synthase (AHAS), also known as acetolactate synthase (ALS) or acetolactate pyruvate- lyase.
BW7	BASF Inc.	Tolerance to imidazolinone herbicides induced by chemical mutagenesis of the acetohydroxyacid synthase (AHAS) gene using sodium azide.
MON71800	Monsanto Company	Glyphosate tolerant wheat variety produced by inserting a modified 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) encoding gene from the soil bacterium <i>Agrobacterium tumefaciens</i> , strain CP4.
SWP965001	Cyanamid Crop Protection	Selection for a mutagenized version of the enzyme acetohydroxyacid synthase (AHAS), also known as acetolactate synthase (ALS) or acetolactate pyruvate- lyase.
Teal 11A	BASF Inc.	Selection for a mutagenized version of the enzyme acetohydroxyacid synthase (AHAS), also known as acetolactate synthase (ALS) or acetolactate pyruvate- lyase.

ANEXO 7: Lista de 6 eventos transgénicos registrados hasta el año 2010 para Tomate (*Lycopersicon esculentum*) (Tomado de GM Crop Database).

Evento	Empresa	Descripción
1345-4	DNA Plant Technology Corporation	Delayed ripening tomatoes produced by inserting an additional copy of a truncated gene encoding 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) synthase, which resulted in downregulation of the endogenous ACC synthase and reduced ethylene accumulation.
35 1 N	Agritope Inc.	Introduction of a gene sequence encoding the enzyme S-adenosylmethionine hydrolase that metabolizes the precursor of the fruit ripening hormone ethylene
5345	Monsanto Company	Resistance to lepidopteran pests through the introduction of the cry1Ac gene from <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>Kurstaki</i> .
8338	Monsanto Company	Introduction of a gene sequence encoding the enzyme 1-amino-cyclopropane-1-carboxylic acid deaminase (ACCd) that metabolizes the precursor of the fruit ripening hormone ethylene.
B, Da, F	Zeneca Seeds	Delayed softening tomatoes produced by inserting a truncated version of the polygalacturonase (PG) encoding gene in the sense or anti-sense orientation in order to reduce expression of the endogenous PG gene, and thus reduce pectin degradation.
FLAVR SAVR	Calgene Inc.	Delayed softening tomatoes produced by inserting an additional copy of the polygalacturonase (PG) encoding gene in the anti-sense orientation in order to reduce expression of the endogenous PG gene and thus reduce pectin degradation.

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

ANEXO 8: Lista de 2 eventos transgénicos registrados hasta el año 2010 para Papaya (*Carica papaya*) (Tomado de GM Crop Database).

Evento	Empresa	Descripción
55-1/63-1	Cornell University	Papaya ringspot virus (PRSV) resistant papaya produced by inserting the coat protein (CP) encoding sequences from this plant potyvirus.
X17-2	University of Florida	Papaya ringspot virus (PRSV) resistant papaya produced by inserting the coat protein (CP) encoding sequences from PRSV isolate H1K with a thymidine inserted after the initiation codon to yield a frameshift. Also contains <i>nptII</i> as a selectable marker.

ANEXO 9: Lista de 1 eventos transgénico registrado hasta el año 2010 para Alfalfa (*Medicago sativa* L.) (Tomado de GM Crop Database).

Evento	Empresa	Descripción
J101 and J163	Mosanto	Glyphosate herbicide tolerant cotton produced by inserting two genes encoding the enzyme 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) from the CP4 strain of <i>Agrobacterium tumefaciens</i> .

ANEXO 10: Lista de 3 eventos transgénicos registrado hasta el año 2010 para Clavel (*Dianthus caryophyllus*) (Tomado de GM Crop Database).

Evento	Empresa	Descripción
4, 11, 15, 16	Florigene Pty Ltd.	Modified colour and sulfonylurea herbicide tolerant carnations produced by inserting two anthocyanin biosynthetic genes whose expression results in a violet/mauve colouration. Tolerance to sulfonyl urea herbicides was via the introduction of a chlorsulfuron tolerant version of the acetolactate synthase (ALS) encoding gene from tobacco.
66	Florigene Pty Ltd.	Delayed senescence and sulfonylurea herbicide tolerant carnations produced by inserting a truncated copy of the carnation aminocyclopropane cyclase (ACC) synthase encoding gene in order to suppress expression of the endogenous unmodified gene, which is required for normal ethylene biosynthesis. Tolerance to sulfonyl urea herbicides was via the introduction of a chlorsulfuron tolerant version of the acetolactate synthase (ALS) encoding gene from tobacco.
959A, 988A, 1226A, 1351A, 1363A, 1400A	Florigene Pty Ltd.	Introduction of two anthocyanin biosynthetic genes to result in a violet/mauve colouration; Introduction of a variant form of acetolactate synthase (ALS).

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

ANEXO 11: Lista de 1 evento transgénico registrado hasta el año 2010 para Achicoria (*Cichorium intybus* L.) (Tomado de GM Crop Database).

<u>Evento</u>	<u>Empresa</u>	<u>Descripción</u>
¿?	¿?	Glufosinate ammonium herbicide tolerant cotton produced by inserting a modified phosphinothricin acetyltransferase (PAT) encoding gene from the soil bacterium <i>Streptomyces hygroscopicus</i> .

ANEXO 12: Lista de 1 evento transgénico registrado hasta el año 2010 para Lenteja (*Lens culinaris* L.) (Tomado de GM Crop Database).

<u>Evento</u>	<u>Empresa</u>	<u>Descripción</u>
¿?	BASF Inc.	Tolerance to the imidazolinone herbicide, imazethapyr, induced by chemical mutagenesis of the acetolactate synthase (ALS) enzyme using ethyl methanesulfonate (EMS).

ANEXO 13: Lista de 1 evento transgénico registrado hasta el año 2010 para Melón (*Cucumis melo* L.) (Tomado de GM Crop Database).

<u>Evento</u>	<u>Empresa</u>	<u>Descripción</u>
¿?	Agritope Inc.	Delayed ripening melon produced by inserting an additional copy of a truncated gene encoding 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) synthase, which resulted in downregulation of the endogenous ACC synthase and reduced ethylene accumulation.

ANEXO 14: Lista de 1 evento transgénico registrado hasta el año 2010 para Ciruelo (*Prunus domestica* L.) (Tomado de GM Crop Database).

<u>Evento</u>	<u>Empresa</u>	<u>Descripción</u>
¿?	United States Department Agricultural Research of Agriculture Service	Resistance to plum pox virus (PPV) plum produced by inserting the coat protein (CP) encoding sequences from this plant virus.

ANEXO 15: Lista de 1 evento transgénico registrado hasta el año 2010 para el Girasol (*Helianthus annuus* L.) (Tomado de GM Crop Database).

<u>Evento</u>	<u>Empresa</u>	<u>Descripción</u>
¿?	BASF Inc.	Tolerance to the imidazolinone herbicide, imazethapyr, induced by chemical mutagenesis of the acetolactate synthase (ALS) enzyme using ethyl methanesulfonate (EMS).

NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

ANEXO 16: Lista de 2 eventos transgénicos registrados hasta el año 2010 para la Calabaza (*Cucurbita pepo*) (Tomado de GM Crop Database).

Evento	Empresa	Descripción
CZW-3	Asgrow (USA); Seminis Vegetable Inc. (Canada)	Cucumber mosaic virus (CMV), zucchini yellows mosaic (ZYMV) and watermelon mosaic virus (WMV) 2 resistant squash (<i>Curcubita pepo</i>) produced by inserting the coat protein (CP) encoding sequences from each of these plant viruses into the host genome.
ZW20	Upjohn (USA); Seminis Vegetable Inc. (Canada)	Zucchini yellows mosaic (ZYMV) and watermelon mosaic virus (WMV) 2 resistant squash (<i>Curcubita pepo</i>) produced by inserting the coat protein (CP) encoding sequences from each of these plant potyviruses into the host genome.

ANEXO 17: Lista de 3 eventos transgénicos registrados hasta el año 2010 para la Remolacha (*Beta vulgaris*) (Tomado de GM Crop Database).

Evento	Empresa	Descripción
GTSB77	Novartis Seeds; Monsanto Company	Glyphosate herbicide tolerant sugar beet produced by inserting a gene encoding the enzyme 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) from the CP4 strain of <i>Agrobacterium tumefaciens</i> .
H7-1	Monsanto Company	Glyphosate herbicide tolerant sugar beet produced by inserting a gene encoding the enzyme 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase (EPSPS) from the CP4 strain of <i>Agrobacterium tumefaciens</i> .
T120-7	Bayer CropScience (Aventis CropScience(AgrEvo))	Introduction of the PPT-acetyltransferase (PAT) encoding gene from <i>Streptomyces viridochromogenes</i> , an aerobic soil bacteria. PPT normally acts to inhibit glutamine synthetase, causing a fatal accumulation of ammonia. Acetylated PPT is inactive.

ANEXO 18: Lista de 2 eventos transgénicos registrados hasta el año 2010 para el Tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) (Tomado de GM Crop Database).

Evento	Empresa	Descripción
C/F/93/08-02	Societe National d'Exploitation des Tabacs et Allumettes	Tolerance to the herbicides bromoxynil and ioxynil by incorporation of the nitrilase gene from <i>Klebsiella pneumoniae</i> .
Vector 21-41	Vector Tobacco Inc.	Reduced nicotine content through introduction of a second copy of the tobacco quinolinic acid phosphoribosyltransferase (QTPase) in the antisense orientation. The NPTII encoding gene from <i>E. coli</i> was introduced as a selectable marker to identify transformants.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

(Tomado de Zaid *et al.*, 2004. Glossary of Biotechnology for Food and Agric. Food and Agric.)

Arroz dorado: Arroz obtenido por ingeniería genética, que contiene en sus granos importantes cantidades de beta caroteno (precursor de la vitamina A). Se ha conseguido mediante la inserción de dos genes: uno procedente del narciso y el otro de la bacteria *Erwinia uredovora*.

Bacillus thuringiensis (Abr. Bt): Bacteria que produce una toxina contra ciertos insectos, en particular especies de coleópteros y lepidópteros; constituye el principal medio de lucha contra insectos en el contexto de la agricultura orgánica. Algunos de los genes de la toxina se consideran de mucha importancia en el enfoque transgénico de la protección de cultivos.

Beta-glucoronidasa (Abr. GUS): Enzima producida por ciertas bacterias, que cataliza la escisión de los beta-glucurónidos. Puesto que las plantas generalmente no presentan esta actividad, el gen bacteriano que lo codifica se ha utilizado de forma generalizada como gen indicador en transgénesis de plantas.

Beta-lactamasa: Enzima que inactiva los antibióticos del grupo de la penicilina, tales como la ampicilina. El gen beta-lactamasa se utiliza normalmente como marcador para verificar el éxito de una transformación, puesto que únicamente las células transformadas son capaces de tolerar la presencia de ampicilina.

Biotecnología moderna: Aplicación de: a) técnicas *in vitro* de ácidos nucleicos, incluyendo el ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u orgánulos, o b) fusión de células de la misma o distinta familia taxonómica. Estas técnicas, que no forman parte de las empleadas en la selección y mejora tradicionales, permiten sobrepasar las barreras fisiológicas naturales, ya sean reproductoras o de recombinación (Convenio sobre la Diversidad Biológica).

CaMV: Véase: virus del mosaico de la coliflor.

CaMV 35S: Véase: virus del mosaico de la coliflor.

Canola: Subgrupo específico de cultivares de la oleaginosa colza seleccionadas para bajo nivel de ácido erúico y glucosinolatos.

Caroteno: Pigmento rojo anaranjado que contienen los plastos y que está implicado en la fotosíntesis. Pertenece al grupo de los carotenoides y es precursor de la vitamina A.

Centro de origen: "Zona geográfica donde adquirió por primera vez sus propiedades distintivas una especie vegetal, domesticada o silvestre" (Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura). Estas zonas son la fuente más probable de variabilidad genética natural, y representan lugares idóneos para la conservación *in situ*.

Codex Alimentarius: La Comisión del Codex Alimentarius es un organismo intergubernamental con 165 países miembros. Su secretaría esta proporcionada conjuntamente por la FAO y la Organización Mundial de la Salud. Su objetivo es la protección de la salud de los consumidores, la garantía de métodos equitativos de comercio y el fomento de la coordinación de las normas de alimentación.

Confinamiento biológico: Restricción de la salida de organismos del laboratorio. Pueden tomarse dos tipos de medidas: sobre el organismo, volviéndolo incapaz de sobrevivir en el entorno exterior, o sobre el medio exterior, haciéndolo hostil para el organismo. En el caso de microorganismos, la opción más ventajosa pasa por su tratamiento mediante ingeniería genética para hacerlos depender de una sustancia nutritiva específica a la que sólo tienen acceso en el laboratorio. En organismos superiores (plantas y animales) es más fácil asegurar que el entorno exterior no sea propicio para su crecimiento, diseminación o reproducción.

Derechos de propiedad intelectual (Abr. IPR, del inglés, intellectual property rights): Marco legal que incluye el patentado y la protección de la obtención de las variedades de plantas, gracias al cual los titulares controlan la aplicación comercial de su trabajo.

Enolpiruvil-siquimato-3-fosfato sintetasa (Abr. EPSP sintetasa o EPSPS): Enzima producida por la mayoría de las plantas, esencial para el metabolismo normal, y para la biosíntesis de aminoácidos aromáticos. Los herbicidas que contienen glifosato y sulfosato actúan inhibiendo la actividad de la enzima EPSP sintetasa. Puesto que la cepa CP4 de *Agrobacterium* sp. no se ve afectada por el glifosato, la introducción del gen CP4 EPSPS en plantas de cultivo les confiere tolerancia frente a los herbicidas que lo contienen.

Estrés: Condiciones no óptimas para el crecimiento. El estrés puede estar provocado por factores bióticos (patógenos, plagas) y abióticos (del ambiente, como calor, sequía, etc.).

Estrés hídrico: Condiciones no óptimas para el crecimiento. El estrés puede estar provocado por factores bióticos (patógenos, plagas) y abióticos (del ambiente, como calor, sequía, etc.).

Etileno: Compuesto gaseoso regulador del crecimiento de plantas que actúa sobre distintos procesos implicados en el crecimiento vegetativo, la maduración del fruto y la abscisión de órganos o partes de la planta.

Gen *gus*: Gen de *E. coli* que codifica la producción de beta-glucuronidasa (GUS). Puesto que esta proteína no es propia de las plantas, el gen se utiliza como indicador para detectar el éxito de una transformación.

Gen marcador de resistencia a antibióticos (Abr. ARMG, del inglés antibiotic resistance marker gene): Gen (casi siempre de origen bacteriano) utilizado como marcador selectivo en procesos de transgénesis, porque su presencia permite la supervivencia de las células frente a agentes antibióticos normalmente tóxicos. Estos genes se utilizaron de manera generalizada en el desarrollo y liberación de organismos transgénicos de primera generación (sobre todo en plantas cultivadas), pero ahora se reconocen los riesgos asociados a la transferencia no intencionada de resistencia a antibióticos a otros organismos. Véase: *neo^r*.

Gen pat: Gen de *Streptomyces* sp. que codifica la resistencia a los herbicidas que contienen glufosinato de amonio (un inhibidor de la síntesis de glutamina en plantas). Muy utilizado para inducir resistencia a herbicidas por transgénesis en plantas de cultivo. *Sinónimo:* gen *bar*.

Genes apilados: Aquellos (dos o más) genes que se insertan en el genoma de un organismo. Un ejemplo sería una planta que contiene un transgén *Bt* de resistencia a insectos y un transgén *bar* de resistencia a un herbicida específico.

Glifosato: Principio activo de algunos herbicidas que destruye las plantas al inhibir su actividad enolpiruvil-siquimato 3-fosfato sintetasa.

Glifosato oxidasa: Enzima que cataliza la ruptura del glifosato, descubierta en una cepa de las bacterias *Pseudomonas* que la produce en cantidades particularmente elevadas. El gen responsable se ha incorporado a una serie de plantas de cultivo para hacerlas tolerantes a las aplicaciones de herbicidas que contienen glifosato. También se ha utilizado conjuntamente con el gen *CP4 EPSPS*.

Glifosato oxirreductasa: Enzima del microorganismo *Ochrobactrum anthropi*, que cataliza la ruptura de glifosato. Si el gen codificante (llamado *goxv247*) se inserta y expresa de forma adecuada en una planta, ésta pasa a ser tolerante a la aplicación de herbicidas con glifosato y/o sulfosato. Constituye una alternativa a la tolerancia al glifosato codificada por *CP4 EPSPS* o glifosato oxidasa.

Kanamicina: Antibiótico de la familia de los aminoglucósidos que, al unirse a los ribosomas, inhibe la traducción. Constituye una importante herramienta en la selección de transformantes vegetales.

Neomicina fosfotransferasa II (Abr. npt-II [del inglés neomycin phosphotransferase]): Enzima que detoxifica el antibiótico neomicina, utilizada como marcador para seleccionar las células transformadas con éxito en la transgénesis de plantas. Véase: *neo^r*.

Neo^r: Gen de resistencia a la neomicina. Véase: gen marcador de resistencia a antibióticos, neomicina fosfotransferasa II, marcador seleccionable.

Poligalacturonasa (Abr. PG): Enzima que cataliza la rotura de la pectina. Los tomates modificados por ingeniería genética con un gen antisentido-PG retrasan, al inhibir la expresión de la PG, el comienzo del ablandamiento, lo que permite recoger el fruto en un estado más maduro de lo que sería posible en planteamientos convencionales. De hecho, este tipo de tomate ha sido el primer vegetal comercializado de los transformados por ingeniería genética.

Privilegio del agricultor: Derecho de los agricultores para sembrar en sus tierras el producto cosechado con material de propagación de una variedad protegida sin necesidad de autorización del titular. Está recogido en el reglamento comunitario de protección de la obtención de variedades de plantas. Se considera opcional para los Gobiernos incluirlo en su legislación. *Sinónimo:* semilla reservada por el agricultor.

Productividad: Cantidad de producto, significativo desde un punto de vista económico, generado a partir de un determinado número de recursos específicos en un período de tiempo dado.

Proteína vírica de la cubierta: Proteína que se encuentra formando una capa alrededor del ácido nucleico de un virus.

Proteínas cry: Clase de proteínas cristalinas producidas por cepas de *Bacillus thuringiensis* e introducidas por ingeniería genética en plantas cultivadas para hacerlas resistentes a plagas de insectos. Estas proteínas son tóxicas para ciertas categorías de insectos (*p. ej.*, taladrador y gusanos del maíz, mosquitos, mosca negra, gusanos del tabaco, algunos tipos de escarabajos, etc.) pero inofensivas para mamíferos y para la mayoría de insectos beneficiosos. *Sinónimo:* endotoxinas delta.

Proteínas de reserva de las semillas: Proteínas que se acumulan en gran cantidad en los llamados cuerpos protéicos de las semillas. Constituyen una fuente de aminoácidos durante la germinación. Su interés en biotecnología se justifica por dos razones: 1. Como principal fuente de proteína en nutrición humana y animal. 2. Como sistema modelo de expresión. Puesto que se producen en grandes cantidades en relación a otras proteínas y se almacenan en forma de cuerpos estables y compactos en la semilla, se pueden crear, mediante ingeniería genética, transgenes que se expresen de la misma manera, i.e., en gran cantidad y de forma apropiada.

Resistencia a enfermedades: Capacidad de un individuo, determinada genéticamente, para impedir la reproducción de un patógeno, lo que le excluye de padecer la enfermedad. Algunas resistencias funcionan por eliminación del patógeno o previniendo su diseminación y otras, permitiendo que el individuo tolere la toxina patógena.

Resistencia a herbicidas: Aptitud de una planta para no ser afectada por la aplicación de un herbicida.

Resistencia salina: Sinónimo de tolerancia a la sal.

Tolerancia: Resistencia incompleta a un determinado estrés abiótico o biótico. Los genotipos tolerantes son más resistentes al estrés, aunque no lo son totalmente.

Tolerancia a la sal: Capacidad de una planta, en suelo o en cultivo, de soportar una concentración de sal común (cloruro sódico) que es perjudicial o letal para la mayoría de las demás plantas. La mejora y selección de variedades para incrementar la tolerancia y la resistencia se consideran actualmente objetivos de gran interés. *Sinónimo:* resistencia salina. Un organismo con una extremada tolerancia a la sal se denomina halofito.

Virus del mosaico de la coliflor (Abr. CaMV, del inglés cauliflower mosaic virus): Virus de ADN que infecta la coliflor y otras especies de dicotiledóneas. Su importancia se debe al promotor de su ADN ribosómico 35S, que es activo constitutivamente en la mayoría de los tejidos de las plantas, por lo que ha sido muy utilizado como promotor para la expresión de transgenes.