

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

TERCERA ENTREGA MEJORADO

**ANÁLISIS COMPARATIVO DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONÓMICO Y
AMBIENTAL, LA AGRICULTURA ORGÁNICA, DE MERCADO NACIONAL Y DE
EXPORTACIÓN, CON LAS POSIBLES APLICACIONES DE CULTIVOS
TRANSGÉNICOS.**

CONSULTOR

Blgo. Mg. Carlos Scotto Espinoza

2010

1

(C. Scotto. Febrero 2011)

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

¿Cómo podría medirse el beneficio o perjuicio económico de los cultivos transgénicos versus los cultivos convencionales u orgánicos en situaciones o realidades bioeconómicas hipotéticas para el mercado nacional y de exportación en la realidad peruana?

La literatura económica del país ha tendido a caracterizar a la sociedad peruana como fuertemente jerárquica, excluyente, con elevados niveles de discriminación étnica y con una fuerte concentración del poder y de la riqueza. Bajo esta perspectiva, no llama la atención que se sostenga una especie de “**Determinismo distributivo**”, en **el que una persona nacida en condición de privación tenga probabilidad cercana a la unidad de morir en la misma condición. Que el elevado nivel de desigualdad que caracteriza a la sociedad peruana se haya mantenido relativamente estable en las últimas décadas.** Y que esta siguió una tendencia regresiva a pesar de las distintas políticas económicas y entornos políticos que se presentaron en los últimos 60 años en el Perú, lo que sugiere que **la desigualdad sería una variable permanente en el tiempo y relativamente insensible a las políticas públicas aplicadas sea cual fuere** (Maldonado & Ríos, 2008).

Algunos datos de encuesta nacional sobretodo en los hogares, muestra que la desigualdad social en el Perú estaría asociada a la mejora en la educación y la **distribución de la tierra**. También se señala que **el problema pertinente en términos de política pública no debería ser la distribución del ingreso sino, más bien, el aumento del ingreso de los más pobres. Este aumento de los ingresos, sin importar si se da en mayor magnitud entre los más ricos, genera además la posibilidad de redistribución de las oportunidades, ya que permite invertir en activos de capital humano de los más pobres** (Saavedra & Díaz, 1998).

Según Herrera (2003), **los ingresos laborales representan más del 70% de la desigualdad de los ingresos per cápita de un hogar.** Entonces, **un análisis a partir de los mismos da cuenta de una fracción importante de la desigualdad total.**

Quizás la primera **relación establecida entre el crecimiento económico y la desigualdad de ingresos fue la hipótesis planteada por Kuznets** (Figura 1). Según ésta, en los estadios iniciales del desarrollo económico de una nación existirán bajos niveles de desigualdad, en estadios intermedios existirán niveles de desigualdad altos y en los finales existirá por fin una mayor equidad. Según esta teoría hipotética, las poblaciones rurales ven atractiva una industria manufacturera floreciente en las ciudades, ya que ofrece ingresos superiores a los percibidos en sus respectivas áreas geográficas. Se produce una masiva migración poblacional a las ciudades, dando ingentes cantidades de mano de obra barata, lo que posibilita un vertiginoso crecimiento económico global. Se generan desigualdades en el ingreso per cápita nacional cada vez mayores ya que aún existen poblaciones rurales que no han formado parte del proceso de industrialización. Finalmente, cuando el último inmigrante llegado a la urbe, la desigualdad comenzaría a decaer y el resultado de este proceso es un estadio de desarrollo superior, con niveles de

vida aceptables para la totalidad de la población. *Esto se parecería mucho a la migración peruana del campo a la ciudad desde los años 60 y acrecentada en los 80 por la violencia terrorista. Pero que finalmente, podría decirse que la sociedad peruana actualmente (año 2010) se ha quedado en el punto medio de la curva de la desigualdad de la propuesta Kuznetsiana* (Nota del Autor). La actual discusión internacional ha perdido de vista el foco del análisis kuznetsiano. La tendencia vigente relativiza el papel que cumplen los procesos migratorios, la evolución de las instituciones y la historia que, aunque pueden encontrarse paralelismos, **son exclusivos de cada sociedad**, para cuyo efecto ha trascendido el uso de metodologías de análisis econométricos avanzados que exploran nuevas conexiones entre el crecimiento económico y la desigualdad. Por otro lado, el procedimiento de análisis de corte transversal entre distintos países para explorar el problema de la interrelación entre el crecimiento y la desigualdad han sido cuestionadas por Ravi Kanbur. Según su opinión, *un análisis de caso por caso por cada país, puede ser más provechoso que un análisis econométrico de corte transversal para Latinoamérica*. Para el Perú, *se deberá disponer o generar datos econométricos locales, actuales y pertinentes que permitan la toma de decisiones más seguras, y no solamente extrapolar datos aún de países latinoamericanos cercanos* (Nota del Autor).

Dollar y Kraay (2000) encontraron que la institucionalidad democrática de cada país y la ejecución del gasto social básico (salud y educación) no tenían importancia alguna (los cambios tecnológicos tampoco importarían) para explicar **la mejora de los ingresos de los más pobres**; antes bien *el control de la inflación, la apertura comercial y la flexibilización de mercados han sido los que más han favorecido su mejora. En el caso peruano esto parece ser lo que ha venido sucediendo desde inicios del siglo XXI* (Nota del Autor).

Históricamente, en la década de los 90 para disminuir la gran cantidad de personas que viven en pobreza en el Perú se aplicó un programa de crecimiento económico neoliberal, que supuestamente mejoraría los niveles de vida de la población más pobre a partir de la mejora de las más acomodadas; y, la ejecución de una amplia gama de políticas de ayuda social de emergencia sin precedentes en el Perú. Una simple inspección de los principales agregados macroeconómicos y sociales obtenidos durante los noventa, demostraron que tales medidas no produjeron un cambio significativo en la proporción de la población nacional que vive en pobreza. De un 3.3% del PBI en 1991 a casi 8% para el año 2000. Es decir, durante los años noventa no se conoce una reducción efectiva del número de pobres. Además, se ha encontrado evidencia de que **los sectores Secundario (Industrial-manufacturero) y Terciario (Servicios)* favorecen las mejoras relativas en los niveles de vida de la población, pero mayormente en las ciudades**. Adicionalmente se ha hallado que son *los ingresos por autoconsumo, independientemente del periodo económico considerado, los que han aportado decididamente en la reducción de la pobreza como una estrategia de supervivencia de los hogares en la búsqueda de compensar las disminuciones en su ingreso real por cuenta del factor trabajo sobretudo en los periodos de recesión o crisis económica* (Machuca, 2002).

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

(*) Clark-Fisher, divide a la economía en tres sectores: a) Primario: Agricultura, ganadería y pesca y minería; b) Secundario: Industria, construcción y los servicios públicos gas, agua y electricidad; c) Terciario: Comercio, transporte y comunicaciones, administración pública, servicios financieros, inmobiliarios y prestados a las empresas, y otros servicios.

Según el **Banco Mundial**, el Perú ocupó en el año 2009, el **puesto 47** dentro las 50 economías más grandes del Mundo, con un **PBI de 252 184 millones de PPA** (Unidad Monetaria Hipotética que tiene el mismo poder adquisitivo que el dólar estadounidense tiene en los Estados Unidos en un momento dado en el tiempo. Para este año 2010 que finalizó el PBI subió a **269 142 millones de PPA** (6.7% más).

Según el **Fondo Monetario Internacional**, el Perú ocupó en el año 2009, el **puesto 42** dentro las 50 economías más grandes del Mundo, con un **PBI de 245.883 millones de dólares internacionales o PPA**. Su renta **per cápita en PPA** fue de **8 150 US\$** para el mismo año 2009 y llegó a **9 107 US\$** (11.7% más). El gobierno peruano estima que en el años 2010, la economía crecerá 5.5%, mientras que **el Fondo Monetario Internacional se muestra más optimista y pronostica una expansión de 6.5%**. Las proyecciones del PBI del Perú para los años 2010 al 2015 se pueden ver en la Figura 11 que **seguirán siendo ascendentes** (http://es.wikipedia.org/wiki/D%C3%B3lar_internacional).

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID), ratificó que el **Producto Bruto Interno (PBI) per cápita del Perú alcanzaría los 10 000 dólares en menos de diez años (2020)**. No obstante, esta cifra es menos de la mitad de los países desarrollados donde está por encima de los 22,000 dólares americanos (<http://www.peru.com/economiaayfinanzas/portada20100528/99149/BID-PBI-per-capita-de-Peru-alcanzaria-los-US-10000-en-tiempo-record.>). Sin embargo, a pesar de estas “gratas” cifras macroeconómicas para el Perú, hay que tomar en cuenta como se estaría distribuyendo la misma entre los más pobres como los agricultores.

Por otro lado, el PBI del sector agrícola peruano fue el 2.4% en el año 2009 y del 3.3% para el año 2010. Para el 2011 se proyecta un aporte del 3.7% del PBI nacional.

El panorama internacional que enfrenta el Perú es de **una crisis económica y financiera mundial prolongada y profunda**. No existe, actualmente, ningún indicador económico a nivel mundial que sugiera que lo peor haya pasado ni cuándo podría empezar la recuperación de la economía mundial.

En el año 2009, la economía mundial estará dominada por las siguientes tendencias y situaciones:

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

- a. Continuación de la **crisis del sistema financiero**.
- b. Espiral de desempleo y **contracción de la demanda**.
- c. Fuerte **contracción del comercio internacional**.
- d. Incremento generalizado en el gasto fiscal.
- e. Deterioro considerable en las finanzas públicas.
- g. Pérdida de confianza en las monedas principales del mundo (como el dólar).

Según muchos economistas, **cada uno de estos fenómenos será de una envergadura Mundial que supera casi cualquier antecedente histórico.**

El espiral de desempleo y contracción de la demanda en los países desarrollados **afecta a los países emergentes como el Perú a través de una fuerte contracción del comercio internacional**. La fórmula insostenible de crecimiento mundial, basada en desequilibrios (déficits crecientes por un lado y superávits crecientes por el otro) se está resquebrajando. **A partir del 2009 el mundo ya no podrá crecer en base al gasto excesivo de USA**. En los próximos años es probable una **modificación sustancial tanto en las relaciones de comercio mundial (China y la India) y en las formas de crecer de cada país**.

Irónicamente, el Perú tendrá un crecimiento positivo en un periodo en que gran parte del mundo estará en recesión. Además, el crecimiento de alrededor del 5% no es bajo para el Perú en términos históricos; supera el crecimiento anual promedio de los últimos 30 años (2.6%). Es una economía sin grandes desequilibrios macroeconómicos, y mucho más grande, diversificada, sólida que en el pasado. Además, los países que venían creciendo más en base a demanda interna son los que podrán enfrentar mejor la tormenta económica. **El Perú, tendrá que depender de sus propios medios internos para crecer. La demanda interna tendrá que seguir siendo el motor de crecimiento del país en la próxima década** (Nota de Análisis Sectorial. Agricultura y Desarrollo Rural, 2006)

Si bien las exportaciones agropecuarias están creciendo sostenidamente en los últimos años, la brecha alimentaria mantiene niveles importantes. Los principales componentes de la canasta básica de alimentos registran importaciones elevadas, favorecidas muchas veces por subvenciones en sus países de origen, como es el caso del **trigo, maíz amarillo duro y la soya**. Las importaciones de otros productos, como el algodón, también se han incrementado. Tomando en cuenta sólo los cinco productos principales (trigo, maíz, arroz, algodón y aceite de soya) el valor de las importaciones llegó a 650 millones de dólares en el año 2004. Las importaciones de trigo y soya cubren casi el 100% de la demanda de la industria nacional, en tanto que las de maíz y algodón aportan alrededor del 50% (Ministerio de Agricultura, 2005).

El Banco Central de Reserva de Perú (BCRP) informó hoy que el área sembrada con productos agrícolas hasta abril del año 2009 ha registrado **1 866 000 hectáreas sembradas**. En la costa peruana se han sembrado **339 000 hectáreas de arroz** (en las regiones Lambayeque, Piura, Tumbes y La Libertad) y muestran un aumento de 33 000 hectáreas con relación a similar período del año anterior (306 000 hectáreas). Otros productos que se sembraron en la costa fueron **frijol seco (69 000 hectáreas)**, **cebolla (14 000 hectáreas)**, **camote (11 000 hectáreas)** y **tomate (5 000 hectáreas)**. Por su parte, la sierra peruana cuenta con siembras de **papa en 237 000 hectáreas**, de **maíz amiláceo en 245 000 hectáreas**, de **cebada en 156 000 hectáreas**, de **haba en 67 000 hectáreas** y de **quinua en 34 000 hectáreas**. Mientras que en la selva peruana predominaron las áreas de **yuca en un total de 84 000 hectáreas**. En el caso de cultivos industriales y agroindustriales, existen **250 000 hectáreas de maíz amarillo duro** a nivel nacional, además de **33 000 hectáreas de algodón**. El BCRP, precisó que **las siembras de algodón** (Piura, La Libertad, Lambayeque, Ica y Lima) **disminuyeron en 28 000 hectáreas**, con relación a abril del 2008. Asimismo, mencionó que **las siembras de papa en la sierra también tienen un descenso por el retraso del ciclo de lluvias**. En la selva se sembró más maíz amarillo duro (Amazonas y Huánuco) y arroz (San Martín), y menos algodón (San Martín, Ucayali) (Actividad Económica Abril 2009 del BCR).

Los principales críticos de los cultivos transgénicos sostienen que los mismos, **no han contribuido en nada a solucionar la problemática del hambre**, especialmente en la medida en que los mismos **son cultivados principalmente para alimentar a los animales y no a los seres humanos**. Más aún, el sustento de los agricultores a pequeña escala que han plantado cultivos transgénicos no ha mejorado mayormente. Los cultivos transgénicos **no han permitido reducir el uso de agrotóxicos, por lo que el ambiente tampoco se ha beneficiado**. Dichos cultivos **no son ni menos costosos ni de mejor calidad, por lo tanto no ofrecen ventajas para los consumidores**. Resumiendo, los cultivos transgénicos algunas veces no han probado ser superiores a los cultivos convencionales existentes. **¿Cómo se podría medir el verdadero beneficio económico que le ofrece al mundo los cultivos transgénicos? Y ¿Quiénes serían los más económicamente beneficiados?** (<http://www.foei.org>).

Otro aspecto económico, a tomarse en cuenta con los cultivos transgénicos es **que la mayoría de las empresas biotecnológicas han adquirido importantes derechos de patentes sobre una multiplicidad de técnicas de ingeniería genética y variedades transgénicas**, y exige a los agricultores que compren sus semillas que firmen un contrato que les prohíbe guardar semillas para la próxima siembra. Lo cual **encarece los costos de producción de las semillas al agricultor** que las use (<http://www.foei.org>).

La industria biotecnológica norteamericana logró un marco flexible para la comercialización de los cultivos transgénicos con la menor cantidad de exigencias posibles en su territorio. Se basó en el concepto de **“equivalencia sustancial”** según el cual, **los cultivos transgénicos no deben ser tratados en forma diferente que sus**

contrapartes convencionales (Freese y Schubert, 2004). Estados Unidos y su industria biotecnológica se han opuesto a la creación de reglamentaciones específicas para los transgénicos. También se han opuesto a la creación del Protocolo de Bioseguridad de Naciones Unidas, el primer acuerdo internacional que regula los movimientos transfronterizos de los organismos transgénicos. Cuando el Protocolo tuvo un apoyo internacional muy amplio, Estados Unidos intentó subvertirlo y transformar el proceso de negociación en una discusión comercial (Chakravarthi Raghavan, 1995).

La biotecnología es una herramienta extremadamente poderosa. Como cualquier nueva tecnología se debe evaluar cuidadosamente. No es prudente esperar que las empresas privadas desarrollen productos para el bien público. **Las empresas privadas están en el negocio de generar ganancias, y los productos que elaboran son pensados con esa finalidad** (Duffy, 2001).

La (FAO (2004), también reconoció que **los cultivos transgénicos pueden tener menores rendimientos**. Esto es debido a que la primera generación de modificaciones genéticas abordó condiciones de producción (control de insectos y malezas), y en ningún caso estuvieron destinadas a aumentar la capacidad intrínseca de producción de las plantas. **Los rendimientos tanto de las variedades transgénicas como de las convencionales varían por las condiciones del cultivo, el grado de infestación de plagas de insectos o malezas, el clima, la región donde se produce**, etc. (Comisión Europea, 2000).

¿Existen algunos estudios económicos en cultivos transgénicos en países en vías de desarrollo que permitan tomar la mejor decisión objetiva del uso de cultivos transgénicos?

La India es un importante productor de algodón a escala mundial. Ocupa el tercer lugar en la producción mundial de algodón después de que Estados Unidos y China, con cerca de 9 millones de hectáreas cultivadas cada año, la India representa aproximadamente el 25% de la superficie mundial de algodón y el **16% de la producción mundial de algodón**. La mayoría del algodón en la India se cultiva bajo condiciones de temporal, y cerca de un tercio se cultiva bajo riego. Sin embargo, los rendimientos de algodón en la India son bajos, **con un rendimiento promedio de 300 kg/ ha en comparación con el promedio mundial de 580 kg/ha**. El algodón es un cultivo comercial muy importante para los agricultores de la India y **aporta alrededor del 30% al producto interno bruto de la agricultura india**. Sin embargo, el principal factor limitante es el daño por plagas de insectos, sobre todo el de gusanos como: el Gusano de América (*Helicoverpa armígera*), el Gusano moteado (*Vittella earias*); el gusano rosado (*Pectinophora gossypiella*). Parásitos chupadores como los áfidos (*Aphis gossypii*), jásidos (*Bigutulla amrasca*), y la Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*) son también un problema en términos de daños directos a la planta y la transmisión de virus.

Los investigadores Bennett y colaboradores (2004) presentaron los resultados de un estudio que midió el impacto económico del algodón genéticamente modificada en el Estado de Maharashtra en la India. Fue el primer estudio de su tipo en la India en que los datos se han recogido de los agricultores que cultivan el cultivo en condiciones de mercado *in situ*. La investigación compara el rendimiento de más de 9 000 parcelas de algodón Bt y algodón No Bt en Maharashtra durante los años 2002 y 2003. Los resultados muestran que las variedades de algodón Bt han tenido un impacto positivo en los rendimientos medios y en los resultados económicos de los productores de algodón. Se demostró que **el uso de insecticidas fue mucho menor en plantas Bt que en plantas no Bt** (Figura 5). Con la correspondiente reducción en el gasto por hectárea para los dos años. Sin embargo, el gusano del algodón desarrolla resistencia contra el Bt. Por lo que es necesaria la fumigación que incrementa los costos. Aun así, los agricultores que adoptaron el algodón Bt obtienen ahorros en costos de insecticidas. Sin embargo, el estudio también demostró que **el ahorro en insecticidas tiene que estar equilibrado contra el mayor costo por el derecho de uso de las semillas de algodón Bt para obtener beneficios económicos**. El costo de las semillas de algodón por hectárea fueron mucho más altos para los que optaron por el algodón Bt (más del 200% más alto en ambas épocas del año) (Figura 6). De hecho, una vez que el mayor costo de las semillas se equilibró con el ahorro en el costo de insecticidas. **El resultado mostró un costo promedio general mayor para los cultivos de algodón con Bt en comparación con los cultivos sin Bt** (Figura 7). **Las pruebas sugieren que los beneficios reales de cultivo de algodón Bt no son tanto en la reducción de los costos de producción, sino en una mayor productividad** (Figura 8). Los rendimientos promedio para ambos tipos de algodón normalmente fluctúan entre 1.5 a 2.5 toneladas/hectárea. Esto es un reflejo de las **buenas condiciones de crecimiento para el cultivo y el uso del riego. Entonces los rendimientos de las variedades de algodón Bt llegan a ser significativamente superiores al algodón sin Bt**. Sugiriendo un mayor beneficio para los productores de algodón Bt en comparación a los productores de algodón sin Bt, que por el uso de insecticidas. Sea cual sea la causa, el aumento de los rendimientos del algodón con Bt, combinada con el precio que es similar al algodón sin Bt. Los resultados de **los precios fueron mucho más altos para el algodón Bt en algunos años y otros no lo fueron, lo cual indica variación dependiente del mercado** (Figura 9). Cuando se analizó **el Margen Bruto de Ganancia** (Margen Bruto de Ganancia = Ingresos - Costos Variables), **el resultado es un margen mucho mayor para los productores de algodón Bt en comparación con los productores de algodón sin Bt** (Figura 10). Cabe señalar que la diferencia promedio del margen bruto entre el algodón Bt y algodón sin Bt fue mayor en el año 2003 (con 74%) que en el año 2002 (con 49%). Estos hallazgos hacen eco en una serie de otros países en vías de desarrollo. Sin embargo, es importante señalar que los precios del algodón se reducirían a medida que aumente la oferta, pero los costos también podrían bajar. Entonces podría haber un impacto positivo en la vida de los agricultores y en el Producto Bruto Interno bruto de la India y otros países en vías de desarrollo (Qaim & Zilberman, 2003).

a. Algodón peruano

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

La principal razón que explica la reducción de la siembra del algodón, es el bajo precio que reciben los productores, quienes actualmente cobran **S/ 90.00 por quintal/rama**, mientras que el año pasado recibían S/. 110.0 por quintal/rama. Esta cifra no permite cubrir los costos de producción de los algodoneiros. Muchos industriales argumentan que la caída del precio se debe al impacto de la crisis internacional, que ha contraído la demanda de textiles, y a los grandes volúmenes de stock de algodón existente. Los agricultores están migrando a otros cultivos alternativos. En el Perú se producen 562 000 toneladas en el mundo. El Perú sólo aporta el **1.42%**.

Sólo en el año 2008, ingresaron 40 mil quintales de hilados de la India y 56 mil quintales de algodón de EE.UU (subvaluado y subsidiado por el gobierno estadounidense que otorga al productor algodoneiro) y con arancel cero, compitiendo deslealmente con la producción nacional. Todas estas importaciones han significado que se hayan dejado de sembrar **83 mil hectáreas**. La actividad algodoneira podría enfrentar un colapso, pues los productores pueden ser perjudicados por la vigencia del TLC con EE.UU., la crisis internacional que provoca la caída en la demanda de confecciones de algodón y la reducción de las exportaciones textiles, y las importaciones de algodón e hilados. Además está el hecho económico real de que los costos de producción del algodón es de **66 dólares/quintal**. Mientras que el costo promedio mundial es de **45 a 48 dólares/quintal** (Asociación Nacional de Productores de Algodón).

b. Maíz y Arroz peruano

Su Industria es altamente fragmentada (más de 200 productores), lo que origina elevada elasticidad de precios y bajos márgenes de rentabilidad (en promedio alrededor del 3 al 4% de las ventas). El Perú no consume maíz masivamente, pero es un gran comedor de aves que consumen maíz cuyo alto costo del principal insumo (maíz amarillo duro) y que junto a la soya representan cerca del 70% del costo total. Existe mucha dependencia de las importaciones de maíz (la producción local sólo cubre el 45% de la demanda). El consumo *per capita* anual es de 28 Kg (Nacional), y de 58 Kg en Lima.

El precio de los productos agrícolas, especialmente el maíz y el arroz están subiendo de precio; porque los países asiáticos están consumiendo más de esos productos, y existe más demanda por esos productos, al estar sus economías mejor posicionadas, y el ingreso de sus ciudadanos ha crecido. En USA, gran parte del maíz se está dedicando al etanol, quedando menos maíz para el consumo humano en el mercado internacional, porque USA es el mayor exportador agrícola de productos agrícolas. Al existir una mayor demanda y poca oferta de esos productos, el precio sube y subirá más aun.

ANÁLISIS ECONÓMICO

Formulación Económica de la aplicación de los Cultivos Transgénicos

Se plantea **6 Realidades Bioeconómicas** posibles, con **6 a 7 Escenarios Hipotéticos Desagregados** posibles para cualquier cultivo transgénico que posea: Tolerancia a herbicidas (TH), Resistencia a Insectos (RI) y Resistencia a Hongos (RH).

Se desagregó todas las variables explicativas relacionadas a los costos de producción de los cultivos en el Perú anterior y obtener la siguiente ecuación referencial de la **GANANCIA PROMEDIO** en Nuevos Soles (S./) para formular a los **cultivos transgénicos resistente a insectos**:

- Costo de Insecticidas = **I**
- Costo de Semillas = **S**
- Mano de Obra y/o maquinaria y/o otros* = **MMO**
* Otros = Abono + Fertilizante + agua + transporte + costos indirectos (Asistencia técnica y gastos administrativos).
- 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)

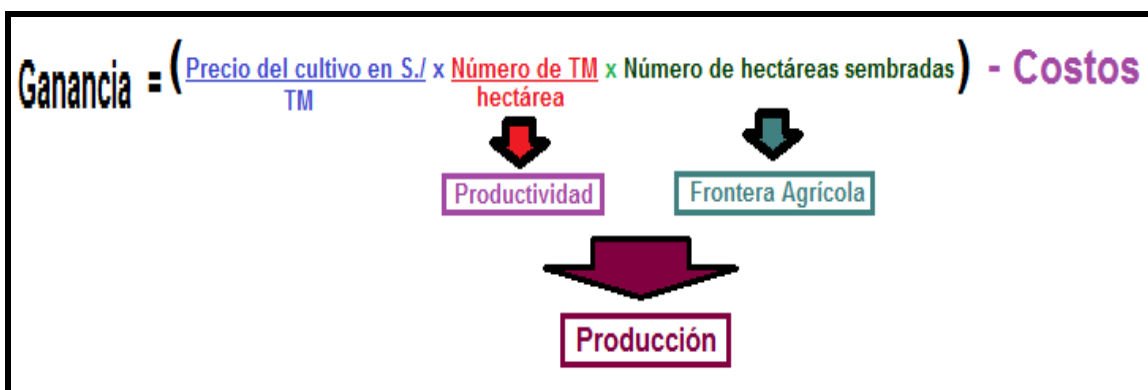
El costo total sería: **I + S + CI**

La venta total sería: **Pr x Pd x F**

Se tendría la siguiente **Fórmula 1**:

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

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



Como **Primera Realidad Bioeconómica posible tratamos a los cultivos transgénicos resistentes a insectos (RI)**, para tratar de dar una explicación económico matemática lo más real posible con la fórmula propuesta por el autor en base a los datos obtenidos del artículo referencial de Bennett y colaboradores (2004) sobre algodón con Bt resistente a insectos (RI) y algodón sin Bt. Podemos simular todos los “**supuestos escenarios bioeconómicos posibles**” entre un **Cultivo Transgénico (T) Resistente a Insectos (RI)** versus un **Cultivo No Transgénico (NT)** cualesquiera considerando un valor igual, mayor o menor para cada una de las variables consideradas en la fórmula de arriba. Dándose los siguientes 6 escenarios desagregados:

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

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

	Escenario 3 = Costo de Mano de Obra y/o Maquinaria es menor con cultivos transgénicos RI						
Cultivo	Pr	Pd	F	I	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor	Mayor
NT	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor	Menor

	Escenario 4 = Precio del cultivo transgénico RI es mayor						
Cultivo	Pr	Pd	F	I	S	MMO	Ganancia
T	Mayor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor
NT	Menor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor

	Escenario 5 = Frontera agrícola del cultivo transgénico RI es mayor con los mismos precios para ambos cultivos						
Cultivo	Pr	Pd	F	I	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor
NT	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor

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

T	Igual	Igual	Mayor	Igual	Igual	Igual	>Mayor
NT	Igual	Igual	Menor	Igual	Igual	Igual	<Menor

Escenario 6 = Frontera agrícola del cultivo transgénico RI es mayor y el precio es mayor (por mayor Oferta en el mercado)							
Cultivo	Pr	Pd	F	I	S	MMO	Ganancia
T	Mayor	Igual	Mayor	Igual	Igual	Igual	>>Mayor
NT	Menor	Igual	Menor	Igual	Igual	Igual	<<Menor

(NT) = Cultivo convencional y/o orgánico.

(T) = Cultivo transgénico.

(RI) = Resistente a Insectos.

Se puede identificar seis escenarios bioeconómicos posibles. Los cuales son: **(Escenario 1) cuando el costo del uso de insecticidas es menor con cultivos transgénicos**, y asumiendo el resto de variables como constantes entonces la Ganancia del cultivo transgénico será mayor al cultivo no transgénico. Esta es una de las fortalezas del cultivo GM sobretodo de el de Resistencia a Insectos o Bt. **(Escenario 2) cuando el costo de la semilla es mayor con cultivos transgénicos** y asumiendo el resto de variables como constantes entonces la Ganancia del cultivo transgénico será menor al cultivo no transgénico. Este escenario es muy común debido a que el uso de la semilla transgénica esta patentada en la mayoría de los cultivos GM y existe una proporción directa entre el costo de la semilla y la menor ganancia obtenida por cuestiones de pago de regalías. **(Escenario 3) cuando el costo de mano de obra y/o maquinaria es menor con cultivos transgénicos**, y asumiendo el resto de variables como constantes entonces la Ganancia del cultivo transgénico será mayor al cultivo no transgénico. Aquí se desagrega el hecho que el menor uso de insecticidas por parte del cultivo transgénico, también implica un menor costo por uso de mano de obra y/o de maquinaria que gaste combustible para rociar el insecticida en los cultivos. **(Escenario 4) cuando el precio del cultivo transgénico es mayor**, y asumiendo el resto de variables como constantes entonces la Ganancia del cultivo transgénico será mayor al cultivo no transgénico. Esto se explicaría si el cultivo transgénico logra tener aceptación del consumidor que pague más por el transgénico (mercadeo) en comparación a otros cultivos convencionales u orgánicos. Si no es así, y su precio es menor con respecto a otros cultivos que no son transgénicos, su ganancia también será menor y pone en peligro su rentabilidad. **(Escenario 5) cuando la frontera agrícola del cultivo transgénico es mayor pero con el mismo precio para ambos cultivos**. Este escenario asume que los precios entre el cultivo transgénico y el no transgénico son los mismos –caso que muchas veces no se da porque el precio tiende a bajar ante la mayor producción- a menos que las bondades del cultivo sean “tan buenas para el consumidor”, que pague el precio impuesto o sea por cuestiones de emergencia como el “desabastecimiento de otros cultivos” que eliminen la competencia; entonces la Ganancia del cultivo transgénico será mucho mayor al cultivo no transgénico. **(Escenario 6) cuando la frontera agrícola del cultivo transgénico es mayor y el precio es menor**, y asumiendo el resto de variables como constantes con excepción en la cual, el precio es mayor para el cultivo no transgénico; entonces la Ganancia del cultivo transgénico será mucho mayor al cultivo no transgénico.

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

Como **Segunda Realidad Bioeconómica posible se analizó a los cultivos transgénicos tolerantes a herbicidas (TH)**.

Para obtener una siguiente ecuación referencial de la **GANANCIA** en Nuevos Soles (S./) para **cultivos transgénicos tolerantes a herbicida**:

- Costo de Herbicidas = **H**
 - Costo de Semillas = **S**
 - Mano de Obra y/o maquinaria y/o otros* = **MMO**
* Otros = Abono + Fertilizante + agua + transporte + costos indirectos (Asistencia técnica y gastos administrativos).
 - 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 total sería: **H + S + CI**

La venta total sería: **Pr x Pd x F**

Se tendría la siguiente **Fórmula 2**:

$$G = (Pr \times Pd \times F) - (H + S + MMO)$$

Se puede simular todos los “**supuestos escenarios bioeconómicos posibles**” entre un **Cultivo Transgénico (T) tolerante a Herbicida (TH)** versus un **Cultivo No Transgénico (NT)** cualesquiera. Aquí habría que tomar en cuenta que a diferencia de la resistencia a insectos donde se puede aminorar los costos del uso del mismo. El herbicida siempre debe ser agregado al cultivo para combatir malezas, lo cual implica intrínsecamente un costo de producción fijo siempre. Se podría dar los siguientes 6 escenarios:

	Escenario 7 = Costo de Herbicida es mayor con cultivos transgénicos TH						
Cultivo	Pr	Pd	F	H	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Mayor	Igual	Igual	Menor
NT	Igual	Igual	Igual	Menor	Igual	Igual	Mayor

	Escenario 8 = Costo de Semilla es mayor con cultivos transgénicos TH						
Cultivo	Pr	Pd	F	H	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor	Igual	Menor
NT	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor	Igual	Mayor

	Escenario 9 = Costo de Mano de Obra y/o Maquinaria es mayor con cultivos transgénicos TH						
Cultivo	Pr	Pd	F	I	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor	Menor
NT	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor	Mayor

	Escenario 10 = Precio del cultivo transgénico TH es mayor						
--	---	--	--	--	--	--	--

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

Cultivo	Pr	Pd	F	H	S	MMO	Ganancia
T	Mayor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor
NT	Menor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor

Escenario 11 = Frontera agrícola del cultivo transgénico TH es mayor con los mismos precios para ambos cultivos							
Cultivo	Pr	Pd	F	H	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Mayor	Igual	Igual	Igual	>Mayor
NT	Igual	Igual	Menor	Igual	Igual	Igual	<Menor

Escenario 12 = Frontera agrícola del cultivo transgénico TH es mayor pero el precio es mayor (por mayor Oferta en el mercado)							
Cultivo	Pr	Pd	F	H	S	MMO	Ganancia
T	Mayor	Igual	Mayor	Igual	Igual	Igual	>>Mayor
NT	Menr	Igual	Menor	Igual	Igual	Igual	<<Menor

(NT) = Cultivo convencional y/o orgánico. (T) = Cultivo transgénico. (TH) = Tolerante a herbicidas.

También se pudo identificar los mismos siete escenarios bioeconómicos posibles para los **Cultivos Transgénicos Tolerantes a Herbicidas (TH)**. Seis de ellos mostrarían el mismo comportamiento desagregado que para cultivos transgénicos RI, y solamente el **Escenario 9** muestra resultados distintos al obtenido para RI, puesto que el uso de herbicidas en los cultivos determina más Costos Indirectos por la necesidad de más mano de obra y/o maquinaria que haría obtener ganancias menores a los cultivos TH.

Como **Tercera Realidad Bioeconómica posible se analizó a los cultivos transgénicos resistentes a hongos (RH)**.

Para obtener una siguiente ecuación referencial de la **GANANCIA** en Nuevos Soles (S./) para **cultivos transgénicos Resistentes a Hongos (RH)**:

- Costo de Fungicida = **Fu**
- Costo de Semillas = **S**
- Mano de Obra y/o maquinaria y/o otros* = **MMO**
- * Otros = Abono + Fertilizante + agua + transporte + costos indirectos (Asistencia técnica y gastos administrativos).
- 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 total sería: **H + S + CI**

La venta total sería: **Pr x Pd x F**

Se tendría la siguiente **Fórmula 3**:

$$G = (Pr \times Pd \times F) - (Fu + S + MMO)$$

Dándose los siguientes 6 escenarios desagregados:

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

Escenario 13 = Costo de Fungicida es menor con cultivos transgénicos RH							
Cultivo	Pr	Pd	F	Fu	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Menor	Igual	Igual	Mayor
NT	Igual	Igual	Igual	Mayor	Igual	Igual	Menor

Escenario 14 = Costo de Semilla es mayor con cultivos transgénicos RH							
Cultivo	Pr	Pd	F	Fu	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor	Igual	Menor
NT	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor	Igual	Mayor

Escenario 15 = Costo de Mano de Obra y/o Maquinaria es menor con cultivos transgénicos RH							
Cultivo	Pr	Pd	F	Fu	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor	Mayor
NT	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor	Menor

Escenario 16 = Precio del cultivo transgénico RH es mayor							
Cultivo	Pr	Pd	F	Fu	S	MMO	Ganancia
T	Mayor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor
NT	Menor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor

Escenario 17 = Frontera agrícola del cultivo transgénico RH es mayor con los mismos precios para ambos cultivos							
Cultivo	Pr	Pd	F	Fu	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Mayor	Igual	Igual	Igual	Mayor
NT	Igual	Igual	Menor	Igual	Igual	Igual	Menor

Escenario 18 = Frontera agrícola del cultivo transgénico RH es mayor pero el precio es menor (por mayor Oferta en el mercado)							
Cultivo	Pr	Pd	F	Fu	S	MMO	Ganancia
T	Menor	Igual	Mayor	Igual	Igual	Igual	>>Mayor
NT	Mayor	Igual	Menor	Igual	Igual	Igual	<<Menor

(NT) = Cultivo convencional y/o orgánico.

(T) = Cultivo transgénico.

(RI) = Resistente a Insectos.

Se puede identificar seis escenarios posibles. Los cuales son: **(Escenario 13) cuando el costo del uso de Fungicidas es menor con cultivos transgénicos**, y asumiendo el resto de variables como constantes entonces la Ganancia del cultivo transgénico será mayor al cultivo no transgénico. Esta es una de las fortalezas del cultivo GM sobretodo de el de Resistencia a Insectos o Bt. **(Escenario 14) cuando el costo de la semilla es mayor con cultivos transgénicos** y asumiendo el resto de variables como constantes entonces la Ganancia del cultivo transgénico será menor al cultivo no transgénico. Este escenario es muy común debido a que el uso de la semilla transgénica esta patentada en la mayoría de los cultivos GM y existe una proporción directa entre el costo de la semilla y la menor ganancia obtenida por cuestiones de pago de regalías. **(Escenario 15) cuando**

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

el costo de mano de obra y/o maquinaria es menor con cultivos transgénicos, y asumiendo el resto de variables como constantes entonces la Ganancia del cultivo transgénico será mayor al cultivo no transgénico. Aquí se desagrega el hecho que el menor uso de insecticidas por parte del cultivo transgénico, también implica un menor costo por uso de mano de obra y/o de maquinaria que gaste combustible para rociar el insecticida en los cultivos. (**Escenario 16**) cuando el **precio del cultivo transgénico es mayor**, y asumiendo el resto de variables como constantes entonces la Ganancia del cultivo transgénico será mayor al cultivo no transgénico. (**Escenario 17**) cuando la **frontera agrícola del cultivo transgénico es mayor**, y asumiendo el resto de variables como constantes entonces la Ganancia del cultivo transgénico será mayor al cultivo no transgénico. Este escenario demuestra que en el caso de asumir sobretodo la misma productividad (TM/hectárea) entre cultivos transgénicos y cultivos no transgénicos, se puede lograr tener mayor producción (Productividad x Número de hectáreas sembradas) sin que necesariamente el cultivo transgénico tenga una ventaja productiva con otro cultivo no transgénico. (**Escenario 18**) cuando **la frontera agrícola del cultivo transgénico es mayor pero el precio es menor**, y asumiendo el resto de variables como constantes con excepción en la cual, el precio es mayor para el cultivo no transgénico; entonces la Ganancia del cultivo transgénico será mucho mayor al cultivo no transgénico.

Como una **Cuarta Realidad Bioeconómica posible se analizó a los cultivos transgénicos tolerantes a herbicidas (TH) combinados en un mismo cultivo con resistencia a insectos (RI) (Eventos apilados)**.

Para obtener una siguiente ecuación referencial de la **GANANCIA** en Nuevos Soles (S./) para **cultivos transgénicos tolerantes a herbicidas (TH) y resistente a insectos (RI)**:

- Costo de Herbicidas = **H**
- Costo de Insecticidas = **I**
- Costo de Semillas = **S**
- Mano de Obra y/o maquinaria y/o otros* = **MMO**
* Otros = Abono + Fertilizante + agua + transporte + costos indirectos (Asistencia técnica y gastos administrativos).
- 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 total sería: **H + I + S + CI**

La venta total sería: **Pr x Pd x F**

Se tendría la siguiente **Fórmula 4**:

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

Escenario 19 = Costo de Herbicida es mayor pero con Insecticidas es menor con cultivos transgénicos RI + TH								
Cultivo	Pr	Pd	F	H	I	S	MMO	Ganancia

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

T	Igual	Igual	Igual	Mayor	Menor	Igual	Igual	Mayor (H↑, I↓)
NT	Igual	Igual	Igual	Menor	Mayor	Igual	Igual	Menor (H↑, I↑)

Escenario 20 = Costo de Herbicida y el costo de Insecticida son menores con cultivos transgénicos RI + TH								
Cultivo	Pr	Pd	F	H	I	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Menor	Menor	Igual	Igual	>Mayor (Fu↓, I↓)
NT	Igual	Igual	Igual	Mayor	Mayor	Igual	Igual	>Menor (Fu↑, I↑)

Escenario 21 = Costo de Semillas es mayor con cultivos transgénicos RI + TH								
Cultivo	Pr	Pd	F	H	I	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor	Igual	Menor
NT	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor	Igual	Mayor

Escenario 22 = Costo de Mano de Obra y/o Maquinaria es menor con cultivos transgénicos RI + TH								
Cultivo	Pr	Pd	F	H	I	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor	Mayor MMO(H)↑, MMO(I)↓
NT	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor	Menor MMO(H)↑, MMO(I)↑

Escenario 23 = Precio del cultivo transgénico es mayor con cultivos transgénicos RI + TH								
Cultivo	Pr	Pd	F	H	I	S	MMO	Ganancia
T	Mayor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor
NT	Menor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor

Escenario 24 = Frontera agrícola del cultivo transgénico RI + TH es mayor								
Cultivo	Pr	Pd	F	H	I	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Mayor	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor
NT	Igual	Igual	Menor	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor

Escenario 25 = Frontera agrícola del cultivo transgénico RI + TH son mayores pero el precio es menor (por mayor Oferta de Mercado)								
Cultivo	Pr	Pd	F	H	I	S	MMO	Ganancia
T	Menor	Igual	Mayor	Igual	Igual	Igual	Igual	>>Mayor
NT	Mayor	Igual	Menor	Igual	Igual	Igual	Igual	<<Menor

(NT) = Cultivo convencional y/o orgánico.

(T) = Cultivo transgénico.

(TH) = Tolerante a herbicidas.

(RI) = Resistente a insectos.

También se pudo identificar en eventos apilados los mismos ocho escenarios bioeconómicos posibles para los **Cultivos Transgénicos Tolerantes a Herbicidas (TH) combinado con Resistencia a Insectos (RI)**. Siete de ellos mostrarían el mismo comportamiento desagregado que para cultivos transgénicos RI. Sin embargo, para el **Escenario 19**, habría que aclarar que los cultivos transgénicos mostrarían una mayor Ganancia debido a que el Costo por la aplicación de herbicidas aumentaría, pero el uso de insecticidas se vería disminuido. En contraposición a los cultivos no transgénicos

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

tendrían comparativamente una menor Ganancia, porque se incrementaría los costos por aplicación de más insecticidas.

Para el **Escenario 20**, los cultivos transgénicos mostrarían una mucho mayor Ganancia debido a que el Costo por la aplicación de herbicidas e insecticidas disminuiría, en comparación al cultivo no transgénico.

Para el **Escenario 21**, muestra que el costo de la semilla transgénica TH + RI es mayor que el costo de la semilla no transgénica.

Para el **Escenario 22**, muestra que el uso de herbicidas e insecticidas en los cultivos determina más Costos Indirectos por la necesidad de más mano de obra y/o maquinaria, lo que haría obtener ganancias menores a los cultivos no transgénicos a diferencia de los cultivos transgénicos TH + RI.

Para el **Escenario 23**, muestra que el precio del cultivo transgénico para el consumidor es más costoso que el cultivo no transgénico. Sin embargo, esto estaría supeditado a parámetros de consumo interno y otros factores.

Para el **Escenario 24**, el aumento de la Frontera Agrícola para un cultivo transgénico incrementaría las ganancias por aumento de la cantidad en toneladas del cultivo transgénico TH + RI.

Para el **Escenario 25**, si se aumenta la Frontera Agrícola y se baja el precio del cultivo transgénico se incrementa mucho más la ganancia que con un cultivo no transgénico que mantenga su frontera agrícola igual o tenga mayor precio.

* **Nota del autor:** No existe un aumento en la productividad de un cultivo transgénico con respecto a un cultivo no transgénico. Para el caso de combinación TH + RI, porque ambos no producen un aumento de la productiva, sino que solamente reducen los costos de producción.

Como una **Quinta Realidad Bioeconómica posible se analizó a los cultivos transgénicos tolerantes a herbicidas (TH) combinados en un mismo cultivo con resistencia a insectos (RI) y resistencia a hongos (RH) (Eventos apilados). En el caso del Perú, se utiliza herbicidas, insecticidas y fungicidas en diferentes proporciones pero que llegan a porcentajes del 20 al 30% en forma real.**

Para obtener una siguiente ecuación referencial de la **GANANCIA** en Nuevos Soles (S./) para **cultivos transgénicos tolerantes a herbicidas (TH), resistente a insectos (RI) y hongos (RH)**:

- Costo de Herbicidas = **H**
- Costo de Insecticidas = **I**
- Costo de Fungicidas = **Fu**
- Costo de Semillas = **S**

- Mano de Obra y/o maquinaria y/o otros* = **MMO**

* Otros = Abono + Fertilizante + agua + transporte + costos indirectos (Asistencia técnica y gastos administrativos).

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

- 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 total sería: **H + I + S + CI**

La venta total sería: **Pr x Pd x F**

Se tendría la siguiente **Fórmula 5**:

$$G = (Pr \times Pd \times F) - (H + I + Fu + S + MMO)$$

Escenario 26 = Costo de Herbicida es mayor pero los Insecticidas y fungicidas son menores con cultivos transgénicos RI + TH + RH									
Cultivo	Pr	Pd	F	H	I	Fu	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Mayor	Menor	Menor	Igual	Igual	Mayor (H↑, I↓, Fu↓)
NT	Igual	Igual	Igual	Menor	Mayor	Mayor	Igual	Igual	Menor (H↑, I↑, Fu↑)

Escenario 27 = Costo de Fungicida, Insecticida y herbicida son menores con cultivos transgénicos RI + TH + RH									
Cultivo	Pr	Pd	F	H	I	Fu	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Menor	Menor	Menor	Igual	Igual	>Mayor (H↓, Fu↓, I↓)
NT	Igual	Igual	Igual	Mayor	Mayor	Mayor	Igual	Igual	>Menor (H↑, Fu↑, I↑)

Escenario 28 = Costo de Semillas es mayor con cultivos transgénicos RI + TH + RH									
Cultivo	Pr	Pd	F	H	I	Fu	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor	Igual	Menor
NT	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor	Igual	Mayor

Escenario 29 = Costo de Mano de Obra y/o Maquinaria es menor con cultivos transgénicos RI + TH + RH									
Cultivo	Pr	Pd	F	H	I	Fu	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor	Mayor MMO(H)↑, MMO(I)↓, MMO(Fu)↓
NT	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor	Menor MMO(H)↑, MMO(I)↑, MMO(Fu)↑

Escenario 30 = Precio del cultivo transgénico es mayor con cultivos transgénicos RI + TH + RH									
Cultivo	Pr	Pd	F	H	I	Fu	S	MMO	Ganancia
T	Mayor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor
NT	Menor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor

Escenario 31 = Frontera agrícola del cultivo transgénico RI + TH es mayor									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

Cultivo	Pr	Pd	F	H	I	Fu	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Mayor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor
NT	Igual	Igual	Menor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor

Escenario 32 = Frontera agrícola del cultivo transgénico RI + TH + RH es mayor, pero el precio es menor (por mayor Oferta de Mercado)									
Cultivo	Pr	Pd	F	H	I	Fu	S	MMO	Ganancia
T	Mayor	Igual	Mayor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	>>Mayor
NT	Menor	Igual	Menor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	<<Menor

(NT) = Cultivo convencional y/o orgánico.

(T) = Cultivo transgénico.

(TH) = Tolerante a herbicidas.

(RI) = Resistente a insectos.

También se pudo identificar en eventos apilados los mismos siete escenarios posibles para los **Cultivos Transgénicos Tolerantes a Herbicidas (TH) combinado con Resistencia a Insectos (RI) y Resistencia a Hongos (RH)**. Siete de ellos mostrarían el mismo comportamiento desagregado que para cultivos transgénicos RI. Sin embargo, para el **Escenario 26**, habría que aclarar que los cultivos transgénicos mostrarían una mayor Ganancia debido a que el Costo por la aplicación de herbicidas aumentaría, pero el uso de insecticidas y fungicidas se vería disminuido. En contraposición a los cultivos no transgénicos tendrían comparativamente una menor Ganancia, porque se incrementaría los costos por la aplicación de más insecticidas y fungicidas. También se podría dar otros subescenarios donde los precios del fungicida y/o insecticidas superen al precio del herbicida.

Para el **Escenario 27**, los cultivos transgénicos mostrarían una mucho mayor Ganancia debido a que el Costo por la aplicación de herbicidas, fungicidas e insecticidas disminuiría, en comparación al cultivo no transgénico.

Para el **Escenario 28**, muestra que el costo de la semilla transgénica TH + RI + RH, es mayor que el costo de la semilla no transgénica.

Para el **Escenario 29**, muestra que el uso de herbicidas, insecticidas y fungicidas en los cultivos determina más Costos Indirectos por la necesidad de más mano de obra y/o maquinaria, lo que haría obtener ganancias menores a los cultivos no transgénicos a diferencia de los cultivos transgénicos TH + RI + RH.

Para el **Escenario 30**, muestra que el precio del cultivo transgénico TH + RI + RH para el consumidor es más costoso que el cultivo no transgénico. Sin embargo, esto estaría supeditado a parámetros de consumo interno y otros factores.

Para el **Escenario 31**, el aumento de la Frontera Agrícola para un cultivo transgénico incrementaría las ganancias por aumento de la cantidad en toneladas del cultivo transgénico TH + RI + RH.

Para el **Escenario 32**, si se aumenta la Frontera Agrícola y se baja el precio del cultivo transgénico TH + RI + RH se incrementa mucho más la ganancia que con un cultivo no transgénico que mantenga su frontera agrícola igual o tenga un mayor precio.

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

* **Nota del autor:** No existe un aumento en la productividad de un cultivo transgénico con respecto a un cultivo no transgénico. Para el caso de combinación TH + RI + RH, porque ambos no producen un aumento de la productiva, sino que solamente reducen los costos de producción.

Como una **Sexta Realidad Bioeconómica se analizó a los cultivos transgénicos resistente a insectos (RI) combinado en un mismo cultivo con resistencia a hongos (Eventos apilados).**

Para obtener una siguiente ecuación referencial de la **GANANCIA** en Nuevos Soles (S./) para **cultivos transgénicos resistente a insectos (RI) y resistencia a hongos (RH):**

- Costo de Insecticidas = **I**
 - Costo de Fungicidas = **Fu**
 - Costo de Semillas = **S**
 - Mano de Obra y/o maquinaria y/o otros* = **MMO**
* Otros = Abono + Fertilizante + agua + transporte + costos indirectos (Asistencia técnica y gastos administrativos).
 - 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 total sería: **H + I + S + CI**

La venta total sería: **Pr x Pd x F**

Se tendría la siguiente **Fórmula 6:**

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

Escenario 33 = Costo de Fungicida es mayor pero el costo de Insecticida es menor con cultivos transgénicos RI + RH								
Cultivo	Pr	Pd	F	Fu	I	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Mayor	Menor	Igual	Igual	Mayor (Fu↑, I↓)
NT	Igual	Igual	Igual	Menor	Mayor	Igual	Igual	Menor (Fu↑, I↑)

Escenario 34 = Costo de Fungicida y el costo de Insecticida es menor con cultivos transgénicos RI + RH								
Cultivo	Pr	Pd	F	Fu	I	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Mayor	Menor	Igual	Igual	>Mayor (Fu↓, I↓)
NT	Igual	Igual	Igual	Menor	Mayor	Igual	Igual	>Menor (Fu↑, I↑)

Escenario 35 = Costo de Semillas es mayor con cultivos transgénicos RI + RH								
Cultivo	Pr	Pd	F	Fu	I	S	MMO	Ganancia

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

T	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor	Igual	Menor
NT	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor	Igual	Mayor

Escenario 36 = Costo de Mano de Obra y/o Maquinaria es menor con cultivos transgénicos RI + RH								
Cultivo	Pr	Pd	F	Fu	I	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor	Mayor MMO(H)↑,MMO(I)↓
NT	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor	Menor MMO(H)↑,MMO(I)↑

Escenario 37 = Precio del cultivo transgénico es mayor con cultivos transgénicos RI + RH								
Cultivo	Pr	Pd	F	Fu	I	S	MMO	Ganancia
T	Mayor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor
NT	Menor	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor

Escenario 38 = Frontera agrícola del cultivo transgénico RI + RH es mayor								
Cultivo	Pr	Pd	F	Fu	I	S	MMO	Ganancia
T	Igual	Igual	Mayor	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor
NT	Igual	Igual	Menor	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor

Escenario 39 = Frontera agrícola del cultivo transgénico RI + RH son mayores pero el precio es menor (por mayor Oferta de Mercado)								
Cultivo	Pr	Pd	F	Fu	I	S	MMO	Ganancia
T	Mayor	Igual	Mayor	Igual	Igual	Igual	Igual	>>Mayor
NT	Menor	Igual	Menor	Igual	Igual	Igual	Igual	<<Menor

(NT) = Cultivo convencional y/o orgánico. (T) = Cultivo transgénico. (TH) = Tolerante a herbicidas.

(RI) = Resistente a insectos.

También se pudo identificar en eventos apilados los mismos siete escenarios posibles para los **Cultivos Transgénicos con Resistencia a Insectos (RI) combinado con Resistencia a hongos (RH)**. Para el **Escenario 33**, habría que aclarar que los cultivos transgénicos mostrarían una mayor Ganancia debido a que el Costo por la aplicación de fungicidas aumentaría, pero el uso de insecticidas se vería disminuido. En contraposición a los cultivos no transgénicos tendrían comparativamente una menor Ganancia, porque se incrementaría los costos por aplicación de más insecticidas.

Para el **Escenario 34**, los cultivos transgénicos mostrarían una mucho mayor Ganancia debido a que el Costo por la aplicación de fungicidas e insecticidas disminuiría, en comparación al cultivo no transgénico.

Para el **Escenario 35**, muestra que el costo de la semilla transgénica RI + RH es mayor que el costo de la semilla no transgénica.

Para el **Escenario 36**, muestra que el uso de herbicidas e insecticidas en los cultivos determina más Costos Indirectos por la necesidad de más mano de obra y/o maquinaria, lo que haría obtener ganancias menores a los cultivos no transgénicos a diferencia de los cultivos transgénicos RI + RH.

Para el **Escenario 37**, muestra que el precio del cultivo transgénico para el consumidor es más costoso que el cultivo no transgénico. Sin embargo, esto estaría supeditado a parámetros de consumo interno y otros factores.

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

Para el **Escenario 38**, el aumento de la Frontera Agrícola para un cultivo transgénico incrementaría las ganancias por aumento de la cantidad en toneladas del cultivo transgénico RI + RH.

Para el **Escenario 39**, si se aumenta la Frontera Agrícola y se baja el precio del cultivo transgénico se incrementa mucho más la ganancia que con un cultivo no transgénico que mantenga su frontera agrícola igual o tenga mayor precio.

* **Nota del autor:** No existe un aumento en la productividad de un cultivo transgénico con respecto a un cultivo no transgénico. Para el caso de combinación RI + RH, porque ambos no producen un aumento de la productiva, sino que solamente reducen los costos de producción.

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

Reemplazando las fórmulas con datos de costos de producción reales (Programa Excel)

De la Tabla 6, construida en base a los datos del MINAG de precios, frente agrícola, productividad y costos totales podemos hacer proyecciones reales de un cultivo no transgénico y uno transgénico.

Si tomamos por ejemplo la variedad canchan de la papa (de Barranca) podemos escoger dos alternativas. Costos de Producción: **Alta y Baja**. Los costos de alta producción ascienden a **S./ 10 683.58** y los costos de baja producción fueron de **S./ 8 593.95** por hectárea. Con una diferencia de **S./ 2 089.63**. Los rendimientos o productividades varían para la mínima con una diferencia de 13 000 Kg/Ha. Y la máxima con una diferencia de 22 000 Kg/Ha casi el doble **¿En qué radica la diferencia de costos de producción entre un sistema alto y uno bajo que también afecta su productividad agrícola?**

Tabla 6: Precios, Productividad, Frontera Agrícola, Costos y Ganancia para cinco cultivos principales sembrados en Barranca (Lima), Chepén (La Libertad) y Arequipa.

Cultivo	Pr (S./ x Kg) (*)(**)	Pd (Kg/Hectárea) (***)	F (No. Hectáreas) (**)	Costos x F (S./ x hectárea) (****)	Ganancia (PrxPdxF) – (Costos x F) (S./)
Arroz	1.39	7 404	381 619	5 681 (M) 6 330 (A)	1 759 477 297 1 511 806 566
Algodón rama	4.82	2 450	47 062	3 385 (M) 7 920 (A)	396 450 288 183 024 118
Maíz amiláceo	6.00	1 337	213 751	5049 (M)	635 481 723
Maíz amarillo duro	1.01	7 500	301 194	4 574 (M) 5 144 (A)	732 202 614 903 883 194
Papa	1.7	13 334	306 266	8 593 (M) 10 683 (A)	4 310 632 697 3 670 536 757

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

(**) = Mercado Mayorista de Lima Metropolitana. Datos del MINAG (2009-2010).

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

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

(Disponible online en: <http://dbsys.minag.gob.pe:8080/agrocostos/>)

(M) = Tecnología media.

(A) = Tecnología alta.

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

El MINAG publica la Intención de Siembra de Principales Cultivos en la Campaña Agrícola 2009-2010, la cual está constituida por cada uno de los cultivos seleccionados:

Cultivos del 2009-2010
01. Ajo
02. Algodón rama
03. Arroz cáscara
04. Arveja grano seco
05. Arveja grano verde
06. Camote
07. Cebada grano
08. Cebolla
09. Frijol grano seco
10. Haba grano seco
11. Haba grano verde
12. Maíz amarillo duro
13. Maíz amiláceo
14. Maíz choclo
15. Olluco
16. Papa
17. Páprika
18. Quinua
19. Tomate
20. Trigo
21. Yuca
22. Zanahoria
23. Zapallo

El MINAG posee datos de producción de varios cultivos (no todos) distribuidos por Regiones y a Nivel Nacional por año. Manejando las siguientes variables: Producción (Toneladas), Superficie cosechada (Ha), Rendimiento (Kg/Ha) y precio de chacra (S./ x Kg). Sin embargo, algunos datos productivos por Regiones no se muestran en el MINAG sobretodo lo de costos de producción. Por lo que se tuvo que recurrir a otras fuentes (Nota del autor). Los costos de producción desagregados se realizó para cinco cultivos referenciales: **Papa, Maíz Amarillo Duro, Arroz cáscara, Maíz amiláceo y Algodón** (Tabla 6).

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

Desglosando los datos publicados para la **PAPA (variedad Canchan)** por el MINAG (Anexo 1 y 2) se construyó la siguiente Tabla 7. El MINAG reporta datos de Alta y Baja Productividad (Kg/Ha) con costos totales de **S./ 10683.58** y **S./ 8593.59** por hectárea respectivamente. Haciendo comparaciones de los porcentajes de aporte de cada rubro entre alta y baja producción, al Costo de Producción total se encontró que **el mayor porcentaje de costo de producción para papa es para la semilla** tanto para una producción Alta (**23.40%**) como una Baja (**20.94%**). Los fertilizantes químicos y del cual no se conoce transgénico autorizado bordea el 21% de los costos de producción. La **Mano de Obra** por si sola representa para Alta el **14.88%** y para Baja el **18.32%**. Los **Insecticidas** representa para Alta el **14.90%** y para Baja el **12.95%**. Le siguen los **Fungicidas** con el **6.31%** para Alta y **6.14%** para Baja. Por último con muy bajos porcentajes al costo de producción total están los **Herbicidas** con **0.58%** para alta y **0.78%** para Baja donde los cultivos transgénicos permitidos podrían incidir en los costos de producción. Se podría decir que sea en tipos de producción alta o baja, esta se mantiene casi constante para los insecticidas, herbicidas, fungicidas, semilla, mano de obra y maquinaria para los costos de producción totales. Por lo que cualquier dato de costos de producción tomado de los reportes del MINAG para papa, sería utilizable al momento de evaluarse su aporte económico y pertinencia transgénica **incidiéndose más en los insecticidas y fungicidas.**

Para la papa se debería aplicar la fórmula 5: **$G = (Pr \times Pd \times F) - (I + H + Fu + S + MMO)$**

Tabla 7: Costos de Producción de la papa de la variedad Canchan en S./ x Hectárea (Minag, 2010)

Rubro	Tecnología	
	Alta (%)	Baja (%)
Insecticidas*	1592.00 (14.90%)	1113.3 (12.95%)
Herbicidas*	62.50 (0.58%)	67.50 (0.78%)
Fungicidas*	675.00 (6.31%)	528.00 (6.14%)
Abono**	128.00	82.60
Adherentes**	51.00	44.20
Semilla*	2500.00 (23.40%)	1800.00 (20.94%)
Fertilizantes Químicos***	2250.00 (21.06%)	1890.00 (21.99%)
Maquinaria**	1170.00 (10.95%)	930.00 (10.82%)
Mano de Obra**	1590.00 (14.88%)	1575.00 (18.32%)
Agua**	85.83	88.29
Transporte**	70.50	65.50
Otros (Costos Indirectos)**	508.75	409.20
TOTAL (S./)	10683.58 (100.00%)	8593.59 (100.00%)

(*) = Datos a ser utilizados en fórmula de costos.

(**) = Se asume como MMO (Maquinaria, Mano de Obra y Otros).

(***) = Son costos de producción altos, pero que no existe un transgénico que haga bajar su valor.

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

Desglosando los datos publicados para el **MAÍZ AMARILLO DURO** por el MINAG (Anexo 3 y 4) se construyó la siguiente Tabla 8. El MINAG reporta datos de Alta y Media Productividad (Kg/Ha) con costos totales de S./ 5144.14 y S./ 4574.08 por hectárea respectivamente. Haciendo comparaciones de los porcentajes de aporte de cada rubro entre alta y media producción, al Costo de Producción total se encontró que **el mayor porcentaje de costo de producción para el maíz amarillo duro fue la Mano de Obra:** la producción Alta con **27.99%** y la Baja con **30.76%**. Los fertilizantes químicos y del cual no se conoce transgénico autorizado bordea el 28% de los costos de producción. El costo de **Semilla** por si sola representa para la Alta el **18.74%** y para Baja el **14.59%**. Los **Insecticidas** representa para Alta el **7.83%** y para Baja el **5.88%**. Los **Fungicidas** no mostraron costos al no ser aplicados a ningún nivel productivo. Por último, con muy bajos porcentajes al costo de producción total están los **Herbicidas** con **0.91%** para alta y **0.47%** para Media. Para cualquiera de los tipos de producción alta o media, los costos de producción se mantienen muy bajos no superando el 9% tanto para los insecticidas y herbicidas. Los costos de producción de semilla, mano de obra y maquinaria en ambos sistemas productivos se mantienen casi constantes. Por lo que cualquier dato de costos de producción tomado de los reportes del MINAG para maíz amarillo duro sería utilizable al momento de evaluarse su aporte económico y pertinencia transgénica **incidiéndose sólo en los insecticidas.**

Para el maíz amarillo duro se debería aplicar la fórmula 4: **G = (Pr x Pd x F) – (I + H + S + MMO)**

Tabla 8: Costos de Producción de la maíz amarillo duro en S./ x Hectárea (Minag, 2010)

Rubro	Tecnología	
	Alta (%)	Media (%)
Insecticidas*	403.00 (7.83%)	269.00 (5.88%)
Herbicidas*	47.10 (0.91%)	21.50 (0.47%)
Fungicidas*	0.00 (0.00%)	0.00 (0.00%)
Abono**	20.00	0.00
Adherentes**	17.50	21.00
Semilla*	964.08 (18.74%)	667.44 (14.59%)
Fertilizantes Químicos***	1412.00 (27.45%)	1357.00 (29.67%)
Maquinaria**	510.00 (9.91%)	510.00 (9.91%)
Mano de Obra**	1440.00 (27.99%)	1407.00 (30.76%)
Agua**	65.99	87.98
Transporte**	19.52	15.36
Otros (Costos Indirectos)**	244.95	217.80
TOTAL (S./)	5144.14 (100.00%)	4574.08 (100.00%)

(*) = Datos a ser utilizados en fórmula de costos.

(**) = Se asume como MMO (Maquinaria, Mano de Obra y Otros).

(***) = Son costos de producción altos, pero que no existe un transgénico que haga bajar su valor.

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

Desglosando los datos publicados para el **ARROZ CÁSCARA (variedad NIR)** por el MINAG (Anexo 5 y 6) se construyó la siguiente Tabla 9. El MINAG reporta datos de Alta y Media Productividad (Kg/Ha) con costos totales de S./ 6329.98 y S./ 5681.55 por hectárea respectivamente. Haciendo comparaciones de los porcentajes de aporte de cada rubro entre alta y media producción, al Costo de Producción total se encontró que **el mayor porcentaje de costo de producción para el arroz cáscara fue la Mano de Obra**: la producción Alta con **22.46%** y la Baja con **24.99%**. Los fertilizantes químicos y del cual no se conoce transgénico autorizado bordea el 21% de los costos de producción. El costo de **Semilla** por si sola representa para la Alta el **7.58%** y para Media el **6.16%**. Los **Insecticidas** representa para Alta el **3.55%** y para Media el **4.18%**. Los **Fungicidas** representan costos bajos para la Alta de **2.40%** y para la Media de **6.58%**. Por último, con muy bajos porcentajes al costo de producción total están los **Herbicidas** con **3.55%** para la Alta y de **4.18%** para la Media. Para cualquiera de los tipos de producción alta o media, los costos de producción se mantienen muy bajos no superando el 14% tanto para los insecticidas, fungicidas y herbicidas. Los costos de producción de semilla, mano de obra y maquinaria en ambos sistemas productivos se mantienen casi constantes. Por lo que cualquier dato de costos de producción tomado de los reportes del MINAG para arroz cáscara sería utilizable al momento de evaluarse su aporte económico y pertinencia **transgénica incidiéndose más en los insecticidas, fungicidas y herbicidas en conjunto como un evento apilado para que tenga un efecto económico favorable.**

Para el arroz cáscara se debería aplicar la fórmula 5: **$G = (Pr \times Pd \times F) - (I + H + Fu + S + MMO)$**

Tabla 9: Costos de Producción del arroz cáscara en S./ x Hectárea (Minag, 2010)

Rubro	Tecnología	
	Alta (%)	Media (%)
Insecticidas*	225.00 (3.55%)	238.00 (4.18%)
Herbicidas*	420.00 (6.63%)	175 (3.08%)
Fungicidas*	152.00 (2.40%)	374 (6.58%)
Abono**	72.00	105.00
Adherentes**	32.00	0.00
Semilla*	480.00 (7.58%)	350.00 (6.16%)
Fertilizantes Químicos***	1453.05 (22.95%)	1176.80 (20.71%)
Maquinaria**	1250.00 (19.74%)	975.00 (17.16%)
Mano de Obra**	1422.00 (22.46%)	1420.00 (24.99%)
Agua**	300.00	240.00
Transporte**	222.50	357.2
Otros (Costos Indirectos)**	301.43	270.55
TOTAL (S./)	6329.98 (100.00%)	5681.55 (100.00%)

(*) = Datos a ser utilizados en fórmula de costos.

(**) = Se asume como MMO (Maquinaria, Mano de Obra y Otros).

(***) = Son costos de producción altos, pero que no existe un transgénico que haga bajar su valor.

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

Desglosando los datos publicados para el **MAÍZ AMILÁCEO** (Agroarequipa, 2010) se construyó la siguiente Tabla 9. Sólo se reporta datos de Tecnología Media (Kg/Ha) con costos totales de S./ 5049.28 por hectárea respectivamente. El Costo de Producción de **mayor porcentaje para el maíz amiláceo fue la Mano de Obra con 45.65%**. Los fertilizantes químicos y del cual no se conoce transgénico autorizado bordea el 13% de los costos de producción. El costo de **Semilla** representa el **6.65%**. Los **Insecticidas** representa el **0.99%**. Los **Fungicidas** no registraron costo alguno. Por último, con muy bajos porcentajes al costo de producción total están los **Herbicidas** con **0.40%**. Los costos de producción se mantienen muy bajos no superando el 1.5% tanto para los insecticidas y herbicidas. Por lo que cualquier dato de costos de producción tomado de los reportes del MINAG para maíz amiláceo sería utilizable al momento de evaluarse su aporte económico y pertinencia **transgénica no encontrándose mucha consistencia para su aplicación puesto que los costos de producción en insecticidas y herbicidas son muy bajos.**

Para el maíz amiláceo se debería aplicar la fórmula 4: $G = (Pr \times Pd \times F) - (I + H + S + MMO)$

Tabla 10: Costos de Producción del maíz amiláceo en S./ x Hectárea
(http://www.agroarequipa.gob.pe/documentos/costos_produccion/items/m_amilaceo.pdf)

Rubro	Tecnología
	Media (%)
Insecticidas*	50 (0.99%)
Herbicidas*	20.4 (0.40%)
Fungicidas*	0.00 (0%)
Abono**	36
Adherentes**	7.75
Semilla*	336 (6.65%)
Fertilizantes Químicos***	668.1 (13.23%)
Maquinaria**	400 (7.92%)
Mano de Obra**	2305 (45.65%)
Agua**	126.98
Transporte**	40
Otros (Costos Indirectos)**	1059.05
TOTAL (S./)	5049.28 (100.00%)

(*) = Datos a ser utilizados en fórmula de costos.

(**) = Se asume como MMO (Maquinaria, Mano de Obra y Otros).

(***) = Son costos de producción altos, pero que no existe un transgénico que haga bajar su valor.

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

Desglosando los datos publicados para el **ALGODÓN (Variedad Tanguis)** (Agroarequipa, 2010) se construyó la siguiente Tabla 11. Sólo se reportan datos de Tecnología Media (Kg/Ha) con costos totales de S./ 3046.47 por hectárea respectivamente. El Costo de Producción de **mayor porcentaje para el algodón fue la Mano de Obra** con **37.44%**. Los fertilizantes químicos y del cual no se conoce transgénico autorizado bordea el 22% de los costos de producción. El costo de **Semilla** representa el **3.28%**. Los **Insecticidas** representan el **10.11%** y los Fungicidas el **0.98%**. Los **Herbicidas** no registraron costo alguno. Por lo que cualquier dato de costos de producción tomado de los reportes del para algodón sería utilizable al momento de evaluarse su aporte económico y pertinencia **transgénica encontrándose su aplicación para herbicidas puesto que los costos de producción son los más representativos dentro de los costos de producción.**

Para el algodón se debería aplicar la fórmula 6: **G = (Pr x Pd x F) – (I + Fu + S + MMO)**

Tabla 11: Costos de Producción del algodón en S./ x Hectárea
(http://www.agroarequipa.gob.pe/documentos/costos_produccion/items/m_amilaceo.pdf)

Rubro	Tecnología
	Media (%)
Insecticidas*	307.65 (10.11%)
Herbicidas*	0.0 (0.00%)
Fungicidas*	30 (0.98%)
Abono**	400
Adherentes**	4
Semilla*	100 (3.28%)
Fertilizantes Químicos***	673.45 (22.01%)
Maquinaria**	465 (15.26%)
Mano de Obra**	1140.75 (37.44%)
Agua**	888.15
Transporte**	201.53
Otros (Costos Indirectos)**	441.
TOTAL (S./)	3046.47 (100.00%)

(*) = Datos a ser utilizados en fórmula de costos.

(**) = Se asume como MMO (Maquinaria, Mano de Obra y Otros).

(***) = Son costos de producción altos, pero que no existe un transgénico que haga bajar su valor.

Nota del autor: Una mayor productividad significaría “**un mayor número de granos**” o “**mayor peso por grano**” por ejemplo. El mayor número de granos podría deberse a que la planta produce ahora, mazorcas más grandes o posee un mayor número de mazorcas por planta. O la planta produce granos más pesados. Siendo **un rasgo intrínseco o agronómico el mejorado propio de la planta**. Por otro lado, ahora el área sembrada produce un mayor número de plantas sanas (*per se*, mayor cantidad de granos); porque ahora no sufre pérdidas por plagas como: insectos, bacterias, virus, malezas u otros. Debido mayormente al uso de herbicidas y/o a la introducción de un rasgo de resistencia como si fuera una “planta con su propia vacuna”. Siendo **un rasgo extrínseco el**

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

introducido, y que no depende de la planta misma Sino, es externo (Herbicida) o incorporado artificialmente a la misma planta (Resistencia a Insectos u Hongos).

Con los datos de las Tablas 6, 7, 8, 9, 10 y 11, y con las fórmulas 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Se construyó para los cinco cultivos propuestos (Papa, Maíz Amarillo Duro, Arroz cáscara, Maíz amiláceo y Algodón Tanguis). **Se plantea 39 Escenarios Bioeconómicos Posibles** haciéndose variar los Costos de Producción (con tecnología Alta o Media) de los Insecticidas, Fungicidas, Herbicidas (como evento simple o combinado); los costos de la mano de obra junto con los costos de la maquinaria y otros costos. El costo de la Semilla. Junto con el Precio del Cultivo puesto en el mercado mayorista de la ciudad de Lima en el año 2010 (Datos del MINAG). Se formó escenarios bioeconómicos donde los valores de las variables variaron de **0, la mitad (1/X)** o el **doble (2X)** de su valor, utilizándose el **programa Excel** (Que se anexa en el CD de éste Producto) (Ver Formulación de Escenarios Totales).

La Tabla 6, donde aparecen los datos de Precios, Productividad, Frontera Agrícola, Costos de Producción (que están desagregados en las 7, 8, 9, 19 y 11) y la Ganancia para los cinco cultivos mencionados. **Puede servir para otros cultivos agrícolas no mencionados cuyos datos se completen de la misma forma.**

Un aspecto interesante es que **se muestra por primera vez en el Perú los valores desagregados con datos reales para un cultivo no transgénico comparado con uno transgénico hipotético y cuya Ganancia o Pérdida Económica Real se puede determinar versátilmente, e incluso calcularse en Nuevos Soles para un determinado año. Esto permitirá también calcular la pertinencia económica o no de un cultivo transgénico para el Perú en forma objetiva y matemáticamente y no subjetivamente.**

Nota: Los datos desagregados de los cinco cultivos utilizados en este análisis económico se muestran en las cinco hojas Excel independientes anexadas al CD de este producto.

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

Un análisis comparativo fue realizado en la producción de arroz cáscara entre la Costa Norte y la Selva Alta Peruana. Las principales diferencias encontradas la podemos resumir en la **Tabla 14** (Tomado de Proamazonía, 2003).

Tabla 14: Valores comparativos de producción de arroz entre la Costa Norte y la Selva Alta (elaborado por el autor).

Rubro	Costa Norte	Selva Alta	Dato adicional
Disponibilidad de agua	Poca	Abundante	Se requiere de gran cantidad de agua para el cultivo de arroz.
Número de Variedades	7	4	No hay variedades resistente a enfermedades
Enfermedades		Piricularia o "Quemado" del arroz y a la Hoja Blanca	Pueden mermar más del 30 % del rendimiento.
Costo de Semillas	US \$ 0.70 a 0.80/Kg	US \$ 0.51 a 0.60 por Kg	
Productividad (TM/Ha)	10.0 (Var. 1) 8.2-9.7 (Var. 2) 9.0 (Var. 3) 10.0 (Var. 4) 8.0-9.0 (Var. 5) 9.0 a 11.0 (Var. 6) 9.0 (Var. 7)	10.0 (Capirona) 8.0 - 8.5 (Huallaga) 7.5 (Alto Mayo) 9.0 - 9.5 (El Porvenir)	
Precio en chacra (S./ x Kg)	0.65	0.50	Los precios "en chacra" que el productor de la Selva Alta recibe son muy bajos y no cubren los costos de producción.
Costo de Producción (S./ x Kg)	3 459.00 a 4176.00	2 947.00	Mayor gasto por uso de insecticidas y fertilizantes en la Selva Alta.

Los investigadores de este trabajo recomendaron los siguientes puntos para incrementar las ganancias del arroz cáscara en la Selva Alta:

Promover el lanzamiento comercial de **nuevas variedades de arroz precoces, de alto rendimiento, resistentes a plagas y enfermedades sobre todo a Piricularia o "Quemado" del arroz y a la Hoja Blanca, de buena calidad molinera y culinaria acorde con las exigencias del mercado.**

¿Es posible tener un arroz precoz, que a la vez tenga alto rendimiento, que también sea resistente a plagas y enfermedades y que tenga calidad agronómica?

Rpta. No es posible obtener todo ni con mejoramiento genético ni con la transgénesis.

¿Si se tuviera que escoger un parámetro productivo para lograr mayor ganancia?, ¿Cuál se escogería?

Rpta. Se puede lograr incrementando la productividad (nueva variedad más productiva) o bajando los costos de producción (variedad resistente a insectos o tolerante a herbicidas) o mejorando las cualidades agronómicas del cultivo.

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

Se tiene que verificar los Costos de Producción desagregados para tener una mejor idea de cómo se podría tener una mayor ganancia (Tabla 15).

Tabla 15: Comparación de Costos de Producción de arroz en la Costa Norte (Lambayaque) versus la Selva Alta con Tecnología Media (San Martín)

Rubro	Costa Norte	Selva Alta
Insecticidas*	160.00	45.00
Herbicidas*	349.13	210.00
Fungicidas*	0.00	80.00
Abono**	28.00	114.00
Adherentes**	125.00	0.00
Semilla*	214.00	144.00
Fertilizantes Químicos***	805.50	148.00
Maquinaria**	664.00	0.00
Mano de Obra**	1314.00	1555.00
Agua**	50.4	0.00
Transporte**	140.00	0.00
Otros (Costos Indirectos)**	187.00	491.20
Total (S./)	4037.03	2787.2
Rendimiento (Kg/Ha)	9 800	6 000
Precio del cultivo (S./ x Kg)	0.65	0.49

(*) = Datos a ser utilizados en fórmula de costos.

(**) = Se asume como MMO (Maquinaria, Mano de Obra y Otros).

Observando los costos de producción son más bajos en la Selva Alta (I + H + Fu) que en la Costa. La mano de obra es mayor en la Selva Alta que en la Costa. El costo por la semilla es mayor en la Costa que en la Selva. Y los fertilizantes son más onerosos en la Costa que en la Selva Alta. No existen costos por maquinaria, agua y transporte en la Selva Alta. Si se tuviera que aplicar un arroz transgénico TH, RI o RH en la Selva Alta estaría mejorando sólo un 5.6 % de los costos de producción. De igual forma, en la Costa Norte sólo se estaría mejorando un 5.19% de los costos de producción totales. Los costos de la Semilla son relativamente bajos en ambas regiones representado el 2.4% para la Selva Alta y el 2.18% para la Costa Norte. El principal limitante es la productividad que se puede lograr con la utilización de una variedad más productiva para la Selva Alta sin necesidad de utilizar necesariamente un arroz transgénico. Quizás una cualidad agronómica transgénica podría mejorar la calidad del arroz que podría subir incluso el precio en el mercado.

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

En este análisis también se identificó **otras posibles variables pertinentes** que ayuden a la comparación económica propuesta. Y cuyo desagregado debe tenerse en cuenta:

(1) **El Ingreso económico *per capita***, es el ingreso que recibiría cada habitante del Perú del PBI. Aunque esto no refleja una distribución muy equitativa del dinero nacional (**No todos los peruanos ganan igual y los hábitos de consumo están cambiando sobretodo en los centros urbanos**).

(2) **El Producto Bruto Interno (PBI)**: Es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un período determinado (un año), ya sea por nacionales o por extranjeros residentes dividido entre el número de habitantes (casi 30 millones al inicio del 2011). El PIB es un indicador representativo que **ayuda a medir el crecimiento o decrecimiento de la producción de bienes y servicios de las empresas de cada país**, únicamente dentro de su territorio. Este indicador **es un reflejo de la competitividad de las empresas**. Indica la competitividad de las empresas. Si la producción de las empresas no crecen a un ritmo mayor, significa que no se está invirtiendo en la creación de nuevas empresas, y por lo tanto, la generación de empleos tampoco crece al ritmo deseado.

(3) **Porcentaje de aporte del cultivo al Producto Bruto Interno del Perú por año**: Cuál es el porcentaje de aporte del sector agrícola al PBI anualmente (Ver el punto 2).

(4) **Producción y Productividad anual del cultivo orgánico y convencional para la agricultura peruana**: Medido en el número de hectáreas sembradas del cultivo (Frontera agrícola) y el número de toneladas métricas / hectárea sembrada del cultivo

(5) **Costos de producción del cultivo por hectárea sembrada**: Son los gastos por la compra de semillas, plaguicidas, mano de obra, etc.

(6) **Precio del cultivo para la venta**: Precio de venta del cultivo medido en Kg, quintales o toneladas métrica en el campo y puesto en la ciudad al mayorista y al consumidor final.

A partir de la identificación de los componentes se logrará cruzar información de la situación de los posibles escenarios bioeconómicos futuros de nuestra agricultura ecológica y biotecnológica como para plantear los componentes estratégicos de cualquier Plan Nacional o regional y sus líneas de acción.

Cultivos Orgánicos en el Perú su Mercado Nacional y de Exportación

La **agricultura orgánica** surge como respuesta a la agricultura convencional, desarrollada en las últimas décadas y sustentada por el uso intensivo de insumos químicos, los que en su mayoría son de alta toxicidad, que arrasan con la flora natural para sustituirla con monocultivos; utiliza fertilizantes y pesticidas químicos, cambiando la biología natural y contaminando los suelos, el agua y los alimentos; usa hormonas de crecimiento, sustancias para la maduración, preservantes, y recientemente, semillas manipuladas genéticamente (o semillas transgénicas). Frente a estos problemas la agricultura orgánica desarrolla una **producción eficiente, alta y sustentable** que fomenta prácticas y técnicas amigables con el medio ambiente, donde los agroquímicos sintéticos, todos tóxicos en mayor o menor grado, son excluidos definitivamente, en general, **plantear un cambio radical en el modelo de producción de los alimentos del mundo entero**. En la actualidad, la agricultura orgánica es producida en más de 120 países con más de **31 000 000 de hectáreas** de tierras por todo el mundo. Si a esta cantidad se le suma 19.7 millones de hectáreas de producción ecológica no certificada (sin uso de insumos químicos), se llega a un total de **51 millones de hectáreas** (IFOAM & FiBL, 2006) (Figura 2). América latina posee 6 400 000 de hectáreas que representan el 20% mundial.

La producción orgánica **es practicada mayormente por pequeños y medianos agricultores**. En el Perú, la agricultura orgánica es considerada por distintas organizaciones y actores como una oportunidad de desarrollo, debido principalmente a la **creciente demanda de mercados internacionales**. Además, se afirma que la agroindustria convencional, en su esfuerzo por darle durabilidad a sus productos, utiliza procesos e insumos que empobrecen los alimentos y afectan la salud humana y el medio ambiente. La agricultura orgánica pretende **excluir a los agroquímicos sintético** en general, planteando **un cambio radical en el modelo de producción de los alimentos del mundo entero**. **En el Perú no se conocen investigaciones que realicen comparaciones entre los productos convencionales y orgánicos**. Debido a esto, la importancia de fomentar investigaciones que analicen cuantitativamente y cualitativamente estos alimentos. Los **productos orgánicos no cuentan con una nomenclatura arancelaria que los distinga de los productos convencionales**. Esta ausencia de información produce una serie de problemas, como barreras arancelarias, falta de estadísticas oficiales, **no pueden realizarse adecuados análisis de los mercados, no se pueden establecer estrategias comerciales ajustadas a la realidad**; de aquí radica la importancia de diferenciar la apertura arancelaria de los productos orgánicos; que generaría no sólo base informativa sino también claridad y confianza a los operadores comerciales y a los consumidores (RAAA, 2007).

El **Codex Alimentarius de la FAO** (2001), menciona que la agricultura orgánica es un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agroecosistemas, inclusive la diversidad biológica, los ciclos biogeoquímicos y la actividad

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

biológica del suelo. Esto se consigue aplicando, siempre que es posible, métodos agronómicos, biológicos y mecánicos, en contraposición a la utilización de materiales químicos sintéticos, para desempeñar cualquier función específica dentro del sistema.

El INIA (2007) señala que los **principales beneficios económicos de la agricultura orgánica** comparada con la agricultura convencional: (1) Conservación del suelo, (2) Menos utilización de insumos externos no renovables y de energía, (3) Menos residuos de pesticidas en los alimentos; y (4) Mejor calidad de los productos (sabor, olor, etc).

El año 2003, en lo que se refiere al mercado mundial de productos **orgánicos Estados Unidos (47%) y la Unión Europea (49%) fueron los mayores compradores de la producción orgánica mundial con el 96% del total mundial** (CONAPO, 2003). *El mercado mundial de productos orgánicos se está expandiendo a razón de 2 400 millones al año de dólares estadounidenses.* Para el 2004, el valor comercial de productos orgánicos por todo el mundo alcanzó 27.8 mil millones de dólares US (23.5 mil millones EUR), donde también la mayor parte de los productos orgánicos fueron vendidos en Europa y Norteamérica. Los rubros que más han crecido anualmente y que podrían beneficiar a la agricultura orgánica del Perú son: las **frutas y vegetales frescos (12%), jugos (15%) y los condimentos (18.4%)** (The World of Organic Agriculture Statistics & Emerging Trends 2006. IFOAM 2006). A pesar de los 31 millones de hectáreas certificadas a nivel mundial, **la oferta aún no cubre la demanda**, que se ha incrementado porque los consumidores son cada vez más conscientes de la importancia de los productos ecológicos. El consumo en **Europa** está basado en la necesidad de mejorar la calidad de los alimentos y por lo tanto la calidad de vida, **los productos orgánicos tienen precios más altos que los convencionales**, verduras, frutas, huevos, embutidos, dulces, etc, motivo por el **que la mayor cantidad de compradores provienen de los estratos sociales más pudientes con mayores ingresos económicos**. Por otro lado, en los países latinoamericanos el mercado interno está en crecimiento y aún es pequeño, por lo cual, **casi más del 90% de la producción orgánica se destina a la exportación** (IFOAM & FiBL, 2006). En los países latinoamericanos, es difícil mantener la competitividad (precios, calidad) debido a la **creciente competencia de países africanos o asiáticos** y a **los subsidios que reciben los productores en Europa** (RAAA, 2007).

La Ley de Promoción y Fomento de la Agricultura Orgánica y Ecológica en el Perú (2007), tiene como objetivos específicos relacionados a economía: (1) Fomentar y promover la producción orgánica para contribuir con la **superación de la pobreza**, la **seguridad alimentaria**, la conservación de los ecosistemas y de la diversidad biológica, (2) Desarrollar e impulsar la producción orgánica como una de las alternativas de **desarrollo económico** y social del país, coadyuvando a la mejora de la calidad de vida de los productores y consumidores, y a la superación de la pobreza.

El Análisis **FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas)**, se menciona que las **fortalezas son los aspectos positivos o ventajas en los que se apoya para lograr sus mejores resultados**. Las **debilidades** son los **aspectos negativos**. Que en

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

todo caso *se deberá mejorar*. Las **Oportunidades** son aquellas *tendencias positivas que pueden otorgar posibilidades de mejora*. Y las **Amenazas** son los *peligros que se deben anticipar y neutralizar*. La RAAA (2007) presenta el análisis FODA de la agricultura ecológica en el Perú el cual analiza los aspectos positivos y limitaciones para el desarrollo de la agricultura orgánica en la región a nivel externo e interno; en la Tabla 1, se resume los aspectos más relevantes relacionados a aspectos económicos de la agricultura orgánica en el Perú (Tabla 1).

Según la norma peruana que es el **Reglamento Técnico para los Productos Orgánicos**, publicado el 14 de Junio del 2006 con Decreto Supremo N° 044-2006-AG, se define agricultura orgánica como todo aquel producto originado en un sistema de producción agrícola o que en su transformación emplee tecnologías que, en armonía con el medio ambiente, y respetando la integridad cultural, optimicen el uso de los recursos naturales y socioeconómicos, con el objetivo de garantizar una *producción agrícola sostenible*. Hoy las grandes cadenas de supermercados a nivel mundial exigen la certificación a sus proveedores, los productores saben de ésta exigencia, y los consumidores la requieren. Ya no basta observar que el producto se vea y tenga apariencia de sano, es tener la certeza de ello, siendo la certificación el mecanismo implementado para ello. La certificación de un producto no solamente se refiere al lugar donde se produjo, bajo la denominación "*origen del producto*", sino también a identificar si el producto es "orgánico", sinónimo de sanidad e inocuidad. La tendencia general es a la certificación de cada vez mayor número de productores y volúmenes, lo que podría originar en un futuro cercano que los precios de los productos orgánicos caigan y se equiparen a los productos no orgánicos. La calidad orgánica se convertiría así en un factor clave de competitividad (RAAA, 2007).

IFOAM & FiBL (2006) señala los diez países de mayor área agrícola de producción orgánica en el Mundo, dentro de los cuales se encuentran tres países latinoamericanos: Argentina con 2.8 millones de hectáreas, Brasil con 0.8 millones de hectáreas y Uruguay con 0.7 millones de hectáreas (Figura 3). En la Tabla 4, se presentan las ventas desde la segunda mitad de la década del noventa junto a una **estimación para el año 2010 de 100 000 millones de dólares norteamericanos a nivel mundial**. En la Tabla 5, se muestra el *diferencial de precios entre cultivos convencionales y orgánicos en Alemania y Japón. Un producto orgánico promedio –como la papa y el plátano- en Europa el consumidor paga en promedio casi un 50% más que por un producto convencional. Y en Japón, se paga casi un 150% más por un producto orgánico que uno convencional* (Nota del autor).

La Agricultura Orgánica a nivel mundial en los últimos años ha crecido, y se espera continuará creciendo. Esta afirmación, se basa en estadísticas de aumento de la superficie y participación en el mercado de los productos orgánicos. *Si bien, la agricultura orgánica representa un porcentaje bajo por volumen de ganancias en comparación con la agricultura convencional; su crecimiento es innegable y esta tendencia, según diferentes fuentes, no muestra signos de retroceso se proyecta*

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

222 669 toneladas para el año 2011 (Tabla 3). Pese a que los precios son más altos en los países importadores europeos y asiáticos, **a veces los márgenes llegan a ser muy similares respecto de la agricultura convencional, debido a los menores rendimientos de la agricultura orgánica, y a sus mayores costos de producción.**

El Perú, posee **un millón de agricultores que con menos de tres hectáreas**, y otro medio millón de agricultores que posee entre 3 y 10 hectáreas (**El 70% de las tierras agrícolas se cultivan bajo secano**). Y **sólo el 40% de las unidades agropecuarias utilizan fertilizantes químicos, el 42% insecticidas** y el 17% semillas y plantones mejorados. **El 97% no tiene maquinaria agrícola. Sólo el 6% tiene crédito agrícola.** En estas condiciones una alternativa tecnológica que usa intensivamente y en forma eficiente los recursos locales tiene mucha más posibilidad de crecer y consolidarse (RAAA, 2007).

El INIA (2007) señala que el Perú cuenta con **273 741 hectáreas orgánicas**, que integra a 33 407 agricultores en su producción (Tabla 2). De esta **los cuatro principales cultivos orgánicos se siembran en 242 291 hectáreas (el 88% el total)**. La producción ecológica certificada está distribuida en 16 departamentos del Perú; asimismo, está concentrada casi exclusivamente en los pequeños productores y **orientados principalmente hacia el mercado exterior**, como lo comprueban diferentes estudios. Entre los principales cultivos del Perú bajo producción orgánica están la castaña es el producto de mayor producción, aunque este es considerado un producto orgánico de recolección es decir que el fruto es recolectado una vez maduro, debido a esto es que **se le considera al café como el principal producto orgánico de agroexportación del Perú** desde hace ya varios años (Figura 4).

Las exportaciones de los productos orgánicos para el año 2006 generó al Perú alrededor de 100 000 dólares, del cual **el 70% es café, 15% banano, 3% cacao, 2% mango y el resto (10%)** lo constituyen unos veinte productos, por otro lado, con respecto al **café, aproximadamente el 95% de la producción orgánica** es de este tipo de mercado. La RAAA (2007) hace una proyección del café, cacao, banano y mango hasta el año 2011 que se resume en la Figura 5. Actualmente en el Perú, **el mercado interno no sobrepasa los US\$ 600 000 dólares** (Sebastiani, 2007). Sin embargo, en la Tabla 3, el valor FOB total de los cuatro principales productos orgánicos del Perú del mismo año 2006 fue de **73.3**. El 12.2% del valor del consumo interno en exportaciones. En la misma Tabla 3, se hace una proyección del incremento del valor FOB para el año 2006 a **105.4 (un aumento del 69.5%)**.

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

ANÁLISIS AMBIENTAL CUANTITATIVO

Una de las pocas ONG's que ha tratado de modelizar el beneficio y/o perjuicio de la biotecnología agrícola ha sido *Celeres Ambiental* (Consultora Brasileña Céleres, 2010). Ella menciona que tres serían los beneficios directos de la biotecnología agrícola en el Mundo. Un primer beneficio sería el ahorro del agua (**Un ser humano debe consumir 120 litros/día**). Un segundo beneficio sería la disminución del consumo de combustible (**Un vehículo Diesel consume 1 litro para recorrer 10 Km**). Y el tercer beneficio derivado del segundo, es la reducción de la emisión de CO₂ (**que representa el 55% del total de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero**). Como consecuencia de la quema del combustible Diesel utilizado en la maquinaria agrícola (**una reducción de 270 400 toneladas de CO₂ equivale a la preservación de 2 000 000 de árboles del bosque**). Estos tres beneficios reafirman la importancia de la biotecnología como una herramienta para preservar los recursos naturales y mantener la calidad de vida. Un beneficio indirecto, lo constituye una reducción en los agroquímicos o pesticidas en general (Herbicidas, Insecticidas y Fungicidas). Así, por ejemplo el uso de algodón RI puede reducir entre **3.8 a 6.4% el volumen total de agroquímicos**. El algodón TH-RI puede llegar hasta un **12.4% del volumen total**. La Biotecnología Agrícola en Brasil le creó beneficios económicos, una parte sustancial del **63% fue por la reducción de los costos de producción**, y **el 18% fue como resultado del exceso de la producción** procedente de la adopción de la biotecnología. Este es un aspecto que ocurrió especialmente en el caso del **algodón** y el **maíz**.

Utilizando los datos desagregados en Excel de los cultivos de algodón y maíz propuestos también por *Celera Ambiental* para el caso del Perú. La ONG encontró en el Brasil que el algodón RI reduce los volúmenes de agroquímicos entre 3.8 y 6.4%. No los reduce al 50% o al 100% (Sin ningún agroquímico). Por lo tanto, los costos deberían reducirse en esa misma proporción. Para un algodón convencional (Ver Hoja de Excel de Algodón Tanguis en el Escenario 1) el costo por el uso de insecticidas es de S./ 307.65 (6.61%) y el de fungicidas fue de S./ 30.00 (0.64%). Ambos constituyen el 7.25% de los costos de producción. Si hipotéticamente se asume para la totalidad de la siembra de Algodón Tanguis RI (con tecnología media) un costo de insecticidas de cero, entonces existiría una **Ganancia Total equivalente a: S./ 14 478 624.30**, asumiéndose el resto de variables el mismo valor que un Algodón Tanguis no transgénico. Pero si es como menciona la investigación de *Celera Ambiental* el costo se reduciría para el Perú en el mismo caso a: **S./ 957 037.04** Pero ya se podría tener valores más reales, traslapando los porcentajes obtenidos en otras latitudes para diferentes cultivos. De esta forma se puede hacer las proyecciones con otros cultivos transgénicos cuyos datos en porcentaje pueden ser extrapolables a los datos económicos disponibles en el Perú que tanta controversia ha causado sobre los beneficios económicos del mismo.

Si tomamos en cuenta **el ahorro de agua, consumo de combustible y reducción de las emisiones de CO₂**. Como beneficios directos de la aplicación de la Biotecnología Moderna en el Perú. Por ejemplo, los costos por consumo de agua para una hectárea cultivo (Escenario 1) con tecnología media sería:

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

Tabla 12: Comparaciones de consumo de agua entre una tecnología media versus una tecnología alta en arroz cáscara (Elaborado por el autor).

Producción	Arroz cáscara (*)
Cultivo con Tecnología Media (x 0.8)	1 810 074 539 Kg
Consumo de agua (x 2300)	4 163 170 000 000 It
Número de personas (÷ 120)	34 693 083 333
Cultivo con Tecnología Alta (x 1.0)	2 016 858 270 Kg
Consumo de agua (x 2300)	4 638 770 000 000 It
Número de personas (÷ 120)	38 656 416 667

(*) Para producir un kilo de arroz se necesita 2 300 litros de agua.

(**) Un ser humano consume 120 litros/día.

Se puede ver que todo el consumo de agua requerido para el cultivo de todo el arroz nacional con una tecnología media convencional podría dar de beber a **34 693 083 333 personas por un día** o a 95 049 543 de seres humanos por un año (3 veces lo que consume la población del Perú). Y con una tecnología alta (un cultivo transgénico por ejemplo) podría dar de beber a **38 656 416 667 personas en un día**. O a 105 907 990 de personas por un año.

De la Tabla 7, se puede obtener la **Producción** en Kg (Productividad x Frontera Agrícola) del arroz total para varios cultivos y hacer la proyección real de consumo de agua real como el realizado para el caso del arroz.

Para el mismo caso del arroz, el Escenario 3 para el cultivo todo el arroz cáscara no convencional (Ver Hoja de Excel) el valor desagregado del costo por el uso de maquinaria representa el **17.16%**, lo cual proporciona un valor de S./ 301 890 286.00 por combustible Diesel para maquinaria. Para un cultivo transgénico de arroz el costo de producción es menor con alrededor del **10.87%**. Lo cual representa un valor en soles de S./ 240 907 044. Esto equivale a una reducción de costos totales de S./ 60 983 242 en petróleo Diesel. Es decir el equivalente a 23 051 665 litros en petróleo Diesel o lo que es lo mismo, el equivalente para hacer andar a casi 230 automóviles petroleros en su vida media (100 000 Km). Si un automóvil emite 2 184 toneladas de CO2 al día (Cálculo de emisiones de CO2 por desplazamientos por carretera, 2010). Entonces 230 automóviles emitirá el equivalente a **502 320 toneladas de CO2** que sería el ahorro real por la utilización de un cultivo de arroz transgénico de reducirse los costos de producción por el uso de maquinaria a la mitad con respecto al arroz convencional. Si 270 400 toneladas de CO2 equivale a preservar 2 000 000 de árboles. Por regla de tres simple **se estaría preservando 3 700 000 árboles**.

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

De la misma forma, se puede hacer los demás cálculos para otros cultivos ya mencionados en este estudio.

ANÁLISIS AMBIENTAL CUALITATIVO

Crecimiento Población y Cambio climático. Problemática y Pertinencia de los cultivos biotecnológicos en el Perú.

Del primer Producto desarrollado se planteó que el Mundo cuenta hoy con casi 800 millones de habitantes malnutridos o con hambre. **La demanda de cereales crece al 2.4% anual y el stock de cereales están en su punto más bajo en muchas décadas.** En el año 2008 por ejemplo, el precio del trigo se duplicó por la crisis económica y problemas ambientales.

Cuarenta años o menos para hacer frente a la crisis alimentaria es muy poco tiempo según los entendidos. Si se toma en cuenta que no existen suficientes reservas de tierras, salvo que se destruyan más bosques o se creen nuevas irrigaciones de zonas habitualmente no destinadas a la agricultura; que son costosas de implementar y no existen reservas de agua adecuadas en las zonas áridas. La tecnología genética convencional caracterizada mayormente por la selección y el cruzamiento tiene sus límites temporales sujetos al mediano y largo plazo para obtener resultados. La población peruana está aumentando **unos 3 a 4 millones de peruanos cada diez años en promedio.** Si asumimos que en el año 2010, Perú tenía casi 29 millones de habitantes. Para el año 2050, habrá más de 43 millones de habitantes. En otras palabras 14 millones de personas más que alimentar. Y esta población mayormente aumentará en la Costa y la Selva y en menor cantidad en la Sierra. En definitiva, habrá que aumentar en más de un ochenta por ciento la producción de alimento nacional para que sea sostenible en el tiempo este crecimiento demográfico y a la vez preservar la biodiversidad del planeta.

Ante la posibilidad de afrontar esta situación con la biotecnología moderna algunos científicos han elaborado una **Ecuación del Paradigma Tecnológico** que es igual a multiplicar = **Genotipo x Ambiente x Manejo del cultivo x Política agraria x Instituciones x Usuario.** Con el fin de abaratar costos de producción y aumentar la productividad en aras de la seguridad alimenticia. Es así, que si actualmente una hectárea alimenta a 0.7 personas en el Mundo, para el año 2050, la misma hectárea deberá alimentar a 1 persona.

Actualmente “existe un amplio consenso” acerca de que el cambio climático ya es un desafío mayor y que, probablemente, **se producirá más rápido de lo que se esperaba hace algunos años.** Junto con él vendrá una **reducción de la seguridad alimentaria** se decir menos comida para alimentar a la población, una **disponibilidad de agua dulce menos previsible y efectos adversos para la salud.** El cambio climático pone en peligro el desarrollo y aumenta la carga que soportan las personas más pobres del mundo. Por eso, **“la adaptación al cambio climático requiere considerables recursos adicionales a los que se necesitan actualmente”.** Resumiendo, el futuro mediano se tendrá que

afrontar **más crecimiento poblacional, menos alimento en calidad y cantidad, más escases de agua y deterioro del medioambiente y la salud.**

El efecto invernadero o calentamiento de la atmósfera por la acumulación de gases emitidos por las actividades industriales (denominadas en conjunto Gases de Efecto Invernadero o por las siglas GEI). Como el gas anhídrido carbónico producido principalmente por la utilización de los combustibles fósiles, la quema y la tala de la cobertura vegetal del planeta. Y las actividades agropecuarias y el cultivo de arroz de bajo riego y leguminosas que utilizan derivados del uso de fertilizantes que producen adicionalmente gas metano y óxido nitroso. Además, **las divisiones estacionarias se han reducido, el otoño y la primavera han casi desaparecido con el paso de los años.** Los veranos son cada vez más largos o cortos, pero siempre muy calurosos. Y los inviernos más intensos y fríos. Ahora todo constituye cambios bruscos de temperaturas y no en forma escalonada. Curiosamente, para Latinoamérica –incluido el Perú–, el principal problema con los GEI no deriva de la emisión directa de metano y/o óxido nitroso sino de **la deforestación y el cambio de uso del suelo para dar paso a la expansión de cultivos nuevos como los cultivos transgénicos y pastos para alimentar la creciente ganadería.** Se estima que en el año 2010 se habrá deforestado casi 18 millones de hectáreas sólo en América del Sur (equivalente a casi la tercera parte del Departamento de Loreto del Perú). Produciendo alteraciones en el clima o “microclima” a nivel local y regional junto con la pérdida de biodiversidad.

Los científicos Barrett y Odum, concuerdan de que durante las últimas décadas **“los equilibrios mundiales están comenzando a perturbarse y a modificarse”**. Además afirman que éstos cambios no son de carácter natural, sino producto de las actividades humanas los cuales se han empezado a evidenciar con el aumento del nivel del mar, el retroceso de los hielos polares y glaciares y fenómenos climáticos extremos como tormentas, olas de calor e inundaciones intensas, que significan la **aparición de nuevas plagas, menor rendimiento en los cultivos, pérdida de la biodiversidad y de los ecosistemas, y mayor incidencia de enfermedades existentes o nuevas.** Así por ejemplo, entre los años 1997-98 y **significó económicamente una pérdida de casi el 4.5 % del PBI nacional para el país.** Aunado a esto el nivel de los océanos mundiales han ido aumentando a razón de 3.1 milímetros por año. Produciendo **el deshielo de los glaciares de montaña en la Sierra peruana** y el incremento del mar empezaría a **“salinizar” las fuentes de agua dulce subterránea principalmente de las zonas costeras áridas del Perú.**

En América Latina, el aumento de temperaturas podría llegar hasta los 1.8 o 4°C para finales del siglo XXI. **Se estima que el calentamiento será más severo en las zonas tropicales donde se encuentra el Perú.** A pesar que Perú sólo produce el 0.4% del GEI, **la predicción de presencia y/o ausencia de lluvias será muy incierta en el territorio.** Podría disminuir hasta en un **40%** en algunas áreas o aumentar un **10%** más de lo habitual. Un efecto que ha empezado a observarse en el Perú es el **adelanto estacional de la primavera seguida del verano muy caluroso.** La falta de agua en algunas zonas del

Perú sobretodo en las zonas de ladera de montaña **provocaría que se desplacen hacia mayores alturas la flora y la fauna de los ecosistemas terrestres en busca de una menor temperatura y hacia las fuentes de agua que se almacenaran en lagunas producidas por el deshielo de los glaciares.**

Llosa y Pajares (2008) mencionan que **la velocidad y progresividad del cambio climático global** ponen a prueba la tecnología y la organización social como parte de las estrategias para adaptarse espontáneamente, tal como lo han hecho a lo largo de su historia. De ello se deriva la necesidad de tener acceso a innovaciones tecnológicas apropiadas de origen moderno (quizás como la que propone la biotecnología de los OGM), pero “como complemento de las tecnologías tradicionales”. Un paradigma que debe ser dejado atrás en lo que respecta al cambio climático global, es el relativo a que la magnitud del problema es tal que se requiere del desarrollo de nueva tecnología. Es necesario “**combinar nuevas tecnologías con las estrategias sociotecnológicas de adaptación que han sido desarrolladas a lo largo de milenios**”. Aunque no sepamos cuál va a ser la temperatura final, el porcentaje de cambio en la precipitación o el cambio en la oferta hídrica, sabemos con bastante certeza la dirección del cambio, por lo que estimamos fundamental **desarrollar estrategias de adaptación planificada.**

El Perú es el tercer país más vulnerable ante el cambio climático después de Honduras y Bangladesh. A futuro, cinco van a ser las causas climatológicas que más lo afectaran al país. La primera, es un **aumento en la intensidad y frecuencia de El Niño** (los años 1997-98 dejaron US\$ 3 500 millones en pérdidas) y que se caracteriza por el gran **incremento de lluvias en la Costa Norte**. La segunda, será **frecuentes periodos de sequía en la sierra peruana por la fuerte variabilidad de los ciclos de lluvias aumentando los años secos** (La Sierra peruana posee 2 millones 834 mil hectáreas de zonas agrícolas). La tercera será **el retroceso de los glaciares**, que proveen de agua a las cuencas hidrográficas de la Costa peruana. Muchas veces se pasa por alto el hecho de que el Perú es un país tropical con glaciares. La cuarta son **las modificaciones geográficas y temporales del régimen de precipitaciones y temperaturas**. Esta sería una de las consecuencias poco conocidas y estudiadas del cambio climático en el Perú según los entendidos. Y la quinta, **el incremento del nivel del mar que puede conducir a la inundación de las zonas más bajas de la costa peruana y la penetración de agua salada en la napa freática costera.**

Benjamín Morales (1999), realizó un estudio muy particular en el Valle de Cañete, ubicado a 140 km al sur de Lima. Donde demostró que **un aumento en la temperatura, llevó a un aumento del 45% en la ocurrencia de plagas** para el período 1996-1997 y un aumento del 34% para el período 1996-1998. Esto **condujo a una disminución en el rendimiento del cultivo del 57%** para el período 1996-1998. La pérdida de la producción para los cultivos más importantes fueron: **56% para la papa, 50% para el algodón y 46% para el maíz**. El daño total a causa del efecto de El Niño se concentró en el sector agrícola equivalente a US \$ 613 millones. En otros términos, **habrá más presencia de plagas oportunistas como insectos y malezas que producirán enfermedades**. El excedente de agua en algunas zonas favorecerá a muchos cultivos siempre y cuando no

sean excesivas que produzcan inundación y anegamiento que perjudiquen a la producción agrícola y agropecuaria. **Se acortaran los ciclos de crecimiento de los cultivos de verano por el incremento de la temperatura por lo que se acortará el periodo de cosecha. Este periodo se reduciría de tener casi 11 meses a ser de 8 meses de duración en promedio.** Las papas nativas y otros cultivos también nativos serían los más afectados al variarse su ciclo de siembra y cosecha. **Se tendría que recurrir a otros cultivos mejorados con semillas de rápido crecimiento.** Las zonas más altas serían las primeras en tener que soportar periodos de sequías que harían desaparecer sus pastos naturales. Por lo que, para sostener a la ganadería local; la zona medianamente más alta **tendría que cultivarse forrajes resistentes** (avena y otros pastos) **al “estrés hídrico”**. Además, el aumento del **dióxido de carbono aumentará los rendimientos agrícolas de algunos cultivos como los pastos.**

Pero no todo es catastrófico para algunos cultivos con el calentamiento global. El ISA menciona en su informe económico que de **mantenerse las altas temperaturas nocturnas en la costa** (muy similares a las ocurridas en el otoño del año 2008), **favorecería el crecimiento y desarrollo de cultivos como el arroz y caña de azúcar.** Un incremento de 2°C en la **temperatura reducirían los rendimientos de cultivos como el arroz, el frijol y la papa, más aún si se produce adicionalmente un estrés hídrico.** Sin embargo, para la **papa una mayor concentración de dióxido de carbono podría beneficiarlo en vez de perjudicarlo.** De la misma forma, se podría beneficiar al cultivo del Café y otros cultivos. Lo más negativo en el caso de la costa norte sería **el riesgo de temperaturas por encima de la normal podría incrementar la incidencia de plagas y enfermedades.** En Piura, de mantenerse estas altas temperaturas, **la floración se vería afectada, especialmente del mango.** Y la **persistencia de lluvias en parte de la Sierra, podría afectar las cosechas de algunos cultivos, principalmente los cereales.**

Un aspecto de vital interés nacional es que la Sierra peruana posee la mayor agrobiodiversidad de cultivos nativos junto con sus parientes silvestres. La cual garantizará la seguridad y suficiencia alimentaria de amplios grupos humanos peruanos y no peruanos a futuro ante el cambio climático que se avecina. Basados principalmente en **la creación de estilos de gestión de la agricultura, y mediante la domesticación y el manejo de una diversidad de cultivos, manejo de nutrientes y agua, aumento de la productividad y la introducción de especies en condiciones geográficas y ecológicas muy heterogéneas para afrontar cambios climáticos extremos.** Ante un cambio o variación del medio ambiente los seres vivos pueden optar por migrar o variar más que el medio ambiente utilizando su plasticidad genética (Mario Tapia).

Si nos preguntamos: **¿Qué cultivos vegetales sostienen al hombre?** Nos reduciríamos a algunos vegetales principalmente cereales como **el trigo, arroz y el maíz** principalmente. Estos podrían reducirse hasta en un 30% en su productividad –para el Perú entre el 12 al 50%-poniendo a la humanidad en una potencial “crisis alimentaria” cercana al año 2040. Los más optimistas estiman que las reducciones **serán cercanas al 10% y que pueden ser fácilmente superadas por mecanismos de adaptación o**

aplicaciones biotecnológicas. Pero los más pesimistas consideran que en algunas regiones, donde se esperan disminuciones cercanas al 100%, **no quedará más opción que mudar toda la producción agrícola hacia zonas más aptas. Es decir, zonas agrícolas conocidas hoy en día desaparecerán en el futuro y aparecerán otras nuevas.** Llosa & Pajares (2008) han identificado ocho cultivos que contribuyen a la seguridad alimentaria en las principales regiones del Perú. Estos son: **papa, yuca, quinua, maíz, maca, frijol, camote y cañihua.**

Las reflexiones biotecnológicas del Doctor Agustín De Jesús López Herrera, que es un experto en Biotecnología y de gran experiencia como Investigador en Maíz y Sorgo en el Centro de Investigaciones Agrícolas de la Universidad Autónoma Chapingo en México debemos tomar en cuenta para el caso del Perú. Él menciona que la biotecnología moderna tiene muchas ventajas potenciales y puede resolver una gran cantidad de situaciones pero acota enfáticamente que es muy costosa porque implica poner mucho dinero. Dice que tenemos que pensar: *¿Cuánto nos cuesta hacer un transgénico? Los promedios van desde 25 a 100 millones de dólares ¿Los tenemos? Se debe evaluar cuidadosamente ¿Qué tanto podemos financiar nuestra biotecnología? Necesitamos saber ¿Qué aspectos nos conviene analizar antes de impulsar ciertos estudios o cierta investigación relativa con productos biotecnológicos?* Porque nuestros países no tienen dinero para poderse equivocar. Pone de ejemplo que en su propio país, se les “regaló dos genes”, para incorporarlos a la papa. Se incorporaron, se obtuvieron los resultados y después, nadie los quiso, ni las compañías, ni los pequeños productores. Un fracaso rotundo.

La Agricultura Orgánica en el Perú

El Perú es el primer productor de café orgánico, el segundo de cacao, y el quinto de banano; siendo los mercados más importantes para dichos productos: Europa, que concentra el 60.5%, seguido de Estados Unidos con 35.5% y Asia con 3%. El principal producto orgánico de exportación del Perú es el **Café** (64.92% de la producción total). Al café le siguen en importancia, el **Banano** (26.32%), el **Cacao** (3.82%) y la **Nuez del Brasil** (1.35). La oferta agroexportable de productos orgánicos peruanos se ha ampliado a otros cultivos como el mango, el camu camu, las castañas, la quinua, la kiwicha, el ajonjolí, la maca, el maíz morado, el yacón, el algodón, la panela, el palmito, las hierbas aromáticas, entre otros. Se estima que los sistemas de producción orgánica en el Perú han permitido generar más de 46 000 puestos de trabajo en 22 Departamentos. Se estima que al término del año 2009, **las exportaciones totales de productos orgánicos llegaron a los US\$ 225 millones, un incremento de 13% en comparación con el 2008, registrándose un aumento en nivel en envíos de banano (21%), cacao (10%), algodón (4%) y mango (1%).**

Sin embargo, el **mercado mundial de productos orgánicos es de 1 a 2% del total de los alimentos.** La producción orgánica peruana durante el año 2007, se desarrolló en 316

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

000 hectáreas. Un hecho interesante es que los rendimientos por ejemplo del café orgánico en el Perú es de casi **10 quintales/hectárea**. Una hectárea de café bien fertilizada y protegida con pesticidas químicos puede rendir hasta **100 quintales/hectárea**. **¿Cómo gana dinero el caficultor entonces?** La respuesta es por el precio que le pagan por el quintal de producto orgánico. Otro aspecto a tomarse en cuenta, es **que el 95% de la producción orgánica peruana se exporta**. El 5% restante se destina a mercados selectos mayormente pudientes, que pueden pagar **el 20 a 30% más del valor adicional que un producto convencional**. En otras palabras el grueso de la población peruana casi nunca probará un cultivo orgánico a pesar que genere divisas aún le es inalcanzable a la mayoría de peruanos. ¿Qué tipo de abono se utiliza en los cultivos orgánicos como fuente de nitrógeno? Se usa abono natural procedente de las islas guaneras que están al límite de su utilización u otras fuentes que incrementan sus costos de producción. Los cultivos convencionales utilizan fertilizantes químicos como fuente de nitrógeno y pesticidas en general que se contraponen con los cultivos orgánicos.

Los principales cultivos no nativos que tiene el Perú son: Arroz, Caña de azúcar, Algodón Tangüis (nativizado pero de origen egipcio) y Pima, Maíz amarillo duro, Café, Espárrago, Paprika, Mango, Palto, Hortalizas varias, Alfalfa, Olivo, Vid, Cítricos varios, Trigo, Cebada, Avena, Habas, Frijol castilla y Palma africana. De esos **el café y algodón compiten fuertemente con los cultivos convencionales**. Es notorio que en la gran mayoría de cultivos sembrados por el Perú muchos de ellos son de tipo convencional donde la biotecnología moderna quiere utilizar y producir cultivos transgénicos.

Del total de pesticidas utilizados a nivel mundial, **el 50% corresponde a los herbicidas, el 30% a insecticidas, y el 20% restante a fungicidas y otros**.

Cultivos transgénicos con Resistencia a Insectos (*Bacillus thuringiensis* o *Bt*)

En la agricultura, los OGM's están siendo utilizados por los investigadores **para producir plantas resistentes a los insectos como una alternativa a los pesticidas químicos mediante el uso de genes que pertenecen a bacterias del suelo como es el caso del famoso *Bacillus thuringiensis* (Bt)**.

La proteína transgénica bacteriana Bt se produce naturalmente en la bacteria. Primero como una "protoxina" que es una proteína de 129.8 KiloDalton (kDn) de tamaño. Luego, es cortada a un tamaño de 68.7 kDn para convertirse en una toxina bacteriana "mata insecto" que hace resistente a un cultivo transgénico en contraste con uno no transgénico o no natural que no lo posee. Cuando un insecto ingiere la toxina bacteriana en la naturaleza. Lo que normalmente sucede es que en su aparato digestivo la enzima tripsina digestiva la transforma en una proteína de 55kDn. Reduciendo su toxicidad natural y evitando la intoxicación del insecto. La ingeniería genética lo que ha hecho, es evitar la

acción de la tripsina digestiva, sustituyendo el aminoácido arginina por el aminoácido lisina en la proteína. Esta sustitución de un aminoácido por otro no permite que la tripsina del insecto actúe haciéndola tóxica y finalmente matándolo. En otras palabras, la ingeniería genética no sólo ha introducido un transgén de bacteria que produce una proteína tóxica. Sino que adicionalmente le ha cambiado “en algo” la secuencia del transgén para lograr el efecto descrito líneas arriba. Esta última modificación genética de la secuencia de la proteína bacteriana, le quitaría algo de validez al concepto a favor de los transgénicos, de que se estaría insertando en el maíz “una proteína 100% natural” que ya existía en el medioambiente. E incluso se esgrime como argumento adicional, que los mismos agricultores poseen una larga historia agrícola del uso seguro de “sprays” o aerosoles con la proteína de la bacteria Bt para combatir insectos plaga. Eso sería cierto, siempre y cuando no se hubiera modificado la secuencia del gen natural. Este proteína sería a lo menos “**algo nuevo y que no existe en la naturaleza**”. Eso es un hecho evidente que los científicos no deberían pasar por alto.

Una de las variantes de ésta proteína bacteriana, es la proteína Cry9Ca1. La cual se ha incorporado a una variedad de maíz que tiene el nombre comercial Starlink® (Aventis CropScience). Starlink® y otros cultivos transgénicos, han adquirido así propiedades insecticidas. Sin embargo, cabe señalar que la primera variedad de maíz Bt que se comercializó en los Estados Unidos se basó en Cry1Ab y se aprobó para el consumo humano en el año 1995. En el año 2001, la toxina Cry1Ac fue aprobado como un ingrediente activo de maíz transgénico destinado al consumo humano. Para el maíz Starlink® la situación fue diferente, pues sólo fue aprobada como alimento para animales pero no para el consumo humano.

La EPA de USA empezó a realizar ensayos de toxicidad encontrándose con el primer problema de que la concentración de la **proteína Cry9C** en la planta de maíz Starlink® es menor que la reportada en las bacterias y la extracción es más difícil. Lo que hizo problemático el obtener cantidades suficientes de la proteína para pruebas de toxicidad. A pesar de este primer inconveniente los ensayos realizados concluyeron que no había biológicamente diferencias relevantes entre la Cry9C de la planta y la Cry9C microbiana. Sin embargo, posteriormente de los datos obtenidos para la evaluación de la alergenicidad. Quedaba la duda de que la Cry9C podría ser posiblemente “**glicosilada**” (adición de largas cadenas de azúcares con un gran poder alérgico que sólo lo realizan células no bacterianas) en las plantas, pero no en las bacterias. Lo cual podría denotar una potencial alergenicidad pasada por alto. Más tarde, se reconoció que Cry9C puede ser glicosilada en las plantas de maíz, y asentando lo que muchos creían. Que la glicosilación es una “*característica subestimada*” de muchos alimentos transgénicos alérgenos. Es incuestionable que las características bioquímicas del Cry9C han creado desafíos para la EPA de EE.UU. en la aplicación de los “principios de evaluación de la alergenicidad” que se habían estado utilizando para apoyar la seguridad de otras proteínas pesticidas. La digestibilidad *in vitro* demostró que Cry9C es estable durante 4 horas cuando se expone a la digestión con enzimas. La proteína también demostró ser termoestable al calor durante 10 minutos a 90°C. Por lo tanto, se concluyó que Cry9C es probable que sobreviva el procesamiento y la digestión y, en consecuencia, **tener el potencial para interactuar con el sistema inmunológico.**

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

En resumen, este nuevo conjunto de datos con el maíz Starlink® provocaron que la EPA ajuste sus protocolos evaluación de riesgos refinando sus métodos. Con la base en estos criterios, se llegó a la conclusión de que **Cry9C poseía un riesgo medio de ser un alérgeno**. Aunque, difícil de cuantificar su potencial de alergenicidad. **Este parece ser superior a la de otras proteínas Cry**. Es así que quedo evidenciado que la evaluación a la exposición a los alérgenos alimentarios es particularmente difícil, pues da resultados ambivalentes. En la primera fase, el sistema inmunológico se encuentra con el alérgeno y se vuelve capaz de responder a ella (sensibilización). Más tarde, el sistema inmunológico sensibilizado se encuentra otra vez con el alérgeno y se dispara. La dosis y la frecuencia de exposición necesarios para cada proceso no son fáciles de determinar, aunque parece que la sensibilización puede requerir dosis más altas para disparar el sistema inmunológico de la segunda parte.

Finalmente, uno de los principales impactos del episodio del maíz Starlink® ha sido la de *elevar el nivel de conciencia del público* estadounidense acerca de la presencia de organismos modificados genéticamente en los alimentos y su potencial repercusión en la salud humana o animal.

El Bt mata aquellos insectos de las familias de los **Lepidópteros, Coleópteros y Dípteros**. Comercialmente, existe la proteína Bt encontrada en híbridos ATTRIBUTE® protegidos contra insectos solo mata a insectos lepidopteros que naturalmente comen plantas o polen de maíz; no produce efectos adversos en otros tipos de insectos ni especies de insectos. La proteína Bt es más enfocado que otros tipos de control de insectos, así que insectos beneficiosos como mariquitas y los bichos asesinos prosperan en campos de maíz dulce. (Tomado de: http://www.rogersadvantage.com/spanish/products/corn_Bugsout.asp).

Los principales opositores a éstos OGM's verdes manifiestan el hecho de que el Bt **"carece de la suficiente especificidad para discernir entre insectos perjudiciales de los insectos beneficiosos"**. Barriendo de un solo "soplido" a ambos. Algo así como el uso exagerado de los antibióticos, que puede destruir indiscriminadamente la flora bacteriana normal del aparato digestivo de un organismo. Y peor aún beneficiar a otros microorganismos oportunistas. Afectando posteriormente de otras enfermedades peores que las que quiso combatir.

El CIP que anunció en el 2002 la producción de una **papa transgénica desarrollada específicamente para resistir el ataque de la polilla de la papa**. La polilla de la papa es una de las más graves plagas de insectos que atacan al cultivo alrededor del mundo. El CIP ha asegurado que no existiría ningún peligro debido a que la variedad de papa utilizada producía polen totalmente estéril. Sin embargo, **algunos expertos aseguran**

que la parte femenina de la misma no es estéril y que podrían producirse híbridos con las variedades nativas poniendo en peligro la biodiversidad de los cultivos.

En algunos casos, los cultivos de maíz Bt también han generado beneficios ambientales significativos. Desde que el maíz Bt fue introducido por primera vez en los Estados Unidos en el año 1996, el volumen promedio de uso de insecticidas ha disminuido en 1 millón de kilogramos (ingrediente activo) lo que representa un 11% del total. En Canadá se tienen reducciones parecidas. En España, el uso de insecticidas ha disminuido en un 32% desde 1998. En algunos países como Argentina, donde tradicionalmente se utilizan muy escasamente los insecticidas en la producción de maíz, la reducción de insecticidas fue pequeña pero el beneficio por adopción del maíz Bt se observa en el incremento del rendimiento debido a un mejor control de los insectos. **En el conjunto de países que sembraron maíz Bt durante 2004, el resultado neto fue de una reducción del 10% en el volumen de insecticidas utilizado (1.2 millones de Kg) y una reducción del 11% en el impacto ambiental.**

Cultivos transgénicos con Tolerancia a Herbicidas

Son un grupo de plantas OGM's que están constituidas por **plantas resistentes a los herbicidas utilizados para matar malezas de todo tipo**; pero menos a éstas plantas modificadas genéticamente. **El Glifosato, el Glufosinato de Amonio, el Bromoxinil y la Imidazolinona** son los herbicidas más conocidos y utilizados comercialmente en las plantaciones a nivel mundial.

Como actúan estos cuatro herbicidas:

Glifosato

Es un herbicida bastante utilizado, y controla un gran número de especies de malas hierbas, especialmente perennes. Se trasloca tanto por el xilema como por el floema, y se distribuye con rapidez por toda la planta. Provoca interrupción del crecimiento, clorosis y necrosis. Probablemente, **inhibe la síntesis de aminoácidos aromáticos, e interfiere en otros procesos metabólicos vegetales. No muestra actividad en el suelo a dosis comerciales donde se inactiva y en animales puede ser degradado**, por lo que medioambientalmente tiene muy buen comportamiento.

Glufosinato de Amonio

Es un herbicida recientemente desarrollado, que puede translocarse ligeramente dentro de la hoja, no fuera de ella. Inhibe la glutaminosintetasa, lo que **provoca la acumulación de amoniaco en las plantas hasta un nivel tóxico. No tiene efectos residuales.**

Imidazolinona

Son herbicidas de desarrollo muy frecuente, derivados del imidazolin. Afectan a gramíneas y dicotiledóneas, aunque la susceptibilidad varía notablemente en las distintas especies. Cuando se aplican en preemergencia, las malas hierbas pueden brotar, pero no sobreviven mucho. Se producen necrosis en los meristemos apicales y parada del crecimiento. Si se

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

aplican en postemergencia la muerte puede tardar 1-2 meses; en gramíneas es típica la coloración púrpura del nervio central, que luego se extiende al resto de la hoja. Las imidazolinonas inhiben la enzima AHAS (acetohidroxiácido sintetasa o acetolactato sintetasa), que cataliza la formación de varios aminoácidos (valina, leucina e isoleucina).

Bromoxinil

Herbicida no translocable que actúan selectivamente sobre determinadas especies. Inhibe el fotosistema II y a veces la respiración. También se emplea contra malas hierbas de hoja ancha en diversos cultivos.

El uso de herbicidas es parte del paquete tecnológico de la revolución verde. **Esta se basa en el uso intensivo de maquinarias y agroquímicos para obtener una alta productividad de un monocultivo practicado a gran escala y por tanto vulnerable al ataque de plagas de plantas, insectos, nemátodos, hongos y otros.** El **producto más utilizado dentro de los agroquímicos, son los herbicidas.** En los Estados Unidos por ejemplo, sus ventas **representan casi tres cuartas partes del total**, y los cultivos mas demandantes son el maíz, la soya y el algodón. El primero de ellos, es el que más insume herbicidas a nivel mundial, seguido de la soya, en tanto que **el algodón es el cultivo que mas demandan herbicidas por unidad de superficie cultivada.** La posibilidad de modificar genéticamente plantas para dotarlas de resistencia a herbicidas ya existentes, ha abierto un nuevo campo para el manejo y control de malezas, ya que simplifica las tareas del agricultor, abriendo a las grandes empresas del ramo, las puertas al mercado de las semillas modificadas y los agroquímicos específicos asociados. En la actualidad, los herbicidas para los cuales se han desarrollados transgénicos con tolerancia, son principalmente el glifosato y el glufosinato. **Ambos productos permiten la práctica de la siembra directa, es decir, sin practicar labores mecánicas para el control de las malezas.** Con los transgénicos tolerantes a herbicidas, el control de las malezas descansa en el principalmente en el herbicida para el cual dicho transgénico posee tolerancia. **Se trata de herbicidas de espectro amplio y rápida degradación, que reemplazan a varios productos químicos utilizados para el control convencional de malezas por medios mecánico y químicos.** Los beneficios logrados con ello son varios; **menores costos por reducción del uso de herbicidas (aunque se tiene que agregar le herbicida), menor requerimiento de maquinaria y equipos, y la reducción de las necesidades de mano de obra.** Adicionalmente **hay una menor descarga de productos químicos al medio ambiente y la eliminación de las labores mecánicas en el suelo, reduce los procesos erosivos.**

El principal problema de las malezas ante un cultivo transgénico es que podría desarrollarse con el tiempo **“supermalezas resistentes a los herbicidas”** y destruir campos agrícolas descontroladamente o tener que recurrir a más dosis de herbicidas que incrementarían su toxicidad y costos de producción a la agricultura en lugar de ganancias económicas.

En el mundo, existe problemas de en 16 malezas resistentes al Glifosato, luego de 25 años de uso. Respecto a resistencia a Glifosato en USA, el primer reporte fue *Conyza canadiensis* en 2000 y en el año 2003 en *Conyza bonariensis*.

En los Estados Unidos y Canadá el principal beneficio del maíz tolerante a herbicida ha sido la **reducción en los costos de producción como resultado de la disminución en el costo del control de la maleza (menos mano de obra y maquinari)**. Esto ha permitido aumentar de manera significativa el beneficio económico de los agricultores entre \$21 a \$45 dólares por hectárea. En términos globales, el maíz tolerante a los herbicidas generó un importante aumento en los ingresos. Además de los beneficios económicos para los productores, también se han generado significativos beneficios ambientales asociados con el cultivo del maíz tolerante a herbicida. Los agricultores que plantan maíz tolerante a herbicida emplean un programa para el control de maleza diferente al utilizado por los agricultores que siembran maíz convencional. **Los cambios en tipo de herbicidas y dosis requeridas han dado como resultado una reducción total en el volumen de herbicidas que se utilizan en el maíz tolerante a herbicida en comparación con el maíz que no es tolerante a los herbicidas.** Del mismo modo, ha habido **una reducción total del impacto ambiental que se asocia con el uso de herbicida en los cultivos de maíz tolerante a herbicida.**

En el año 2009 los casos de malezas resistentes a Glifosato reportadas oficialmente son los siguientes:

- *Amaranthus palmeri* y *A. rudis*.
- *Conyza canadienses* y *C. bonariensis*.
- *Ambrosia trifida* y *A. artemisiifolia*.
- *Lolium multiflorum* y *L. rigidum*.
- *Sorghum halepensis*.

También existen sospechas de especies de *Chenopodium* (quinoa) e *Ipomoeas* (bejuco) resistentes a Glifosato, que podrían oficializarse en el corto plazo. Los problemas más serios hoy, en cuanto a su difusión son: *Conyza* y *Amaranthus*.

Respecto a *Conyza*, lo que llama la atención es su cambio de hábito; anteriormente se comportaba como una maleza otoño-invernal, a diferencia de hoy, que se la puede ver prácticamente todo el año, con un importante flujo de nacimientos también en primavera. De esta manera, pasó de ser una maleza presente en barbechos o en trigo, a ser una maleza que también compite con la soja y muy difícil de controlar en post-emergencia de este cultivo.

Hay productores que **han gastado más de 100 U\$/Ha para controlar malezas en Soya TH cuando antes solo gastaban 12 U\$/Ha** (South Illinois University).

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

De las 30 millones de hectárea de soya de USA, el 92 % es RR y alrededor del 30 % es en siembra directa. **El uso de herbicidas pre-emergentes en soya, ha crecido exponencialmente en los últimos 5 años, de la mano de la difusión de malezas resistentes a Glifosato.**

Hubo casos donde productores decidieron abandonar lotes con más de 10 años de siembra directa porque no podían manejar el problema de malezas resistentes. En el Brasil ya existen algunas especies de malezas resistentes a Glycinas como *Conyza*, *Lolium*, *Euphorbia* y *Digitaria*. En nuestro país, ya tenemos algunos casos de resistencia como *Amaranthus quitensis* a inhibidores de ALS, *Sorghum halepensis* resistente a Glifosato y cerca de oficializarse *Lolium multiflorum* resistente a Glifosato también. Por otro lado, el problema de malezas tolerantes a Glifosato, también está creciendo año a año (*Commelina*, *Viola*, *Conyza*, *Parietaria*, etc)

Otros cultivos transgénicos pertinentes

A parte de los cultivos transgénicos TH y RI existe un grupo de cultivos transgénicos la mayoría todavía en invernadero o ensayos de campo **con cualidades agronómicas** que podrían ser muy beneficiosos para la agricultura peruana. Es así, que se está desarrollando plantas resistentes a virus, como es el caso del “virus de la mancha anillada de la papaya”, a hongos como el Tizón Tardío de la papa (*Phytophthora infestans*), a la bacteria de la podredumbre (*Erwinia carotovora*) que afecta a muchos cultivos después de ser cosechados. Y el caso de resistencia parasitaria de la berenjena contra el nemátodo (*Meloidogyne incognita*).

El otro grupo de cultivos GM están asociados al **control del metabolismo** para obtener un producto específico sea un azúcar específico (convertir la fructosa y glucosa en sacarosa), lípido, proteína (Alto contenido en lisina) u otro producto como el etanol (biocombustible), precursores nutricionales como el Betacaroteno para dar Vitamina A para combatir la ceguera en niños principalmente (“Arroz dorado”). U otros “eventos” – como también se les ha denominado-, para controlar la floración y la maduración del fruto haciéndolos menos perecibles en el escaparate de venta (caso el tomate). Para la descontaminación de campos contaminados con diversos xenobióticos. Para producir plásticos biodegradables o para la obtención de nuevos colores como el azul en las flores del clavel, rosa y tulipán por mencionar algunos. Un enfoque más atrevido sería el poder introducir los genes – no creemos que sólo sea uno- que estén asociados a la producción de ácido ascórbico del camu camu. Que es una planta selvática difícil de cultivar, pero que en otra planta, tal vez un cítrico. La obtención de cisgénicos es una buena alternativa. Por ejemplo, en el caso del tomate u otros cultivos. La duplicación de un gen suprime la actividad enzimática por la inserción de un doble gen en el mismo tomate, y esto hace que tenga una vida mucho más larga en el escaparate. Otros caso estarían enfocados a los genes de la regulación del tiempo de floración en mangos y paltas. Donde la sobreproducción “tira abajo” los precios de los mismos. Si se controla los “genes

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

disparadores de floración” se ampliaría la ventana de oferta fuera de estación y se podría colocar en mercados más distantes.

El mayor impacto ambiental de la ganadería es la producción de gas metano que incrementa el efecto invernadero. Se está desarrollando un tipo de trébol forrajero transgénico que haría que el ganado al comerlo produzca menos metano al ambiente.

Según los entendidos en la materia las enfermedades de las plantas causan la pérdida de aproximadamente el 15% de la producción agrícola mundial. En particular, las infecciones virales producen perjuicios económicos significativos por la disminución del rendimiento y en forma indirecta incrementa los costos debido a la necesidad de producción de semilla libre de virus (sea por propagación clonal, mejoramiento genético, rotación de cultivos o la protección cruzada) que es impuesta por las exigentes condiciones fitosanitarias internacionales. Para el Perú existe para casi todo cultivo uno o varios virus patógenos que producen pérdidas económicas significativas. A partir de ahí se ha aplicado esta metodología obtener diferentes plantas resistentes a diferentes virus conocidos en cultivos también peruanos como son: **los virus PVY y PVX en la papa, TMV en el ají, PRSV en papaya, CLCV en el algodón, RDV en el arroz, BTV en la banana, SPFMV en el camote, SCMV en la caña de azúcar, MSV en el maíz, CMV en el zapallo, CMV en el melón y el tomate, PStV en el maní, TuMV en el repollo, ZYMV en el pepino, y BYDV en el trigo.**

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

Potenciales consecuencias de la liberación de otros cultivos transgénicos en el Perú.

Para los más susceptibles, un aspecto gravitante con un organismo vivo es que se reproduce. Mayormente las plantas y animales domésticos utilizan la reproducción sexual para perpetuarse, en el proceso recombinan su información, para producir variabilidad genética y proporcionar diversidad biológica. En un OGM's el principal peligro es la reproducción descontrolada del mismo. ¿Qué pasaría si esta planta modificada empieza a diseminar su polen libremente y fecunda una papa silvestre nativa por ejemplo? **La progenie producto de ésta hibridación descontrolada, no serán ni parecidas a la planta genéticamente modificada ni parecidas a la planta silvestre.** Habremos introducido un nuevo factor de variabilidad inexplorado en la naturaleza o actividad productiva. ¿Cómo evitamos que esto ocurra?, y ¿Cómo evaluamos el impacto de este beneficio y/o perjuicio? Para la primera pregunta, sería crear mecanismos de bioseguridad que contengan una reproducción descontrolada. La experiencia ha demostrado que a medida que tratamos con organismo más pequeños el riesgo se incrementa proporcionalmente. Es decir, es más difícil de controlar bacterias modificadas genéticamente que animales de granja o vegetales transgénicos. Sin embargo, hay claras excepciones pero que siguen la misma regla de peligrosidad a diferente escala como son **los peces o las hierbas o malezas** que son un claro ejemplo; son más grandes que las bacterias pero son más pequeños dentro sus respectivos reinos y poseen mecanismos reproductivos masivos y "agresivos", que liberados en un ambiente acuático o área agrícola se podrán reproducir rápidamente copando todo el nicho o hábitat. E incluso hibridizarse con sus parientes no transgénicos agregando nuevas variables imprevistas a la ecuación natural ya existente. Como también no podría pasar nada porque no poseen capacidad reproductiva o porque el tener que adaptarse al nuevo nicho podría no serle favorable. Urge la necesidad de analizar los riesgos antes de dar el siguiente paso con un cultivo transgénico. Una biotecnología específica debe asegurar la esterilidad en un cultivo sería lo más aceptable para evitar problemas de reproducción descontrolada en un cultivo naturalmente agresivo en su reproducción.

En relación a los cultivos para el Perú. Estos se subdividen en cultivos silvestres, cultivos parientes silvestres y cultivos nativos. Se sabe que el aislamiento reproductivo de las plantas ha dado lugar a la gran variabilidad de cultivos como la papa en el Perú. El mayor temor, es que la grana mayoría de plantas silvestres crecen muy cerca de los campos cultivados y sus periodos de floración pueden coincidir e hibridizarse. Eso ha ocurrido en forma natural siempre. Pero si "transgenizamos" alguno de éstos cultivos nativos. Es muy probable que haya un flujo de genes indeseado hacia los cultivos silvestres y se escapen a la naturaleza sino hay las medidas de bioseguridad pertinentes. Y he ahí uno de los principales peligros con los OGM's; sobre todo si son vegetales pues poseen mecanismos y estrategias reproductivas agresivas que podrían ocasionar "contaminación genética" descontrolada.

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

Quizás, uno de los puntos más débiles y por la que dudan muchos expertos de la aplicación de las leyes, es el poco apoyo que recibe la investigación peruana donde solamente se le destina el 0.2% del PBI. Algunos se preguntan si con ese exiguo monto se podría detectar OGM's que entren en forma clandestina o accidental a territorio peruano y causen algún perjuicio nacional.

Así, para el Perú es meritorio rescatar dos resultados potencialmente benéficos para el país. (En el caso del arroz transgénico; el hongo patógeno *Magnaporthe grisea* o *M. oryzae*, que es un hongo altamente especializado y extremadamente virulento en el arroz, ataca a la planta en el estado vegetativo (la hoja), así como en el estado reproductivo (la panoja). La estrategia ha sido dar resistencia al arroz insertándole genes antifúngicos como fueron: el **gen *afp***, aislado del hongo *Aspergillus giganteus*, y el **gen *CecA*** del gusano de seda gigante que codifica una proteína antimicrobiana la Cecropina. La posibilidad de modular la expresión de los genes fue lograda utilizándose el promotor ZmPR4 de maíz. Este promotor no se activa en el tejido del endospermo de las semillas de arroz maduro, y por lo tanto tampoco puede ser heredado en la semilla evitándose el flujo de genes indeseado.

En el caso de la papa transgénica; se le ha incorporado el gen de la **Proteasa Cisteína o Cistatina**, la cual tiene un efecto nematocida, principalmente contra la *Globodera spp.* Además, se ha comprobado que no afecta la rizósfera del suelo que es un rasgo beneficioso para los agricultores de subsistencia.

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

Conclusiones Económicas

1. Se planteó 6 posibles **Realidades Bioeconómicas** con **6 a 7 Escenarios Hipotéticos cada uno (39 escenarios en total)** para cultivos transgénicos Tolerante a Herbicidas, Resistentes a Insectos y Resistente a Hongos en el Perú.
2. Se logro desagregar en las siguientes siete variables económicas para **Ingresos: Precio (Pr), Productividad (Pd), Frontera Agrícola (F)**. Y para **Egresos o Costos de Producción: Insecticidas (I), Fungicidas (Fu), Herbicidas (H), Mano de Obra, maquinaria y otros (MMO)**.
3. Se creó un **Sistema de Formulación** que permite verificar la ganancia o pérdida económica para cualquier cultivo que se cuente con sus datos de las siete variables mencionadas en la conclusión 2. Se logró cotejar los datos verdaderos de cinco cultivos representativos existentes en el Perú (Papa, Maíz Amarillo Duro, Arroz cáscara, Maíz amiláceo y Algodón) publicados en el MINAG u otras fuentes en el año 2010. Obteniéndose valores reales de la pertinencia del beneficio económico (Ganancia) o perjuicio económico (Pérdida) de los cinco cultivos utilizados como fuente de información base (ver Hojas de cálculo Excel de cada cultivo). También se determinó computacionalmente la **Ganancia Neta en Nuevos Soles** (Ganancia Transgénico - Ganancia No Transgénico). En las Tablas 12, 13, 14, 15 y 16 se resume todas las alternativas combinadas con las ganancias y/o pérdidas económicas en Nuevos Soles de éstos posibles cultivos transgénicos (Analizar la Hoja Excel denominada Ganancia Total). La hoja de cálculo desarrollada permitirá hacer proyecciones estadísticas de otros “*supuestos bioeconómicos*” con cualquier cultivo convencional de interés para evaluar su ganancia o pérdida neta ante un cultivo transgénico pertinente.
4. Computacionalmente las mayores ganancias se reportaron en los cultivos transgénicos que en los cultivos no transgénicos, **cuando se incrementaba el precio del cultivo (Pr, en Nuevos Soles) o se incrementaba la frontera agrícola (F, en número de hectáreas)**. Y fue **mayor la ganancia cuando se combinó el incremento del precio del cultivo con la frontera agrícola**. El mayor precio sólo se explicaría si el cultivo transgénico logra tener mayor aceptación del consumidor que pague más por el beneficio o ventaja que transgénico (mercado). En comparación con otros cultivos convencionales u orgánicos. Si no es así, y no logra empoderar en el mercado precio es menor, con respecto a otros cultivos que no son transgénicos se podría producir pérdidas y

poner en peligro su rentabilidad para el productor y agricultor que lo adopte. La Frontera Agrícola, representada como un **“mayor número de áreas sembradas de cultivo”**. Es la más obvia de las variables analizadas pues a medida que se aumenta el número de área sembrada, se tendrá una mayor cantidad de granos por ejemplo. Se suele confundir con productividad, por lo que tiene que ser evaluado de forma diferente al momento de medirse rentabilidad o ganancia (Ver Figuras 25, 26, 27, 28 y 29).

5. En todos los cultivos analizados (con excepción de algodón variedad Tanguis que no presenta costos por herbicidas) donde se **incrementó el costo de los Herbicidas por el uso de cultivos transgénicos TH se reportaron menores ganancias económicas y la ganancia fue menor con el uso de tecnología alta** (Escenario 7) (Ver Figuras 25, 26, 27, 28 y 29).
6. En todos los cultivos analizados donde se **disminuyó el costo de los Insecticidas por el uso de cultivos transgénicos RI se reportaron mayores ganancias económicas, y la ganancia fue mayor con el uso de tecnología media** (Escenario 1) (Ver Figuras 25, 26, 27, 28 y 29).
7. En todos los cultivos donde **el costo del Herbicida es mayor, pero el costo de Insecticida es menor con cultivos transgénicos combinados RI + TH se reportaron mayores ganancias económicas que los eventos simples (RI y TH) y la ganancia fue mayor con el uso de tecnología media. Con excepción del maíz amarillo duro, donde la mayor ganancia fue con tecnología alta, y en arroz cáscara donde se reportó mayores ganancias en el cultivo no transgénico** (Escenario 19) (Ver Figuras 25, 26, 27, 28 y 29).
8. En todos los cultivos analizados donde se **disminuyó el costo de los Fungicidas por el uso de cultivos transgénicos RH se reportaron mayores ganancias económicas y la ganancia fue mayor con el uso de tecnología media, con excepción del maíz amarillo duro donde la ganancia fue mayor con tecnología media** (Escenario No mostrado) (Ver Figuras 25, 26, 27, 28 y 29).
9. En todos los cultivos analizados donde se **incrementó el costo de la Semilla transgénica al doble por el uso de cualquier tipo de cultivo transgénico TH, RI, RH o su combinación se reportaron menores ganancias económicas y la**

ganancia fue menor con el uso de tecnología alta (Escenario 2, 8, 21, 28, 29 y 35) (Ver Figuras 25, 26, 27, 28 y 29). **El costo promedio por el pago de regalías por el uso de semillas transgénicas sea cual fuere el tipo de cultivo transgénico utilizado (RI, TH o RI+TH)**, es casi siempre **mayor** (menor ganancia) (Ver Realidad Bioeconómica 2, Escenario 2 y Caso Argentina). Esto explicaría también su efecto sobre el precio del producto final que adquiere el consumidor. Los cultivos convencionales u orgánicos no estarían sujetos a este efecto y por eso sus costos de producción serían menores. Debido principalmente a la práctica del pequeño agricultor de **“guardar la semilla para la siguiente campaña”** la cual reduce sus costos de producción para la siguiente campaña agrícola. El uso de semillas transgénicas debe contemplar el estar exentas de éste pago o ser subsidiadas por el Estado para beneficiar al agricultor en sus ganancias *per capita* reduciendo sus costos.

10. En el caso de costos de producción por Mano de Obra, Maquinaria y otros costos en todos los cultivos analizados donde **se incrementaron por el uso de transgénicos TH se reportaron menores ganancias económicas y la ganancia fue menor con el uso de tecnología alta** (Escenario 9). Para el caso del **uso de transgénicos RI se reportaron mayores ganancias económicas y la ganancia fue mayor con el uso de tecnología alta** (Escenario 15). (Ver Figuras 25, 26, 27, 28 y 29).
11. En todos los cultivos donde **Costo de Herbicida es mayor pero los Insecticidas y Fungicidas son menores con cultivos transgénicos combinados RI + TH + RH se reportaron mayores ganancias económicas que los eventos simples (RI, RH y TH) y la ganancia fue mayor con el uso de tecnología media. Con excepción del maíz amarillo duro, donde la mayor ganancia fue con tecnología alta, y en arroz cáscara donde se reportó mayores ganancias en el cultivo no transgénico** (Escenario 26) (Ver Figuras 25, 26, 27, 28 y 29).
12. De las proyecciones obtenidas la producción en toneladas se mantendría casi invariable hasta el **2020**. Como es el cultivo de camote y la papaya. La papa, la yuca, el plátano y la caña de azúcar muestran una tendencia al ascenso. Y el limón, el mango, el algodón y el maíz amarillo duro una tendencia ascendente y luego descendente. La mayoría de los transgénicos autorizados basan sus **“bondades agrícolas”** en la expansión de su superficie plantada antes que en la productividad del cultivo. La alternativa tecnológica de mayor productividad (Kg/Ha) debe ser el enfoque de la transgénesis agrícola peruana y/o importación de cultivos transgénicos, debido a que **el aumento de la frontera agrícola produciría**

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

la deforestación de las zonas inexploradas, el desplazamiento de cultivos alternos y el uso de recursos naturales como el agua, el suelo y el combustible fósil necesario para cultivar hectáreas adicionales que serían necesarios en el futuro.

13. De las proyecciones obtenidas la productividad en toneladas/hectáreas se mantendría casi invariable hasta el **2020**. Como es el cultivo de camote y la papaya. La papa, la yuca, el plátano, el algodón y el maíz amarillo muestran una tendencia al ascenso. Y el limón, el mango y la caña de azúcar tendrían una tendencia ascendente y luego descendente. **Tanto la tendencia de crecimiento constante o el descenso de la productividad de un cultivo podría aplicarse algunos cultivos transgénicos (caso caña de azúcar o papaya) u otras tecnologías (como la introducción de nuevas variedades o híbridos) disponibles que incrementen su productividad estancada casi o una década o en los cultivos con productividad incluso descendente.**

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

Conclusiones Medioambientales

1. La aplicación de **cultivos transgénicos tolerantes a herbicidas (TH)** acarrea en algunos casos problemas **de resistencia de malezas** con el tiempo en algunos cultivos. Esto podría tener consecuencias en un incremento en los costos de producción principalmente y un efecto negativo sobre la salud humana como cualquier herbicida si se usa excesivamente ante malezas más resistentes.
2. **No existe cultivos transgénicos resistente a insectos (Bt) autorizados en la actualidad que posean un alto grado de especificidad para no dañar las poblaciones insectos beneficiosos.** Muchos de ellos aun se encuentran en investigación en invernadero y/o pruebas de campo.
3. Algunos cultivos Bt pueden matar sólo lepidópteros y no coleópteros. **Pero no necesariamente no afecte a un lepidóptero benéfico o no blanco.**
4. El maíz Bt con la proteína Cry9Ca1 y comercialmente conocida como Starlink® debe estar prohibida de ingresar al Perú por tener potenciales problemas con la salud humana.

Recomendaciones

1. La problemática del hambre y la pobreza sólo puede ser resuelta mediante una firme voluntad política, mediante un análisis exhaustivo caso por caso del desempeño de los cultivos transgénicos, con el fin de que garanticen la soberanía alimentaria de las poblaciones rurales y/o urbanas y permitan la sustentabilidad de la agricultura y el bienestar socioeconómico en el mediano y largo plazo.
2. El Perú es considerado **Centro de Origen o de Biodiversidad primaria de varios cultivos**, el tema más conflictivo de los efectos potenciales sobre el medio ambiente se refiere a la biodiversidad; no solo porque se sabe todavía poco de la ciencia sobre flujo de genes y su impacto sobre la biodiversidad. Sino también porque este impacto responde a condiciones muy variables como: la geografía, el clima, los suelos, otros componentes de la biodiversidad, la cual se complica con otros factores locales como son la cultura y el folklore tan arraigados dentro de las costumbres peruanas.
3. Manejar **datos económicos comparativos actuales** que involucren el “potencial beneficio del cultivo convencional, orgánico o transgénico” en cifras. Como por ejemplo, **el costo real de la aplicación de insecticidas, fungicidas, herbicidas y otros por hectárea de cultivo**. Así mismo, tener el porcentaje (%) de pérdida del total actual medido en unidades monetarias (Nuevos Soles o Dólares americanos) por la acción de insectos plagas, virus, malezas y otros.
4. El aprovechamiento de la biotecnología moderna **requiere trabajar con nuevos enfoques, y convencer a los agricultores que el uso de algunos cultivos transgénicos pertinentes está a la mano**. El incremento de los rendimientos, la mayor calidad y la reducción de costos, especialmente los referidos al control fitosanitario con insecticidas más que con herbicidas, aumentan en varios casos específicos la capacidad de competencia de los productos genéticamente modificados frente a las variedades convencionales.
5. **Algunos cultivos transgénicos pueden tener un desempeño menor que las variedades convencionales en el Perú si las condiciones climáticas son muy adversas o extremas**, como el caso de sequía u humedad afectando su productividad principalmente. Parafraseando a la revista New Scientist: *“...Los climas cálidos no se llevan bien con la cultivos resistentes a herbicidas (como la*

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

soya), provocando la apertura de los tallos, y pérdidas de hasta el 40% de los cultivos”.

6. Existe **variación en la temporalidad y dinámica del desarrollo agrícola de las diferentes Regiones del Perú** (Costa, Sierra y Selva; Norte, Centro y Sur) la cual puede variar dentro de unos años; y que debe ser evaluado oportunamente al momento de introducirse algún cultivo transgénico pertinente.
7. **Se debe contemplar muy al detalle los éxitos y fracasos económicos de los cultivos transgénicos en diferentes partes del mundo a ser tomados en cuenta como un referente traslapable a la realidad peruana.** Los cuales deben estar siempre avalados por los análisis bioeconómicos pertinentes caso por caso.
8. Algunos cultivos transgénicos **reducen la necesidad de mano de obra.** Además facilitan la actual concentración de las tierras de cultivo en manos de un número cada vez menor de empresarios agrícolas o monopolios, que siempre están buscando medios tecnológicos para reducir sus necesidades de mano de obra. Debe tenerse en cuenta éste aspecto en un sistema como el Perú donde prima los policultivos en la Sierra, y la tierra es comunal muchas veces.
9. **¿Puede darse en el Perú la coexistencia de distintos sistemas agrícolas de producción?** La coexistencia no es un concepto nuevo es una práctica real en todas las formas de agricultura. *La coexistencia permite a los agricultores a hacer una elección clara entre la producción de cultivos convencionales, ecológicos o modificados genéticamente, de acuerdo con la requisitos legales de cada país y oportunidades de mercado.* Por ejemplo, en la UE, el etiquetado umbral para la presencia de OVM's en un alimento se ha fijado en 0.9%. Es decir, que *el europeo promedio acepta consumir un porcentaje de OVM's o acepta que el etiquetado le reporta accidental o que inevitablemente existirá siempre la presencia de material modificado genéticamente mezclado con el material no modificado genéticamente. De lo contrario, no se admitiría ese umbral por lo que no se pide que dicho umbral sea entonces del 0%.* Entonces hay cultivos transgénicos, que si se ajustan a determinadas necesidades, son aceptados en Europa. Por otro lado, la convivencia, vecino a vecino, la comunicación y/o la separación física entre los cultivos, y cuidado la segregación durante la cosecha, almacenamiento y transporte. Es la base probada de que **la coexistencia fructífera de entre cultivos transgénicos y los cultivos no modificados genéticamente puede darse.** En las últimas dos décadas, los científicos privados y de las instituciones públicas han realizado más de 1 500 cultivos modificados genéticamente en la UE, incluidos los ensayos de campo a gran escala en Francia, Alemania, España y Reino Unido. Además, los agricultores en seis estados miembros como: la República Checa, España, Portugal, Rumania, Eslovaquia y Polonia, ahora

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

comercializan maíz resistente a los insectos. La superficie sembrada de estos cultivos en el año 2008 fue de alrededor de 100 000 hectáreas en Europa. Por lo tanto, *hay que reconocer las diferentes necesidades de las distintas regiones agrícolas de cada país que permita la convivencia efectiva* (<http://ec.europa.eu/agriculture/publi/reports/coexistence2/guide.en.pdf>).

Bibliografía Consultada

- Abel, P., Nelson, R., De, B., Hoffmann, N., Rogers, S., Fraley, R. & Beachy, R. 1986. Delay of disease development in transgenic plants that express the tobacco mosaic virus coat protein gene. *Science* 232, 738-43.
- Atkinson H. J., Green J., Cowgill S. and Levesley A. 2001. The case for genetically modified crops with a poverty focus. *Trends in Biotechnology*, 19:91-96.
- Angulo Luna, Miguel. Análisis del Cluster Textil en el Perú. Tesis Digitales de la UNMSM. Disponible online en:
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/angulo_lm/cap1.pdf
- Bennett, R., Ismael, Y., Kambhampati, U. & Morse, S. 2004. Economic Impact of Genetically Modified Cotton in India. *AgBioForum*, 7(3), 96-100.
- Brookes, G. & Barfoot, P. 2008. GM crops: global socio-economic and environmental impacts 2006. PG Economics Ltd, UK.
- Bucchini, L. & Goldman, L. 2002. Starlink Corn: A Risk Analysis. *Environmental Health Perspectives* Vol. 110(1): 5-13.
- Cálculo de emisiones de CO2 por desplazamientos por carretera. Disponible online en:
<http://www.ceroco2.org/calcular/calculadora3/Paso2.aspx>
- Consultora Brasileña Céleres. Disponible online en: www.celeres.com.br
- Costo de producción del cultivo de maíz amiláceo por hectárea. Disponible online en:
http://www.agroarequipa.gob.pe/documentos/costos_produccion/items/m_amilaceo.pdf
- Dinh Phap, P., Thi Lan, H., Sudhakar, X. & Balasubramanian, P. 2010. Engineering resistance in brinjal against nematode (*Meloidogyne incognita*) using *cry1Ab* gene from *Bacillus thuringiensis*. Berliner. Proceedings of the 3rd International Conference on the Development of BME in Vietnam, 11-14th Jan.
- Dollar, D. & Kraay, A. 2000. Growth Is Good for the Poor. The World Bank, Development Research Group.
- Eapen, S. *et al.* 2003. Potential for rhizofiltration of uranium using hairy root cultures of *Brassica juncea* and *Chenopodium amaranticolor*. *En: Environmental Research*. Vol. 91(2): 127-133.
- International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM) y Research Institute of Organic Agriculture (FiBL). 2006. The world of organic agriculture (statistics & emerging trends 2006). Bonn . Germany. p 21.
- Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA). 2007. Editado por Reynoso, A; Cruzado, A; Velásquez, R; Marengo, M; Moreno, R. 2007. Agricultura Orgánica Básica. En: Curso a distancia de la Subdirección de Proyección Tecnológica . Dirección de

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

- Extensión Agraria. Lima Perú. 17 pp.
- Gadani, F., Mansky, L., Medici, R., Miller, W. & Hill, J. 1990. Genetic engineering of plants for virus resistance. *Arch Virol.* 115, 1-21.
 - Green J., Fearnough M.T. and Atkinson H.J. 2005. Development of biosafe genetically modified *Solanum tuberosum* (potato) cultivars for growth within a centre of origin of the crop. *Molecular Breeding* 16:285-293.
 - Hayford, M., Medford, J., Hoffman, N., Rogers, S. & Klee, H. 1988. Development of a Plant Transformation Selection System Based on Expression of Genes Encoding Gentamicin Acetyltransferases. *Plant Physiol.* 86, 1216-1222.
 - Gómez, M., Gonzalez, J. Ortiz, J., Aguilar, M. & Sandoval, J. 2002. Generación de banano (C.V. Gran Nain) transgénico conteniendo genes antifúngicos para conferir resistencia contra Sigatoka Negra. Memorias XV Reunión. Cartagena de Indias. Colombia. 27 de Octubre al 02 de Noviembre 2002.
 - Kuznets, Simón. 1963. Quantitative aspects of the economic growth of nations: Distribution of income by size. En: *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 11(2).
 - Lapeña. 2007. Semillas transgénicas en centro de origen y diversidad. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA). Lima, Perú.
 - Ley de Promoción y Fomento de la Agricultura Orgánica y Ecológica en el Perú. El 20 de Septiembre del 2007.
 - Llosa, Jaime. Proyecto "Elaboración de un Programa Nacional de Adaptación al Cambio Climático, con énfasis en zonas seleccionadas de la Sierra Centro y Sur del País". Lima: CONCYTEC. Septiembre 2008.
 - Morales Arnao, Benjamín. Perú: Vulnerabilidad frente al cambio climático. Aproximaciones a la experiencia con el fenómeno El Niño, CONAM, 1999.
 - Napoli, C., Lemieux, C. & Jorgensen, R. 1990. Introduction of a chimeric chalcone synthase gene into petunia results in reversible co-suppression of homologous genes in trans. *Plant Cell* 2, 279-289.
 - Machuca, Raúl. Cambios de la pobreza en el Perú: 1991-1998. Un análisis a partir de los componentes del ingreso. Investigaciones BREVES 19. Consorcio de Investigación Económica y Social, CIES / DESCO. Lima, abril de 2002.
 - Maldonado, S. & Ríos, V. 2008. Desigualdad de oportunidades en el Perú: una aproximación econométrica. *Economía y Sociedad* 67, CIES, abril 2008.
 - Ministerio de Agricultura. Agenda Interna para el Desarrollo Agrario al 2010. Octubre del 2005. Lima.
 - Nota de Análisis Sectorial. Agricultura y Desarrollo Rural. FAO-Corporación Andina de Fomento (CAF). J9402/S/Diciembre 2006.

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

- Qaim, M. & Zilberman, D. 2003. Yield effects of genetically modified crops in developing countries. *Science*, 299, 900-902.
- RAAA. Diagnóstico sobre la situación de la agricultura orgánica/ecológica en el Perú: Unidad de incidencia política. Diciembre 2007.
- Saavedra, J. & Díaz, J. 1998. Desigualdad del ingreso y del gasto en el Perú antes y después de las reformas estructurales. Lima: GRADE.
- Sebastiani, O. 2007. Plan Nacional de Promoción y Fomento de la Producción Orgánica 2007-2011. Presentación de la Dirección General de Promoción Agraria del Ministerio de Agricultura. Piura, noviembre 2007.
- Sanford, J. & Johnston, S. 1985. The concept of parasite-derived resistance: deriving resistance genes from the parasite's own genome. *J Theor Biol*, 113, 395-405.
- The World of Organic Agriculture, SOEL Survey. 2003.

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

Direcciones Internet

- Agricultura del Perú. Disponible online en:
<http://agriculturadelperu.blogspot.com/search/label/Area%20sembrada>
- Agroarequipa, 2010. Disponible online en:
http://www.agroarequipa.gob.pe/documentos/costos_produccion/items/m_amilaceo.pdf
- Agrocostos. Disponible online en: <http://dbsys.minag.gob.pe:8080/agrocostos/>
- Asociación Nacional de Productores de Algodón (Anpal, Perú).
- Co-existence of GM and non-GM crops in the EU: a proven and recognize Reality. Disponible online en:
http://ec.europa.eu/agriculture/publi/reports/coexistence2/guide_en.pdf
- Comisión Nacional de Productos Orgánicos (CONAPO). 2003. Plan Nacional de Fomento de la Agricultura Ecológica / Orgánica. p 13. Disponible online en:
<http://www.raeperu.com/documentos/II%20Normatividad/9b%20Plan%20Nacional%20Fomento.pdf>
- Chakravarthi Raghavan, 1995. United States: Shifting Biosafety Debate to WTO?. Disponible online en:
<http://www.sunsonline.org/tradeareasenvironm10120295.htm>
- Duffy, M., 2001. Who Benefits from Biotechnology? Presented at the American Seed Trade Association meeting, December 5 -7, 2001, Chicago, Illinois. Disponible online en:
<http://www.mindfully.org/GE/GE3/Who-Benefits-From-Biotech.htm>
- European Commission, 2006a. GM Food & Feed – Authorisation. Disponible online en:
http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/authorisation/index_en.htm
- FAO. 2001. Codex Alimentarius. Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias. Pp 79. Disponible online en: http://www.raeperu.com/documentos/II%20Normatividad/1_Codex_Alimentarius_2001.pdf
- Herbicidas: Disponible online en: <http://www.casafe.org/usep/Herbicidas.pdf>
- <http://www.monografias.com/trabajos74/modelo-econometrico-consumo-privado/modelo-econometrico-consumo-privado.shtml>
- Malezas resistentes a herbicidas en USA. Disponible online en: <http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/06/Malezas-resistentes-en-Estados-Unidos.pdf>
- Portal Agrario Regional de Ica. Disponible online en:
<http://www.agroica.gob.pe/infocultivo2.shtml>
- Proamazonía. Disponible online en:

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

<http://www.devida.gob.pe/Documentacion/documentosdisponibles/Competitividad%20Arroz%20Selva.pdf>

- ¿Quién se beneficia con los cultivos transgénicos?: Un análisis del desempeño de los cultivos transgénicos a nivel mundial. Enero del 2007. Holanda. Disponible online en: <http://www.foei.org>

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

LISTA DE TABLAS

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

Tabla 1: Análisis FODA de la agricultura orgánica peruana relacionada a aspectos económicos (Modificado por el autor de la RAAA, 2007)

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Política y legislación favorable al sector.	El mercado internacional de los productos ecológicos está en crecimiento y muestran disposición a pagar más por ellos.	Escasa promoción interna y externa para propiciar el consumo de los productos orgánicos (Débil relación con el consumidor).	Ocurrencia simultánea de producción orgánica y producción convencional, lo que genera competencia.
Contar con el Reglamento Técnico para los productos orgánicos y la Autoridad Nacional Competente.	El actual proceso de descentralización favorece el desarrollo de la agricultura orgánica.	Altos costos de producción de la agricultura orgánica.	Políticas externas de subsidios a la producción agrícola Convencional.
Desarrollo de diversas estrategias de comercialización en el mercado interno (BioFerias y supermercados).	Cambio de patrones de consumo por conocimiento de las ventajas de los productos ecológicos en la salud.	Poca capacidad de negociación de los pequeños productores ecológicos.	Creciente competencia internacional e inestabilidad de los precios de mercados.

Tabla 2: Producción Orgánica en los principales Departamentos del Perú (Tomado de: Subdirección de producción orgánica-DIAIA SENASA, 2006).

Cultivo	Departamento	Hectáreas
Castaña	Madre de Dios	156 190
Café	Varios Departamentos de la Selva	71 241
Caña de azúcar*	Apurímac	16 539
Cacao	Varios Departamentos de la Selva	12 209
Hortalizas	Lima, Piura, Ica, Ucayali y Arequipa	5 996
Banano*	Piura y Tumbes	2 651
Granos Andinos	Puno, Arequipa, Apurímac y Huánuco	4 131
Hierbas aromáticas	Arequipa, Cuzco, Ayacucho, Apurímac y Lima	343
Mango	Lambayeque, Piura, Cajamarca	1 200
Maca	Junín y Lima	465
Total		273 741

(*) = Cultivos que potencialmente podrían ser transgénicos.

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

Tabla 3: Exportaciones de los principales productos orgánicos del Perú y su proyección al 2011 (Modificado del Plan Nacional de Promoción y Fomento de la Producción Orgánica 2007-2011).

Cultivo	2006		2011		País Importador actual
	Valor FOB* (Millones US\$)	Toneladas	Valor FOB* (Millones US\$)	Toneladas	
Café	45	23 000	47	27 600	USA, CE
Banano	26	57 095	56	132 000	USA, CE, Japón
Cacao	2	972	2.1	1 069	USA, CE Canadá
Mango	0.3	237	0.3	62 000	USA, CE, China
Total	73.3	81 304	105.4	222 669	

(*) **Valor FOB** = Término de comercialización internacional que indica el precio de la mercancía a bordo de la nave o aeronave (Free on Board). Esto no incluye fletes, seguros y otros gastos de manipulación después de embarcada la mercancía (Tomado de: http://www.businesscol.com/productos/glosarios/comercio_exterior/glossary.php?word=VALOR%20FOB).

Tabla 4: Evolución de las ventas orgánicas a nivel mundial (Tomado de: The World of Organic Agriculture, SOEL Survey. 2003).

Año	1997	2000	2001	2003	2004	2005	2010*
US\$ millones	11 000	17 500	21 000	24 000	27 800	31 000	100 000

(*) Proyección estimada

Tabla 5: Comparación de precios entre productos convencionales versus orgánicos de países importadores (Modificado por el autor del Estudio del Mercado de Alimentos Orgánicos. JETRO. Marzo 2004).

País Importador	Alemania		Japón	
	Precio Convencional*	Precio Orgánico*	Precio Convencional*	Precio Orgánico*
Papa (1Kg)	0.9	1.4 (+54%)**	0.9	2.2 (+144%)**
Plátano (1Kg)	1.9	2.9 (+52%)**		

(*) = en US \$

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

(**) Incremento en el porcentaje de precios.

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

Tabla 13: Lista de 39 escenarios Bioeconómicos Hipotéticos (Elaborado por el autor).

Escenario 1 = Costo de Insecticida es menor con cultivos transgénicos RI	Escenario 21 = Costo de Semillas es mayor con cultivos transgénicos RI + TH
Escenario 2 = Costo de Insecticida es mayor con cultivos transgénicos RI	Escenario 22 = Costo de Mano de Obra y/o Maquinaria es menor con cultivos transgénicos RI + TH
Escenario 3 = Costo de Mano de Obra y/o Maquinaria es menor con cultivos transgénicos RI	Escenario 23 = Precio del cultivo transgénico es mayor con cultivos transgénicos RI + TH
Escenario 4 = Precio del cultivo transgénicos RI es mayor	Escenario 24 = Frontera Agrícola del cultivo transgénicos RI + TH es mayor
Escenario 5 = Frontera Agrícola del cultivo transgénicos RI es mayor con los mismos precios para ambos cultivos	Escenario 25 = Frontera Agrícola del cultivo transgénicos RI + TH son mayores y el precio es mayor
Escenario 6 = Frontera Agrícola del cultivo transgénicos RI es mayor y el precio es mayor	Escenario 26 = Costo de Herbicida es mayor pero los Insecticidas y Fungicidas son menores con cultivos transgénicos RI + TH + RH
Escenario 7 = Costo de Herbicida es mayor con cultivos transgénicos TH	Escenario 27 = Costo de Fungicida, Insecticida y de Herbicida son menores con cultivos transgénicos RI + TH + RH
Escenario 8 = Costo de Semilla es mayor con cultivos transgénicos TH	Escenario 28 = Costo de Semillas es mayor con cultivos transgénicos RI + TH + RH
Escenario 9 = Costo de Mano de Obra y/o Maquinaria es mayor con cultivos transgénicos TH	Escenario 29 = Costo de Mano de Obra y/o Maquinaria es menor con cultivos transgénicos RI + TH + RH
Escenario 10 = Precio del cultivo transgénicos TH es mayor	Escenario 30 = Precio del cultivo transgénico es mayor con cultivos transgénicos RI + TH + RH
Escenario 11 = Frontera Agrícola del cultivos transgénicos TH es mayor con los mismos precios para ambos cultivos	Escenario 31 = Frontera Agrícola del cultivo transgénicos RI + TH + RH es mayor
Escenario 12 = Frontera Agrícola del cultivo transgénicos TH es mayor y el precio es mayor	Escenario 32 = Frontera Agrícola del cultivo transgénicos RI + TH + RH son mayores y el precio es mayor
Escenario 13 = Costo de Insecticida es menor con cultivos transgénicos RH	Escenario 33 = Costo de Fungicida es mayor pero el costo de Insecticida es menor con cultivos transgénicos RI + RH
Escenario 14 = Costo de Insecticida es mayor con cultivos transgénicos RH	Escenario 34 = Costo de Fungicida y de Insecticida son menores con cultivos transgénicos RI + RH
Escenario 15 = Costo de Mano de Obra y/o Maquinaria es menor con cultivos transgénicos RI	Escenario 35 = Costo de Semillas es mayor con cultivos transgénicos RI + RH
Escenario 16 = Precio del cultivo transgénicos RI es mayor	Escenario 36 = Costo de Mano de Obra y/o Maquinaria es menor con cultivos transgénicos RI + RH
Escenario 17 = Frontera Agrícola del cultivo transgénicos RI es mayor con los mismos precios para ambos cultivos	Escenario 37 = Precio del cultivo transgénico es mayor con cultivos transgénicos RI + RH
Escenario 18 = Frontera Agrícola del cultivo transgénicos RI es mayor y el precio es mayor	Escenario 38 = Frontera Agrícola del cultivo transgénicos RI + RH es mayor
Escenario 19 = Costo de Herbicida es mayor pero el costo de Insecticida es menor con cultivos transgénicos RI + TH	Escenario 39 = Frontera Agrícola del cultivo transgénicos RI + RH son mayores y el precio es mayor
Escenario 20 = Costo de Herbicida y de Insecticida son menores con cultivos transgénicos RI + TH	

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

LISTA DE FIGURAS

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

Figura 1: La Hipótesis de Crecimiento Económico de Kuznets (Modificado por el autor).

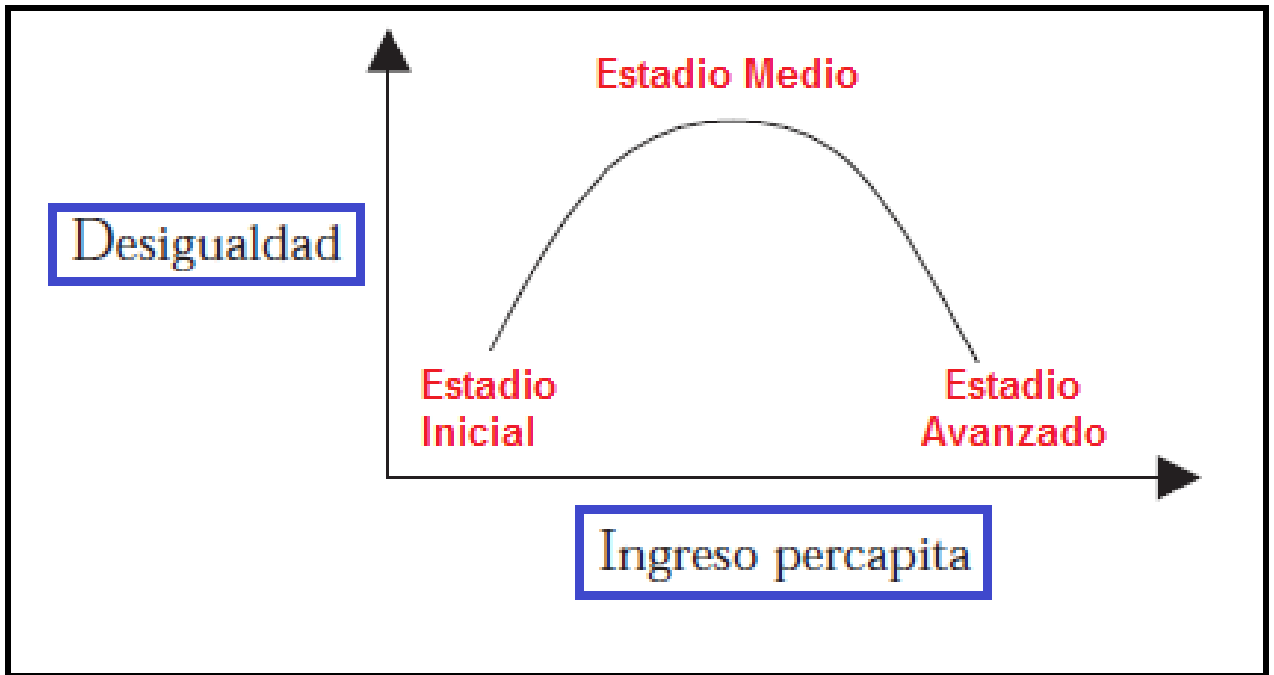
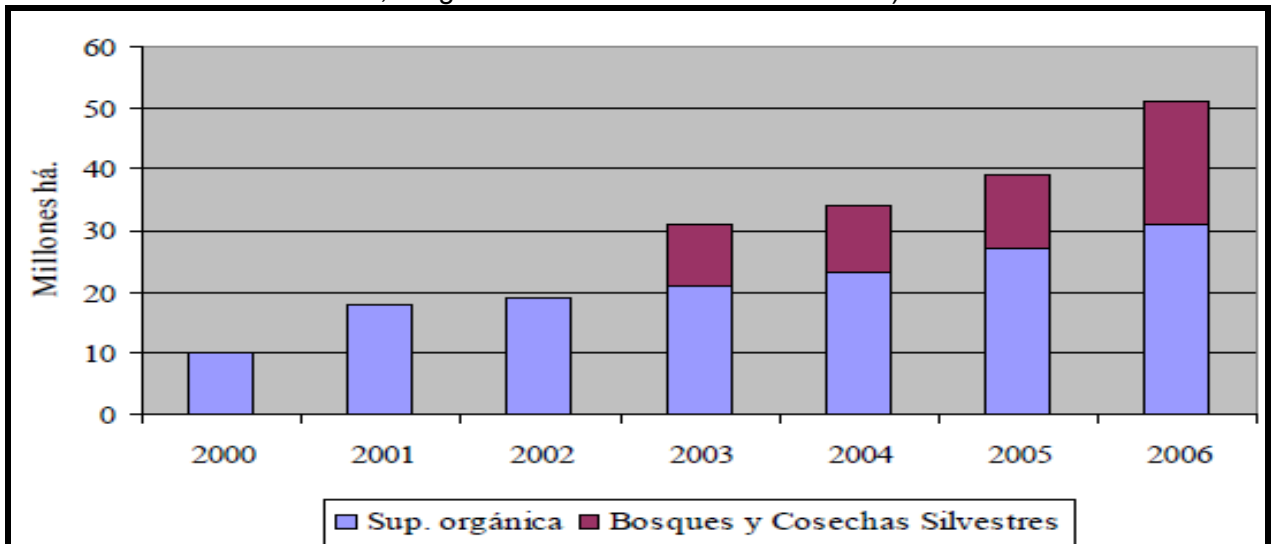


Figura 2: Evolución mundial de la superficie orgánica en millones de hectáreas (2000-2006) (Tomado de The World of Organic Agriculture Statistics & Emerging Trends 2006. Willer, Helga and Minou Yussefi. IFOAM 2006).



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

Figura 3: Los diez países de mayor producción orgánica en el mundo (IFOAM & FiBL, 2006).

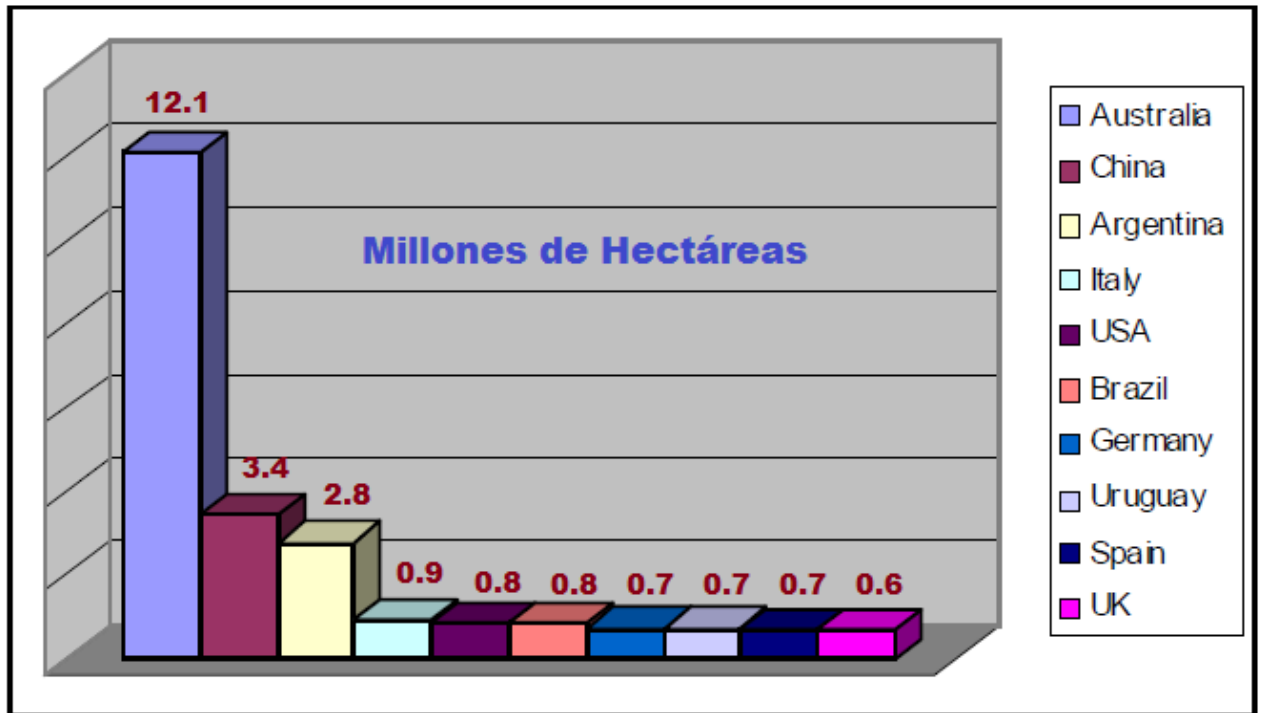
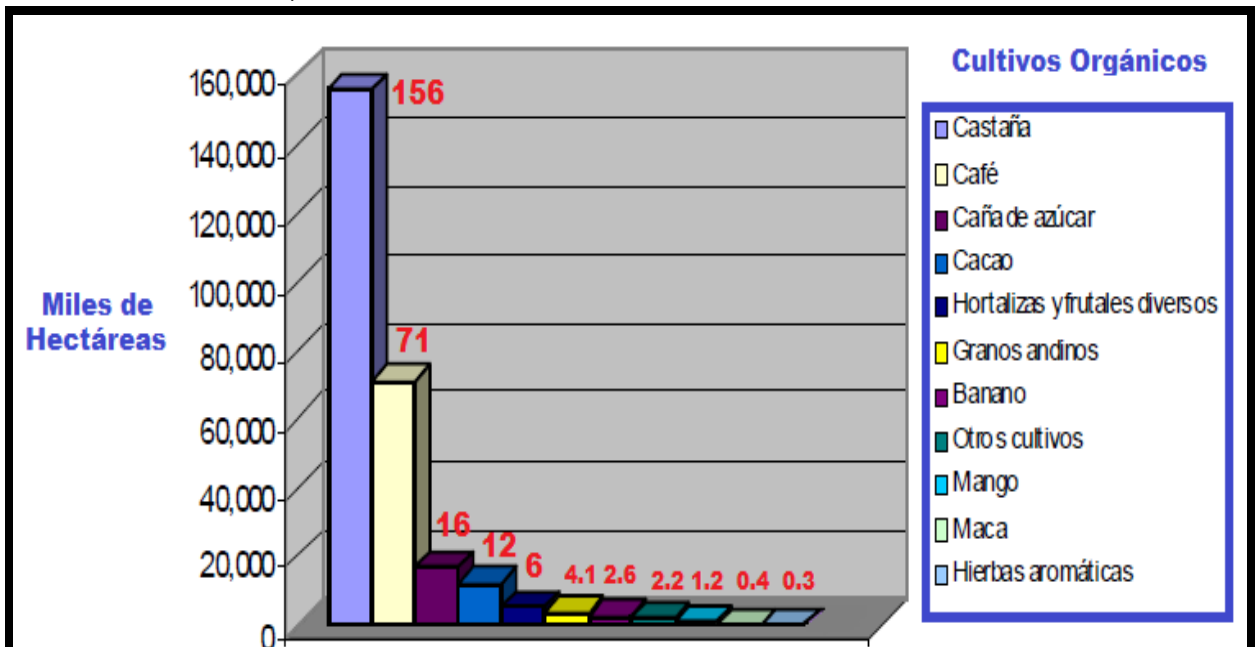


Figura 4: Producción Orgánica de los Principales Cultivos del Perú, 2007 (Tomado de la RAAA, 2007).



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

Figura 5: Comparación de costos de ahorro económico por menor uso de Insecticida contra el gusano del algodón en la India (Tomado de Bennett *et al.*, 2004).

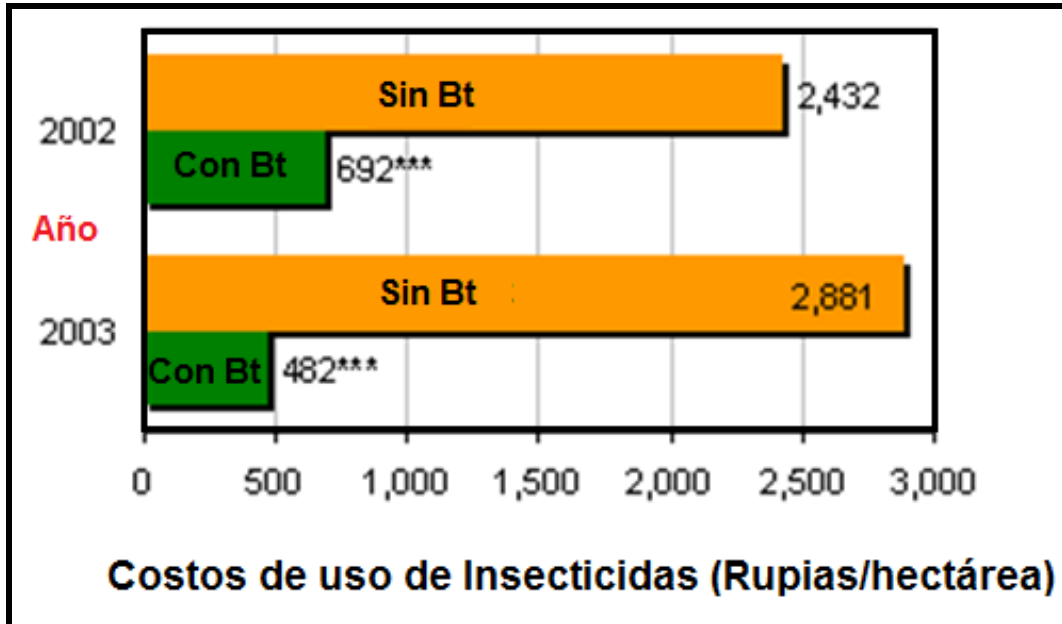
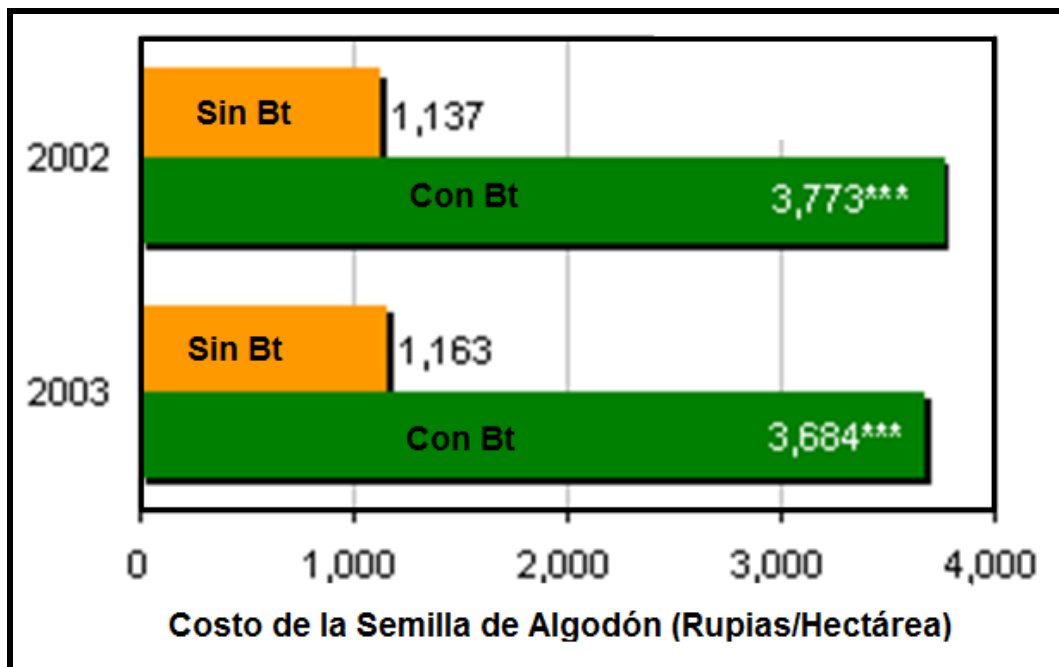


Figura 6: Comparación de costos por el uso de semilla de algodón Bt contra la semilla del algodón sin Bt (Tomado de Bennett *et al.*, 2004).



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

Figura 7: Comparación de costos totales de semilla + insecticida entre el algodón con Bt versus el algodón sin Bt en la India (Tomado de Bennett *et al.*, 2004).

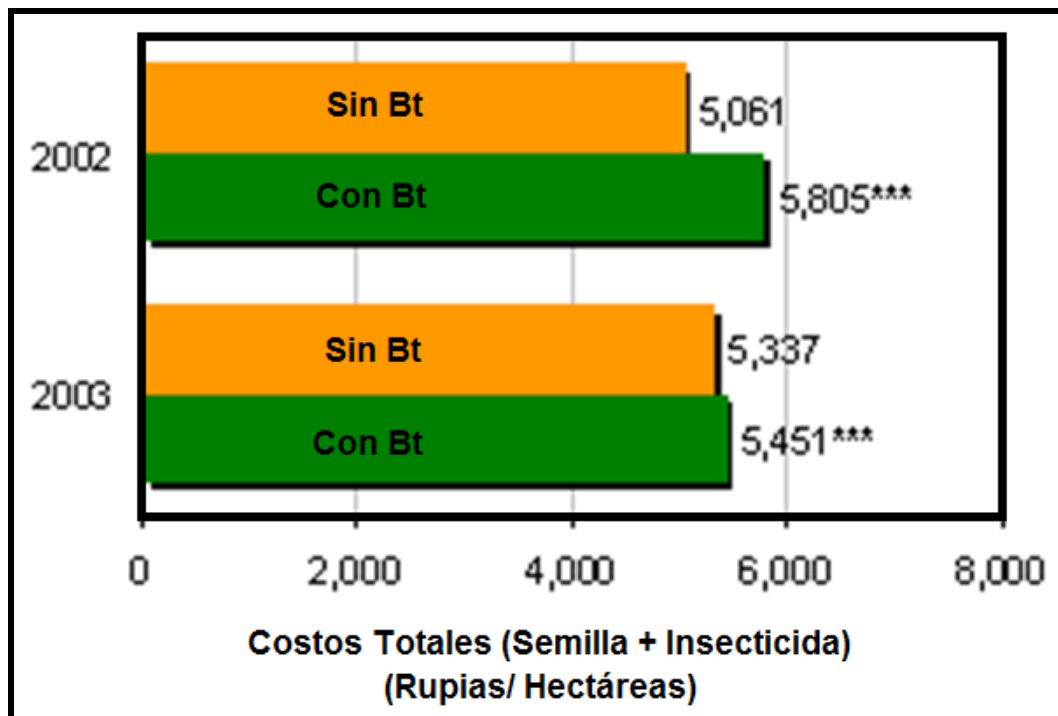


Figura 8: Comparación de la productividad de algodón con Bt versus el algodón sin Bt en la India (Tomado de Bennett *et al.*, 2004).

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

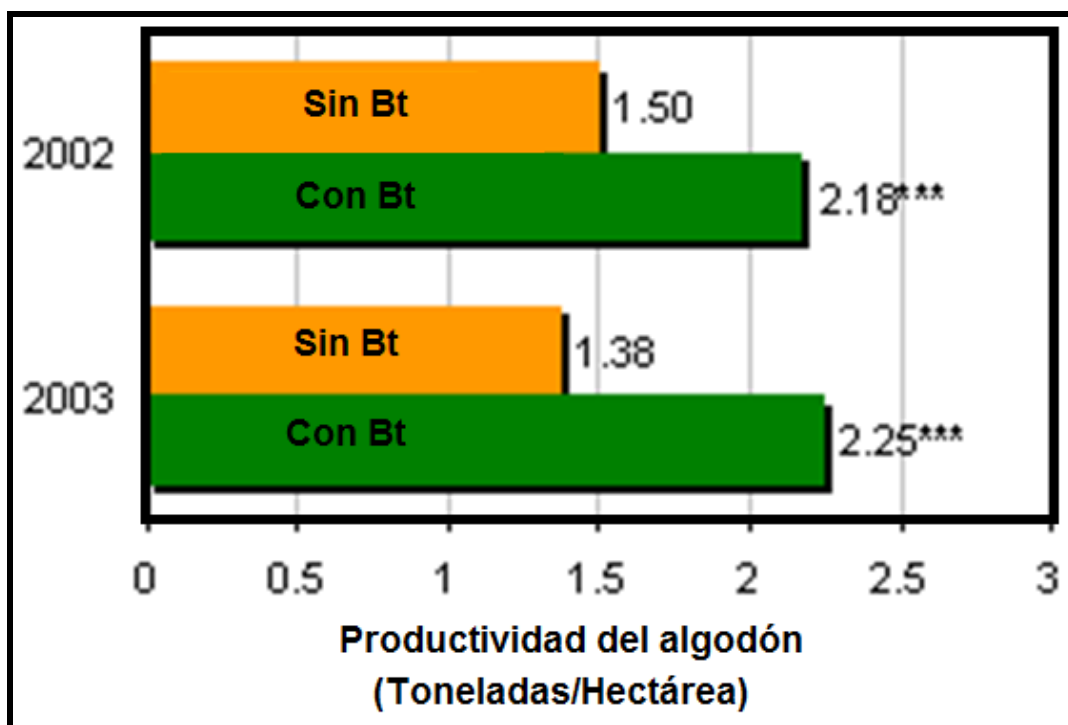


Figura 9: Comparación entre precios del algodón con Bt versus el algodón sin Bt en la India (Tomado de Bennett *et al.*, 2004).

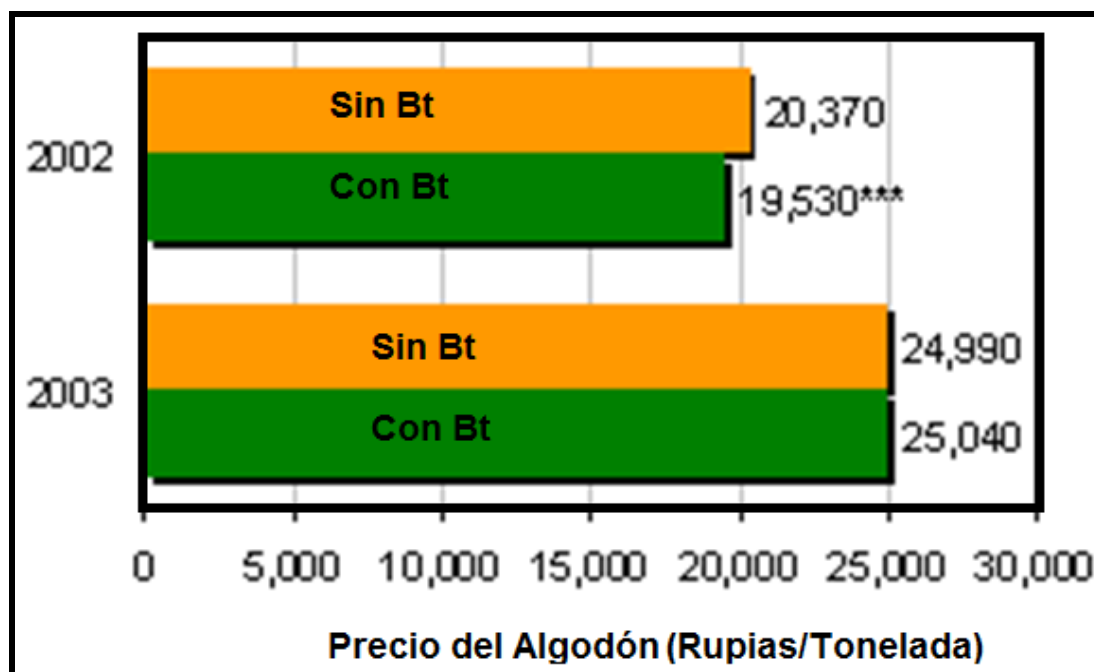
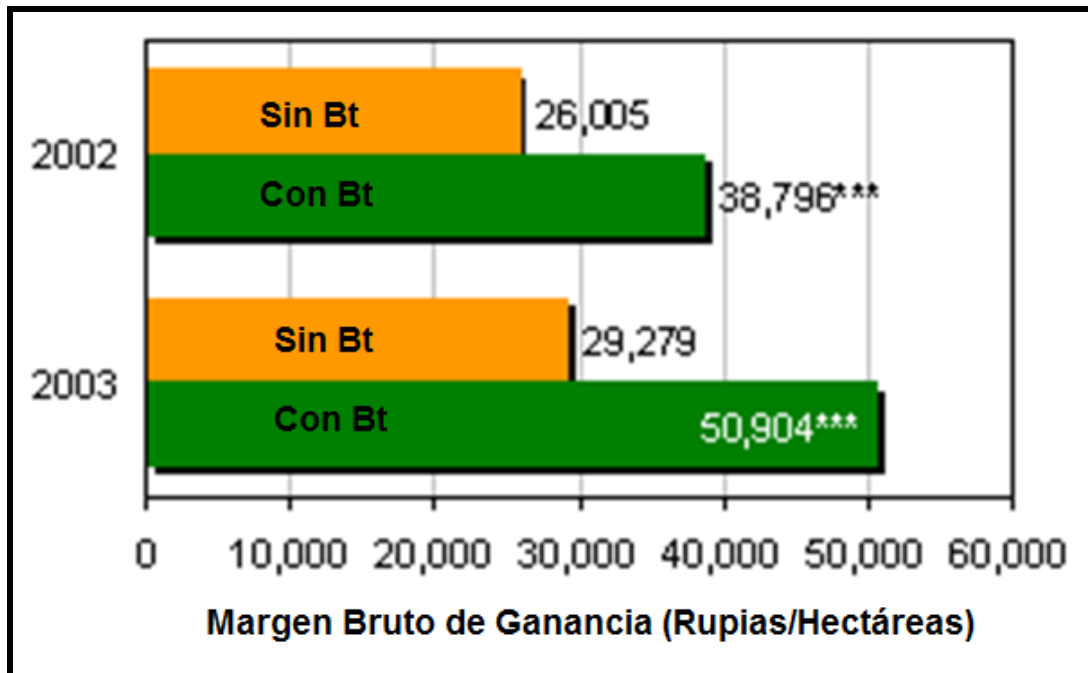


Figura 10: Comparación entre márgenes brutos de ganancia entre el algodón con Bt versus el algodón sin Bt en la India (Tomado de Bennett *et al.*, 2004).

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

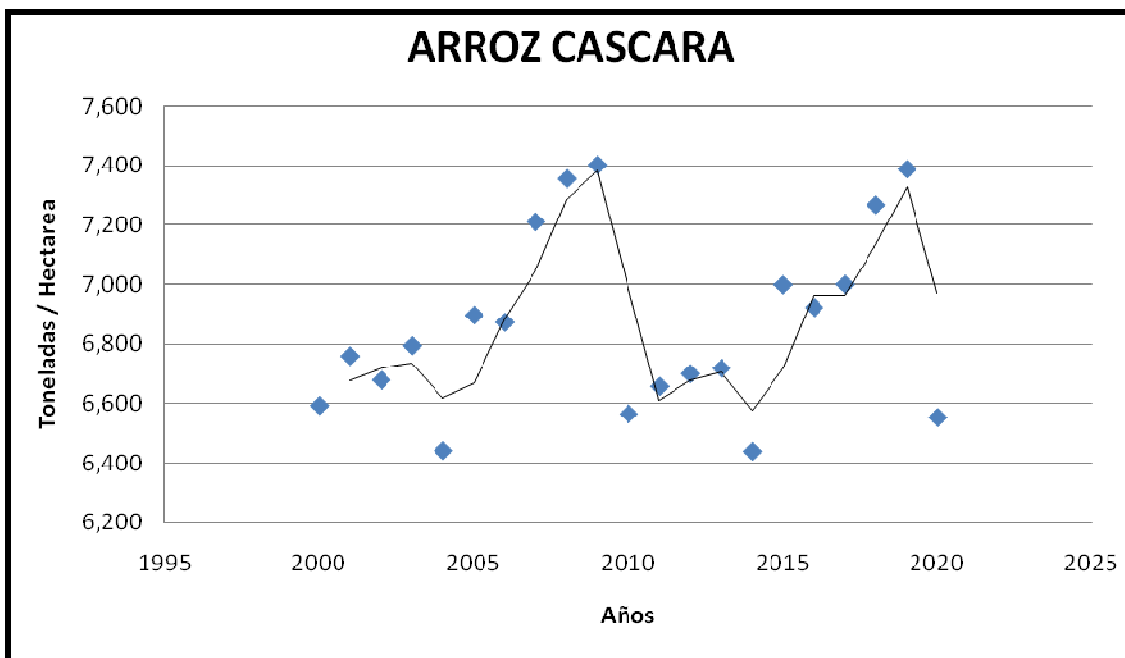
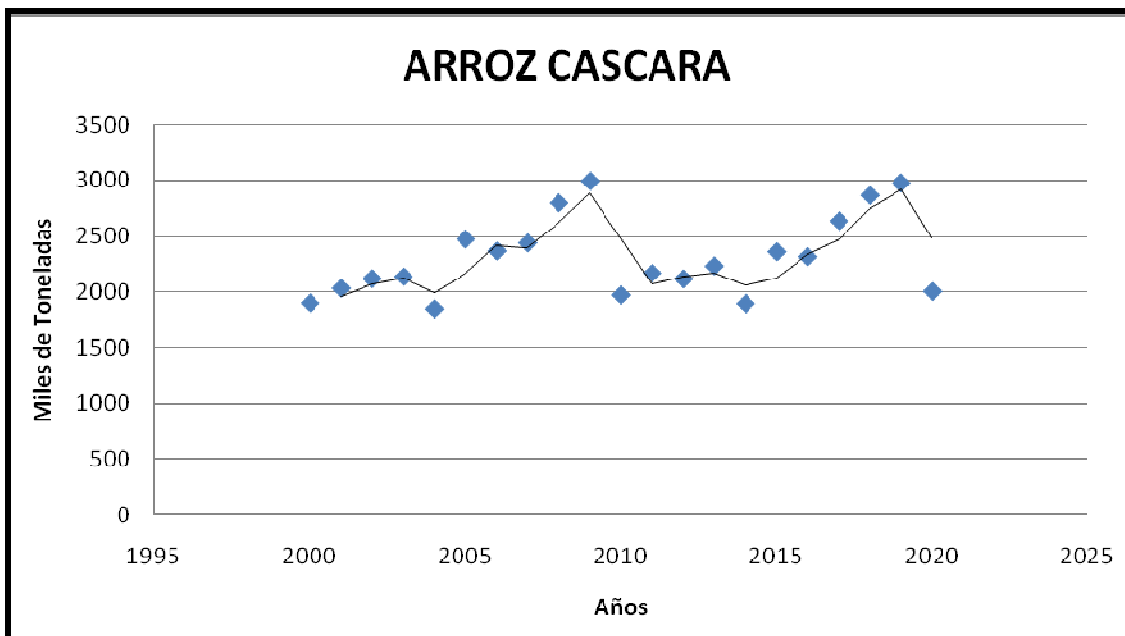
Figura 11: Predicción del PBI del Perú para los años 2010 al 2015 (Tomado de: <http://www.monografias.com/trabajos74/modelo-econometrico-consumo-privado/modelo-econometrico-consumo-privado.shtml>).



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

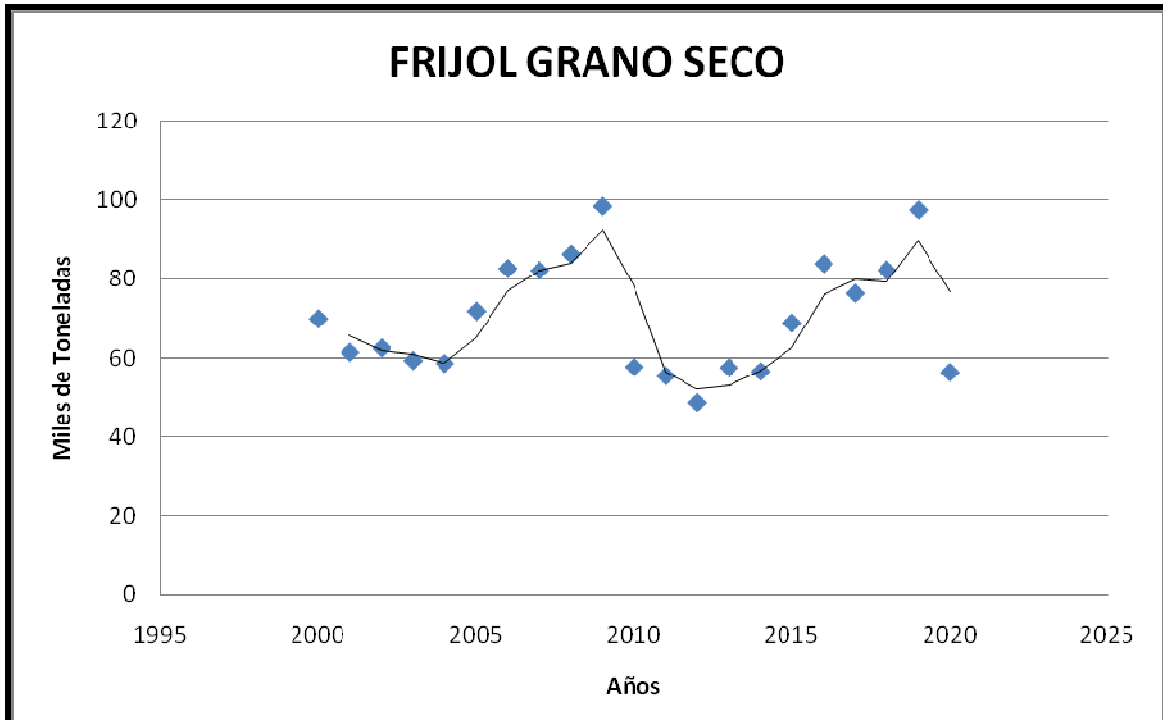
NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Figura 12: Proyecciones del 2010 al 2020 de la Producción (en miles de Toneladas) y de la Productividad (Toneladas/Hectárea) del arroz cáscara (Basados en los datos estadísticos del MINAG).



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

Figura 13: Proyecciones del 2010 al 2020 de la Producción (en miles de Toneladas) y de la Productividad (Toneladas/Hectárea) del frijol grano seco (Basados en los datos estadísticos del MINAG).



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

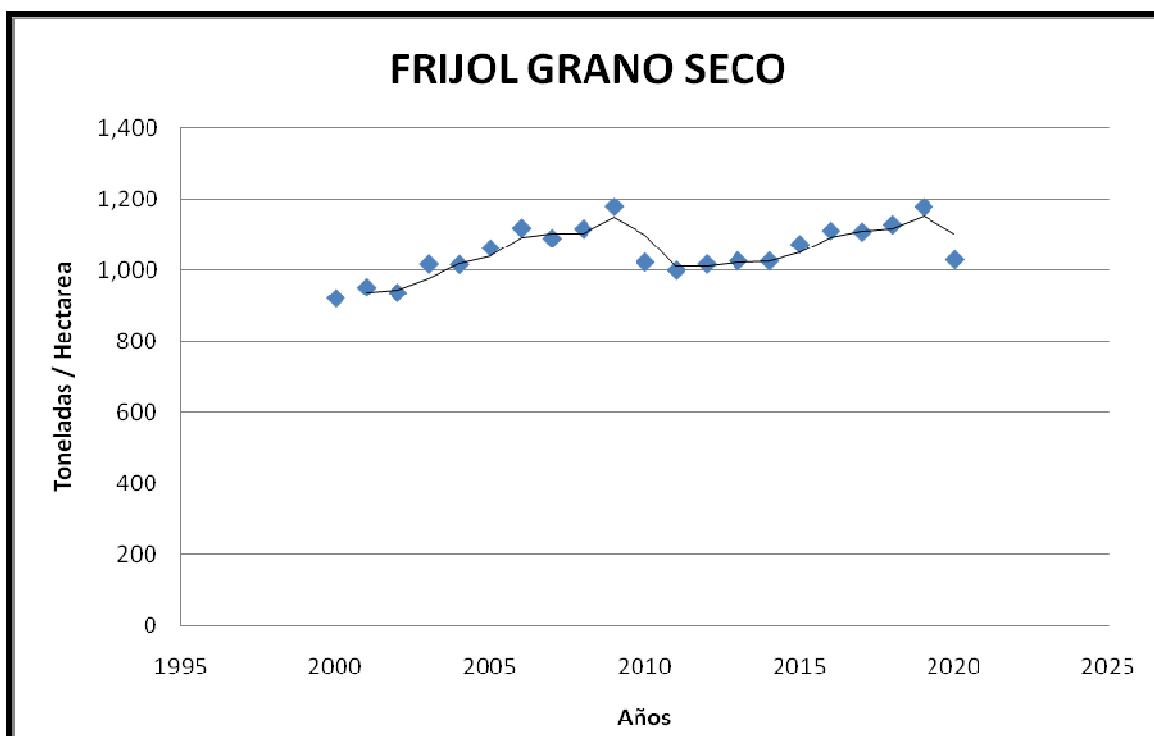
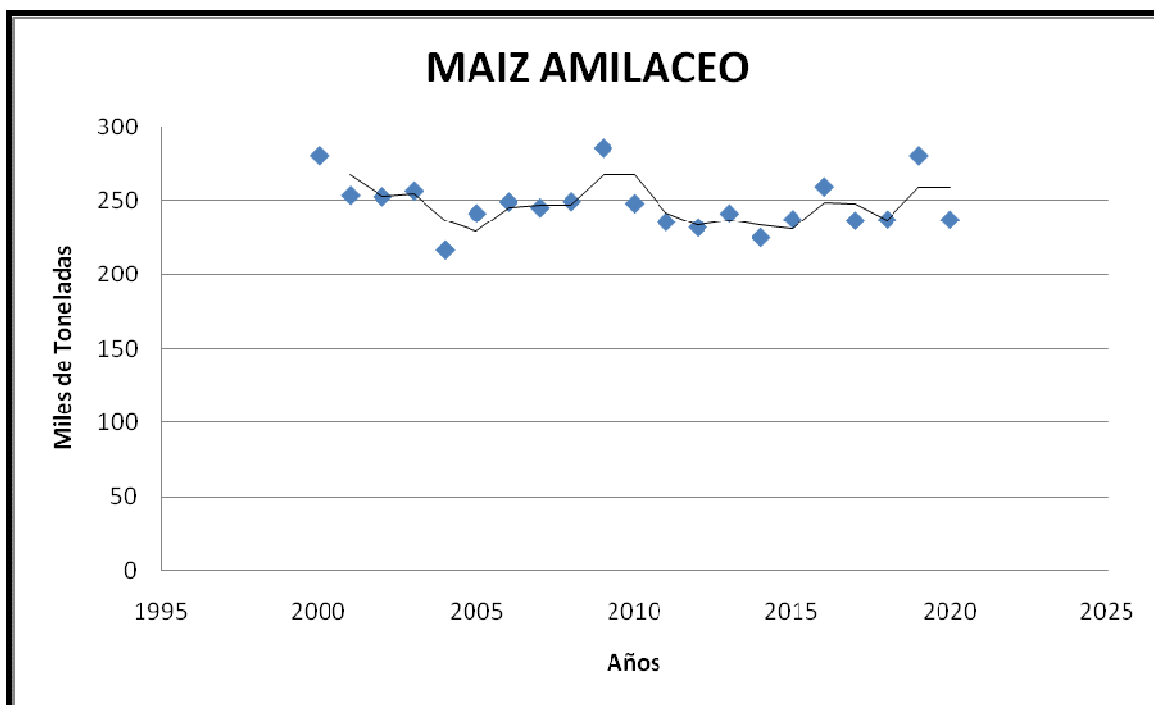


Figura 14: Proyecciones del 2010 al 2020 de la Producción (en miles de Toneladas) y de la Productividad (Toneladas/Hectárea) del maíz amiláceo (Basados en los datos estadísticos del MINAG).



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

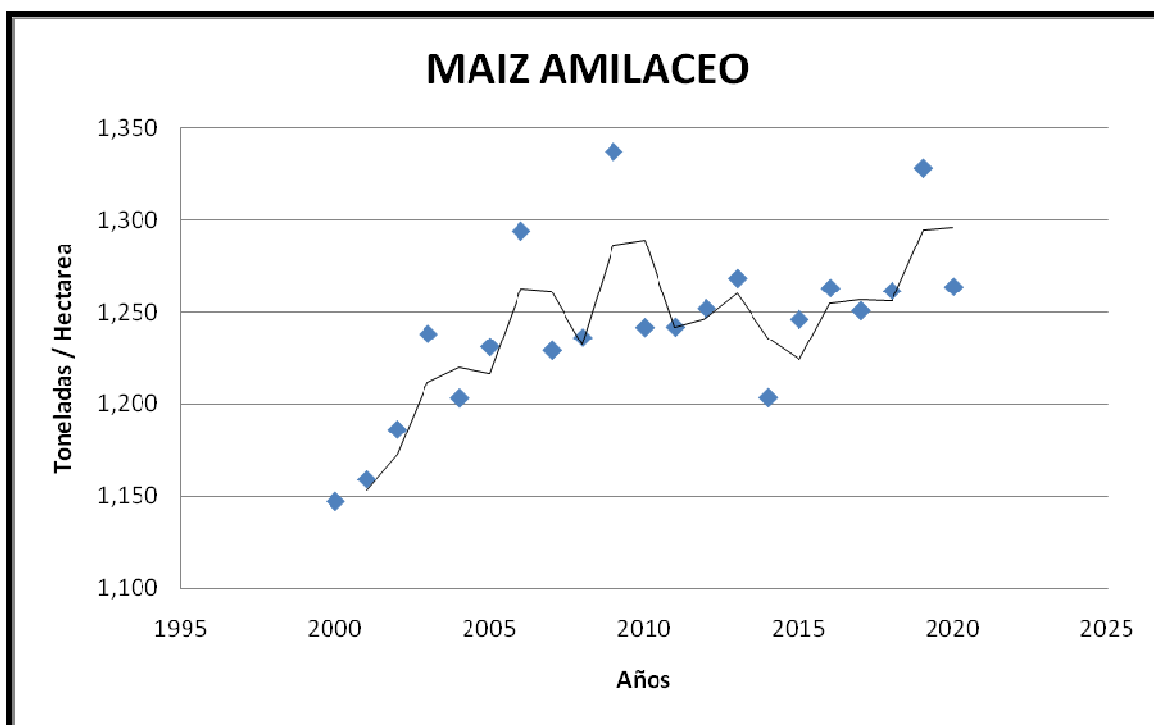


Figura 15: Proyecciones del 2010 al 2020 de la Producción (en miles de Toneladas) y de la Productividad (Toneladas/Hectárea) del maíz choclo (Basados en los datos estadísticos del MINAG).

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

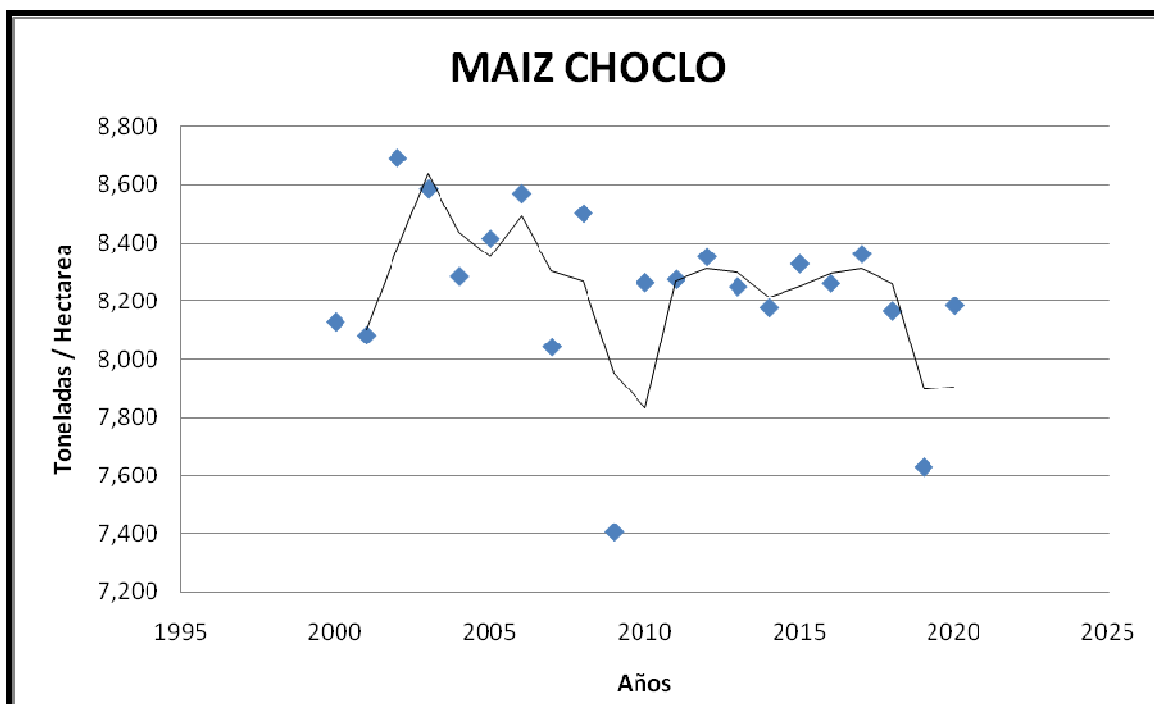
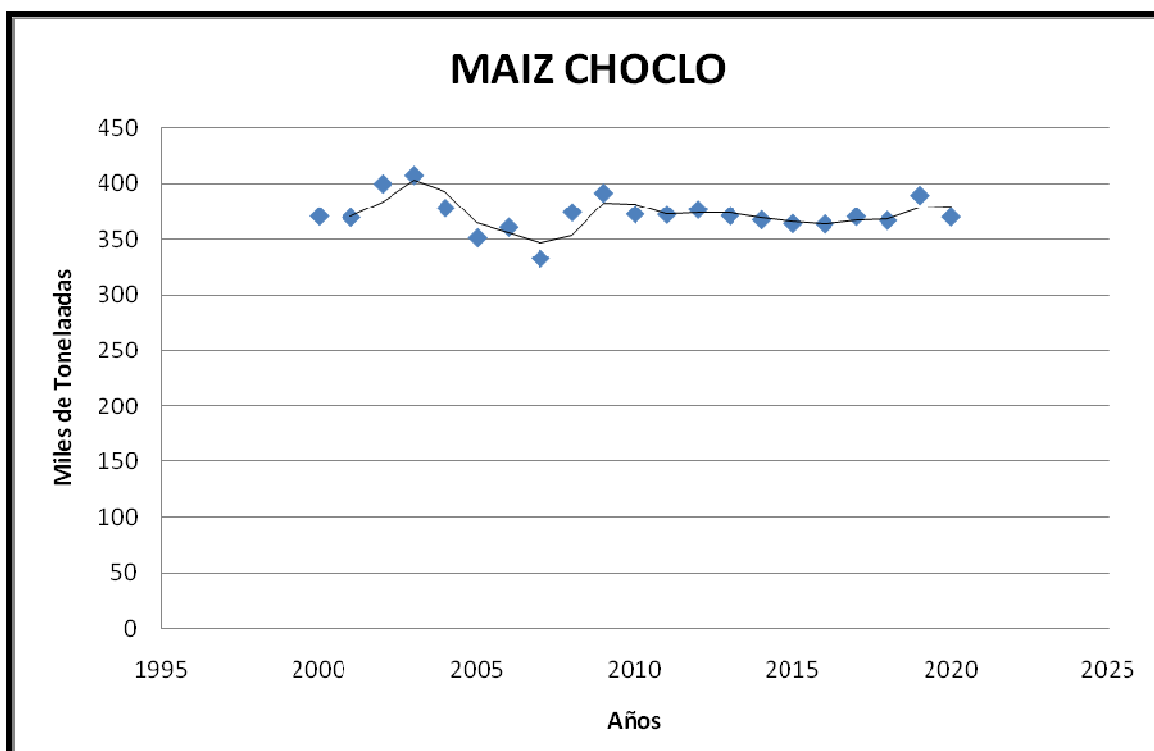


Figura 16: Proyecciones del 2010 al 2020 de la Producción (en miles de Toneladas) y de la Productividad (Toneladas/Hectárea) del tomate (Basados en los datos estadísticos del MINAG).

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

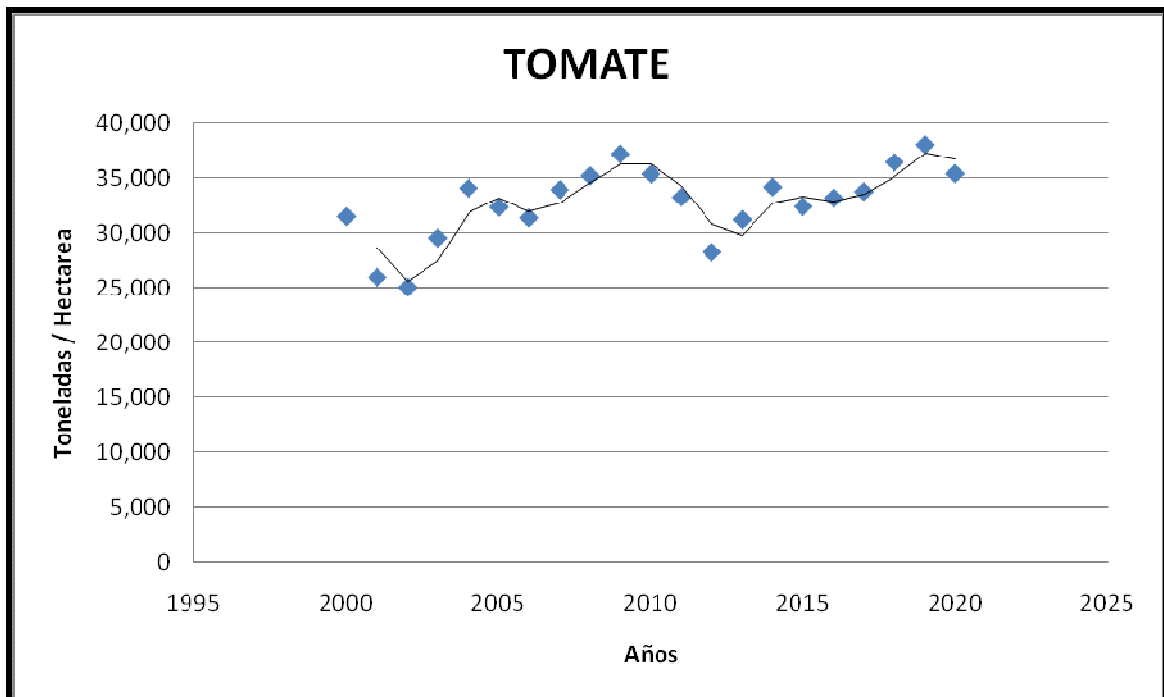
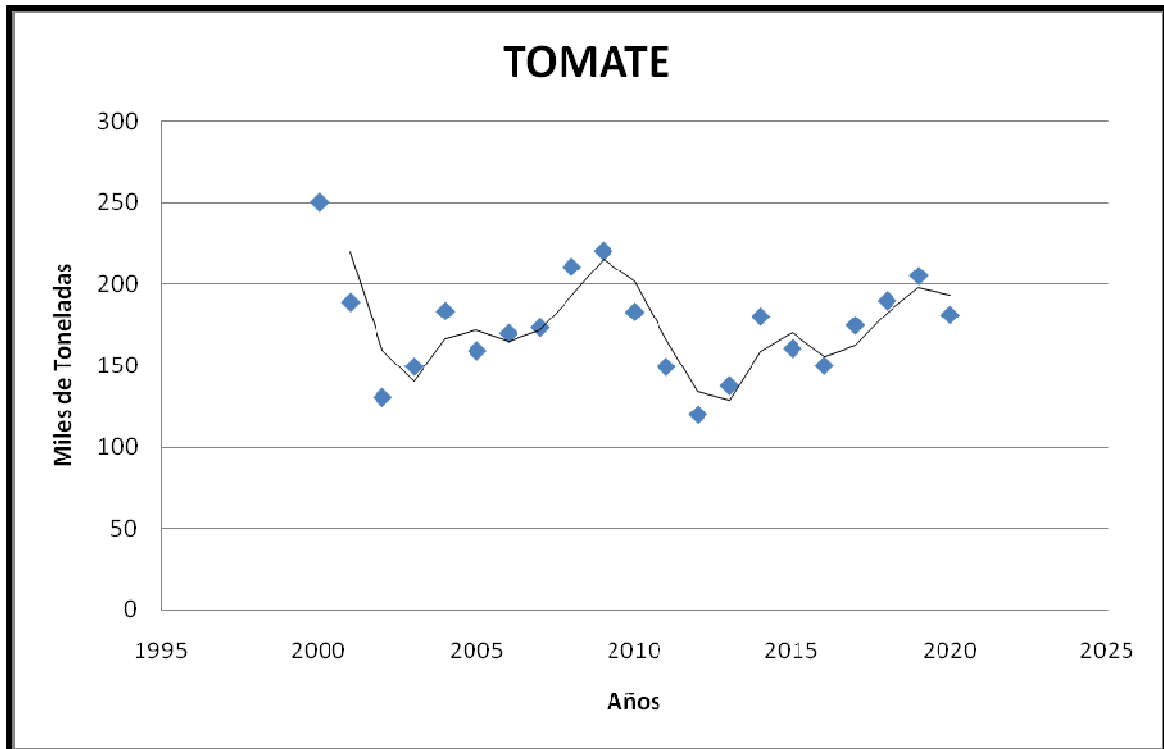


Figura 17: Proyecciones del 2010 al 2020 de la Producción (en miles de Toneladas) y de la Productividad (Toneladas/Hectárea) del camote (Basados en los datos

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

estadísticos del MINAG).

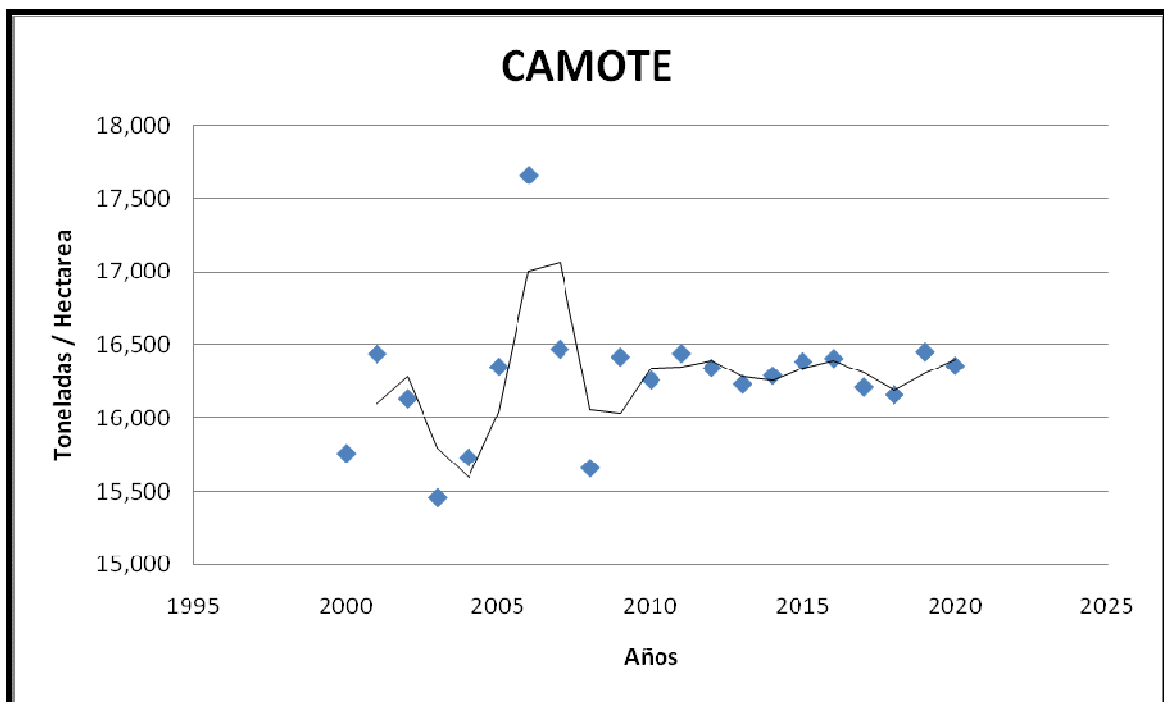
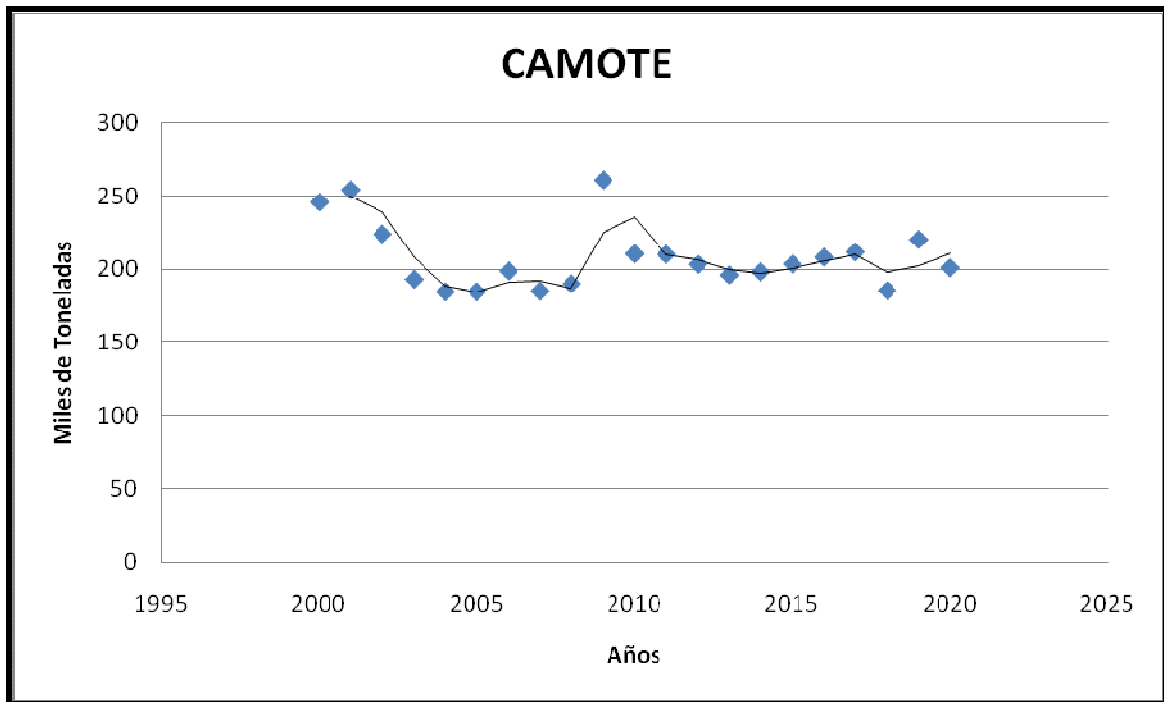
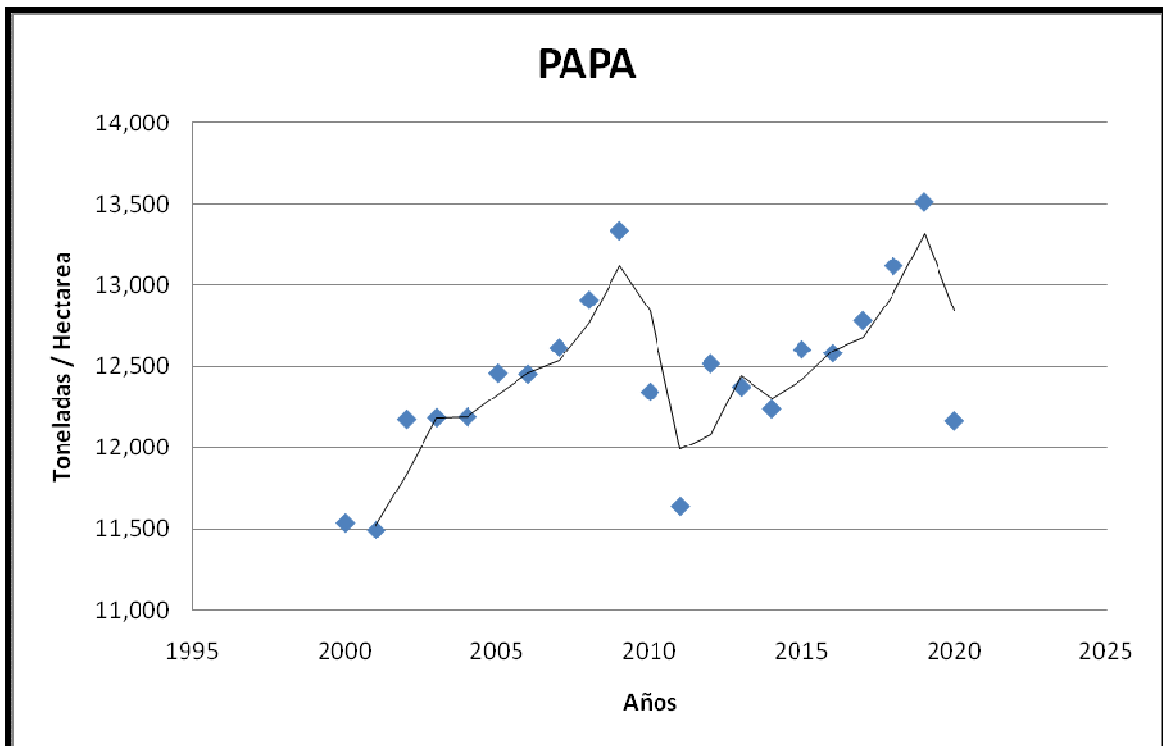
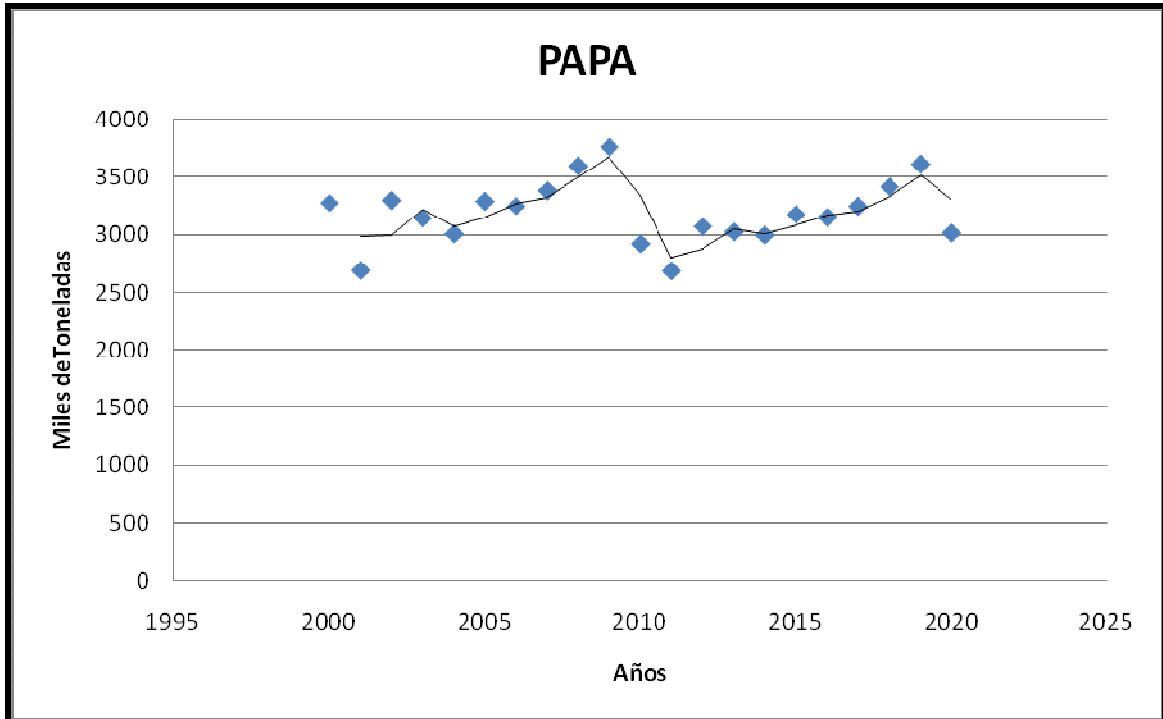


Figura 18: Proyecciones del 2010 al 2020 de la Producción (en miles de Toneladas) y de

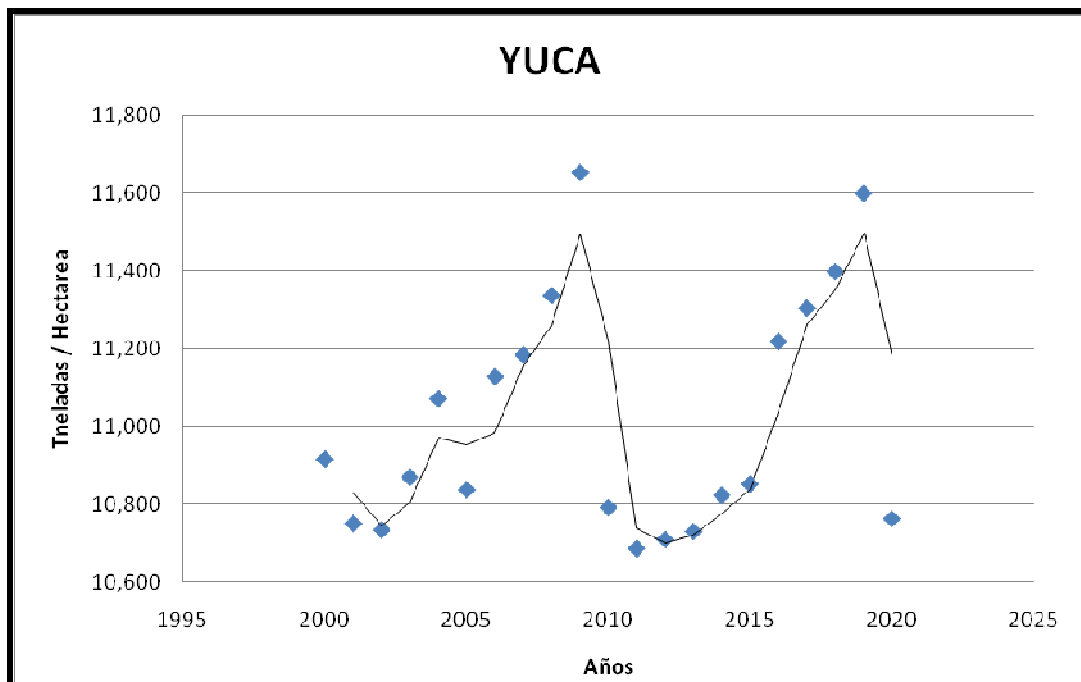
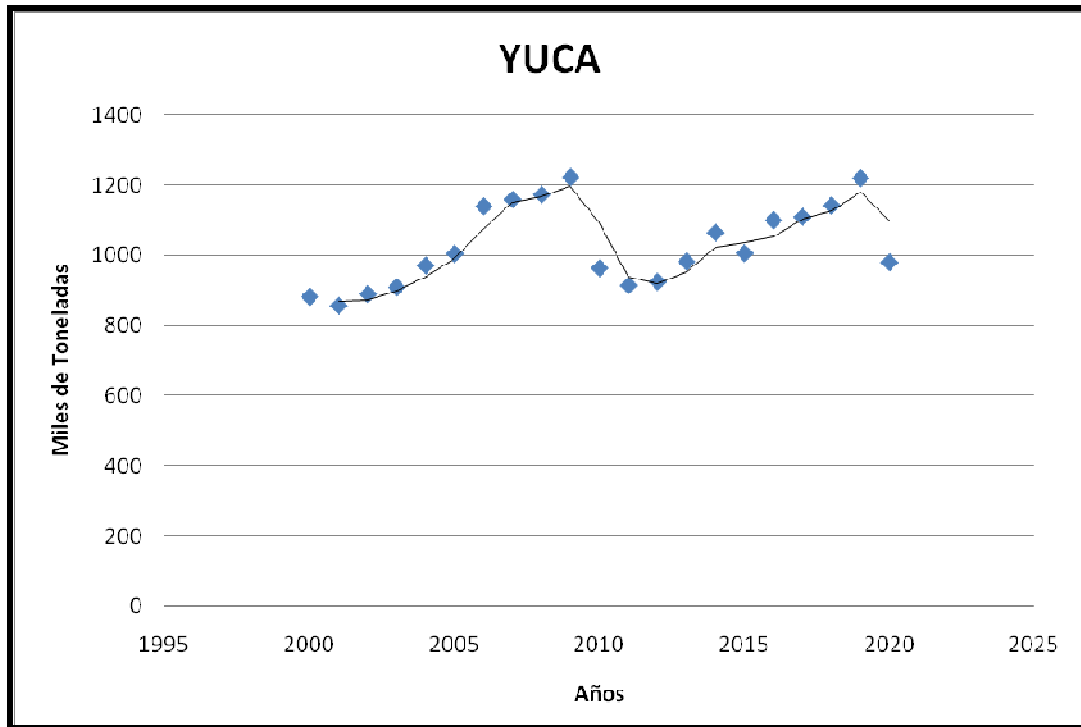
NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

la Productividad (Toneladas/Hectárea) de la papa (Basados en los datos estadísticos del MINAG).



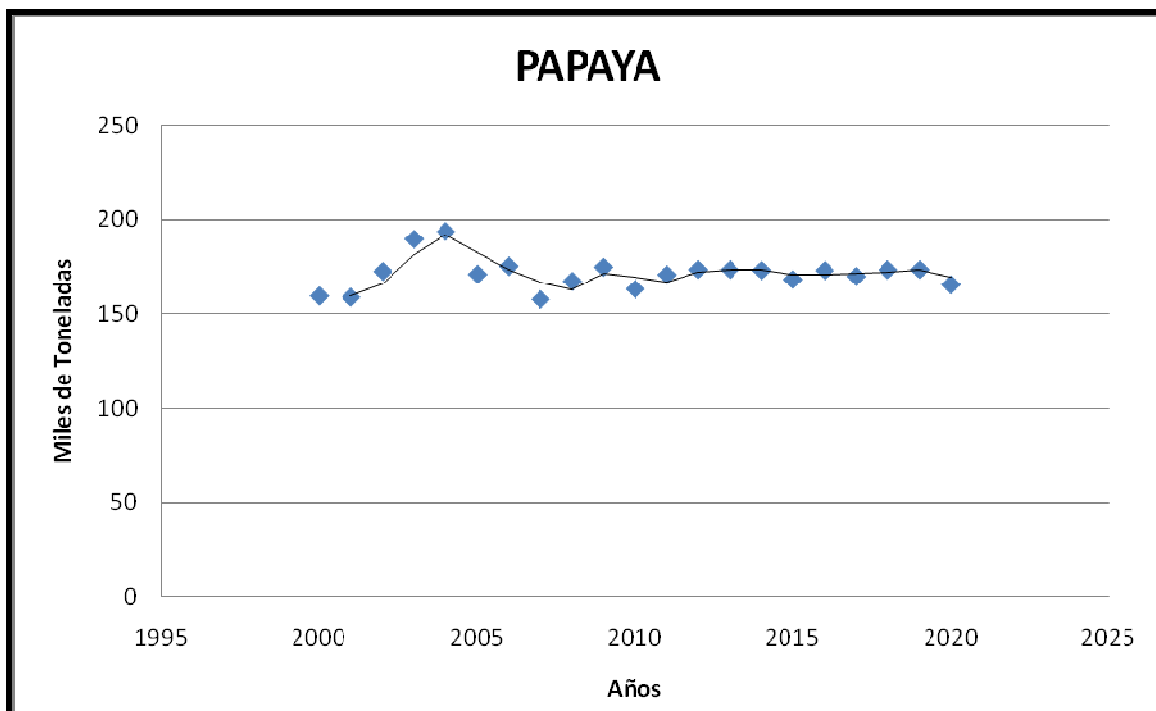
NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Figura 19: Proyecciones del 2010 al 2020 de la Producción (en miles de Toneladas) y de la Productividad (Toneladas/Hectárea) de la yuca (Basados en los datos estadísticos del MINAG).



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

Figura 20: Proyecciones del 2010 al 2020 de la Producción (en miles de Toneladas) y de la Productividad (Toneladas/Hectárea) de la papaya (Basados en los datos estadísticos del MINAG).



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

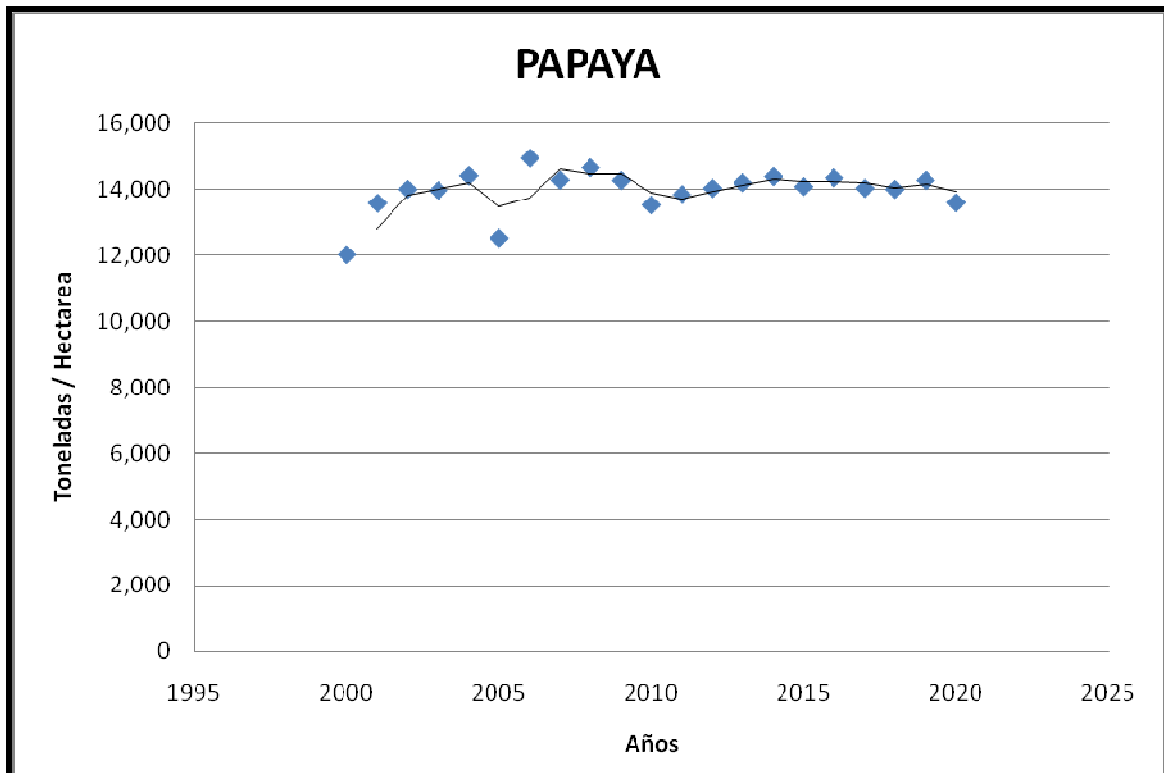


Figura 21: Proyecciones del 2010 al 2020 de la Producción (en miles de Toneladas) y de la Productividad (Toneladas/Hectárea) de la platano (Basados en los datos estadísticos del MINAG).

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

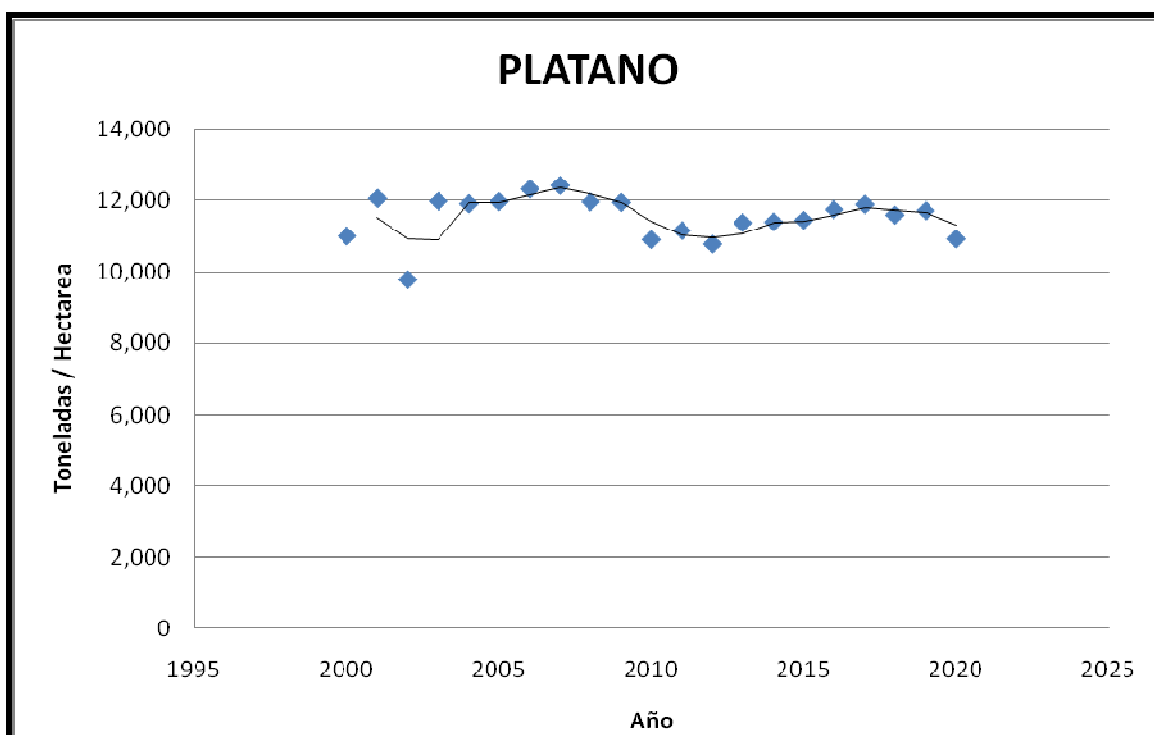
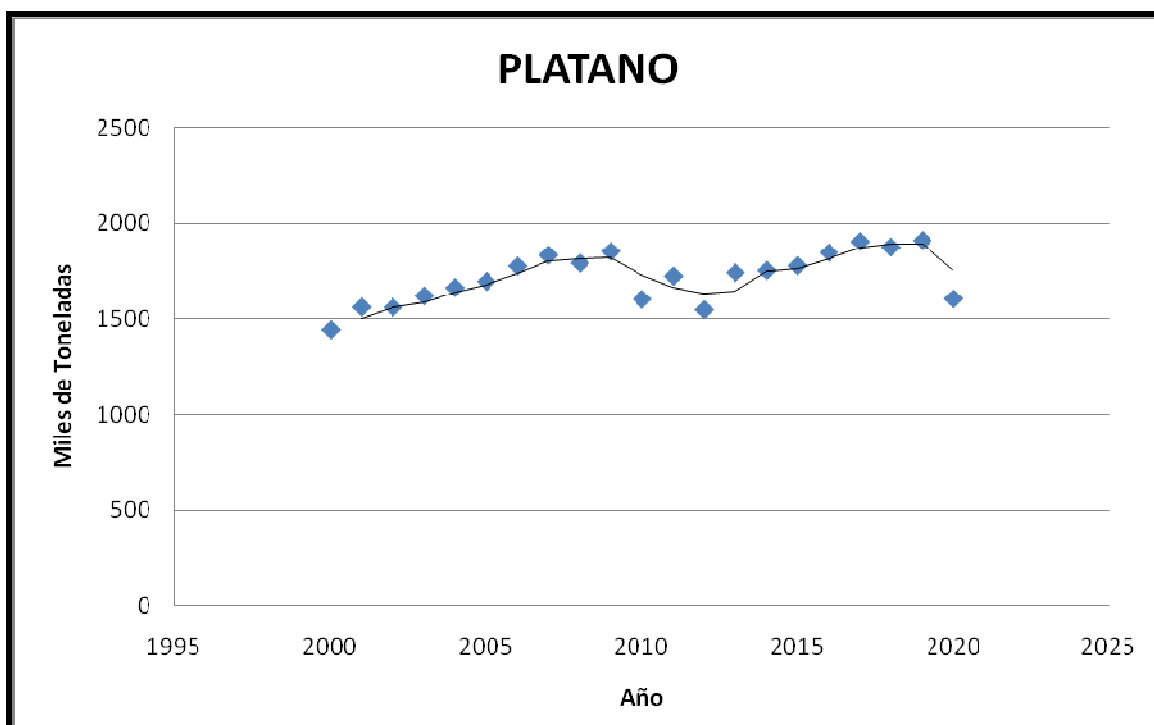


Figura 22: Proyecciones del 2010 al 2020 de la Producción (en miles de Toneladas) y de la Productividad (Toneladas/Hectárea) del algodón rama (Basados en los

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

datos estadísticos del MINAG).

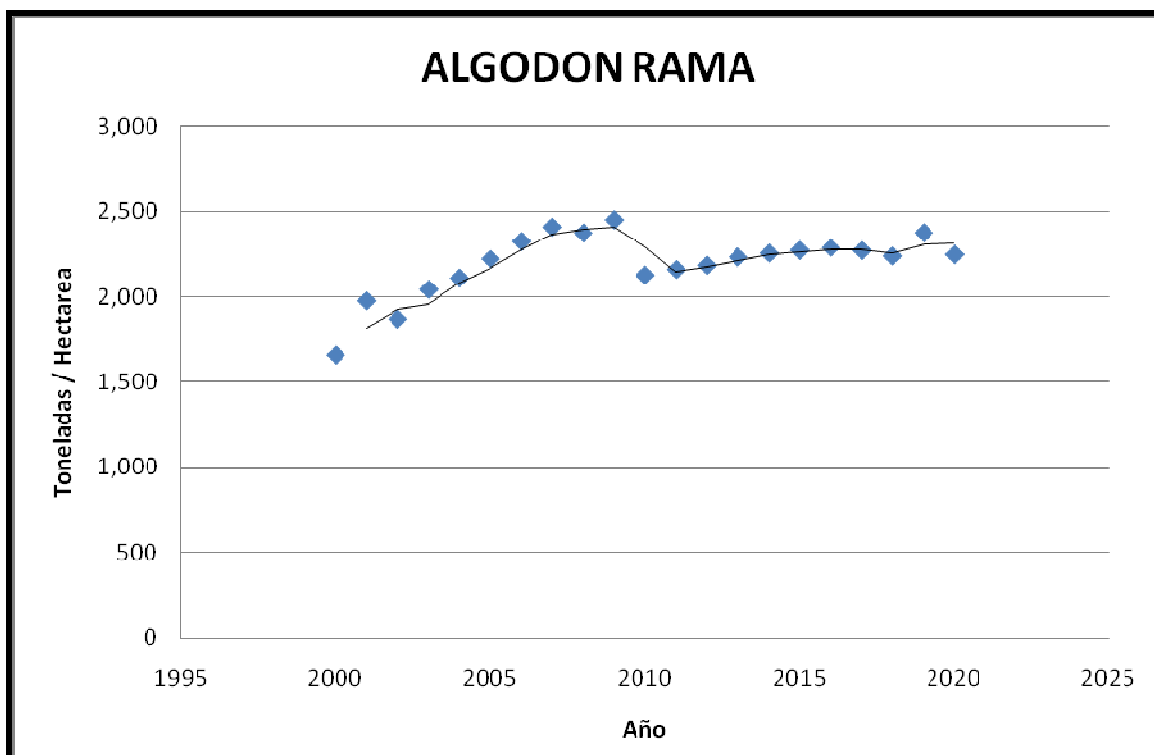
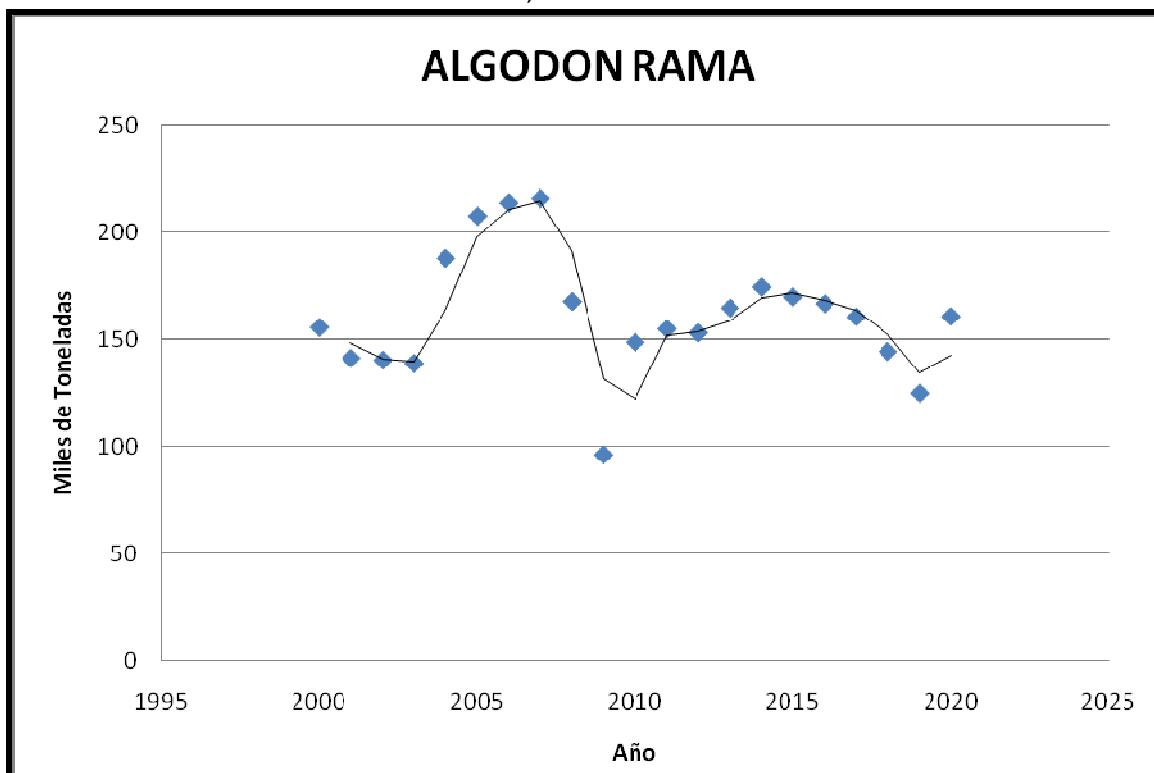
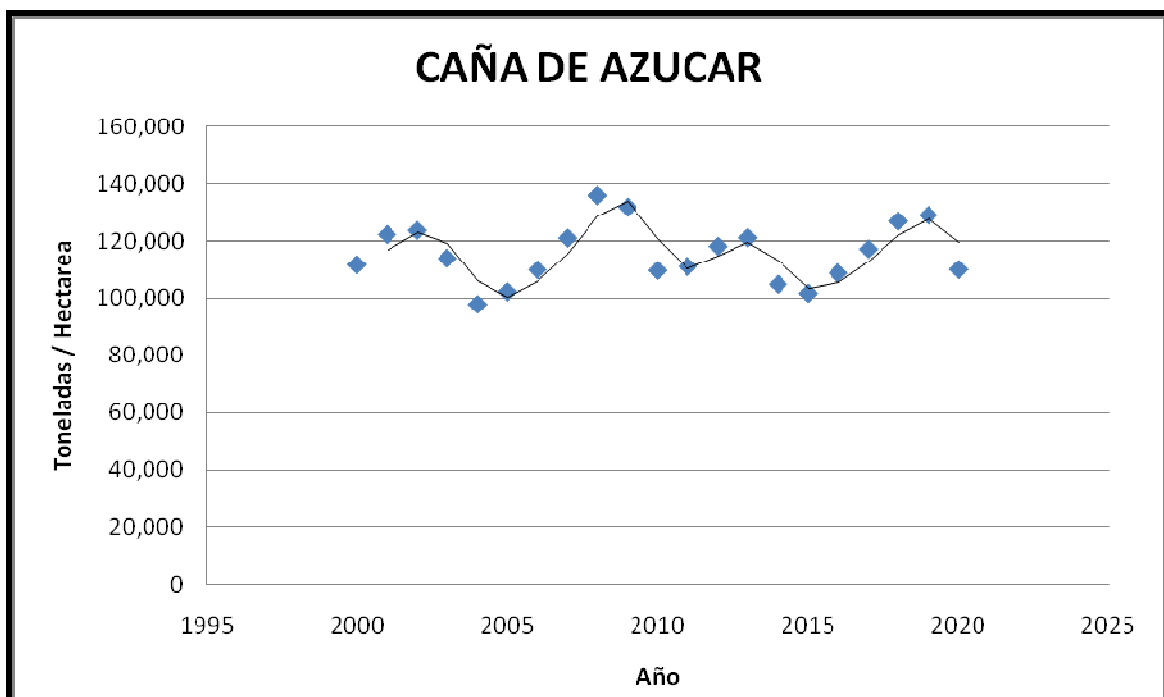
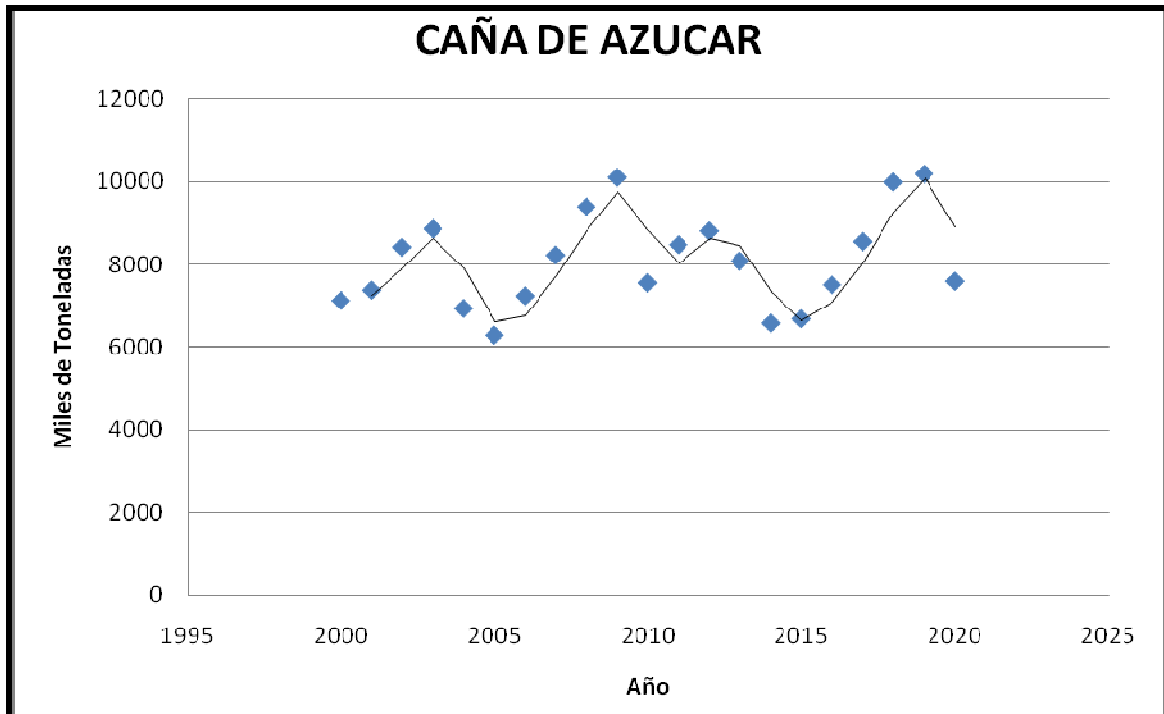


Figura 23: Proyecciones del 2010 al 2020 de la Producción (en miles de Toneladas) y de 107

(C. Scotto. Febrero 2011)

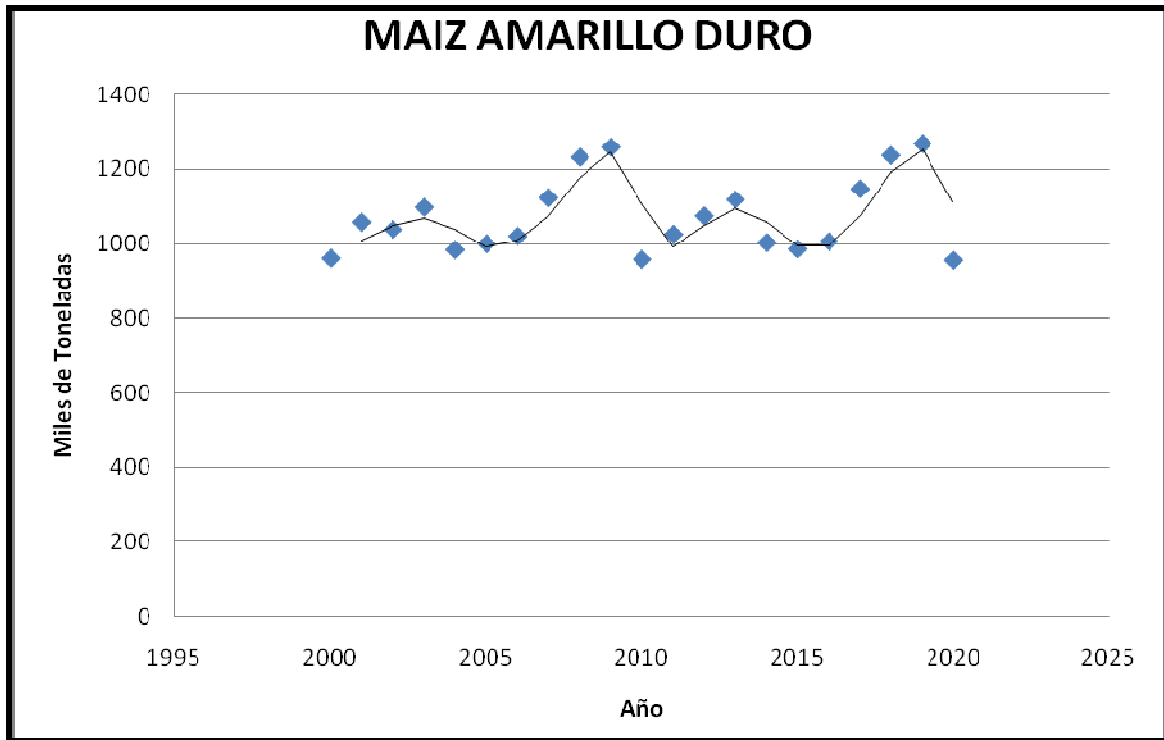
NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

la Productividad (Toneladas/Hectárea) de la caña de azúcar (Basados en los datos estadísticos del MINAG).

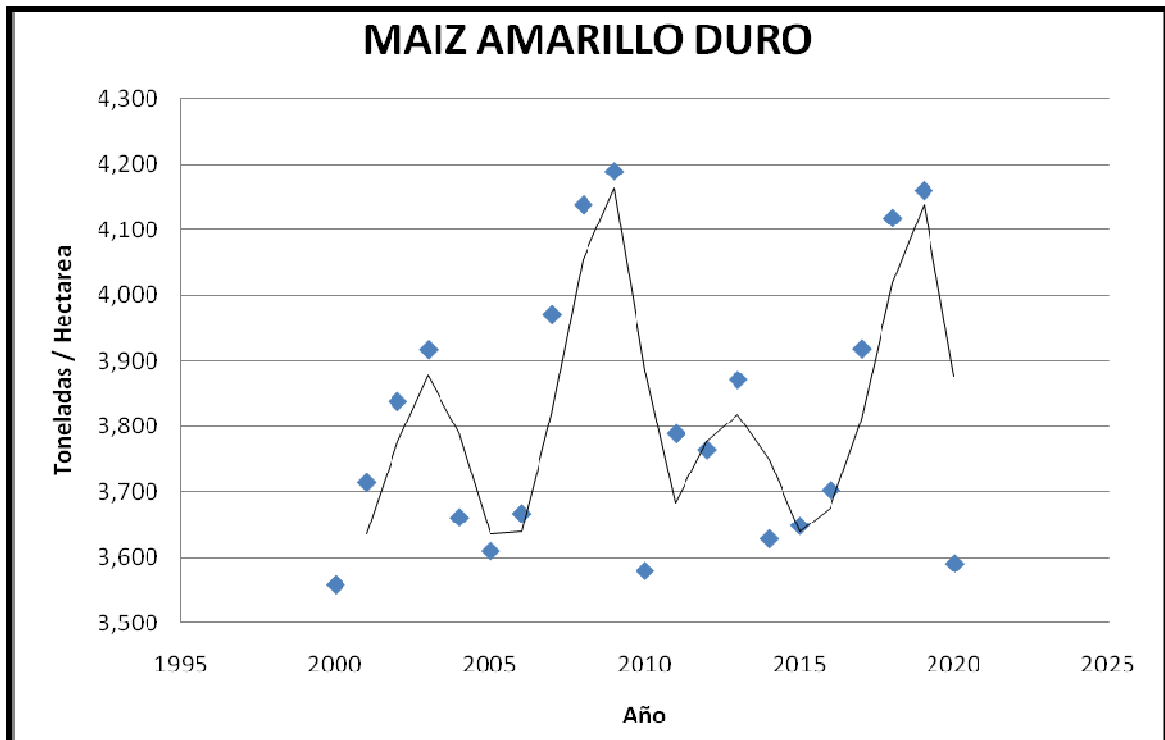


NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Figura 24: Proyecciones del 2010 al 2020 de la Producción (en miles de Toneladas) y de la Productividad (Toneladas/Hectárea) del maíz amarillo duro (Basados en los datos estadísticos del MINAG).

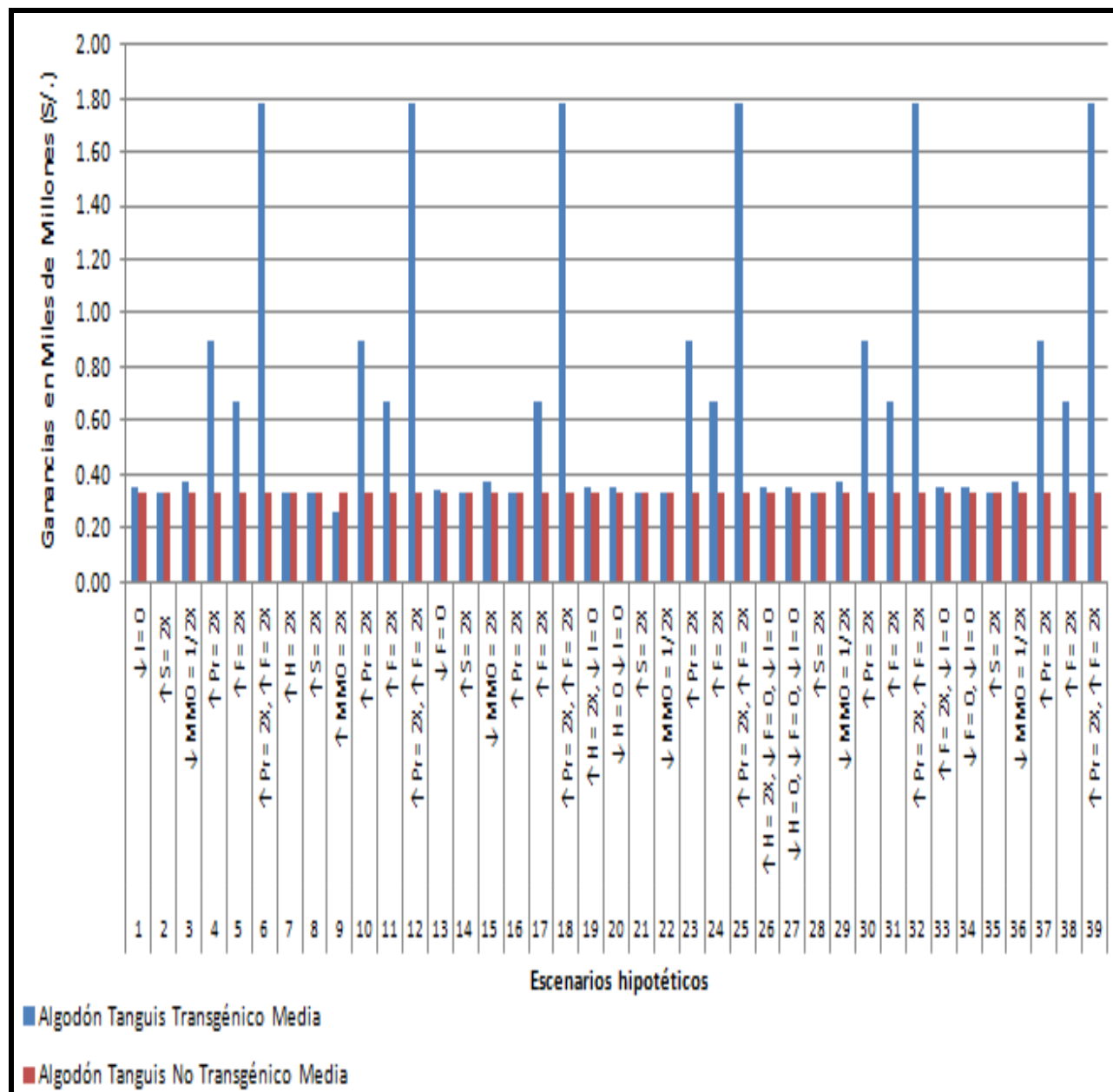


NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente



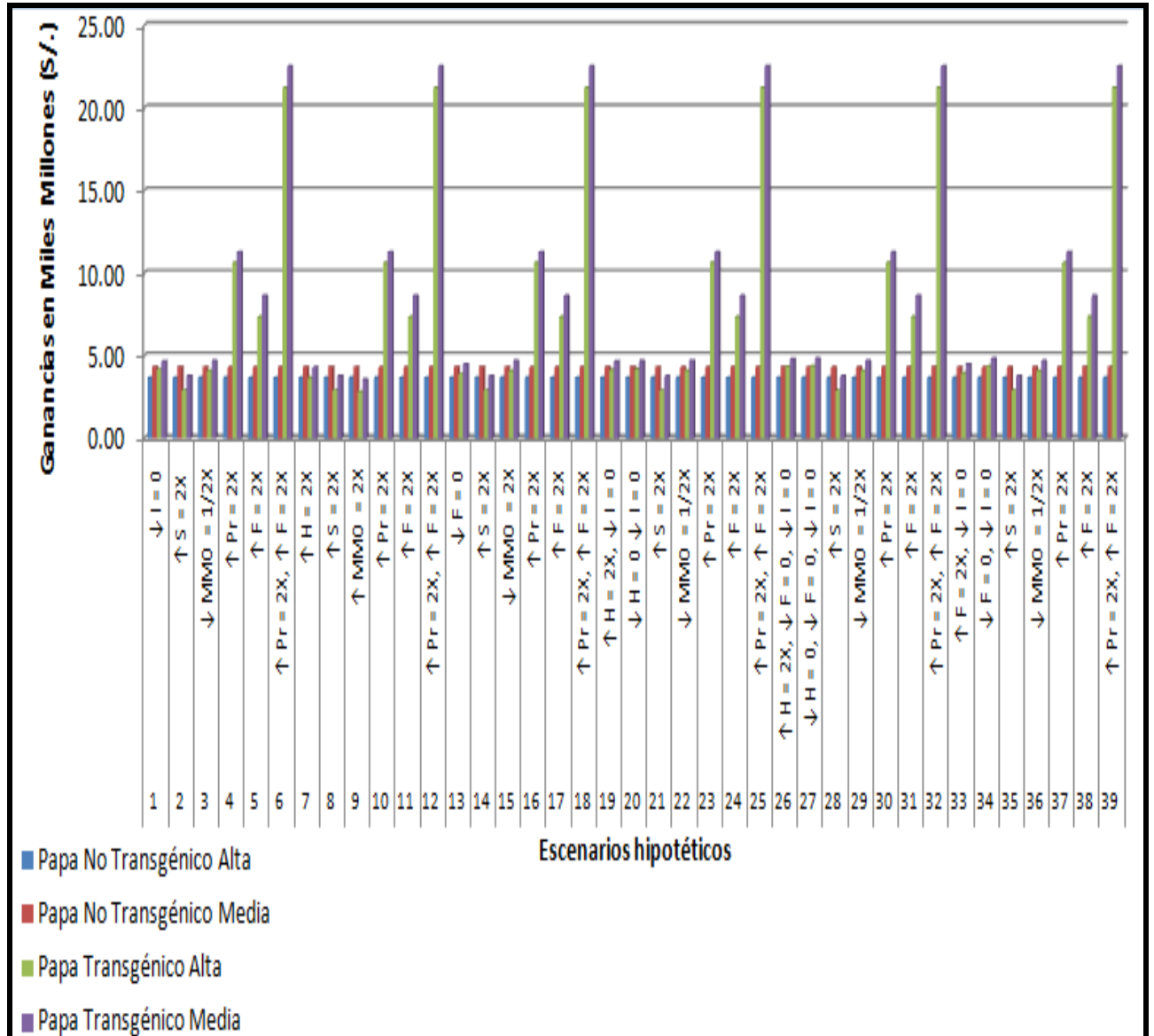
NOTA: La opinión del consultor no refleja necesariamente la posición del Ministerio del Ambiente

Figura 25: Escenarios hipotéticos para la Ganancia en Miles de Millones de Nuevos Soles para el cultivo de algodón no transgénico y transgénico con Media tecnología (Elaborado por el autor basados en los datos estadísticos del MINAG).



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

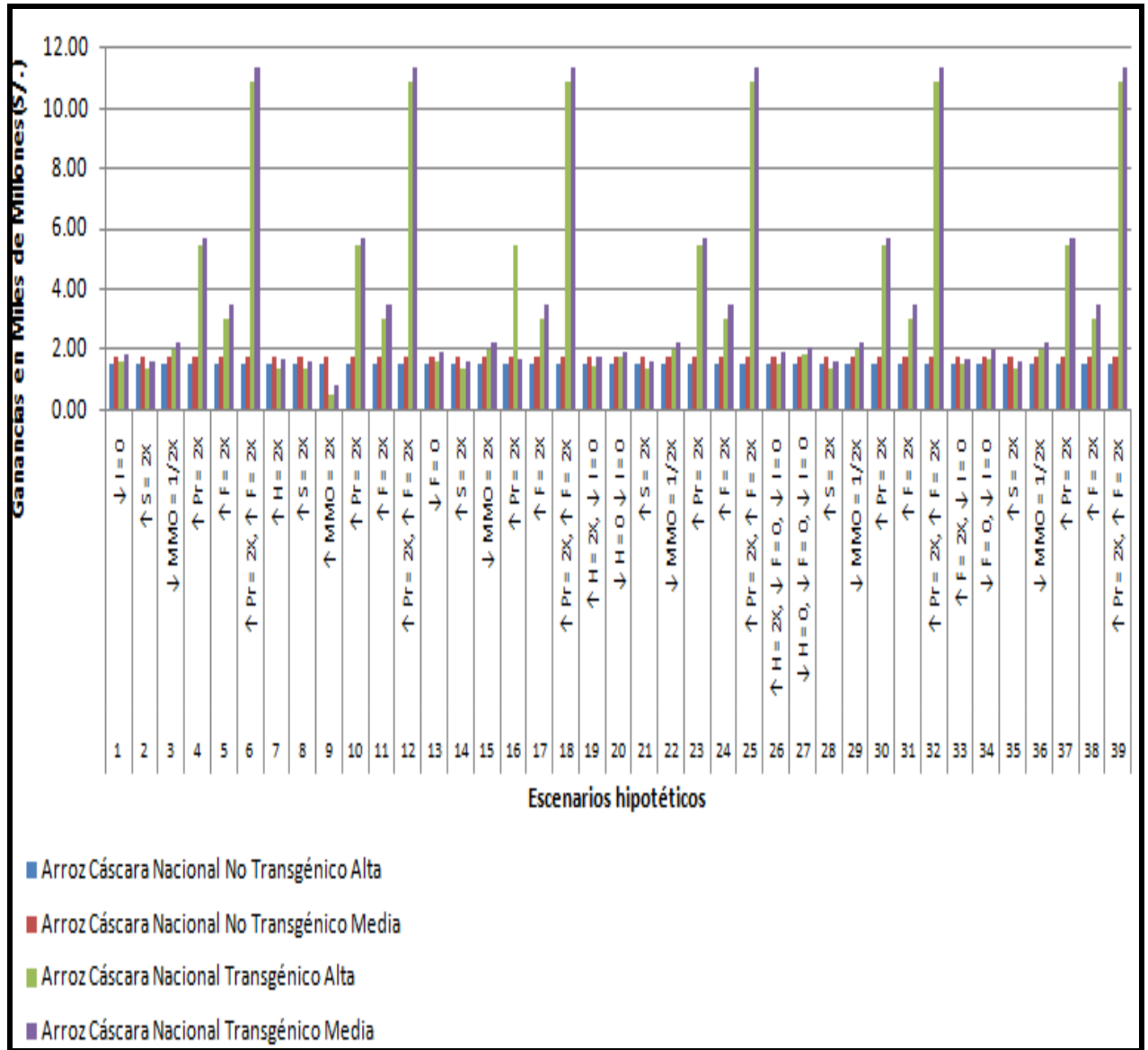
Figura 26: Escenarios hipotéticos para la Ganancia en Miles de millones de Nuevos Soles para el cultivo de papa no transgénica y transgénica con Alta y Media tecnología (Elaborado por el autor basados en los datos estadísticos del MINAG).



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

Figura 27: Escenarios hipotéticos para la Ganancia en Miles de millones de Nuevos Soles para el cultivo de arroz cáscara no transgénico y transgénico con Alta y Media tecnología (Elaborado por el autor basados en los datos estadísticos del MINAG).



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

Figura 28: Escenarios hipotéticos para la Ganancia en Miles de millones de Nuevos Soles para el cultivo de maíz amiláceo no transgénico y transgénico con Media tecnología (Elaborado por el autor basados en los datos estadísticos del MINAG).

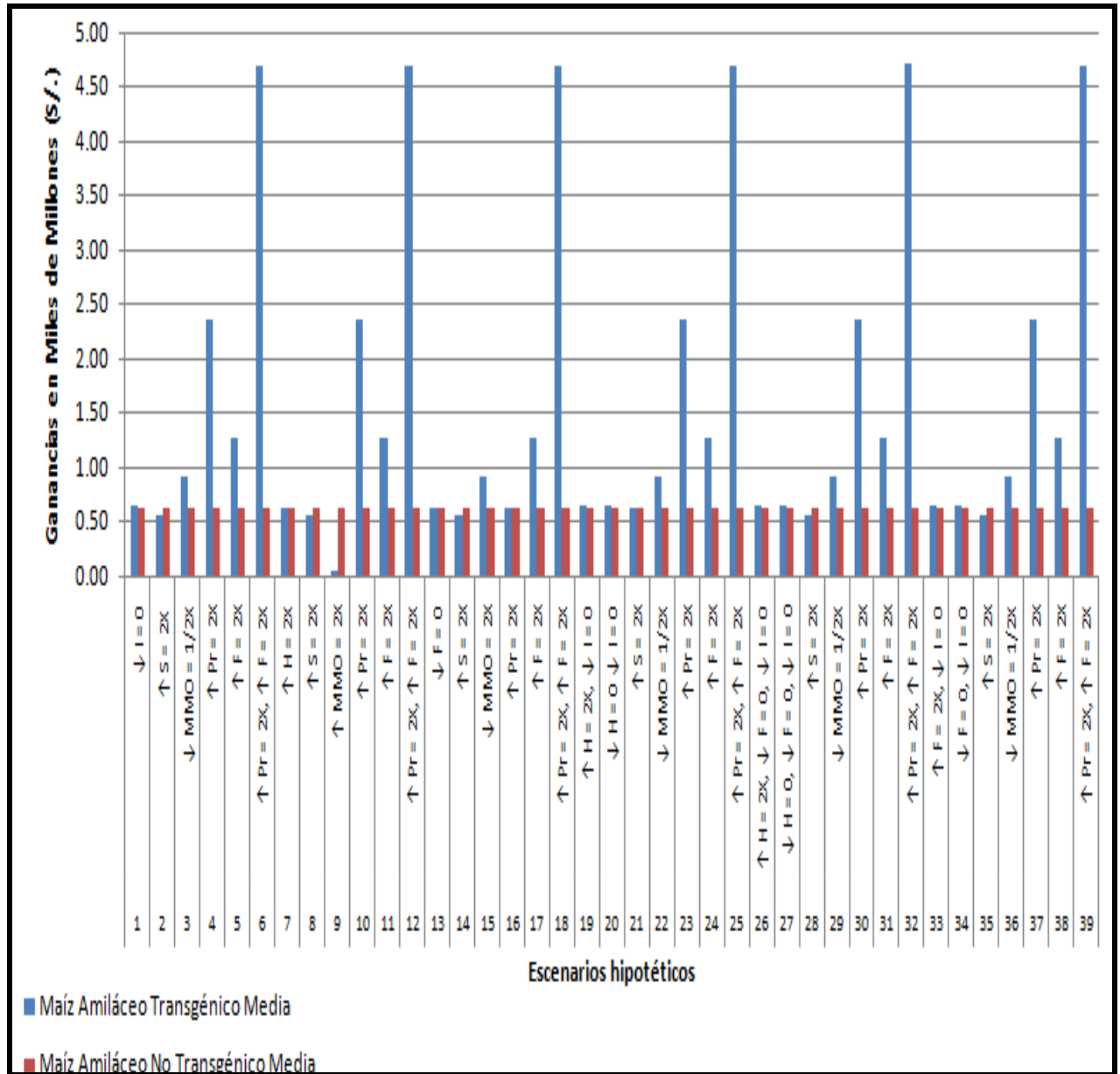
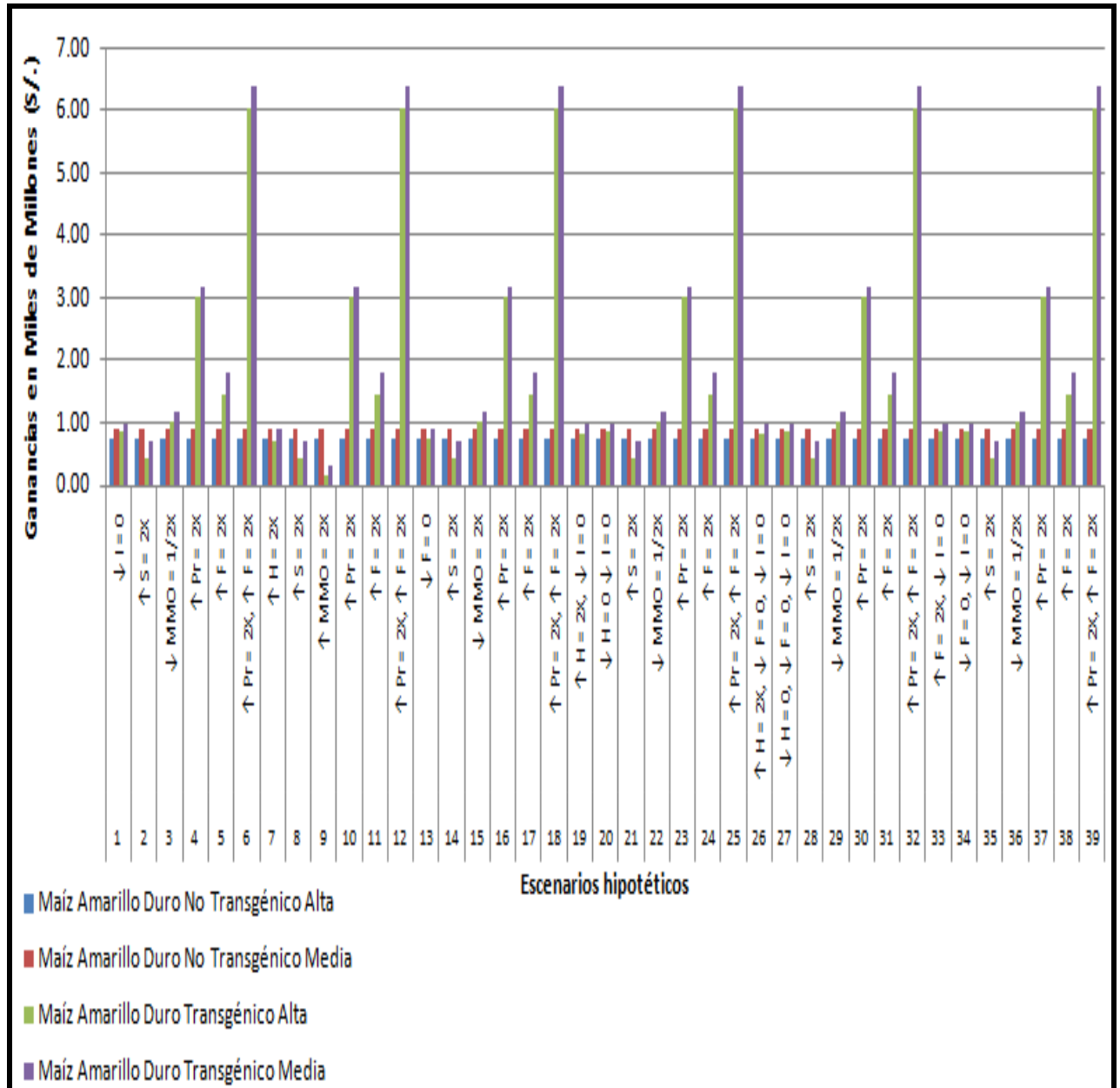


Figura 29: Escenarios hipotéticos para la Ganancia en Miles de millones de Nuevos Soles para el cultivo de maíz amarillo duro no transgénico y transgénico con Alta y Media tecnología (Elaborado por el autor basados en los datos estadísticos del MINAG).



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

LISTA DE ANEXOS