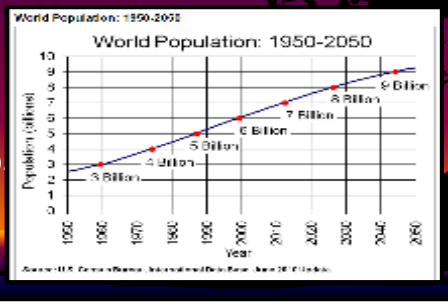
PERÚ
Ministerio del Ambiente
Reunión Ordinaria IX del Grupo Técnico de Bioseguridad de la Comisión Nacional de Diversidad Biológica
- CONADIB -
"ANÁLISIS DE LA PERTINENCIA DEL USO DE LA BIOTECNOLOGÍA MODERNA, IDENTIFICACIÓN Y APLICACIONES ESPECIFICAS"
Consultoría contratada por el Ministerio el Ambiente
Blgo. Mg. CARLOS SCOTTO ESPINOZA
Consultor
La opinión del Consultor no refleja necesariamente la opinión de la Institución

I. PROBLEMAS, VACÍOS Y NECESIDADES DE LA AGRICULTURA NACIONAL CUYA SOLUCIÓN PUEDE SER ABORDADA MEDIANTE APLICACIONES DE LA BIOTECNOLOGÍA MODERNA.

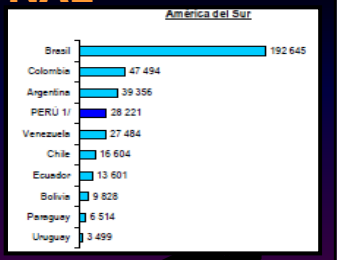
PROBLEMA MUNDIAL

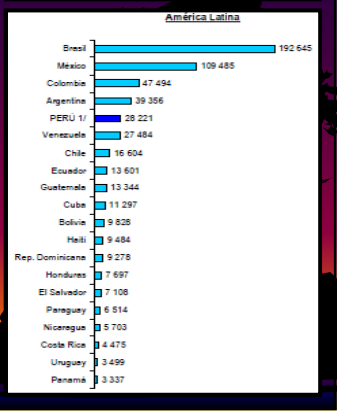
- Una de las principales preocupaciones de la ONU es que se deberá ***incrementar el 50%*** de la producción de alimento para la década entre el 2030 al 2040. Puesto que la población mundial pasara actualmente de 6 889 505 de habitantes a casi **9 000 millones de habitantes** en el Mundo para el año 2050. Es decir un ***30.8% más de personas en todo el planeta*** en los próximos cuarenta años (Base internacional de datos de la Oficina del censo de EE.UU.) (Gráfico 1).
- L***o más preocupante es que las tierras utilizadas para la producción agrícola han aumentado sólo 9% (1 400 millones de hectáreas) durante un período de cincuenta años. Mientras que en ese mismo, la población humana planetaria creció un 123%*** (FAOSTAT, 2009).



PROBLEMA NACIONAL

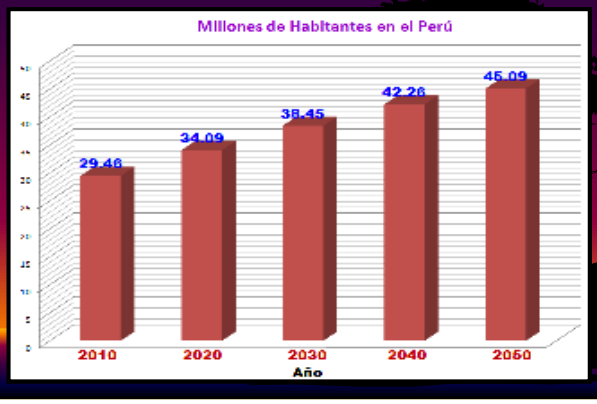
- Para el 30 de Junio del año 2010 el INEI reportó ***29.46 millones de habitantes*** en el Perú (SINIA, Ministerio del Ambiente, 2010). En relación a los países de América del Sur para el año 2008, el ***Perú es el cuarto país más poblado***, después de Brasil, Colombia y Argentina. Con respecto a los 20 países de América Latina, el ***Perú ocupa el quinto lugar***, siendo antecedido por Brasil, México, Colombia y Argentina. Y para todo el Continente Americano (39 países), el ***Perú ocupa el séptimo lugar***.





PROBLEMA NACIONAL

- A ese ritmo si se hace una **proyección aproximada** del crecimiento poblacional del Perú se obtendría el tamaño poblacional siguiente en millones de personas para el Perú: **34.09 (2020), 38.45 (2030), 42.26 (2040) y 45.09 (2050).** Es decir, ***la población peruana aumentaría unos 3 a 4 millones de peruanos cada diez años en promedio*** aproximadamente.



PROBLEMA NACIONAL

- **Si para el 2050 se habrá incrementado la población peruana en un 53%** con respecto a la década actual (2010).
- ***¿En cuánto debería el Perú incrementar su producción alimenticia para sostener su población de casi 45 millones de personas para el año 2050?***
- "… la respuesta sería **un incremento de casi 86% más de alimento de lo que se produce actualmente** para mantener un crecimiento sostenible de acuerdo a lo propuesto por la FAO para el resto del planeta.

PROBLEMA NACIONAL

- El Perú, es el ***tercer país de mayor extensión geográfica*** (**1 285 215.6 Km²**) y el ***quinto más denso de América Latina***.
- La densidad poblacional en el Perú **se incrementaría a 25.3 en el 2020, a 28.6 en el 2030, a 31.4 en el 2040 y a 33.58 Habitantes/Km².**
- El INEI textualmente puntualiza lo siguiente: "***El territorio peruano tiene características geomorfológicas que limitan las posibilidades de ocupación de gran porcentaje del territorio nacional,*** *como las* ***grandes zonas desérticas en la Costa,*** *o* ***aquellas que*** **se ubican por encima de los cuatro mil metros sobre el nivel del mar en la Sierra** ***y las zonas húmedas cubiertas de vegetación de la Selva alta y baja***".
- Es decir, que al haber muchas áreas inhabitables **en el Perú se proyectara un aumento poblacional que se concentrará mayormente en las áreas pobladas (ciudades) y no homogéneamente en todo el territorio peruano por su geografía particular.**

PROBLEMA REGIONAL

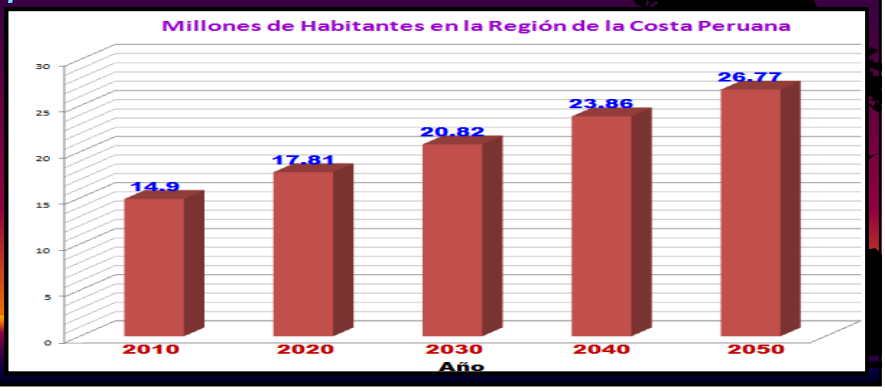
- La Costa representa el ***54.6% siendo la región que alberga más de la mitad de la población del país***. La **Sierra** tiene 8 770 738 habitantes (**32% del total**). Y la **Selva** 3 675 292 habitantes (**13.4% del total**).
- ***Las poblaciones de la Costa y de la Selva han incrementado su tamaño poblacional, mientras que la población de la Sierra ha venido disminuyendo.***
- *Las tasas de crecimiento anuales reportadas por el INEI* fueron en promedio de **1.8% para la Selva y la Costa, y de 0.9% para la Sierra** (Figura 4).

PROBLEMA REGIONAL

- La Costa representa el ***54.6% siendo la región que alberga más de la mitad de la población del país***. La **Sierra** tiene 8 770 738 habitantes (**32% del total**). Y la **Selva** 3 675 292 habitantes (**13.4% del total**).
- ***Las poblaciones de la Costa y de la Selva han incrementado su tamaño poblacional, mientras que la población de la Sierra ha venido disminuyendo.***
- *Las tasas de crecimiento anuales reportadas por el INEI* fueron en promedio de **1.8% para la Selva y la Costa, y de 0.9% para la Sierra** (Figura 4).

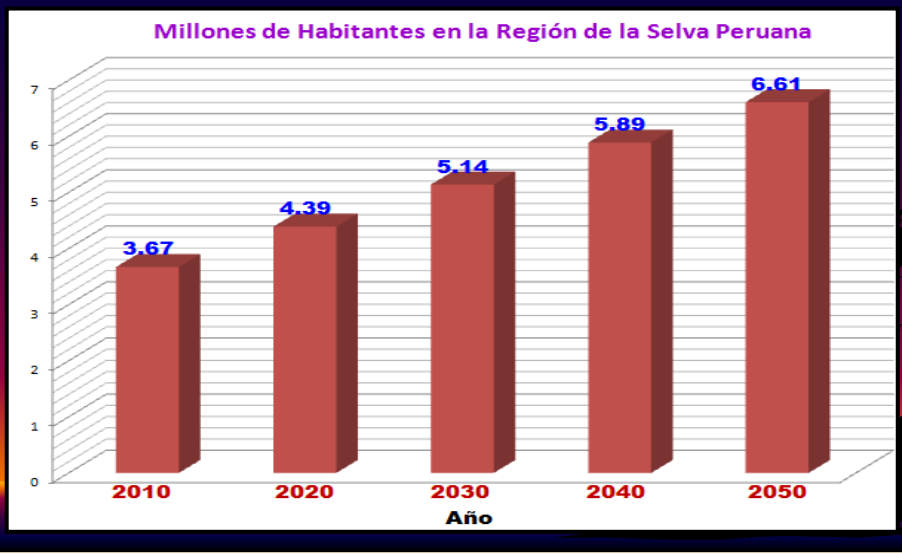
PROBLEMA REGIONAL DE LA COSTA

- La región de la **Costa Peruana** para el año 2020 tendría un tamaño poblacional de 17.81 millones de habitantes, para el año 2030 de 20.82, para el año 2040 de 23.86 y para el año 2050 de 26.77 millones de habitantes (Ver Figura 5).
- Es decir, ***la población de la Costa Peruana aumentará en casi 80% aproximadamente en cuarenta años.***



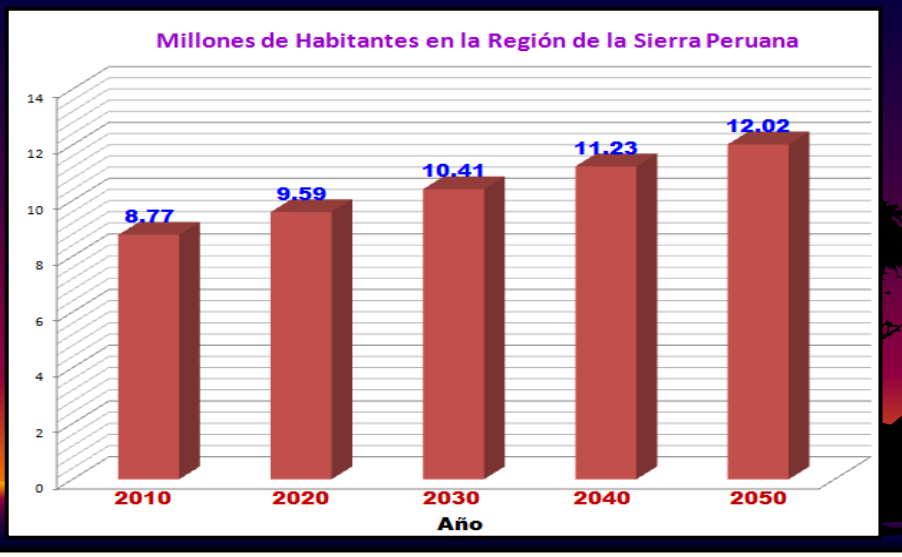
PROBLEMA REGIONAL DE LA SELVA

- *La población de la Selva Peruana aumentará en casi 80% aproximadamente en cuarenta años.*



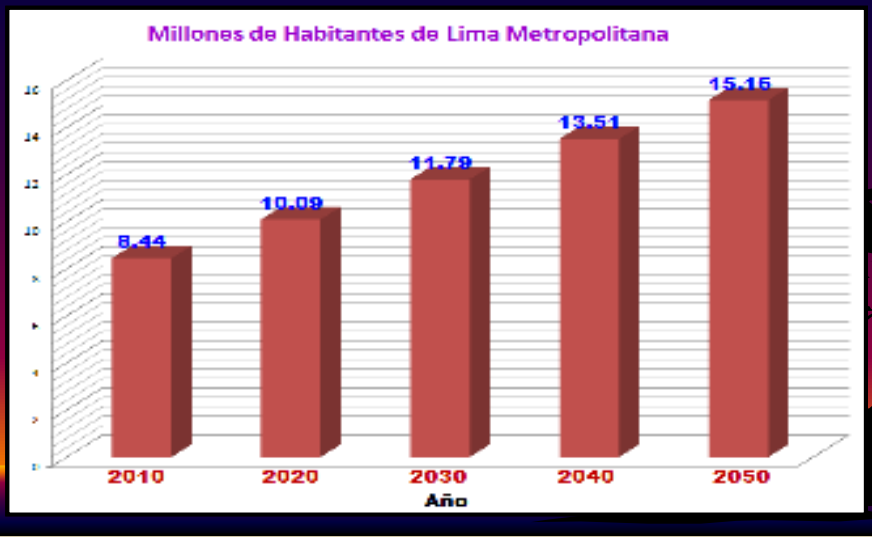
PROBLEMA REGIONAL DE LA SIERRA

- Es decir, *la población de la Sierra Peruana aumentará en casi 37% aproximadamente en cuarenta años.*



PROBLEMA LIMA METROPOLITANA

- ***La población de la Capital Peruana aumentará en casi 80% aproximadamente en cuarenta años.***



PREMISA BIOTECNOLÓGICA

- Según el ISAAA (2009), la satisfacción del agricultor con los OVM´s se debe a los importantes beneficios que obtiene, autosuficiencia, **menores costos de producción** (menor necesidad de insumos, menor labranza y menor aplicación de pesticidas), **mayor productividad y rendimiento neto por hectárea**, beneficios sanitarios y sociales y **menor contaminación del medio ambiente** reduce el consumo de combustibles fósiles de los tractores y contribuye a paliar algunos de los aspectos negativos del cambio climático gracias a la menor aplicación de pesticidas convencionales, todo lo cual contribuye a conseguir una agricultura más sostenible.

CULTIVOS AGROBIOTECNOLÓGICOS MUNDIAL

- La ***soya*** fue el principal cultivo biotecnológico en el año 2009 con 69,2 millones de hectáreas.
- El segundo fue el ***maíz*** con 41.7 millones de hectáreas.
- El tercero fue el ***algodón*** con 16.9 millones de hectáreas.
- Cuarto la ***colza*** con 6.4 millones de hectáreas.
- Según el ISAAA ***se incrementa a casi 9 millones de hectáreas al año de cultivos agrobiotecnológicos en el planeta.***
- El Perú posee en importancia agrícola ***el maíz y el algodón***, y sobre los cuales repercutiría directamente la introducción de los OVM´s.

CULTIVOS AGROBIOTECNOLÓGICOS MUNDIAL

- El **evento biotecnológico dominante es la *tolerancia a herbicidas* cubriendo 83,6 millones de hectáreas de soja, maíz, colza, algodón, remolacha azucarera y alfalfa (62 % de la superficie biotecnológica del planeta).**
- L***os productos de dos o tres eventos apilados*** ocupan una superficie de 28.7 millones de hectáreas (**21%** de la superficie biotecnológica global) seguido de las ***variedades resistentes a insectos*** con 21.7 millones de hectáreas (**15 %** de la superficie agrobiotecnológica total).

PROBLEMÁTICA MUNDIAL

- La respuesta es una combinación de factores: **el crecimiento demográfico, la dependencia alimentaria, la política gubernamental y/o mundial y un aspecto arrastrado desde muy atrás, la propiedad** (¡***Quién es el dueño de la tierra***!).

- Se tiene el aspecto gravitante del tamaño de la propiedad agrícola, los cultivos industriales con grandes extensiones de hectáreas que le dan **alta producción (más toneladas) que siempre requieren más superficie para alcanzar las mismas producciones**, poniendo así en peligro a los ecosistemas porque siempre estarán buscando expandir su frontera agrícola (más hectáreas); algunos **a parte de la frontera agrícola incrementan su productividad con biotecnología y maquinaría asociada (más toneladas/hectárea)** y porque su territorio se los permite tienen grandes extensiones de territorios continentales. El resto de la mayoría como **el Perú no cuenta con extensiones territoriales grandes y además su orografía es difícil para introducir maquinaria con algunas excepciones (caso Costa Peruana).**

PROBLEMÁTICA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DESAGREGADOS

- La reducción de los **costos de producción** (menos plaguicidas, menos mano de obra, menos maquinaría, menos gasto de agua, etc.). Y por otro lado, **los rendimientos por hectárea o la productividad** de los sistemas de producción, **la frontera agrícola del cultivo** y el **precio de venta del cultivo** es dinámico que cambia a lo largo de toda la cadena productiva pasando desde el agricultor, acopiador, mayorista, puestos de ventas y el consumidor.

- No es verdad del todo, el beneficio económico para un sistema agrícola que utilice o no un cultivo transgénico, convencional u orgánico. **Porque cada una debe ser analizada y desagregada independientemente caso por caso y cultivo por cultivo para tener la mejor alternativa de solución.**

NOMENCLATURA PARA LOS CULTIVOS TRANSGÉNICOS

Tabla 4: Esquema general de los principales eventos utilizados para obtener cultivos transgénicos.

Tipo de Evento	Ejemplos
Tolerancia a herbicidas	Glifosato, Glufosinato, Bromoxinil, Imidazolinona
Resistencia a insectos	Bt = *Bacillus thurigensis*
Resistencia a enfermedades	Enfermedades Virales Enfermedades bacterianas Enfermedades parasitarias
Resistencia a estrés abiótico	Déficit hídrico Bajas temperaturas Altas temperaturas (Termófilas) Altura (Acrófilas) Salinidad (Halófilas)
Control del metabolismo para obtener un producto	Metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteína Control de la floración y maduración del fruto Obtención de biocombustibles Obtención de enzimas farmacéuticas Obtención de precursores nutricionales Obtención de plásticos biodegradables Obtención de nuevos colores en flores

- **TH** = Tolerante a herbicidas
- **RI** = Resistente a Insectos
- **RV** = Resistente a Virus
- **CAN** = Característica Agronómica Nutricional
- **CAV** = Característica Agronómica Variada

75% de los cultivos transgénicos

Tabla 7: Principales cultivos transgénicos por evento y rasgo autorizados hasta la fecha (Un ejemplo)

Cultivo	Evento	Rasgo	Nomenclatura
Alfalfa	1	Tolerancia a los herbicidas glifosato.	TH
Argentine Canola	1	[illegible] tolerancia a los herbicidas, incluyendo bromoxinil y [illegible].	III
Argentine Canola	1	Semilla Modificado el contenido de ácidos grasos, los niveles de laurato especialmente alto y la producción de ácido mirístico.	CAN
Argentine Canola	2	Tolerancia a los herbicidas glifosato.	III
Argentine Canola	3	Fosfinotricina (PPT) la tolerancia a herbicidas, especificamente glufosinato de amonio.	III
Argentine Canola	1	[illegible] herbicide tolerance, specifically [illegible].	TH
Argentine Canola	5	[illegible] tolerancia a los herbicidas, especificamente [illegible].	TH
Argentine Canola	7	Semilla Modificado el contenido de ácidos grasos, el ácido oleico especialmente alto, bajo contenido de ácido linolénico.	CAN
Carnation	1	[illegible]	III, CAV
Carnation	2	Modificado color de la flor, la tolerancia herbicida sulfonilurea, especificamente triasulfurón y metsulfurón metilo.	III, CAV
Chicory	1	El glufosinato de amonio tolerancia a los herbicidas y la fertilidad restaurada.	III
Cotton	2	La resistencia a plagas de lepidópteros, incluyendo pero no limitado a, gusano del algodón, gusano rosado, gusano cogollero del tabaco.	RI
Cotton	1	[illegible] tolerancia a los herbicidas, incluyendo bromoxinil y [illegible].	III
Cotton	1	La resistencia a insectos lepidópteros, tolerancia a los herbicidas oxynil, incluyendo bromoxinil.	TH

CULTIVOS TRANSGÉNICOS QUE TAMBIEN CULTIVADOS EN EL PERÚ

- Se reduce a 16 cultivos autorizados con sus respectivos eventos. Se para el Perú: **el algodón (con TH, RI y TH+RI); arroz (con TH); clavel (con CAV y TH); maíz (con TH, RI, TH+RI, TH+CAV y CAV); papaya (con RV); papa (con RI y RV); y tomate (con RI, CAV).**

Para el interés del Perú, los cultivos por tipos de eventos agrupados serian:

Cultivo	Eventos
Algodón*	TH, RI, TH+RI
Arroz*	TH
Calabaza	RV
Canola	TH, CAN
Clavel*	CAV, TH
Chicoria	TH
Girasol	TH
Lenteja	TH
Lino	TH
Maíz*	TH, RI, TH+RI, TH+CAV, CAV
Melón	CAV
Papaya*	RV
Papa*	RI, RV
Remolacha	TH
Tabaco	TH, CAV
Tomate*	RI, CAV

(*) = Cultivo de importancia económica, nutricional, ornamental o industrial en el Perú

GM Crop Database, 201

Tabla 1: Cultivos transgénicos de los países limítrofes con el Perú

País				
Chile	Bolivia	Brasil	Colombia	Ecuador
Maíz (0.52%)*	Soya (12%)*	Soya (¿?%)*	Algodón (¿?%)*	Ninguno (0%)*
Soya	Algodón	Maíz	Maíz	
Canola o Colza		Algodón	Clavel y Rosa	
Tomate		Caña de azúcar	Soya	
Tabaco		Eucalipto	Papa	
Trigo			Yuca	
Remolacha			Arroz	
Eucalipto			Caña de azúcar	
Papa				
Melón				
Maravilla				
Zapallo				
Pino				
Cártamo				
Manzano				
Vid				
Arroz				
Lino				
Alfalfa				
Superficie sembrada de cultivos transgénicos en millones de hectáreas (Ha)				
0,05	0,8	21,4	0,05	0,0

Tabla 2: Regulaciones gubernamentales de los cultivos transgénicos de los países limítrofes con el Perú.

	País				
Rasgo	**Chile**	**Bolivia**	**Brasil**	**Colombia**	**Ecuador**
Ley de Bioseguridad	No existe	Si	Si	Si existe	No existe (Sólo Ley de Seguridad Alimentaria y de Salud)
Ratificó el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad	No	Si	Si	Si	Si
Tipo de Adopción del OVM	Por el evento*	Por el cultivo	Por el evento*	Por el evento*	No existe
Política transgénica	Coexistencia**	Coexistencia**	Coexistencia**	Coexistencia**	Prohibido
Uso de los OVM´s introducidos	Sólo para multiplicación de semillas y para pruebas de campo. No para consumo nacional.	Para uso comercial, alimenticio, industrial e investigación	Para uso comercial, alimenticio, industrial e investigación	Para uso comercial, alimenticio e industrial e investigación	No existe
Importa alimento transgénico	Si (USA, Argentina).	Si	No	Si	No
Posee etiquetado de OVM´s	No	No	Si	No	Si (pero sólo una empresa)
Posee técnicas de detección de OVM´s	No	No	Si	No	No
Posee zonas libres de transgénicos	No	No	Si	Si	Territorio Nacional libre de OVM´s

Tabla 3: Tipo de evento presente en los doce potenciales cultivos de plantas transgénicas que pudieran inicialmente cultivarse y/o producirse en el Perú en la década del 2010-2020 bajo un esquema de Bioseguridad y Análisis de Riesgos.

	Evento biotecnológico			
Cultivo	**Tolerancia a herbicidas (Glifosato, Glufosinato de amonio, Bromoxinil, Imidazolinona)** Evento simple**	**Variedades resistentes a insectos (Bt)*** Evento simple**	**Eventos apilados (Combinación de variedades de OVM´s)**	**Otros eventos especiales*** **
Maiz	Si	Si	Si	- Con Fitasa - Alto contenido en lisina, arginina o aceitunina - Siembra en temporada de verano y de invierno - Con alfa amilasa para la elaboración de etanol. - Tolerancia al déficit Hídrico y heladas. - Resistencia al virus rayado fino
Papa		Si		- Resistencia a la Podredumbre (*Erwinia carotovora*), Tizón tardío (*Phytodotora infestans*), virus VPVY y PVX.
Algodón*	Si	Si	Si	- Estrés a la humedad
Arroz		Si		- Con Provitamina A - Alto contenido en Betacaroteno - Vitamina E - Resistente al virus de la hoja blanca
Caña de azúcar	Si	Si	Si	- Tolerante al síndrome de la hoja amarilla. - Producción de plásticos biodegradables
Yuca		Si		- Resistencia al barrenador del tallo de la yuca (*Chilomima clarkei*) - Alteración de la amilopectina - Alto contenido en Betacaroteno - Aumentar la retención de hojas.
Plátano y Banano*	Si			- Maduración del fruto - Contra la enfermedad foliar o Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) y al ataque del picudo negro (*Cosmopolitus sordidus*).
Berenjena		Si		- Contra el barrenador del fruto y el brote.
Papayo		Si (Resistencia viral)		- Resistencia al virus PRSV - Retardo de la maduración del fruto.
Vid				- Resistencia al hongo *Botrytis cinerea*
Tomate*	Si	Si		- Larga vida en el anaquel - Alto contenido de etileno - Resistencia al gusano alfiler
Clavel				- Flor de color azul - Contra el gusano soldado (*Spodoptera exigua*)

(*) Cultivo orgánico peruano. (**) Herbicida Glifosato. (***) Bt = *Bacillus thuringiensis*
(****) Tolerancia a las sequías, alto contenido en omega 3 o de Provitamina A.
(Color naranja) Cultivo industrial, (Color celeste) Cultivo alimenticio, (Color celeste) Cultivo ornamental

Tabla 5: Comparación de los principales beneficios y riesgos potenciales biológicos directos de los principales eventos biotecnológicos para obtener cultivos transgénicos (Elaborado por el autor).

Beneficio del Evento biotecnológico		
Tolerancia a herbicidas (Glifosato,Glufosinato, Bromoxinil, Imidazolinona)*	**Variedades resistentes a insectos (Bt)****	**Eventos apilados (Combinación de variedades de OVM´s)*****
Menor dependencia al uso de los herbicidas.	Menor dependencia al uso de los insecticidas.	Control de insectos de superficie, control de insectos subterráneos y tolerancia a herbicidas.
Riesgo del Evento biotecnológico		
Desarrollo de resistencia al herbicida por el mismo cultivo y/o otra planta invasora.	Desarrollo de resistencia al Bt de insectos plaga.	Puede producir eventos inesperados asociados a baja productividad.
	Mortandad de insectos beneficiosos o no plaga (Polinizadores)	
Hibridación indeseada por la producción de polen fértil (Flujo génico)		

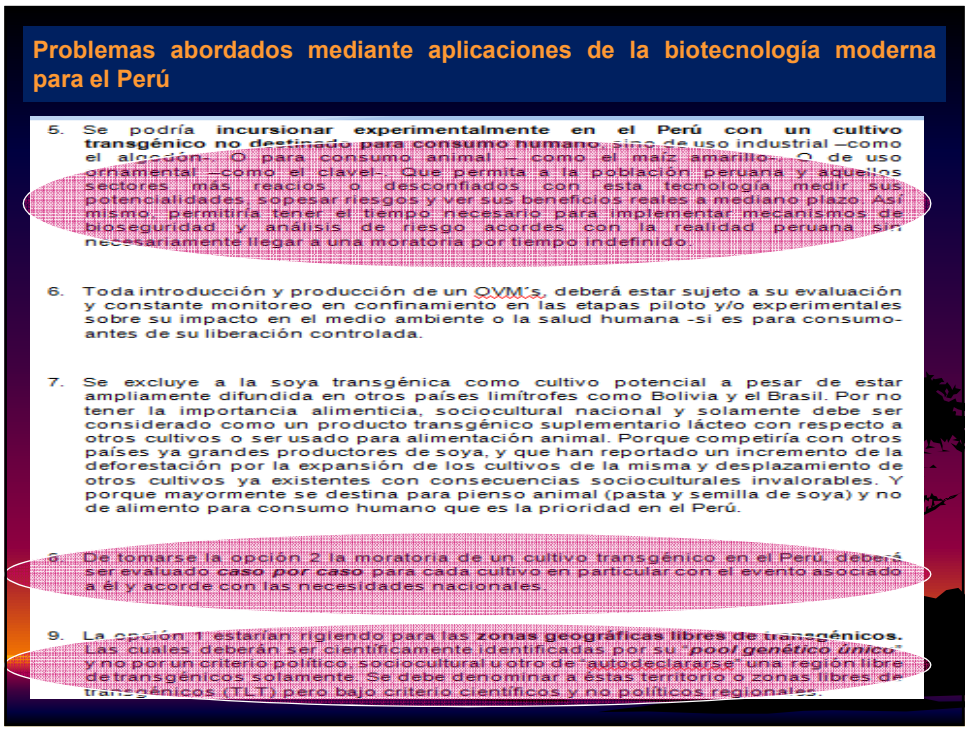
Problemas abordados mediante aplicaciones de la biotecnología moderna para el Perú

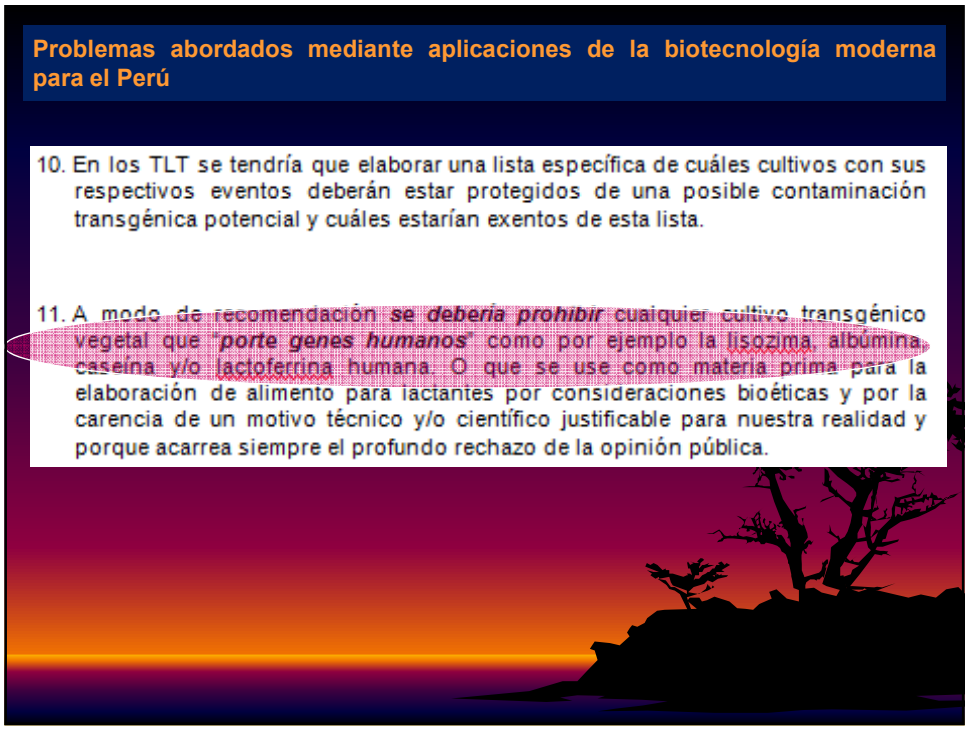
1. Cualquier aplicación de la tecnología de las modificaciones genéticas en el Perú deberá establecer una regulación de control adecuada, **basada solamente en criterios estrictamente científicos, socioeconómicos y medioambientales.**

2. Existiría cuatro opciones de toma de decisiones posibles futuras que podrían ser implementadas a futuro a nivel gubernamental en relación a los OVM´s en el Perú: (1) **Prohibición Total** (Caso Ecuador), (2) **Moratoria por algunos años** (Caso México), (3) **Producción solamente de semilla** transgénica contraestación más no como cultivo para el autoconsumo (Caso Chile) y (4) **Coexistencia con cultivos no transgénicos** (Caso Brasil, Bolivia y Colombia). En cualquiera de las cuatro decisiones se deberá implementar mecanismos de Bioseguridad y Análisis de Riesgo pertinentes de acuerdo a Ley para el caso del Perú (Tabla 2).

3. Si se plantean las opciones 3 o 4 del punto 2, esta podría integrar en un Trinomio Sinérgico tanto ***la tecnología agrícola convencional, la agricultura orgánica y las aplicaciones biotecnológicas modernas*** como un componente tecnológico innovador estratégico nacional unificado que de seguridad alimentaria humana y animal, permita el desarrollo y bienestar socioeconómico sostenido Para afrontar en las próximas décadas venideras el crecimiento demográfico (más de 43 millones de peruanos para el año 2050 aún ritmo de 3 a 4 millones de peruanos por década), el cambio climático (aumento de la temperatura, escases de agua) y las eventuales crisis económicas futuras (volatibilidad del mercado).

4. Se identificó 12 posibles cultivos dentro de territorio peruano con potencial convencional y/o biotecnológico (Tabla 3). Cinco de los cuales se cultivan orgánicamente y poseen importancia por ser el Perú Centro de Origen y Diversidad biológica. Estos son: **Maíz, Papa, Algodón, Arroz, Caña de azúcar, Yuca, Plátano y/o Banano, Berenjena, Papayo, Vid, Tomate y Clavel**. Sin embargo, la adopción biotecnológica para cada cultivo mencionado estará sujeto a aspectos como: el ser nativo o introducido, tener variedades silvestres con los cuales se pueda cruzar, sus costos de producción, su importancia socioeconómica y cultural para el país, problemas insalvables de la misma especie que pudiera resolverse mediante la biotecnología, oportunidades de mercado y legislación gubernamental.


Problemas abordados mediante aplicaciones de la biotecnología moderna para el Perú
5. Se podría incursionar experimentalmente en el Perú con un cultivo transgénico no destinado para consumo humano, sino de uso industrial –como el algodón– O para consumo animal – como el maíz amarillo– O de uso ornamental –como el clavel- Que permita a la población peruana y aquellos sectores más reacios o desconfiados con esta tecnología medir sus potencialidades, sopesar riesgos y ver sus beneficios reales a mediano plazo. Así mismo permitiría tener el tiempo necesario para implementar mecanismos de bioseguridad y análisis de riesgo acordes con la realidad peruana sin necesariamente llegar a una moratoria por tiempo indefinido.
6. Toda introducción y producción de un OVM's, deberá estar sujeto a su evaluación y constante monitoreo en confinamiento en las etapas piloto y/o experimentales sobre su impacto en el medio ambiente o la salud humana -si es para consumo- antes de su liberación controlada.
7. Se excluye a la soya transgénica como cultivo potencial a pesar de estar ampliamente difundida en otros países limítrofes como Bolivia y el Brasil. Por no tener la importancia alimenticia, sociocultural nacional y solamente debe ser considerado como un producto transgénico suplementario lácteo con respecto a otros cultivos o ser usado para alimentación animal. Porque competiría con otros países ya grandes productores de soya, y que han reportado un incremento de la deforestación por la expansión de los cultivos de la misma y desplazamiento de otros cultivos ya existentes con consecuencias socioculturales invalorables. Y porque mayormente se destina para pienso animal (pasta y semilla de soya) y no de alimento para consumo humano que es la prioridad en el Perú.
8. De tomarse la opción 2 la moratoria de un cultivo transgénico en el Perú, deberá ser evaluado caso por caso para cada cultivo en particular con el evento asociado a él y acorde con las necesidades nacionales.
9. La opción 1 estarían rigiendo para las zonas geográficas libres de transgénicos. Las cuales deberán ser científicamente identificadas por su "pool genético único" y no por un criterio político, sociocultural u otro de "autodeclararse" una región libre de transgénicos solamente. Se debe denominar a éstas territorio o zonas libres de transgénicos (TLT) pero bajo criterio científicos y no políticos regionales.


Problemas abordados mediante aplicaciones de la biotecnología moderna para el Perú
10. En los TLT se tendría que elaborar una lista específica de cuáles cultivos con sus respectivos eventos deberán estar protegidos de una posible contaminación transgénica potencial y cuáles estarían exentos de esta lista.
11. A modo de recomendación se debería prohibir cualquier cultivo transgénico vegetal que "porte genes humanos" como por ejemplo la lisozima, albúmina, caseína y/o lactoferrina humana O que se use como materia prima para la elaboración de alimento para lactantes por consideraciones bioéticas y por la carencia de un motivo técnico y/o científico justificable para nuestra realidad y porque acarrea siempre el profundo rechazo de la opinión pública.

Vacios abordados mediante aplicaciones de la biotecnología moderna para el Perú

1. Se deberá **reforzar los mecanismos de la Bioseguridad Nacional**, fortaleciendo a los entes gubernamentales encargados por velar el manejo y uso de los OVM's, implementando sus laboratorios con equipos modernos de análisis rápidos con kits comerciales, precisos y masivos de última generación para la detección oportuna de los eventos de los OVM's y capacitando a inspectores en temas de **"monitoreo y biovigilancia"** y formando analistas de riesgos **para la toma de decisiones rápidas y seguras.**

2. Las sugerencias de introducción de cultivos transgénicos en el Perú deberán ser mejor evaluadas y no basadas sólo en las bondades inmediatas que funcionan en otras naciones (Tabla 9). No se puede traslapar resultados de nación a nación debe evaluarse caso por caso específico si se introduce un cultivo transgénico o no.

3. **Existe un enorme vacío de transgénicos con rasgos de interés agronómico (CAV = Característica Agronómica Variada) y nutricional (CAN = Característica Agronómica Nutricional):** que podrían juntas resolver muchos de los problemas nacionales insalvables por otros medios tecnológicos o científicos. Muchos de ellas aún se encuentran en pruebas de invernadero o ensayos de campo confinados. Actualmente **la mayoría de cultivos transgénicos autorizados están asociados a Tolerancia a Herbicidas (TH) o a Resistencia a Insectos (RI) y en menor proporción Resistencia a Virus (RV) como eventos simple o apilados** (Tabla 7).

4. La experimentación o liberación de OVM's para consumo humano o al medio ambiente deberá estar incluidos dentro de la **Norma de Bioseguridad** especificando siempre el tipo de organismo utilizado, la variedad, línea, raza o variedad, el evento y/o eventos, el vector utilizado, la metodología biotecnológica utilizada, los ensayos aplicados, el diseño experimental debidamente explicado, el uso de controles negativos y positivos, los métodos de contención y las ventajas y riesgos potenciales de su aplicabilidad para el país.

Vacios abordados mediante aplicaciones de la biotecnología moderna para el Perú

5. Se debería analizar cultivo por cultivo, región por región (Costa, Sierra, Selva; Norte Centro y Sur, y altitudinalmente) los costos de producción reales en forma desagregada y analizar la ganancia o pérdida económica entre un cultivo convencional (datos del MINAG u otra fuente) y un cultivo transgénico con algún rasgo o cualidad de interés particular antes de la toma de decisión de su inclusión y acorde a las normas medioambientales existentes.

6. Se debería buscar que consolidar **alianzas estratégicas entre el sector público, el sector privado y la sociedad civil** en la introducción y/o producción nacional de cultivos biotecnológicos de uso directo en provecho de la economía y el bienestar sociocultural peruano.

7. Se deberá realizar una evaluación precisa y objetiva de las necesidades locales, regionales y nacionales del **uso específico de los OVM's** escogidos para cubrir necesidades inmediatas o a mediano y largo plazo.

8. Los cultivos transgénicos introducidos o desarrollados en el Perú **deberán completar una serie de ensayos de campo estándares durante un tiempo** basado en el intervalo generacional del **OVM's** antes de llegar a comercializarse en las explotaciones agrícolas y de acuerdo a las regulaciones de bioseguridad y análisis de riesgo pertinente a nivel local, regional y/o nacional.

9. En caso de introducción de cultivos transgénicos las entidades públicas como los institutos de investigación, universidades u otras entidades privadas deberán proporcionar vía internet y/o la bibliografía pertinente **toda la información del OVM's**. La cual deberá ser de **completo dominio público** como se realizan ya en otros países –caso Costa Rica (Tabla 9). Dicha información deberá prestar atención máxima a las consideraciones bioéticas, creencias ancestrales, tradiciones locales, percepción pública y educación.

Vacios abordados mediante aplicaciones de la biotecnología moderna para el Perú

10. La coexistencia entre cultivos convencionales, orgánicos y transgénicos conlleva la dificultad de la mezcla indeseada entre uno y otro con la consecuente pérdida de mercados internacionales como el de Japón y Europa por ejemplo. Los **Territorios Libres de Transgénicos** (TLT) deberán ser estrictamente monitoreados para evitar la contaminación indeseada y/o la mezcla intencionada con OVM's y deberán ser sujetos a compensaciones económicas e indeminizaciones previa comprobación de infracción de la Ley dentro de los cánones legales nacionales.

11. Con respecto al **etiquetado de los OVM's**, el Perú cuenta con la **Ley N° 29571** (Ley de Protección y defensa del Consumidor). El artículo N° 37 expresa: los alimentos que incorporen componentes genéticamente modificados deben indicarlo en sus etiquetas. Lo que está pendiente es la norma técnica que indique los criterios de etiquetado. De terminar de implementarse deberá regirse a la lógica de la **trazabilidad** de la cadena productiva como manda el Protocolo de Cartagena. Solamente serán etiquetados los alimentos transgénicos para consumo humano cuando su contenido sobrepase el 1% de ingredientes de origen transgénico. Se sugiere una **letra "T"** (Caso Brasil) unida a una etiqueta con toda la información posible del producto transgénico para el usuario y con un **tiempo máximo de 10 años**. Se recomienda que esta norma no afecte a otros productos de origen transgénicos –caso leche de soya e insulina recombinante para uso biomédico y otros ya existentes- por su largo tiempo de venta en el mercado nacional e inocuidad a la salud humana superado los diez años. Queda también la alternativa comercial del etiquetado negativo, "***Producto no transgénico***", el cual debería estar sujeto a demostrar las bondades científicamente probadas del producto en sí y especificados en su etiqueta.

12. Los **cultivos orgánicos o ecológicos peruanos** poseen un mercado creciente –caso café, nuez del Brasil, banano y cacao-. Cuyo valor agregado está ligado a aspectos socioculturales intrínsicos que deberán ser protegidos como una actividad productiva con un mercado muy puntual. Sin embargo, cultivos como el banano y el algodón están siendo muy trabajados por la ingeniería genética, por lo que deberá sopesarse con cuidado las ventajas y desventajas de éstos dos productos al momento de optarse por la coexistencia. El café transgénico debería estar sujeto a una prohibición total o una moratoria debido a que actualmente constituye el principal producto orgánico del Perú (65% de la producción total) e internacionalmente aceptado como un producto libre de transgénicos. Su protección se debería más a aspectos económicos por ser un producto agrícola empoderado ya a nivel mundial.

Vacios abordados mediante aplicaciones de la biotecnología moderna para el Perú

14. Debería contarse con un **catálogo o lista de todos los eventos potenciales** autorizados por autorizarse de OVM's (Organismo Vivo Modificados) que pudieran ser explotados en el Perú (Tablas 3, 4 y 6). La mejor definición de la biotecnología moderna es **Organismo Genéticamente Modificado (OGM)**. Los cuáles deberían ser subdivididos de acuerdo a su origen microbiano, viral, vegetal y animal con ***nomenclaturas propias*** como pudieran ser: Organismo Microbiano Genéticamente Modificado (**OMGM**), Organismo Viral Genéticamente Modificado (**OVGM**), Organismo Vegetal Genéticamente Modificado (**OVGM**) y Organismo Animal Genéticamente Modificado (**OAGM**). Esto permitiría clasificar adecuadamente cada uno de los organismos desarrollados por origen o clado. A su vez evita confusiones al momento de ser tratados por los sistemas de experimentación controlada, cuarenta y análisis de riesgos de acuerdo al sector donde serán derivados como son: salud, agrícola, pesquera, veterinaria, etc.

15. Debería contarse con un **catálogo o lista** donde se **identifiquen todas las variedades, líneas, clones, razas, etc. de las principales especies cultivables nativas e introducidas del Perú** junto a los **principales genes "potencialmente promisorios"** para ser utilizados actualmente en el futuro por la biotecnología convencional y la biotecnología moderna. Siempre bajo la premisa que un OVM específico puede funcionar en una región pero no necesariamente ser eficaz en otra (Tablas 3, 5 y 8).

16. Existe varios **cultivos naturales que producen toxinas** (como la solanina en papa y tomate, alcaloides en el lupinos o tarwi, saponinas en las quinuas de la Sierra del Perú y el ácido cianhídrico en la yuca). Otros elementos nocivos tales como alérgenos (caso del maní), antienzimáticos (caso el antitripsinógeno del frijol negro) muchas de los cuales aún persisten en las variedades que consume el poblador peruano perjudicando su salud y que no han podido ser eliminados por selección artificial del todo. El conocimiento de los genes que producen esos productos permitiría eliminarlos del cultivo, creando nuevos productos derivados de la biotecnología con valor agregado para ser integrados en la dieta nacional.

Necesidades abordadas mediante aplicaciones de la biotecnología moderna para el Perú

1. **Participar en programas de transferencia de biotecnología** y viabilización desarrollados por otros países con los cultivos compartidos por Perú para aprovechar las experiencias positivas o negativas en relación a los cultivos transgénicos ya desarrollados en otros países.

2. Se necesita **implementar normas mínimas de evaluación, gestión y monitoreo de riesgos** dentro del Perú en razón del movimiento transfronterizo de OVM's a nivel mundial para identificar su presencia (corto plazo) y demostrar científicamente su inocuidad para la salud humana, animal y medioambiental (mediano y largo plazo). El Codex alimentarius de la FAO (2009) plantea algunas directrices que podría implementarse al Perú el cual consta de las siguientes partes: a) nombre del solicitante de la aprobación del producto; b) resumen de la solicitud; c) país de autorización; d) fecha de autorización; e) ámbito de aplicación de la autorización; f) identificador único; g) enlaces a información sobre el mismo producto en otras bases de datos mantenidas por organizaciones internacionales pertinentes, según el caso;h) resumen de la evaluación de la inocuidad, que debería ajustarse al marco de evaluación de la inocuidad alimentaria de las Directrices sobre plantas; i) dónde se pueden obtener protocolos de métodos de detección y material de referencia apropiado (no viable, o en determinados casos, viable) adecuados para situaciones de niveles bajos; j) información de contacto de las autoridades competentes responsables de la valuación de inocuidad y el solicitante de la aprobación del producto.

3. La cartografía genómica desarrolladas en otros países o a nivel nacional permitiría identificar ***genes de interés*** de los principales cultivos candidatos a la transgénesis y deberían estar ligadas algún tipo de rendimiento requerido para una determinada comunidad o para la población peruana (Tablas 3 y 4).

4. Definir objetivos concretos al corto, mediano y largo plazo, respondiendo a los desafíos actuales (crecimiento poblacional y cambio climático) y detectar oportunidades biotecnológicas para el Perú, así como las tendencias de los mercados internacionales y el mercado local y las cambiantes posibilidades acrecentadas por el acelerado crecimiento del conocimiento y avance científico.

Necesidades abordadas mediante aplicaciones de la biotecnología moderna para el Perú

5. Falta de integración y coherencia de las Normas relacionadas a la biotecnología moderna (Ley 27104) con lo propuesto por el Protocolo de Cartagena. Caso **Artículo 11** que dice: ***Cualquier OVM que haya sido rechazada por las autoridades competentes de otro país, no será admitido, la solicitud será denegada de pleno derecho y prohibida su utilización dentro del país.*** Esto cierra la posibilidad de poder decidir al Perú hacer uso de un OVM a futuro en el caso de que haya sido prohibido en otro país. Así mismo, un análisis caso por caso propuesto es para comprobar la pertinencia de un OVM acorde a la realidad del país y no de otros países necesariamente.

6. Para gestionar adecuadamente los riesgos de la biotecnología de cultivos se requiere de un marco regulatorio eficaz y transparente, construido sobre la base de instituciones públicas fuertes y confiables, así como de una ciudadanía bien informada y con oportunidades de participación. El análisis y gestión de riesgos deberá siempre culminar en una **modelización matemática del OVM** que permita tomar con certeza decisiones **basados en datos matemáticos y estadísticos** y no especulativos sobre su posible impacto.

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

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

→ *Con los doce potenciales cultivos transgénicos propuestos en el Producto 1 para el Perú, y los desarrollados por otros países del extranjero. se ha disgregado los cultivos por cada diferente evento usando la siguiente nomenclatura y facilitar el análisis:*

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

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

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

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

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

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

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

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

(*) = Glifosato, Glufosinato de amonio, Bromoxinil o imidazolinonas
(**) = Bacillus thuringiensis (Bt).
(***) = Estrés hídricos (escasez o difícil de agua), Estrés térmicos (alta o baja temperatura), Tolerancia a metales
(****) = Contenido vitamínico, de hierro, aceites, proteínas, de aminoácidos esenciales, etc.
(*****) = Maduración, menor o mayor contenido de una sustancia, sabor, etc.

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

	Cultivos transgénicos desarrollados para resolver problemas *in situ*											
País	Maíz	Papa	Algodón	Arroz	Caña de Azúcar	Yuca	Plátano o Banano	Zapallo, Loche	Papayo	Vid	Tomate	Clavel
Argentina	X IH-HI											
Brasil	X IH-HI		X TH-RI									
Chile	X TH-RI	X HV/B-HH								X HH	X RI	
Colombia	X TH-RI-CAN	X RI	X TH-RI-CAN	X TH-RV	X HV/B	X RH-CAV						X CAO
México	X IH-HI-CAN	X HV/B-HH-HI	X IH-HI	X IH			X RH				X RV/B-RI	X CAO
China			X RI	X TH								
India		X RI	X RI	X TH			X RH	X RI				
Filipinas			X RI						X RV/B			
USA	X TH-RI-CAN-CAV	X RV/B-RI-CAV	X TH-RI	X IH-CAN					X RV/B		X RI-CAV	

(De color rojo) = La primera alternativa de cultivo transgénico candidato desarrollado por un país del extranjero para el Perú.
(De color amarillo) = La segunda alternativa de cultivo transgénico candidato desarrollado por un país del extranjero para el Perú.
(IH) = Tolerancia a Herbicidas
(HI) = Resistencia a Insectos
(HV/B) = Resistencia a Virus o Bacterias
(HH) = Resistencia a Parásitos u Hongos
(EA) = Estrés Abiótico
(CAN) = Cualidad Agronómica Nutricional
(CAO) = Cualidad Agronómica Ornamental
(CAV) = Cualidad Agronómica Variada (Precocidad, maduración, longevidad, número de frutos, granos u hojas, sabor, olor, etc.)

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

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

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

(De color amarillo) = Otro cultivo transgénico candidato desarrollado por un país del extranjero.
(TH) = Tolerancia a Herbicidas
(RI) = Resistencia a Insectos
(RV/B) = Resistencia a Virus o Bacterias
(RH) = Resistencia a Hongos
(CAO) = Cualidad Agronómica Ornamental
(CAV) = Cualidad Agronómica Variada (Precocidad, maduración, longevidad, número de frutos, granos u hojas, sabor, olor, etc.)

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

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

(*) = Solamente cultivos transgénicos autorizados.
(De color azul) = Evento transgénico autorizado mundialmente al 2010 para éste cultivo.
(De color rojo) = Evento transgénico no existente en la actualidad para éste cultivo pero necesaria para el Perú.
(TH) = Tolerancia a Herbicidas.
(RI) = Resistencia a Insectos.
(RV/B) = Resistencia a Virus o Bacterias.
(RH) = Resistencia a Parásitos u Hongos.
(EA) = Estrés Abiótico.
(CAN) = Cualidad Agronómica Nutricional.
(CAO) = Cualidad Agronómica Ornamental.
(CAV) = Cualidad Agronómica Variada (Precocidad, maduración, longevidad, número de frutos, granos u hojas, sabor, olor, etc.)

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

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

¿Con qué cultivos transgénicos, el Perú tendría éxito económico de adoptar uno o algunos de ellos?

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

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

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

La venta total sería: **Pr x Pd x F**

Entonces la Ganancia sería: **G = (Pr x Pd x F) – (I + S + MO)**

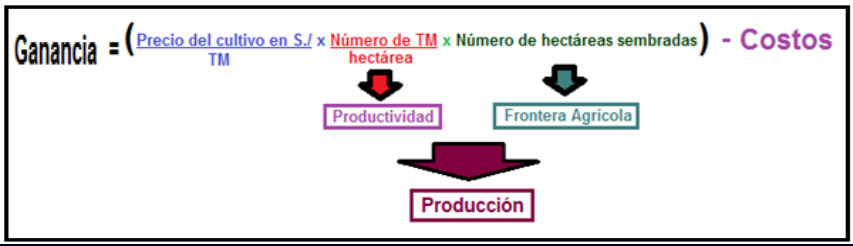


Tabla 20: Comparación de Costos de Producción de un Cultivo Transgénico versus un cultivo no Transgénico estimado en porcentaje (Elaborado por el autor).

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

Los insumos representan casi el **30%** de los costos de producción totales, donde el **costo de la semilla** es aproximadamente el **10 Al 20 %**, el **uso de insecticidas** entre el **20 al 30%** y **el uso de fungicidas** el **10%**. Y la **mano de obra** representa casi el **20%** de los costos de producción (Tabla 20).

→ ***Sin embargo, estos porcentajes varían en el tiempo dependiendo del cultivo y otros parámetros agrícolas y socioeconómicos*** (Nota del autor).

Se puede hacer proyecciones bioeconómicas para dentro de 10 años o más del beneficio y/o pérdida económica de un cultivo transgénico.

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

Por ejemplo: Para la papa variedad canchan en el año 2010 se obtuvo la ganancia…

Tabla 21: Elaborada en función de la fórmula: G = (Pr x Pd x F) – (I + S + MO)

Cultivo	Pr (S./ x Kg) (*)(**)	Pd (1000Kg/Hectarea) (***)	F (No. Hectareas) (**)	Costos (S/. x hectarea) (****)	Ganancia (S./)
Arroz	Nacional = 1.30 Importado = 2.50	7 404	381 819	¿?	¿?
Algodón rama	4.82	2 460	47 052	¿?	¿?
Maíz amiláceo	0.49	1 337	219 116	¿?	¿?
Papa	1.7	13 334	308 288	S/ 8 593.00	4 310 892 897

(*) Considerando tipo de cambio (1 US$ = S./ 2.8) (**) = Datos del MINAG (2010)
(***) = Tablas: 16, 17, 18 y 19
(****) = Costos de producción de la papa canchan en el mercado mayorista de Lima (MINAG, 2010/2011)

*Así por ejemplo el costo de producción total para la papa (Variedad canchan) fue de casi S./ 8 593.00 en el año 2010 (S./ 2 631 743 738.00) . Si se desagrega este costo de producción real, tenemos que el costo redondo por el uso de insecticida fue de S./ 1113.00 (12.9 %). El de herbicida fue de S./ 67.50 (0.78%). El de fungicidas fue de 528.00 (6.14%). El costo de semillas fue de S./ 1 800.00 (20.9 %). La mano de obra fue de S./ 1575.00 (18.32 %). Los costos indirectos por otros gasto fue de S./ 409.00 (4.76 %).

Escenario Positivo: Para un cultivo como la papa el costo por uso de herbicidas representa solamente el 0.78% del costo de producción (casi nada). Sin embargo, los costos de producción por el uso de insecticidas es de 12.9%. Por el uso de fungicidas es de 6.14%. Y juntos representan el 19.04%.

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

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

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

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

S./ 340 874 058.

→ Si se asume que el precio, la productividad, la Frontera Agrícola, el costo de la semilla y los costos por mano de obra se mantienen constantes en ambos cultivos (T y NT). La introducción de papa transgénica resistente a insectos para solucionar el problema pertinente de las moscas minadoras y polillas; entonces podría darse el Escenario Positivo, debido a que se utilizaría menos insecticidas en el cultivo de papa transgénica RI.

Escenario Negativo: Más costo de la semilla.

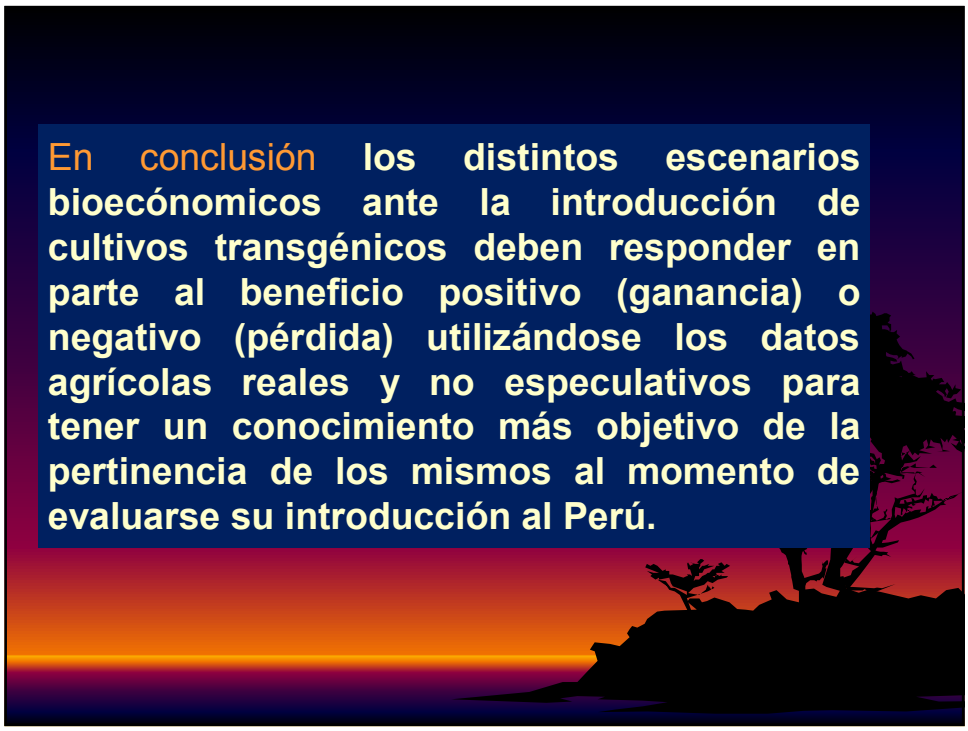
	Escenario 2 = Costo de Semilla es mayor con cultivos transgénicos RI						
Cultivo	Pr	Pd	F	I	S	CI	Ganancia
T	Igual	Igual	Igual	Igual	Mayor	Igual	Menor
NT	Igual	Igual	Igual	Igual	Menor	Igual	Mayor

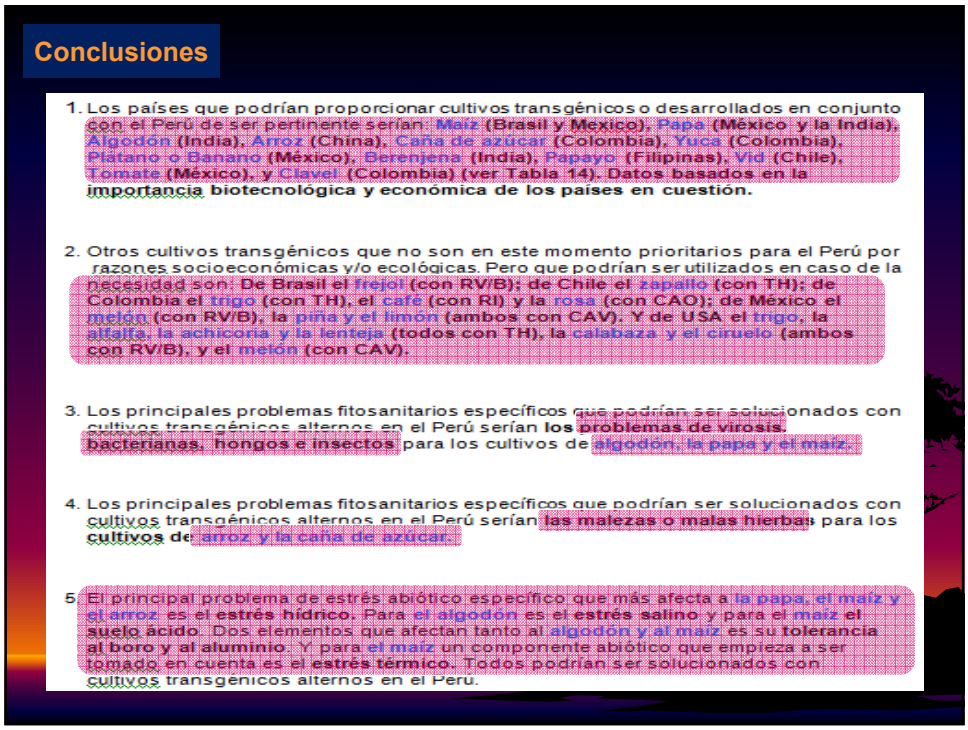
	Escenario 1 = Costo de Semilla es mayor con cultivos transgénicos RI						
Cultivo	Pr	Pd	F	I	S	MO	Ganancia
T	1.7	13 334	306 266	340 874 058	1 102 557 600	482 368 950	5 016 575 827
NT	1.7	13 334	306 266	340 874 058	551 278 800	482 368 950	5 567 854 627

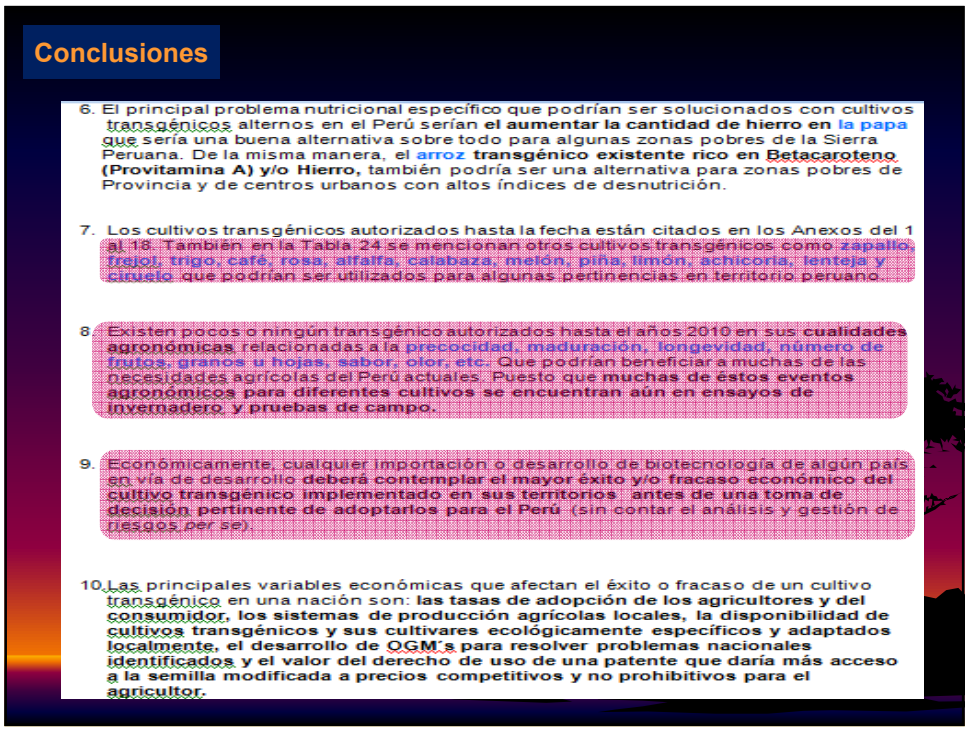
** En Nuevos Soles representaría una **pérdida** total del cultivo transgénico de:

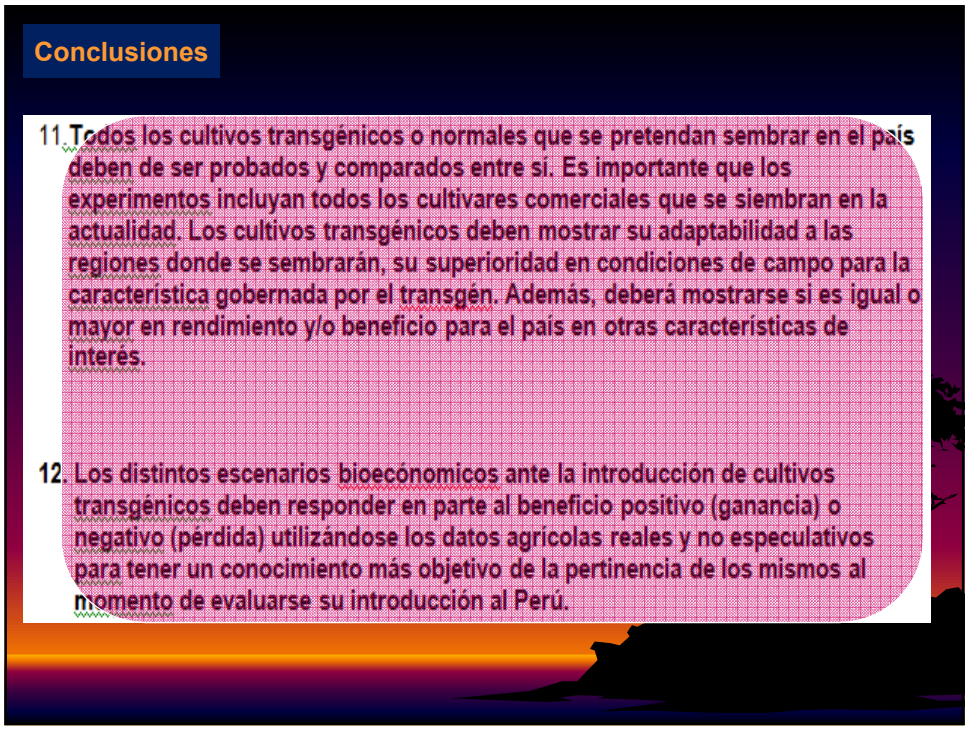
S./ 551 278 800.

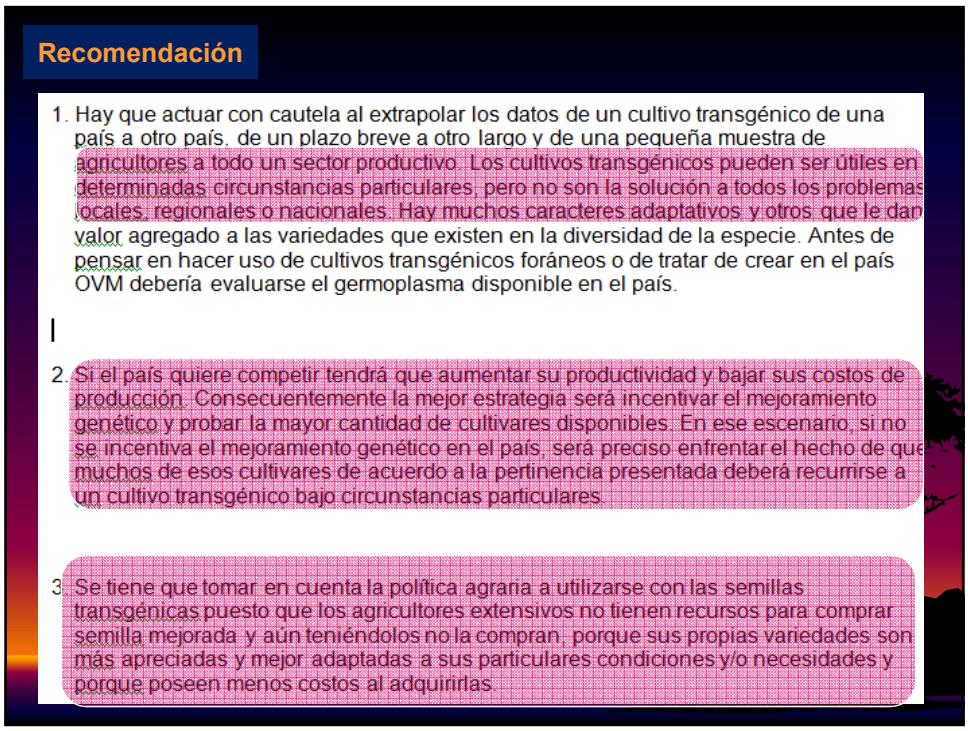
→ Si la compra de semilla de papa transgénica resistente a insectos para solucionar el problema pertinente de las moscas minadoras y polillas es más costosa (el doble); entonces podría darse el Escenario Negativo asumiendo un costo de solamente dos veces superior de la semilla transgénica con respecto a la convencional o no transgénica.


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


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


Conclusiones
6. El principal problema nutricional específico que podrían ser solucionados con cultivos transgénicos alternos en el Perú serían el aumentar la cantidad de hierro en la papa que sería una buena alternativa sobre todo para algunas zonas pobres de la Sierra Peruana. De la misma manera, el arroz transgénico existente rico en Betacaroteno (Provitamina A) y/o Hierro, también podría ser una alternativa para zonas pobres de Provincia y de centros urbanos con altos índices de desnutrición.
7. Los cultivos transgénicos autorizados hasta la fecha están citados en los Anexos del 1 al 18. También en la Tabla 24 se mencionan otros cultivos transgénicos como zapallo, frejol, trigo, café, rosa, alfalfa, calabaza, melón, piña, limón, achicoria, lenteja y ciruelo que podrían ser utilizados para algunas pertinencias en territorio peruano.
8. Existen pocos o ningún transgénico autorizados hasta el años 2010 en sus cualidades agronómicas relacionadas a la precocidad, maduración, longevidad, número de frutos, granos u hojas, sabor, olor, etc. Que podrían beneficiar a muchas de las necesidades agrícolas del Perú actuales. Puesto que muchas de éstos eventos agronómicos para diferentes cultivos se encuentran aún en ensayos de invernadero y pruebas de campo.
9. Económicamente, cualquier importación o desarrollo de biotecnología de algún país en vía de desarrollo deberá contemplar el mayor éxito y/o fracaso económico del cultivo transgénico implementado en sus territorios antes de una toma de decisión pertinente de adoptarlos para el Perú (sin contar el análisis y gestión de riesgos per se).
10. Las principales variables económicas que afectan el éxito o fracaso de un cultivo transgénico en una nación son: las tasas de adopción de los agricultores y del consumidor, los sistemas de producción agrícolas locales, la disponibilidad de cultivos transgénicos y sus cultivares ecológicamente específicos y adaptados localmente, el desarrollo de OGM's para resolver problemas nacionales identificados y el valor del derecho de uso de una patente que daría más acceso a la semilla modificada a precios competitivos y no prohibitivos para el agricultor.


Conclusiones
11. Todos los cultivos transgénicos o normales que se pretendan sembrar en el país deben de ser probados y comparados entre sí. Es importante que los experimentos incluyan todos los cultivares comerciales que se siembran en la actualidad. Los cultivos transgénicos deben mostrar su adaptabilidad a las regiones donde se sembrarán, su superioridad en condiciones de campo para la característica gobernada por el transgén. Además, deberá mostrarse si es igual o mayor en rendimiento y/o beneficio para el país en otras características de interés.
12. Los distintos escenarios bioeconómicos ante la introducción de cultivos transgénicos deben responder en parte al beneficio positivo (ganancia) o negativo (pérdida) utilizándose los datos agrícolas reales y no especulativos para tener un conocimiento más objetivo de la pertinencia de los mismos al momento de evaluarse su introducción al Perú.


Recomendación
1. Hay que actuar con cautela al extrapolar los datos de un cultivo transgénico de una país a otro país, de un plazo breve a otro largo y de una pequeña muestra de agricultores a todo un sector productivo. Los cultivos transgénicos pueden ser útiles en determinadas circunstancias particulares, pero no son la solución a todos los problemas locales, regionales o nacionales. Hay muchos caracteres adaptativos y otros que le dan valor agregado a las variedades que existen en la diversidad de la especie. Antes de pensar en hacer uso de cultivos transgénicos foráneos o de tratar de crear en el país OVM debería evaluarse el germoplasma disponible en el país.
2. Si el país quiere competir tendrá que aumentar su productividad y bajar sus costos de producción. Consecuentemente la mejor estrategia será incentivar el mejoramiento genético y probar la mayor cantidad de cultivares disponibles. En ese escenario, si no se incentiva el mejoramiento genético en el país, será preciso enfrentar el hecho de que muchos de esos cultivares de acuerdo a la pertinencia presentada deberá recurrirse a un cultivo transgénico bajo circunstancias particulares.
3. Se tiene que tomar en cuenta la política agraria a utilizarse con las semillas transgénicas puesto que los agricultores extensivos no tienen recursos para comprar semilla mejorada y aún teniéndolos no la compran, porque sus propias variedades son más apreciadas y mejor adaptadas a sus particulares condiciones y/o necesidades y porque poseen menos costos al adquirirlas

Recomendación
4. No se debería considerar que los enfoques de cultivos convencionales y cultivos transgénicos sean mutuamente excluyentes. Las mejoras en todos los sistemas requieren de las diferentes ramas de la ciencia para combatir la inseguridad alimentaria mundial que es el producto de un conjunto interrelacionado de problemas nacionales de producción y de consumo de alimentos.
5. Para lograr maximizar los beneficios sociales y una aplicación efectiva de la biotecnología moderna se debe disponer de tierras para cultivar los "cultivos biotecnológicos" logrados y beneficiarse así de su utilización/cultivo más aún cuando en el futuro la demanda de productos agropecuarios vaya en aumento.

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/o Resistencia a Hongos (RH).

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 Maquianria 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

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/o Resistencia a Hongos (RH).

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 Maquianria 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 so menores con cultivos transgénicos RI + TH	

Por ejemplo: 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.

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 [Pr x Pd] – [Costos x F] (S./)
Arroz	1.38	7 404	381 619	5 681 (M) 6 330 (A)	1 759 477 297 1 611 806 666
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	213 761	6049 (M)	636 481 723
Maíz amarillo duro	1.01	7 500	301 194	4 574 (M) 6 144 (A)	732 202 614 903 883 194
Papa	1.7	13 334	306 266	8 093 (M) 10 683 (A)	4 310 632 697 3 670 538 757

(*) Considerando tipo de cambio (1 US$ = S./ 2.0)
(**) = 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).
[illegible]
(M) = Tecnología media
(A) = Tecnología alta.

Por ejemplo:

Desglosando los datos publicados para la **PAPA** (**variedad Canchan)** por el MINAG (Anexo 1 y 2) se construyo 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 x Pd x 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 Quimicos***	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 asumen como MMO (Maquinaria, Mano de Obra y Otros)
(***) = Son costos de producción altos, pero que no existe un transgénicos que haga bajar su valor

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).

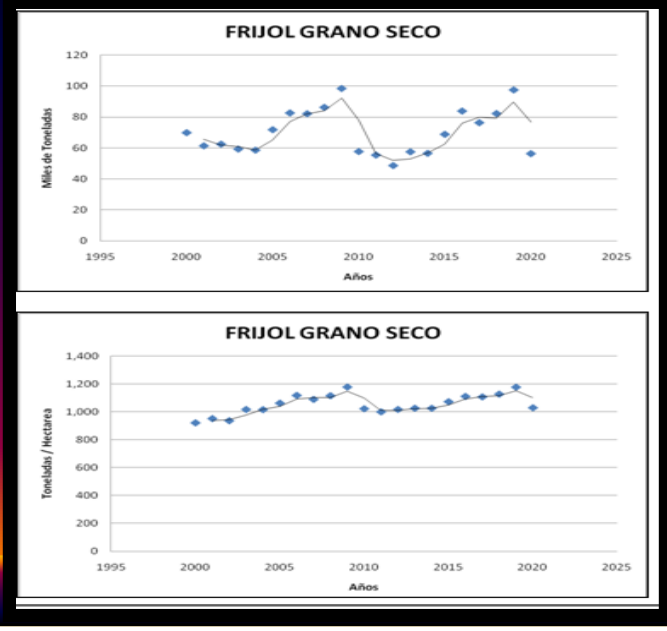
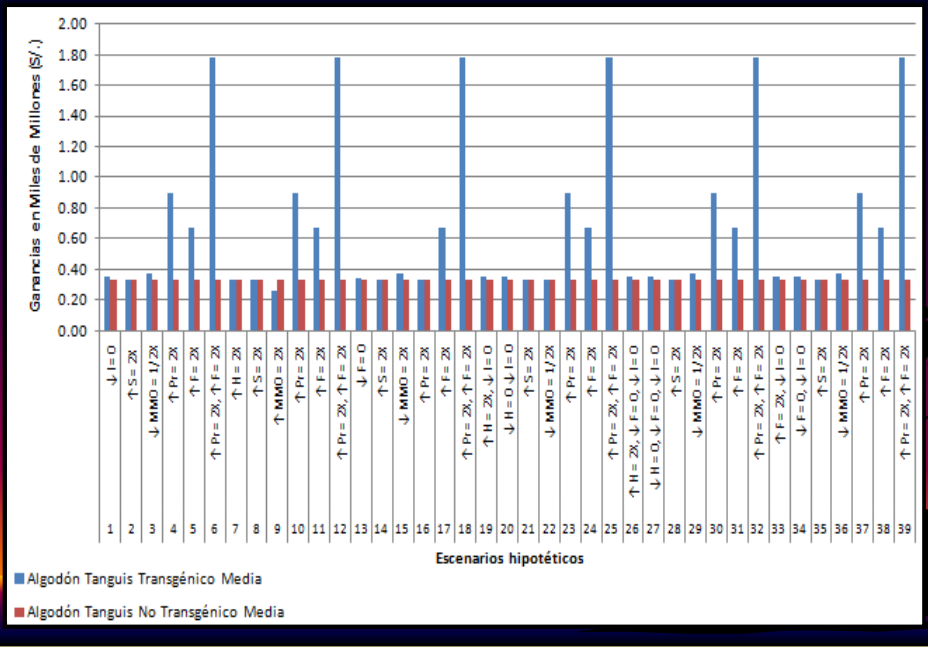


Figura 25: Escenarios hipotéticos para la Ganancia en Miles de Millones de Nuevos Soles para el cultivo de algodón no transgénico y transgénico con tecnología media (Elaborado por el autor basados en los datos estadísticos del MINAG).



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**).

Ejemplo: Si tomamos en cuenta el ahorro de agua, consumo de combustible y reducción de la emisiones de CO_2. 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 seria:

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 lt
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 lt
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.

Ejemplo: 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 CO_2 al día (Cálculo de emisiones de CO_2 por desplazamientos por carretera, 2010). Entonces 230 automóviles emitirá el equivalente a **502 320 toneladas de CO_2** que sería el ahorro real por la utilización de un cultivo de arroz transgénico de reducirse los costos de producción por el uso de maquinará a la mitad con respecto al arroz convencional. Si 270 400 toneladas de CO_2 equivale a preservar 2 000 000 de árboles. Por regla de tres simple **se estaría preservando 3 700 000 árboles.**

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 (Perdida) 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 paras evaluar su ganancia o pérdida neta ante un cultivo transgénico pertinente.

Conclusiones Económicas

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 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 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).

Conclusiones Económicas

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.

Conclusiones Económicas

10. En el caso de costos de producción por Mano de Obra, Maquinaría 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 le 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 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.

Conclusiones Económicas

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.

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

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 todos los 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 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).

Muchas Gracias ...