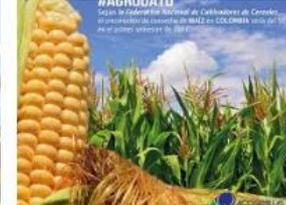




Effects of the Biotech Ban in Perú

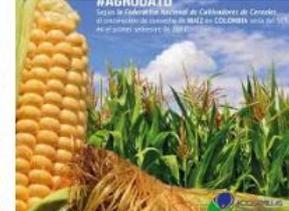


RAMON DIEZ MATALLANA



INTRODUCCIÓN

Se evalúa *ex-ante*, el impacto del incremento en la producción y productividad de papa, maíz amarillo duro y algodón, en términos de seguridad alimentaria y competitividad, que potencialmente se lograría al aplicar semillas mejoradas genéticamente, para hacer frente a plagas y a los efectos del cambio climático en el Perú.



INTRODUCCIÓN

La papa es un alimento fundamental, cuyo consumo per cápita en el 2017 fue 144 kg; la producción nacional de 4.7 millones de toneladas, en un país de más de 31 millones de habitantes (INEI, 2018). El Maíz Amarillo Duro es insumo en la industria avícola y porcina peruana, que emplea más de 4 millones de toneladas, de los cuales se importa más de 3 millones de toneladas (Minagri, DGESEP-DEA, 2018)



INTRODUCCIÓN

El algodón es un insumo básico en textiles y confecciones; antiguamente se exportaba la fibra larga de tipo Pima, Supima, Tanguis. Hoy el 70% de lo empleado por la industria es importado: En 2017 → 18 mil toneladas, con un gasto de 35.8 millones de dólares (AGRODATAPERU, 2018).

En Perú, estos cultivos involucran a más de 700 mil agricultores, brindándoles sustento a casi 4 millones de personas.



ANTECEDENTES

Zevallos (2017): productores peruanos de algodón, arroz, MAD y papa, perderían unos 1,500 millones de dólares por año, pues las semillas convencionales no brindan resistencia a plagas y enfermedades, afectando la productividad y contaminando los productos con agroquímicos empleados para combatir los muchos agentes bióticos. El cultivo de papa involucra 600 mil unidades productivas; el MAD casi 80 mil; el arroz más de 70 mil; y, algodón 10 mil. Si cada familia tuviera en promedio 5 integrantes, casi 4 millones de peruanos estarían en riesgo de caer en situación de pobreza o pobreza extrema.



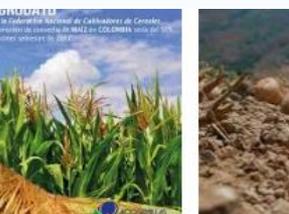
PROBLEMÁTICA

El algodón llegó a cubrir más de 200 mil has pero en la actualidad apenas llega a 8 mil has con un rendimiento de 2.8 t/ha. La razón de esta reducción serían los costos de producción que le restan competitividad frente al algodón importado GM, otras fibras naturales, sintéticas y artificiales. En India y Sudán, la introducción de algodón GM resistente a insectos (Bollgard II) ha revertido la declinación de este cultivo, posicionando a la India como un gran exportador de fibra de algodón. Otra ventaja evidenciada por Martin Qaim en la India es que se aumentó la esperanza de vida de los algodoneros de la India por la menor exposición a los agroquímicos.



PROBLEMÁTICA

El maíz amarillo duro (*Zea mays*) es un cultivo que podría lograr una productividad mayor, pero hay malas prácticas agrícolas y semillas de baja productividad, permitiendo que el productor logre menos de 5 toneladas por hectárea cuando otros países con condiciones iguales o menores obtienen productividades mejores. Una cosa importante que podrían hacer las autoridades del sector es difundir los nocivos efectos de emplear como semilla el grano producido en la parcela (llamado F2 o segunda generación), pero aún así, el incremento no sería tan significativo como el que se lograría con una semilla GM.



PROBLEMÁTICA

Factores limitantes o críticos para obtener mayor productividad en papa:

- Anderson (2017), señala que el 0.4% emplea semilla certificada, de bajo potencial productivo.
- Enfermedades como la racha, causada por *Phytophthora infestans*, que destruye hojas, tallos y tubérculos; Marchitez Bacteriana, Carbunco (carbón) de la papa, que puede reducir la cosecha en un 50%; la Polilla de la papa (*Phthorimaea operculella*) generan daños físicos importantes.
- Regiones templadas de los Andes y zonas montañosas: Mosca minadora de hojas (*Liriomyza huidobrensis*), los Nemátodos (*Globodera pallida* y *G. rostochiensis*), gorgojo de los Andes (*Premnotripes suturicallus*) (FAO 2008).



PROBLEMÁTICA

La mejor alternativa en el Perú para reducir pérdidas en producción y post-cosecha de papa; incrementar el rendimiento neto por hectárea, proteger la salud del agricultor y el medio ambiente (por menor uso de pesticidas), sería liberar semillas resistentes a estos agentes bióticos. Ello será beneficioso para los ciudadanos involucrados en la producción y consumo de papa.



OBJETIVOS

GENERAL:

- Evaluar *ex-ante* los costos para el Perú de la prohibición de incorporar alternativas biotecnológicas (transgénicos) para el cultivo de algodón, maíz amarillo duro y papa.

ESPECÍFICOS:

- Determinar el impacto de la liberación de alternativas biotecnológicas (transgénicos) en la producción, productividad, abastecimiento interno y posible reducción de importaciones de algodón.
- Determinar el impacto de la liberación de alternativas biotecnológicas (transgénicos) en la producción, productividad, abastecimiento interno y posible reducción de importaciones de maíz amarillo duro.
- Determinar el impacto de la liberación de alternativas biotecnológicas (cisgénicos) en la producción, productividad, abastecimiento interno de la papa y posible reducción de importaciones de sustitutos como el trigo.



Impactos a estimar en algodón, maíz amarillo duro y papa:

- Beneficio costo marginal de la liberación de OGM.
- Incrementos en excedentes sociales derivados de la liberación de OGM.
- Valor Actual Neto y Tasa Interna de Retorno de la inversión en desarrollo y difusión de semillas de OGM.
- Pérdidas por Ingresos no recibidos por los agricultores peruanos debido a la moratoria de emplear semillas genéticamente modificadas.
- Establecer los beneficios perdidos para los productores de cada cultivo por la no liberación de OGMs.

Resultados

Caso de algodón

Tabla 2. Costo de producción por hectárea del cultivo de algodón convencional en Perú

Algodón	Unidades	Precio esperado	Costos
Mano de obra	24.5	37.90	928.55
Mano de obra en cosecha	27.0	37.90	1,023.30
Maquinaria	14.0	103.94	1,455.16
Insumos			
Semilla	50.0	3.99	199.25
Fertilizantes			2,167.85
Agroquímicos			
Ergostim Estimulante	0.6	50.81	30.49
Citowett Estimulante	0.2	25.00	5.00
Dipel Orgánico Bt (<i>Elasmopalpus</i> , <i>Spodoptera</i> , <i>Seudoplusia</i>)	0.6	34.00	20.40
Gossypure cebo ² (para control de <i>Pectinophora gossypiella</i> o gusano rosado de la India)	0.6	184.00	110.40
Campal cipermetrina (para control de <i>Dysdercus peruvianus</i> o Arrebiatado)	0.25	56.00	14.00
Agua			350.00
Sacos y mantas	8	8	64.00
Total de costos directos			6,368.40
Gastos administrativos (% de Costos directos)	2%		127.37
Asistencia técnica	2%		127.37
Costo total			6,623.13
Rendimiento/ha			4,291.00
Precio			3.435
Ingreso por hectárea			14,739.59
Margen bruto por hectárea			8,116.45
Costo por kilogramo (S/.)			1.54
Costo por kilogramo (US\$)			0.47

Variación de variables fundamentales

Variaciones	Mínimo	Máximo	Moda	Esperada
Incremento Rendimientos (1)	34%	42%	NA	38%
Gasto en semilla (2)	67%	540%	140%	249%
Reducción de Plaguicidas(1)	-3%	41%	NA	19%
Variación Mano de Obra (1)	13%	30%	NA	22%
Otros gastos (1)	0%	68%	NA	34%

FUENTE: Navarro 2017 en base a (1) Qaim (2006) y Qaim y Sadashivappa (2009),

(2) Ministerio de Agroindustria de Argentina (2016).



Resultados

Caso de algodón

Para la evaluación de largo plazo, es necesario considerar otros supuestos para las evaluaciones:

- 1) Costo de inversión en adaptación de la semilla de algodón de fibra larga para otorgarle amplia resistencia a insectos, aplicando material genético de *Bacillus thuringiensis*: Según los expertos el costo podría fluctuar entre medio millón de dólares y 5 millones de dólares. El resultado esperado medio sería inferior a 3 millones de dólares.
- 2) Probabilidad de éxito de la semilla: 75%
- 3) Se considera la cantidad de partida: 60,951 toneladas.
- 4) Siguiendo a Tarazona (2016), que considera una tasa de adopción creciente en base a Rogers (1983), en el primer año adoptan la nueva semilla el 2.8% de los agricultores (los más arriesgados innovadores), el segundo año se agregan 13.2% de productores (los seguidores más emprendedores) llegando a 16%, el tercer año se estaría llegando a un total de 50% de los productores con la incorporación de 34% de los agricultores y el cuarto año se llegaría a un tope de 80%. No se considera mayor crecimiento por el surgimiento y adopción de otras alternativas.
- 5) No se considera depreciación de la tecnología ni crecimiento externo.
- 6) Las elasticidades de demanda (-0.66) y de oferta (0.995) del algodón se toman de Navarro (2017).



Resultados

Caso de algodón

Tabla 4: Costos de producción por hectárea con el algodón GM Bt

Algodón GM	Unidades	Precio esperado	Costo esperado GM
Mano de obra	24.5	37.90	928.55
Mano de obra en Cosecha	32.805	37.90	1,243.31
Maquinaria	14	103.94	1,455.16
Insumos			
Semilla	50	13.91	695.38
Fertilizantes			2,167.85
Agroquímicos			
Ergostim Estimulante	0.6	50.81	30.49
Citowett Estimulante	0.2	25.00	5.00
Dipel Orgánico Bt (contra <i>Elasmopalpus</i> , <i>Spodoptera</i> , <i>Seudoplusia</i>)	0.486	34.00	16.52
Gossypure cebo (contra <i>Pectinophora gossypiella</i> o gusano rosado de la India)	0.49	184.00	89.42
Campal cipermetrina (contra <i>Dysdercus peruvianus</i> o Arrebiatado)	0.25	56.00	14.00
Agua			350.00
Sacos y mantas	10.72	8	85.76
Total de costos directos			7,078.79
Gastos administrativos	2%		141.58
Asistencia técnica	2%		141.58
Costo total			7,361.94
Rendimiento Kilos/hectárea			5,921.58
Precio			3.435
Ingreso por hectárea			20,340.63
Margen bruto por hectárea			12,978.69
Costo por kilogramo (S/.)		1.24	
Costo por kilogramo (US\$)		0.38	

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos promedio esperados del algodón convencional, obtenidos de MINAGRI, página web.



Resultados

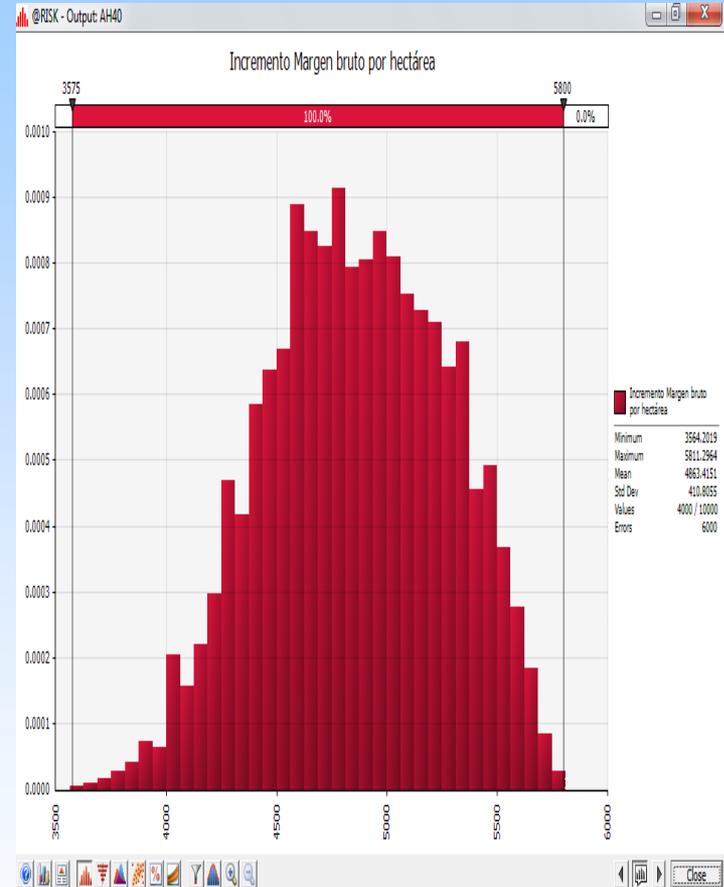
Caso de algodón

Tabla 5: Evolución de las variables en el período 2019 – 2034 (1)

Año	Elasticidad de la demanda	Elasticidad de la oferta	Cambio rendimiento	Cambios equivalente rendimiento	Cambio costos insumos	Cambio equivalente costos
2019	0.66	0.995	38%	0.381909548	20.9595%	0.151880489
2020	0.66	0.995	38%	0.381909548	20.9595%	0.151880489
.
.
2033	0.66	0.995	38%	0.381909548	20.9595%	0.151880489
2034	0.66	0.995	38%	0.381909548	20.9595%	0.151880489

Año	Cambio neto costos insumos (K potencial)	Tasa de adopción	Kmax	Z	Precio
2019	0.230029059	2.8%	0.0048306	0.00290420	2450
2020	0.230029059	16.0%	0.0276034	0.01659545	2450
2021	0.230029059	50.0%	0.0862608	0.03542858	2450
2022	0.230029059	80.0%	0.1380174	0.05668573	2450
.
.
.
2033	0.230029059	80.0%	0.1380174	0.05668573	2450
2034	0.230029059	80.0%	0.1380174	0.05668573	2450

Año	Cambio en excedente total	Cambio excedente productor	Cambio excedente consumidor
2019	722,046.12	287,945.89	434,100.24
2020	4,144,601.63	1,652,832.07	2,491,769.56
2021	13,031,936.73	7,679,534.14	5,352,402.59
2022	20,995,675.98	12,372,451.92	8,623,224.06
.	.	.	.
.	.	.	.
2034	20,995,675.98	12,372,451.92	8,623,224.06



Resultados

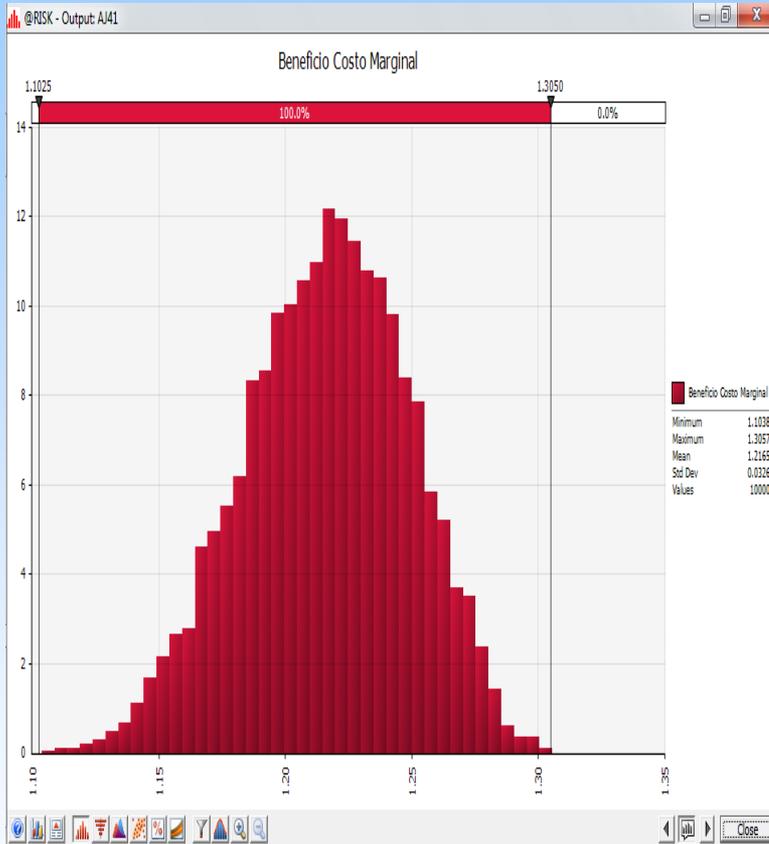
Caso de algodón

El incremento de productividad, hace que el costo promedio esperado por kilogramo de algodón pase de S/. 1.54 a S/. 1.24 (en dólares de US\$0.47 a US\$0.38), lo cual lo torna más competitivo y podría llegar a exportarse como en la época dorada del algodón de fibra larga peruano o por lo menos reducir sustancialmente las importaciones. Para el agricultor hay beneficios económicos pues su margen bruto por hectárea se incrementaría en un rango que va desde S/.3,564.20 hasta un máximo de S/.5,811.29 y una media esperada de S/.4,863.41 por hectárea.



Resultados

Caso de algodón

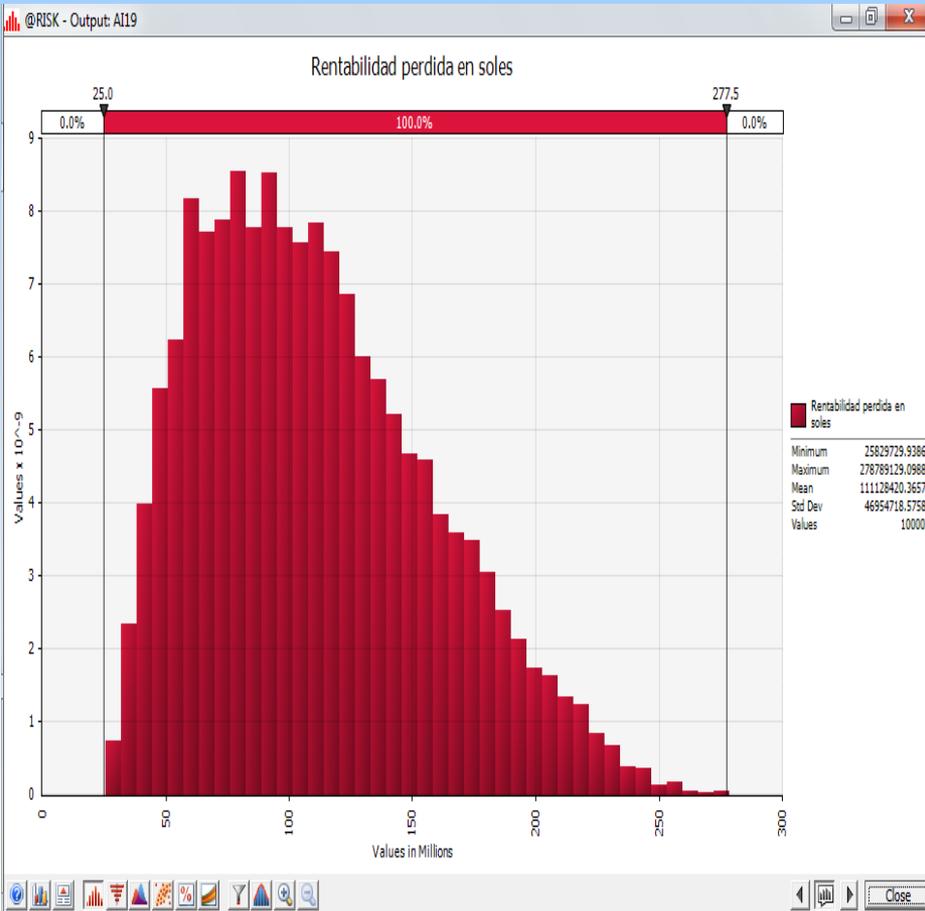


Respecto al valor de los beneficios del cambio de una semilla convencional a una transgénica de algodón, se observa que el índice de Beneficio Costo Marginal fluctúa desde un mínimo de 1.10 a 1.30, con una media de 1.216. Es decir, por cada sol invertido en la nueva semilla hay un retorno marginal de 21.6 centavos de sol.



Resultados

Caso de algodón

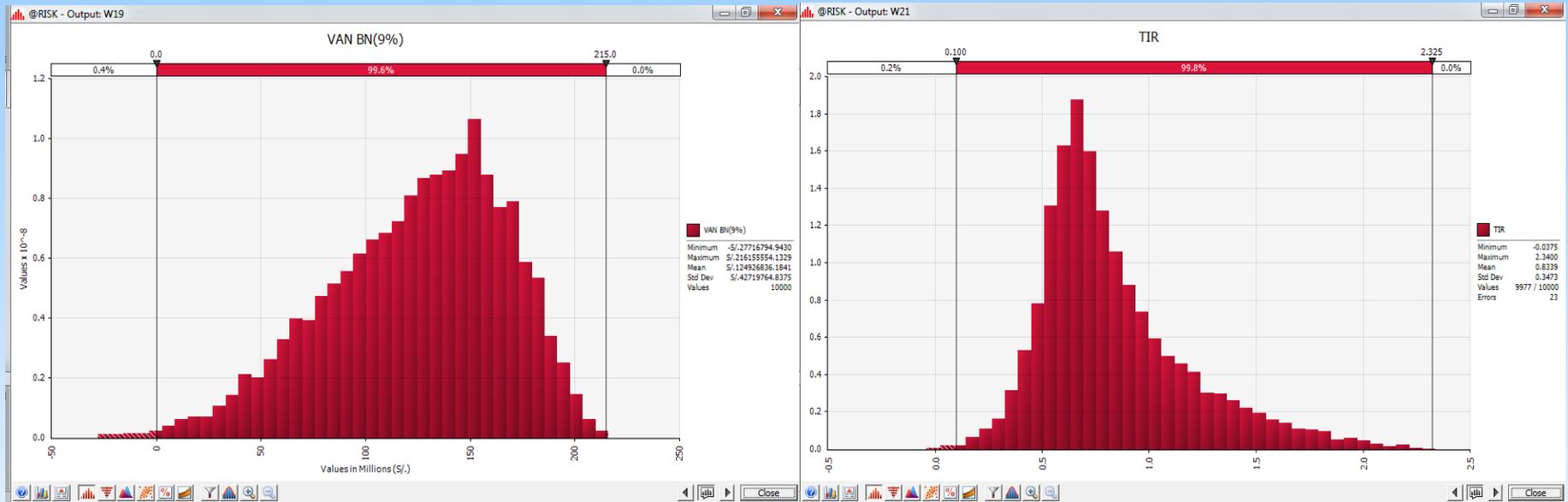


Existe un diferencial de rentabilidad explicable por el uso de semilla GM, S/.4,863 por ha, que el productor de algodón podría haber obtenido con la semilla GM. Dado que en el 2017 se sembró 8 mil hectáreas, esto significa un monto de casi 28 millones de soles anuales. Tomando como valor máximo de superficie sembrada la realizada en 2014 de 31,450 hectáreas, tenemos que se podría llegar a obtener un beneficio adicional por este cultivo que podría llegar a un máximo de más de 278 millones de soles. En promedio los beneficios perdidos llegarían a 111 millones de soles anuales.



Resultados

Caso de algodón

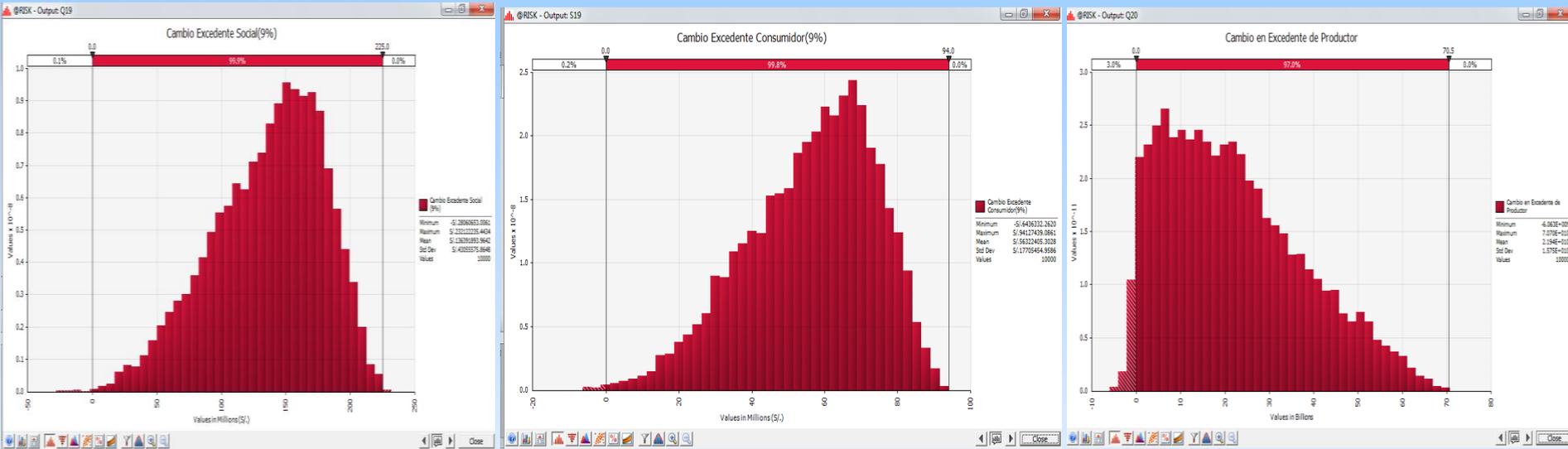


El Valor actual neto de los beneficios para la sociedad peruana es positivo en un 99.6% de los escenarios, con una media de S/.124.9 millones de soles, con un máximo potencial de S/.216.15 millones. El valor de la tasa interna de retorno, fluctúa entre valores negativos en 0.2% de los escenarios y un máximo de 234.77% con un valor medio esperado de 83.39%.



Resultados

Caso de algodón



Los excedentes para la sociedad se incrementarían en un período de 15 años, en un monto de S/.136.3 millones ó US\$41.68 millones de dólares, esto es lo que estarían perdiendo tanto los agricultores como los consumidores por no liberar una semilla transgénica de algodón en la agricultura peruana. Específicamente, para los consumidores, la pérdida llegaría a 56.3 millones de soles, unos 17.21 millones de dólares. Para los productores, la pérdida llegaría a 54.3 millones de soles, unos 16.6 millones de dólares.



Resultados

Caso de algodón

El resultado de la evaluación nos dice que liberar la semilla de algodón genéticamente modificado podría llevar a los agricultores a obtener grandes beneficios. La producción del país ganaría en competitividad y esto alentaría a los productores a sembrar áreas cada vez mayores. El Perú sería otra vez exportador neto. Lo cual se traduciría en beneficios crecientes para los agricultores y la sociedad peruana, pues en vez de destinar divisas a la importación de algodón de fibra corta Up Land podría exportar un algodón transgénico Pima, Supima ó Tanguis de gran longitud de fibra, obteniendo divisas para el país.



Resultados

Caso de maíz amarillo duro

La producción de maíz en el año 2017 llegó a 1.24 millones de toneladas métricas, ocupando más de 265 mil hectáreas y con un rendimiento promedio de 4.7 toneladas por hectárea. El año 2017 se importó 3.3 millones de toneladas de maíz amarillo duro, con un desembolso para el Perú de 617 millones de dólares. (Agrodata, 2018). Las importaciones mensuales promedio del 2017 ascendieron a 275 mil toneladas y a mayo del año 2018 habían aumentado a 333 mil toneladas por mes. El maíz importado según los expertos es transgénico en un 92%, procedente de Estados Unidos, Argentina y otros países.



Resultados

Caso de maíz amarillo duro

Tabla 7. Presupuesto de producción por hectárea del maíz amarillo duro para el año 2017

Concepto	Unidades	Precio esperado	Convencional Costo esperado
Mano de obra	41.5	40.00	1,660.00
M O Cosecha	14.67	40.00	586.67
Maquinaria	6.67	106.50	710.00
Insumos			
Semilla	24.67	14.90	367.53
Fertilizantes			1,184.09
Agroquímicos			
Específicos contra lepidópteros			128.52
<u>Belmark Larvin</u> (contra Lepidópteros)	1.40	47.75	66.85
<u>Metasistox Dipterex</u> (contra lepidópteros)	10.00	5.50	55.00
<u>Pirifos (Lorsban 25%)</u>	0.67	10.00	6.67
Otros agroquímicos			151.13
<u>Tamarón Vencetho</u>	0.17	18.00	3.00
<u>Gesaprim 90 grs.</u> (Herbicida)	0.50	62.60	31.30
<u>Azodrin - Atrazina</u> (Herbicida)	1.33	41.00	54.67
<u>Gramoxone Super</u> (Herbicida)	1.00	38.00	38.00
<u>Manzate</u> Fungicida	0.83	29.00	24.17
Agua			266.00
Desgrane			275.00
Total de costos directos			5,328.94
Costos indirectos (% de costos directos)	4%		213.16
Total de costos por hectárea			5,542.10
Rendimiento en <u>Kgs/ha</u>			5,760.50
Precio por kilogramo (S/.)			1.00
Ingreso por hectárea (S/.)			5,731.70
Margen bruto por hectárea(S/.)			189.60
Costo por kilogramo (S/.)		0.96	
Costo por kilogramo (US\$)		0.29	

Fuente: Data de las regiones agrarias. Elaboración propia



Resultados

Caso de maíz amarillo duro

Variaciones	Mínimo	Máximo	Esperada
Incremento Rendimientos	0%	100%	50%
Gasto en semilla	10%	70%	40%
Reducción de Plaguicidas	0%	100%	50%

Fuente: Tarazona, 2016.

Asimismo, se debe considerar que la semilla de maíz GM debería tener resistencia a un amplio conjunto de insectos, por ello se plantea que la semilla sería una Bt, con las mismas proteínas Cry que el algodón GM, resistente a insectos señalado anteriormente. Esto es, con las proteínas Cry1Ac Bollgard y un nuevo gen Bt, Cry2Ab.

Para la evaluación de los impactos a largo plazo debemos considerar los siguientes supuestos:

- 1) Costo de inversión en adaptación de la semilla de maíz amarillo duro Bt con resistencia a insectos, aplicando material genético de Bacillus thuringiensis: Según los expertos el costo podría estar entre medio millón de dólares o 5 millones de dólares. El resultado probable sería inferior a 3 millones de dólares.
- 2) La variación de costos es la derivada de la adopción de semilla transgénica
- 3) Probabilidad de éxito de la semilla: 75%
- 4) Como cantidad de partida se toma la del año 2017: 1'249,600 toneladas.
- 5) Siguiendo a Tarazona (2016), que considera una tasa de adopción creciente en base a Rogers (1983), en el primer año adoptan la nueva semilla, el 2.8% de los agricultores (los más arriesgados innovadores), el segundo año se agregan 13.2% de productores (los seguidores más emprendedores) llegando a 16%, el tercer año se estaría llegando a un total de 50% de los productores con la incorporación de 34% de los agricultores y el cuarto año se llegaría a un tope de 80%. No se considera mayor crecimiento por el surgimiento y adopción de otras alternativas.
- 6) No se considera depreciación de la tecnología ni crecimiento externo.
- 7) Las elasticidades de demanda (-0.798) y de oferta (0.408) del maíz amarillo duro se toman de Tarazona (2017).



Resultados

Caso de maíz amarillo duro

Tabla 8: Costos por hectárea en Maíz Amarillo Duro Bt

Concepto	Unidades	Precio esperado	GM <u>Bt</u> Costo esperado
Mano de obra	41.50	40.00	1,660.00
Mano de Obra Cosecha	16.87	40.00	674.67
Maquinaria	6.67	106.50	710.00
Insumos			
Semilla	24.67	20.86	514.55
Fertilizantes			1,184.09
Agroquímicos			
Específicos contra lepidópteros			64.26
<u>Belmark Larvin</u> (contra lepidópteros)	0.70	47.75	33.43
<u>Metasistox Dipterex</u> (contra lepidópteros)	5.00	5.50	27.50
<u>Pirifos Lorsban 25%</u> (contra lepidópteros)	0.33	10.00	3.33
Otros agroquímicos			151.13
<u>Tamarón Vencetho</u> Acaricida	0.17	18.00	3.00
<u>Gesaprim 90 grs.</u> (Herbicida)	0.50	62.60	31.30
<u>Azodrin - Atrazina</u> (Herbicida)	1.33	41.00	54.67
<u>Gramoxone Super</u> (Herbicida)	1.00	38.00	38.00
<u>Manzate</u> Fungicida	0.83	29.00	24.17
Agua			266.00
Desgrane			316.25
Total de costos directos			5,540.95
Costos indirectos	4%		221.64
Total de costos por hectárea			5,762.58
Rendimiento/ha			6,624.58
Precio			1.00
Ingreso por hectárea			6,591.45
Margen bruto por hectárea			828.87
Costo por kilogramo (S/.)			0.87
Costo por kilogramo (US\$)			0.27

Fuente: Elaboración propia.



Resultados

Caso de maíz amarillo duro

Tabla 9: Evolución de las variables de Maíz amarillo duro 2019 – 2034 (1)

Año	Elasticidad de la demanda	Elasticidad de la oferta	Cambio rendimiento	Cambios equivalente rendimiento	Cambio costos insumos	Cambio equivalente costos
2019	0.798	0.408	15%	0.367647059	3.95%	0.03431163
2020	0.798	0.408	15%	0.367647059	3.95%	0.03431163
.
.
2034	0.798	0.408	15%	0.367647059	3.95%	0.03431163

Año	Cambio neto costos insumos (K potencial)	<u>Probabilidad de éxito</u>	Tasa de <u>adopción</u>	<u>Kmax</u>	Z Cambio en precio	Precio
2019	0.333335427	0.75	0.028	0.007	0.00237	995.00
2020	0.333335427	0.75	0.160	0.04	0.01353	995.00
2021	0.333335427	0.75	0.500	0.125	0.04229	995.00
2022	0.333335427	0.75	0.800	0.2	0.06766	995.00
.
.
2034	0.333335427	0.75	0.800	0.2	0.06766	995.00

Fuente: Elaboración propia en base a la data del MINAGRI (2018)



Resultados

Caso de maíz amarillo duro

Tabla 9: Evolución de las variables de Maíz amarillo duro Bt 2019 – 2034 (2)

Año	Cambio excedente productor	Cambio excedente consumidor	Cambio de Excedente Social EC + EP
2019	5,764,486.43	2,947,256.22	8,711,742.64
2020	33,086,515.97	16,916,414.18	50,002,930.16
2021	104,575,329.33	53,467,085.67	158,042,415.00
2022	168,986,362.55	86,399,042.51	255,385,405.06
.	.	.	.
.	.	.	.
2034	168,986,362.55	86,399,042.51	255,385,405.06
Acumulado	S/. 2,340,249,044.93	S/. 1,196,518,308.69	S/. 3,536,767,353.62

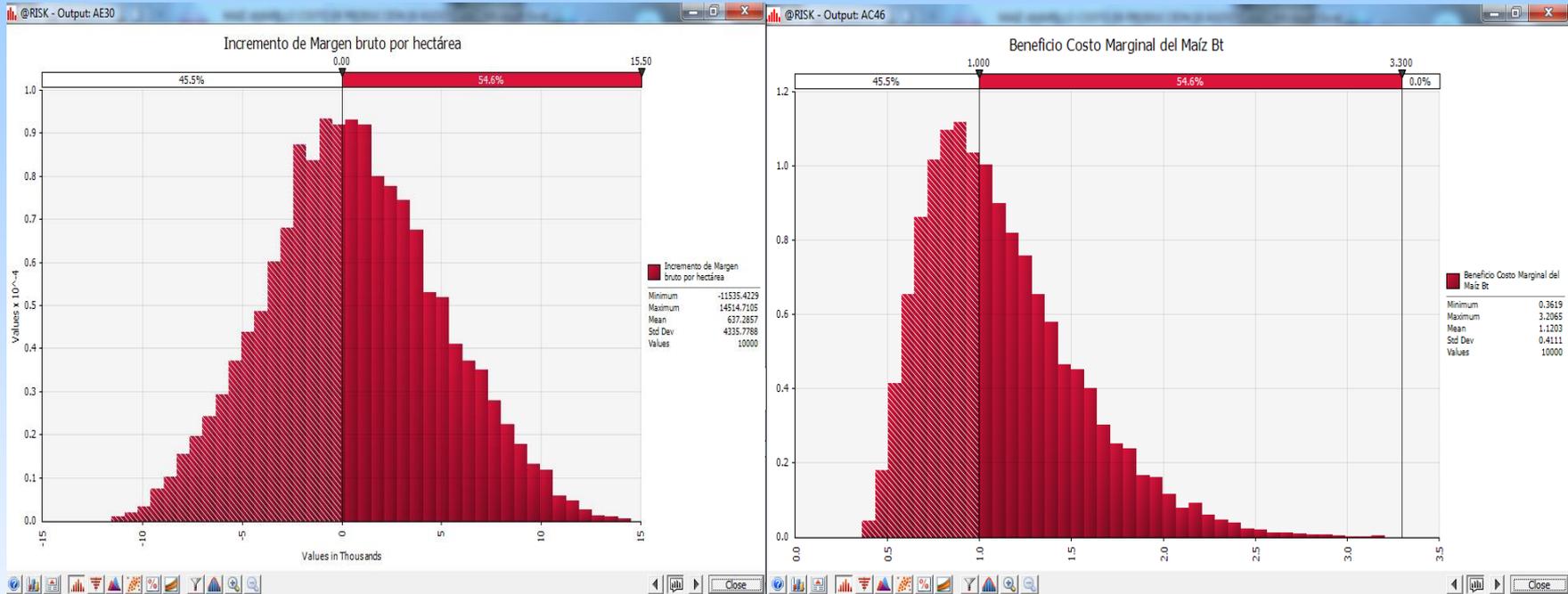
Fuente: Elaboración propia en base a la data del MINAGRI (2018)

Los cambios en excedentes, léase mejora de los niveles de bienestar de consumidores, productores y sociedad en su conjunto, son muy importantes en el caso del cultivo de maíz amarillo duro, pues llegan a más de 2 mil millones de soles para los productores, algo más de 1 mil millones de soles para los consumidores y más de 3.5 mil millones de soles para el total de la sociedad peruana en los 15 años comprendidos en el estudio. Esto es lo que productores, consumidores y la sociedad perderían por no usar las semillas genéticamente modificadas de maíz amarillo duro.



Resultados

Caso de maíz amarillo duro

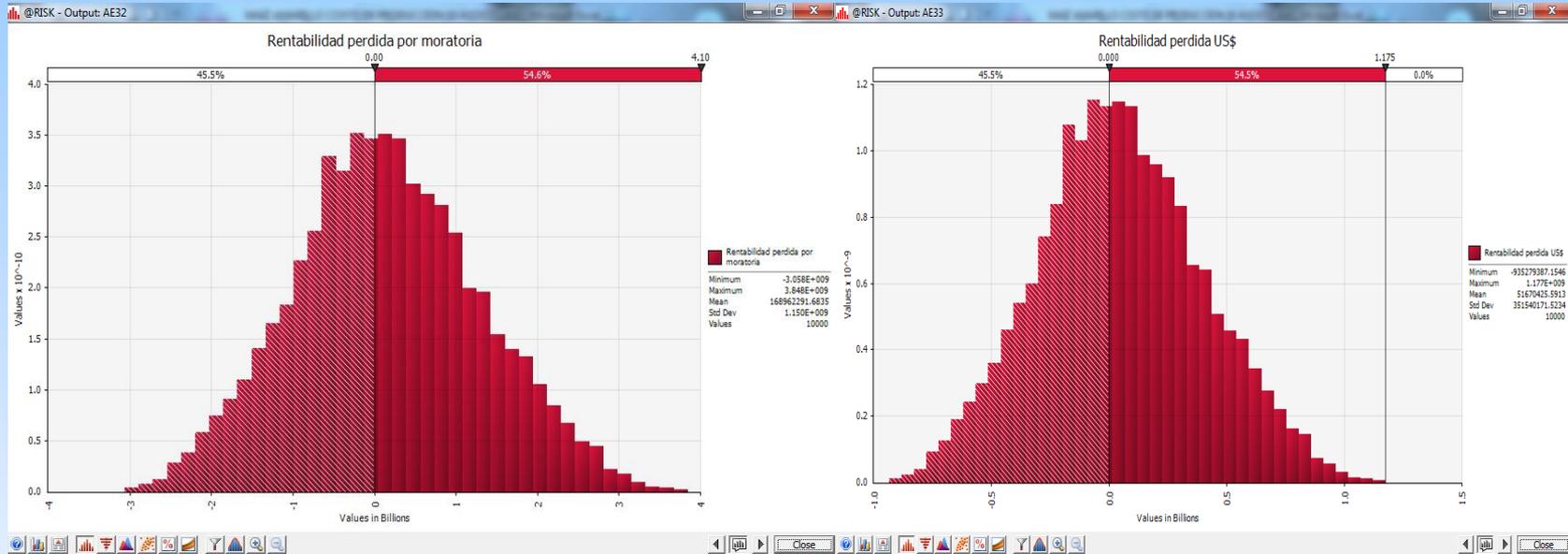


El maicero tendría 12 centavos adicionales por cada sol que invierta en la semilla Bt (el Índice Beneficio Costo Marginal de 1.21 en promedio) lo cual se traducirá en algo más de 637 soles por hectárea adicionales (incremento de margen por hectárea).



Resultados

Caso de maíz amarillo duro

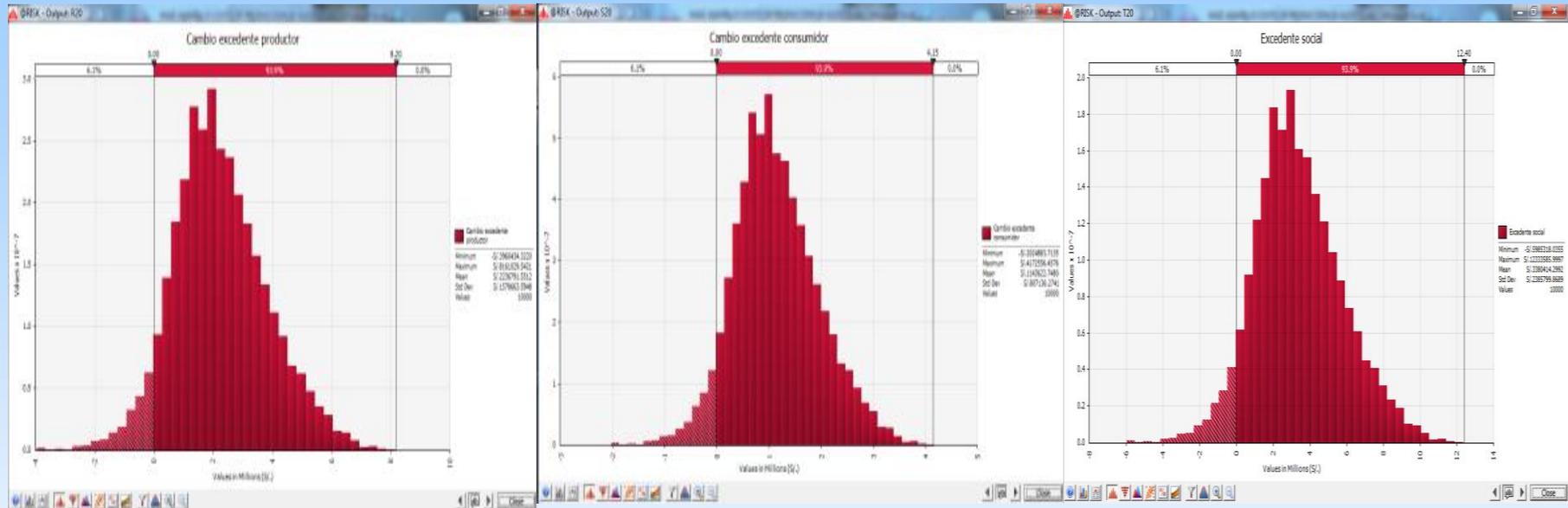


Considerando las pérdidas de rentabilidad por hectárea derivada del no uso de semillas GM por la moratoria en el cultivo de maíz amarillo duro, que ascienden a un promedio esperado de S/.637 y el hectareaje sembrado con maíz amarillo duro en la actualidad, tendríamos un valor medio esperado de 169 millones de soles ó 51.6 millones de dólares por año.



Resultados

Caso de maíz amarillo duro

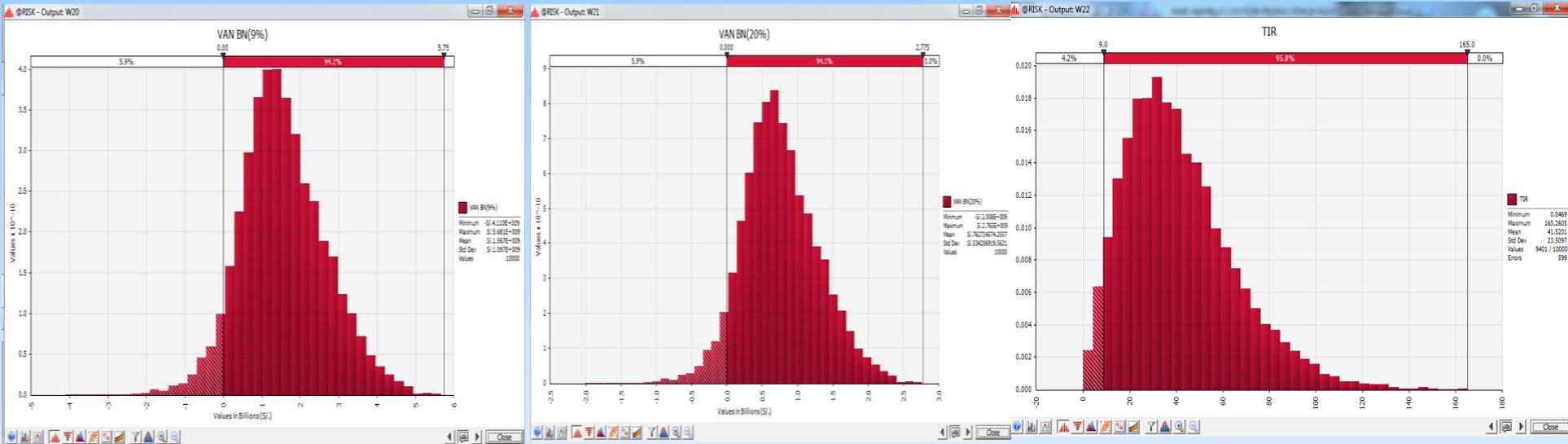


Al realizar la evaluación de largo plazo, se visualiza que los productores estarían recibiendo un total de 2,236 millones de soles en 15 años, mientras que los consumidores incrementarían su excedente (dinero ahorrado que podrían gastar en otros bienes) en 1,143 millones de soles. Es decir, la sociedad en conjunto se beneficiaría con un ingreso adicional de 3,380 millones de soles.



Resultados

Caso de maíz amarillo duro



Al evaluar la rentabilidad de la inversión que debe realizar el Estado peruano en la generación y difusión de esta semilla de maíz amarillo duro (más que nada pruebas de adaptabilidad y acciones de extensión, pruebas de campo y otros) se obtiene el Valor Actual Neto de los Beneficios de la inversión pública que bordean los 1,571 millones de soles con una tasa de descuento de 9% y supera los 762 millones de soles al colocar una tasa de descuento de 20%. La Tasa interna de retorno de 4,152%, con un 95.8% de escenarios positivos, donde la tasa interna de retorno esperada promedio supera el 9% de la tasa social de descuento.



Resultados

Caso de maíz amarillo duro

Se evidencia que hay grandes pérdidas para el productor de maíz amarillo duro, agricultor que bordea la pobreza cada vez que sus resultados económicos flaquean porque los precios no cubren sus costos de producción, derivadas del hecho de no permitirle emplear semillas genéticamente modificadas. Los impactos económicos se han estimado en forma conservadora, pues hay un sesgo hacia abajo derivado del tomar en cuenta los productores de la selva que tienen una muy baja productividad lo cual empuja a la baja la estimación de la productividad y rentabilidad del conjunto de productores.

Aún así, los valores obtenidos con la semilla GM de maíz Bt son significativos y convendría liberar esta semilla, claro que previamente habría que hacer la evaluación en campo de dichas semillas y descartar con base científica la posibilidad de flujo de genes.



Resultados

Caso de papa

La producción de papa en el Perú es muy importante, encontrándose un récord histórico en el año 2017 en que se llega a producir casi 5 millones de toneladas (4.77 millones de toneladas métricas) sobre una superficie superior a las 310 mil hectáreas y un valor de producción cercano a los 4 mil millones de soles (3,916 millones de soles) dando sustento a unas 600 mil familias peruanas. Pero la productividad (15.3 t/ha) es relativamente baja respecto a otros países productores. Ello señala que hay una frontera que se puede alcanzar con una pequeña inversión del estado en el desarrollo y difusión de una semilla GM con resistencia a insectos y rancia, tal como la que se ha logrado con la Innate 2.



Resultados

Caso de papa

Tabla 11. Presupuesto estimado de producción de papa por hectárea para el año 2017

Concepto	Unidades Insumo	Precio Insumo	\$/.	\$/.
Mano de obra	85.67	36.67		3,141.11
Mano de Obra Cosecha	60.00	35.83		2,150.00
Maquinaria	13.00	72.50		942.50
Semilla	1,966.67	2.03		3,998.89
Fertilizantes				2,984.90
Cipermetrina	2.00	69.10	138.20	138.20
Otros agroquímicos ⁴				359.33
Fungicidas				557.56
Carboxin – captan	1.33	160.00	213.33	
Curzate	1.33	60.00	80.00	
Propineb	2.00	56.00	112.00	
Mancozeb	2.00	49.67	99.33	
Metiram	1.33	39.67	52.89	
Herbicidas				111.87
Alkyl Sulfate	16.67	25.00		416.67
Agua				80.00
Total de costos directos				14,881.02
Gastos administrativos				1,339.29
Gastos financieros				1,567.44
Costo total por hectárea				17,787.75
Costo por kilo (Soles)				0.82
Costo por kilo (US\$)				0.25
Rendimiento (Kg/hectárea)				21,703.50
Ingresos por hectárea				21,594.98
Margen bruto por hectárea				3,807.23

Fuente: MINAGRI. datos de regiones. estimación propia.



Caso de papa

La alternativa de papa que se propone liberar, teniendo cuidado de seguir los cánones del Protocolo de Cartagena de Bioseguridad, incorpora resistencia a lepidópteros (Bt) y genes de resistencia a rancho (Rpi-vnt1.1) provistos por papas silvestres. Dada la importancia de la papa en la dieta del consumidor peruano, hay que pensar en las propiedades benéficas de incorporar genes de resistencia a la abrasión, con reducción de la asparragina para disminuir la acrilamida en el producto al ser sometido a altas temperaturas al freír u hornear, hasta en un 90%, como las presentes en la Innate™ Generation 2. Según la corporación Innate (<http://www.innatepotatoes.com/gen-two>) las papas “Gen 2” se han desarrollado usando sólo genes de papas y se desarrollan como las papas comunes.

Para la estimación de impactos económicos a corto plazo para los productores de papa que tendría una liberación de semilla GM con amplia resistencia a insectos y rancho, debemos considerar las variaciones de 3 variables fundamentales:

- Cambio en rendimientos, cambio en el gasto en semillas y cambio en el uso de plaguicidas y fungicidas.

Tabla 12: Variación de variables fundamentales

Variaciones	Mínimo	Máximo	Esperada
Incremento Rendimientos	0%	30%	15%
Gasto en semilla	10%	70%	40%
Reducción de Plaguicidas	0%	100%	50%
Reducción de Fungicidas (Hareau y otros)	50%	100%	75%

Fuente: Echevarría, 2014 y Hareau, 2018.



Caso de papa

Para la evaluación de impactos a largo plazo debemos considerar los siguientes supuestos:

- 1) Costo de inversión en adaptación de la semilla de papa Bt con resistencia a insectos y racha, con cualidades adicionales como la resistencia a la abrasión, y reducción de asparragina para que libere menos acrilamida en la cocción a altas temperaturas, aplicando material genético de *Bacillus thuringiensis* y otros derivados de papas silvestres: Según los expertos el costo podría estar entre 1 millón 400 mil dólares hasta 1.5 millones de dólares. El resultado probable sería cercano a 4.7 millones de soles.
- 2) La variación de costos es la derivada de la adopción de semilla transgénica
- 3) Probabilidad de éxito de la semilla: 75%
- 4) Como cantidad de partida se toma la del año 2017: 1´249,600 toneladas.
- 5) Tarazona (2016), considera una tasa de adopción creciente en base a Rogers (1983), en el primer año adoptan la nueva semilla, 2.8% de los agricultores (los más innovadores), el segundo año se agregan 13.2% de productores (los seguidores) llegando a 16%, el tercer año se estaría llegando a un total de 50% de los productores con la incorporación de 34% de los agricultores y el cuarto año se llegaría a un tope de 80%. No se considera mayor crecimiento por el surgimiento y adopción de otras alternativas.
- 6) No se considera depreciación de la tecnología ni crecimiento externo.



Caso de papa

Tabla 13: Presupuesto de producción de papa GM por hectárea.

Concepto	Unidades Insumo	Precio Insumo	Gastos parciales	Gasto
Mano de obra	85.67	36.67		3,141.11
Mano de Obra Cosecha	69.00	35.83		2,472.50
Maquinaria	13.00	72.50		942.50
Semilla	1,966.67	2.85		5,598.44
Fertilizantes				2,984.90
<u>Cipermetrina</u>	1.00	69.10	69.10	69.10
Otros agroquímicos ⁵				359.33
Fungicidas				139.39
<u>Carboxin</u> – captan	0.33	160.00	53.33	
<u>Curzate</u>	0.33	60.00	20.00	
<u>Propineb</u>	0.50	56.00	28.00	
<u>Mancozeb</u>	0.50	49.67	24.83	
<u>Metiram</u>	0.33	39.67	13.22	
Herbicidas				111.87
<u>Alkyl Sulfate</u>	16.67	25.00		416.67
Agua				80.00
Total de costos directos				16,315.81
Costos indirectos				3,035.86
Costo total por hectárea (S/.)				19,351.67
Costo por kilogramo (S/.)				0.78
Costo por kilogramo (US \$)				0.238
Rendimiento				32,555.25
Ingresos por hectárea				32,392.47
Margen bruto por hectárea				13,040.80



Caso de papa

Tabla 14: Evolución de las variables de papa GM

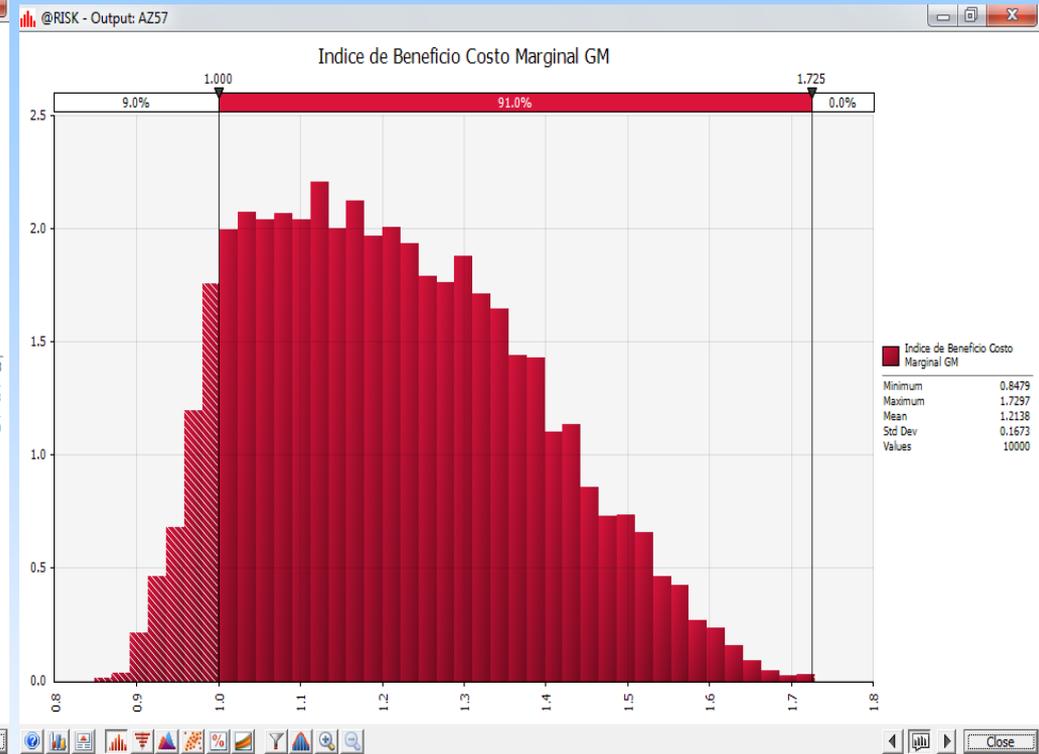
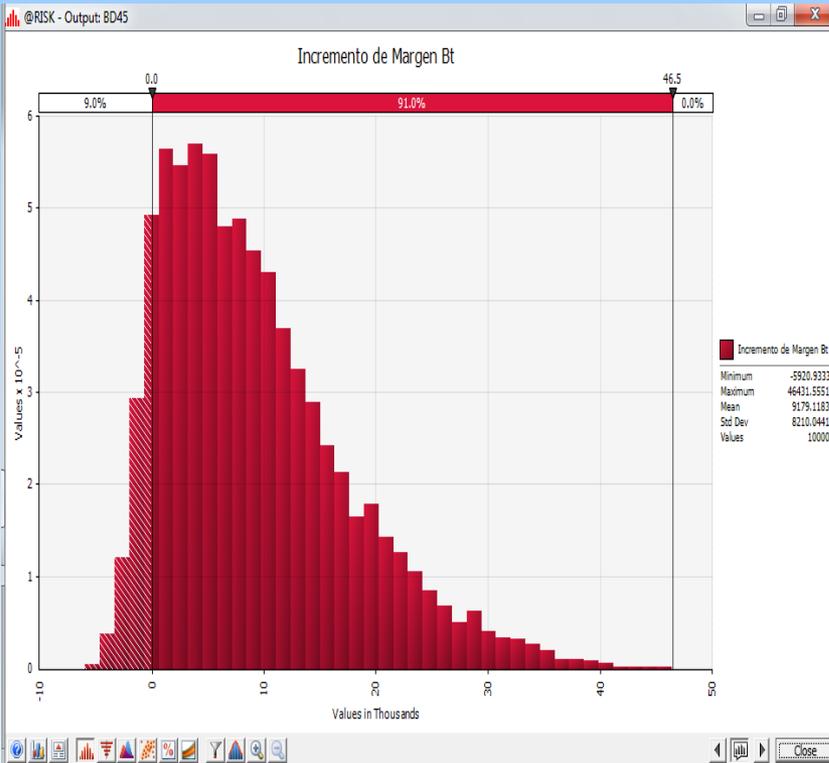
Año	Elasticidad demanda (1)	Elasticidad oferta (2)	Cambio rendimiento (3)	Cambio equivalente rendimiento (4 = 3/2)	Cambio costos insumos (5)	Cambio equivalente costos (6 = 5 / (1 - 4))
2019	0.42	0.206	0.15	0.73	4%	0.03
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
2034	0.42	0.206	0.15	0.73	4%	0.03

Año	Cambio neto costos insumos (K potencial) (7 = 4 - 6)	Probabilidad éxito (8)	Tasa adopción (9)	Tasa depreciación (10)	Kmax (11 = 7 x 8 x 9 x 10)	Z={12={((10x2)/(1+2))} Cambio de precio
2019	0.70	0.85	2.80%	1.00	0.02	0.01
2020	0.70	0.85	16.30%	1.00	0.10	0.03
2021	0.70	0.85	50.30%	1.00	0.30	0.10
2022	0.70	0.85	80.00%	1.00	0.47	0.16
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
2034	0.70	0.85	80.00%	1.00	0.47	0.16

Año	Precio (13)	Cantidad (14)	Cambio excedente social (15)= (13x14 x11x(1+(0.5 x11x 1))	Cambio de excedente productor (16)={12x13X(11 - 12)x(1+0.5X11X1)	Cambio excedente consumidor (17)={13x14x12x (1+(0.5X12x1)
2019	995.00	4,776,294.38	78,980,521.75	52,990,126.42	25,990,395.34
2020	995.00	4,776,294.38	462,319,546.49	310,182,443.33	152,137,103.16
2021	995.00	4,776,294.38	1,446,408,242.80	970,433,645.33	475,974,597.47
2022	995.00	4,776,294.38	2,327,877,122.37	1,561,834,491.04	766,042,631.32
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
2034	995.00	4,776,294.38	2,327,877,122.37	1,561,834,491.04	766,042,631.32
Acumulado			32,250,110,901.	21,637,454,598.66	10,612,656,303.15



Caso de papa

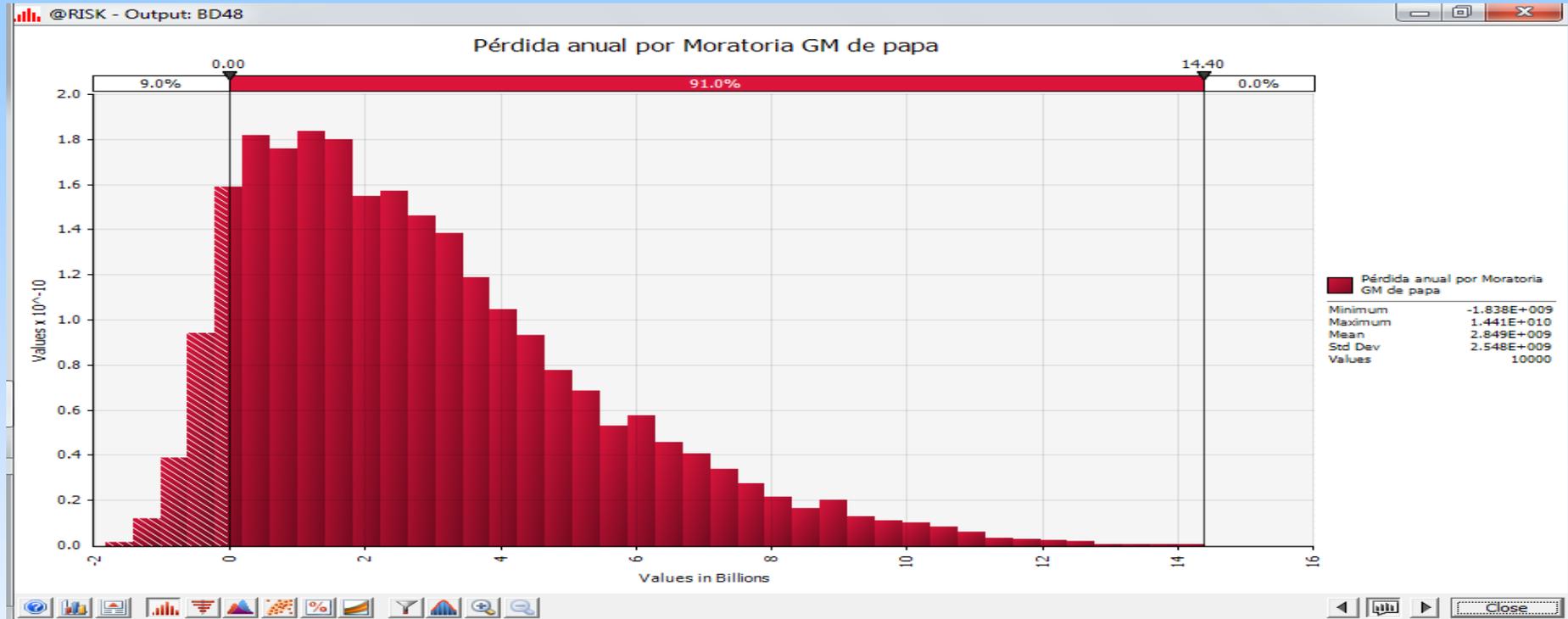


La rentabilidad por hectárea de papa se incrementa en S/.9,179 soles en promedio y con escenarios positivos en un 91% de los casos.

La rentabilidad de la inversión del productor de papa GM es evidente por el Índice de Beneficio Costo Marginal que llega en promedio a 1.21, con escenarios positivos en 91% de los casos.



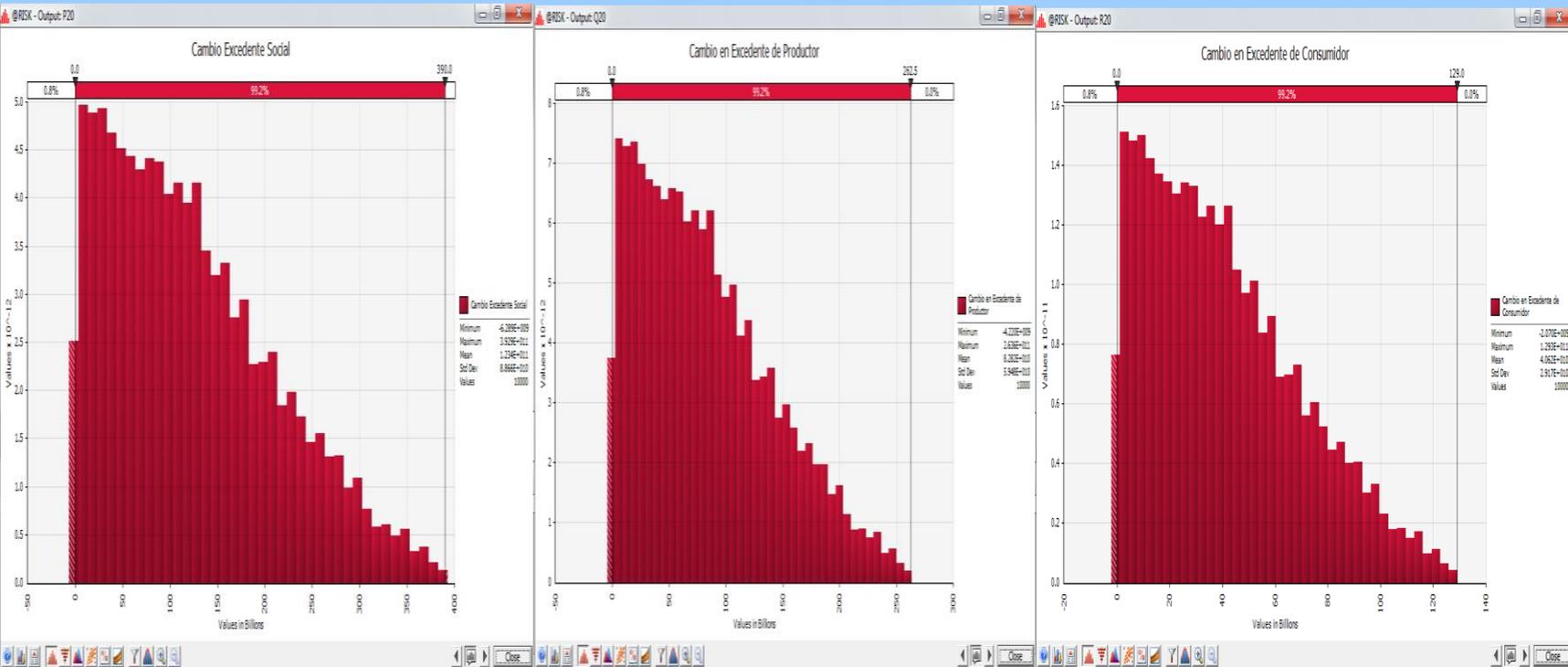
Caso de papa



El incremento potencial de margen por cada hectárea, multiplicado por las hectáreas sembradas de papa en el 2017 nos permite visualizar lo que se hubiera ganado de haber empleado esta semilla GM enriquecida con resistencia a rancho e insectos y con menor cantidad de asparragina y resistencia a la abrasión, un monto superior a los 2,849 millones de soles en el año (más de 871 millones de dólares en promedio).



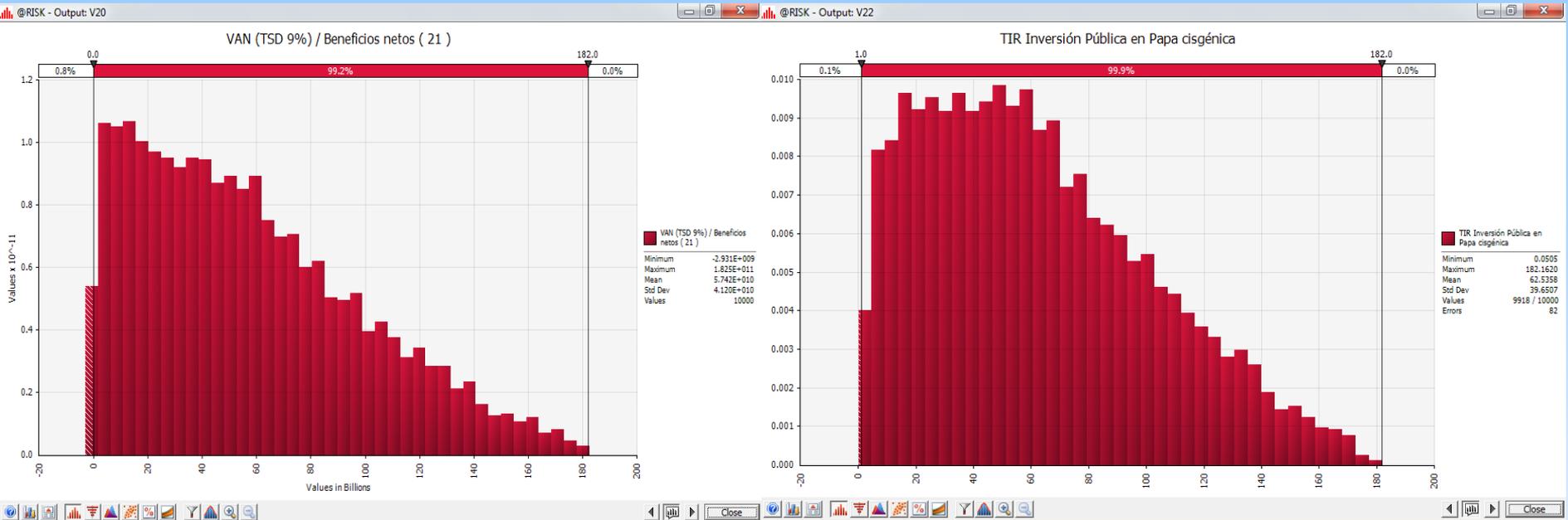
Caso de papa



La evaluación de largo plazo, arroja importantes cambios en los excedentes para productores (82,820 millones de soles), consumidores (40,620 millones de soles) y la sociedad en pleno (123,400 millones de soles).



Caso de papa



La evaluación de la inversión que tendría que realizar el estado, arroja resultados positivos muy importantes. Así, el VAN (con una tasa de descuento de 9%) asciende en promedio esperado a 57,420 millones de soles, cuando la tasa de descuento se eleva a 20% el VAN (20%) llega a 2,849 millones de soles. La Tasa Interna de Retorno promedio esperado asciende a 6,253.58%.



Caso de papa

La liberación de una semilla de papa genéticamente modificada, resistente a rancho e insectos, con resistencia a la abrasión y menor contenido de asparragina (con lo cual liberaría menor cantidad de acrilamida al freír u hornear), tendría beneficios para los consumidores, productores y sociedad en general. Para los consumidores pues el producto tendría menor presencia de agrotóxicos pues requiere menor cantidad de pesticidas y fungicidas, así como menor presencia de carcinógenos como la acrilamida, así como un menor precio del que tendría el producto de seguir empleando la semilla convencional. Las cifras señalan que es buena alternativa para el productor, pues el beneficio costo marginal asciende a 1.21 y el incremento de la rentabilidad llega en promedio a más de 9 mil soles por hectárea. Para el conjunto de productores el beneficio asciende a un total de 2,849 millones de soles anuales que están dejando de percibir los productores por no emplear una semilla GM de papa. Para la sociedad el beneficio es evidente por el incremento de excedentes que asciende a un total de 123 mil millones de soles, la mayor parte para los productores (más de 80 mil millones de soles) y la diferencia para los consumidores (más de 40 mil millones de soles).



Caso de papa

Para el estado también es rentable la inversión en esta semilla pues se lograría un VAN positivo de 57,400 millones de soles con una tasa de descuento de 9% y una TIR de 6,253.58%.

El caso de la papa es especialmente importante porque es el tercer producto más demandado en el mundo y esta demanda crecerá como la de todos los alimentos en un 50%, para el año 2030 (Torero, 2018), ello debido al crecimiento de la población y a los cambios en la dieta. El crecimiento de la demanda brindaría un mercado importante para la papa procedente del Perú. La mejora genética de la papa permitirá aprovechar este crecimiento del mercado y hasta obtener divisas por exportación. Igualmente, permitiría reducir las importaciones del bien sustituto trigo que el 2017 llegaron a 137,950 toneladas con un desembolso de 42.9 millones de dólares, con un precio promedio de US\$ 0.311 por kilogramo.



Caso de papa

La mejora tecnológica se hace más imperiosa porque la tierra arable se está reduciendo en un 25%, esto es especialmente interesante para productos en los cuales hay una frontera productiva amplia que puede cubrirse con mejoras tecnológicas accesibles como la que se plantea, de liberar una semilla GM de papa con resistencia a racha e insectos y otras mejoras.

Al respecto, el comercio de papa se ha duplicado en volumen y cuadruplicado en valor desde mediados de la década de 1980s, esto se debe a un incremento grande de la demanda por productos procesados, especialmente congelados y deshidratados alcanzando un volumen mundial de 50 mil millones de dólares en el año 2016 y estaría llegando a 66,597 millones de dólares en el año 2033. La importancia del comercio de productos procesados de papa se refleja en las importaciones de Perú que han llegado a significar el 0.79% del total de papa producida en el año 2016, cuando en el año 2006 ascendían sólo al 0.15%.



Conclusiones

Se evidencia que las semillas genéticamente modificadas son realmente valiosas para el productor de algodón, maíz y papa pues tienen un índice de Beneficio Costo Marginal positivo en un buen porcentaje de los escenarios posibles, incrementan el margen de rentabilidad de los productores y beneficia a los consumidores con menores precios y mayores volúmenes de estos importantes productos. Las inversiones estatales en estos productos muestran una importante rentabilidad cuando se observa los valores en el largo plazo, pues los VAN y TIR de todas las alternativas transgénicas son significativos.

Cuando se evalúa qué hubiera pasado en el año 2017 de haber empleado las semillas transgénicas de algodón, maíz y papa, se encuentra la rentabilidad perdida en un año por la moratoria, que ascendería a 3,129 millones de soles, unos 956.88 millones de dólares.



Muy agradecido

