

# Rentabilidad de la innovación genética en maíz amarillo duro (*Zea mays* L. var *indurata*) y papa blanca (*Solanum tuberosum*) en el Perú

Ramón Alberto Diez Matallana, Raquel Margot Gómez Ocorima y Agapito Linares Salas  
Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima

Recibido: 12/7/2017 - Aprobado: 6/10/2017

**RESUMEN:** En el Perú la papa blanca y el maíz amarillo duro ocupan 600 000 hectáreas y brindan sustento a 680 000 productores. El maíz amarillo duro es la base de la industria avícola y los productores locales proveen solo el 40 % del grano que usa esta industria (1,2 millones de toneladas). La papa es un alimento de alto consumo por los peruanos pues supera los 80 kilogramos por persona. Se maneja la hipótesis de que los agricultores papeiros y maiceros logran bajos niveles de productividad por no usar semillas mejoradas genéticamente, disponibles en el mercado mundial.

**Palabras clave:** innovación tecnológica, rendimiento agrícola, presupuesto parcial

## Profitability of genetic innovation in hard yellow maize (*Zea mays* L. var *indurata*) and white potato (*Solanum tuberosum*) in Peru

**ABSTRACT:** In Peru, white potatoes and yellow corn occupy about 600,000 hectares and provide support to 680,000 producers. Yellow corn is the basis for the poultry industry, providing local farmers 40 % of the grain that this industry requires (1.2 million tons), and potato is a highly demanded food by Peruvians (as much as 80 kilograms per person). Our hypothesis is that hard yellow corn and potato producers achieve low levels of productivity because they do not use genetically improved seeds available in the world market.

**Keywords:** technological innovation, agricultural output, partial budget

## INTRODUCCIÓN

Se evalúa el impacto en la rentabilidad para los agricultores de maíz y papa de una hipotética liberación de semillas mejoradas genéticamente de papa blanca y maíz amarillo duro. De acuerdo con la Ley 29811 (9 de diciembre del 2011), conocida como “Ley de moratoria” (medida temporal de suspensión y aplazamiento del procedimiento regular de autorización) al ingreso y producción de organismos vivos modificados en el territorio nacional hasta el 2021, el Perú no puede importar semillas ni producir organismos vivos modificados. Por esta razón, la evaluación no puede ser *ex post*, sobre datos observados, sino que debe hacerse *ex ante*, al contar solo con datos probabilísticos contruidos a partir de la literatura para los posibles impactos en rendimiento de las semillas mejoradas y la opinión de expertos respecto a los cambios en el uso de pesticidas e incrementos en los costos de semillas, al usar semillas mejoradas genéticamente (Diez, Gómez y Varona, 2013). En la evaluación antes de la siembra de la semilla mejorada de alto rendimiento para estos cultivos se asume que su liberación afecta:

1. Los costos de semilla; la semilla genéticamente modificada se cotiza a mayores precios que la convencional debido a sus beneficios evidentes para los agricultores.
2. Reduce el uso de pesticidas (lo cual reduce los costos) y se mantienen constantes las demás variables (Diez *et al.*, 2013).

Según Zevallos (2017), la papa y el maíz amarillo duro son cultivos de gran importancia en el Perú por el número de productores involucrados; en conjunto, 680 000 unidades agrícolas; es decir, considerando una media de cinco personas por familia, algo más de tres millones de peruanos; por la superficie que ocupan (600 000 hectáreas); por su uso potencial como insumo para la industria (la papa puede ser fuente de almidón); por el alto nivel de consumo (85 kg *per cápita*, según <http://rpp.pe/economia/economia/cuantos-kilos-de-papa-consume-un-peruano-en-promedio-cada-semana-noticia-808196>), y por sus vinculaciones con la producción de alimentos balanceados para aves y cerdos (el maíz amarillo duro producido localmente cubre 40 % de los requerimientos de la industria avícola). En el Perú el rendimiento por hectárea cultivada de maíz amarillo duro es inferior al de los Estados Unidos, Argentina y otros países, lo cual ocasiona que el país sea importador neto. El creciente rendimiento por hectárea de los últimos años no permite superar a los países que han aplicado innovaciones agrícolas como las semillas genéticamente modificadas. En el caso de la papa, los agricultores peruanos presentan

alta probabilidad de rentabilidad negativa, oscilando de un margen bruto negativo de 23,1 % (para Lima) a 45,7 % (para Huánuco), según Minaya (2015). Para Zevallos (2017), los productores agrícolas y los tomadores de decisiones —a nivel nacional— desconocen la rentabilidad de los cultivos y no cuentan con información sobre cuál sería el impacto de nuevas semillas en los rendimientos agrícolas, especialmente en maíz amarillo duro y papa. En consecuencia, es necesario determinar el impacto en la rentabilidad de los agricultores de maíz amarillo duro y papa por la liberación de semillas genéticamente modificadas. Como objetivo general, se trata de evaluar *ex ante* el impacto de la aplicación de semillas mejoradas genéticamente sobre la rentabilidad de los cultivos de papa y maíz amarillo duro.

### IMPORTANCIA Y LOCALIZACIÓN DE LOS CULTIVOS

Entre los cultivos transitorios más importantes por su participación respecto a la superficie sembrada total, están la papa y el maíz amarillo duro (13 y 14 % respectivamente, según Zevallos, 2017). El maíz amarillo duro genera 79 000 puestos de trabajo permanentes y su cultivo se realizaba en algo más de 293 000 hectáreas en el 2013 (INEI, 2014); más del 60 % en la costa. La producción del maíz amarillo duro llega a más de 1,4 millones de toneladas (Minagri, 2017) y constituye el primer eslabón de la cadena agroalimentaria que termina en las industrias de carne de ave y cerdo. Sin embargo, las importaciones de este producto ascienden a 3 020 408,86 toneladas con un desembolso de divisas de USD 580 362 164 en el 2016. El precio a diciembre del 2016 era de USD 0,192 el kilogramo (Agrodata Perú).

Según Diez y Echevarría (2007), la papa ocupa a 600 000 agricultores en 272 000 hectáreas; en las que existen muchas parcelas con áreas menores a una hectárea. La mayoría cultiva variedades de papa blanca con una productividad promedio nacional de 13,59 t/ha, predominando el uso de semilla no certificada (Echevarría, 2014). Entre 1990 y el 2010, la producción de papa creció de más de un millón de toneladas a casi cuatro millones de toneladas, por la ampliación del área sembrada, la mejora en los rendimientos y por factores climáticos (Zevallos, 2017). La mejora de rendimientos (de 7,88 a 13,59 t/ha en el mismo periodo) fue inferior a lo que alcanzaron Colombia (16 t/ha), Brasil (15 t/ha), Chile (15 t/ha) y México (21 t/ha). La baja calidad de la semilla y la sanidad explicarían este bajo desempeño.

## UNA VISIÓN DE LA RENTABILIDAD AGRÍCOLA EN DISTINTAS REGIONES DEL MUNDO

En el documento de IICA (2015) que recoge las conclusiones del Encuentro de Ministros de Agricultura de las Américas 2015 y de la Decimoctava Reunión Ordinaria de la Junta Interamericana de Agricultura, se muestra que América Latina y el Caribe presentan una posición intermedia entre las diversas regiones del mundo en cuanto a su valor agregado agrícola (VAA). Esto señala que la región tiene aptitud para mejorar su productividad y rentabilidad, que lo ha venido logrando y que podría mejorar incorporando nuevas semillas y crianzas.

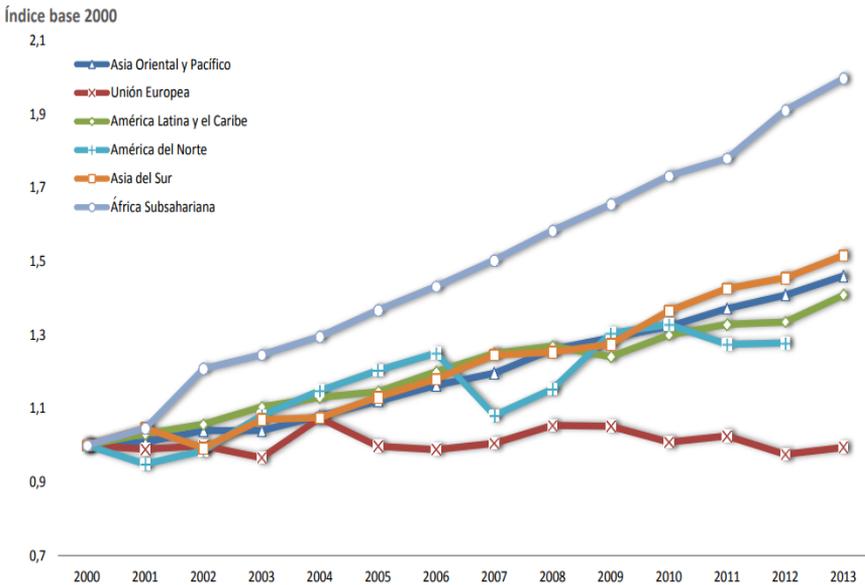


Figura 1. Evolución del valor agregado agrícola (VAA) en distintas regiones del mundo  
Fuente: IICA, 2015

## MEJORAMIENTO GENÉTICO CONVENCIONAL DE LA PAPA

Según Egúsqiza y Apaza (2002), uno de los principales problemas de la producción de papa es la racha, enfermedad muy frecuente que reduce hasta en un 40 % la producción y que es generada por el oomyceto

*Phytophthora infestans*. Que sigue siendo importante se evidencia comparando la publicación del diario *Correo* del 17 de enero del 2010 que informaba que “La ranca acecha cultivos de papa”, y siete años después, el 6 de marzo del 2017, *Agronoticias* publicaba un suplemento especial titulado “Cómo prevenir, controlar y eliminar a la ranca de la papa”.

En Huánuco (Luna, 2013), para evitar pérdidas, los agricultores aplican de 15 a 21 veces combinaciones de fungicidas, incrementando el costo de producción, con efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente y creando condiciones para la aparición de nuevas variantes o razas más agresivas del parásito. Para hacer frente a esta enfermedad, el Centro Internacional de la Papa (CIP), mediante hibridación convencional, logró la variedad Canchán, con ayuda del Sistema Nacional de Evaluación de Recursos Genéticos (1984-1990), la cual a la fecha ha perdido resistencia.

## PRODUCTIVIDAD Y TECNOLOGÍA EN AGRICULTURA

La tecnología agrícola, de acuerdo con Hayami y Ruttan (1985) puede ser mecánica (ahorradora de mano de obra), hidráulica, química o biológica (ahorradoras de tierra). La tecnología biológica lleva a la selección y el diseño de nuevas variedades de cultivos biológicamente eficientes, adaptados para responder a elementos no sujetos al control humano, y es importante en zonas donde la mecanización, el riego o las tecnologías químicas son difíciles de usar o encuentran límites naturales para hacer eficiente, competitiva y rentable la actividad agrícola. Según Diez *et al.* (2013), las semillas mejoradas genéticamente representan una estrategia para el aumento de la productividad en la agricultura, aunque hay reticencias por posibles impactos indeseables en el ambiente y en la salud de los usuarios, manteniéndose un debate abierto en las publicaciones científicas. Séralini (2014) muestra que existen posibles daños (cáncer) para los consumidores del maíz amarillo duro, mientras que otros científicos sostienen que no hay daños y que los trabajos de Séralini adolecen de vicios metodológicos (Zamora, 2012). Por otro lado, Jonathan Latham<sup>1</sup>, expresa dudas sobre los posibles daños derivados del uso de transgénicos,

---

1 PhD, cofundador y director de Bioscience Resource Project; editor del sitio web *Independent Science News*. Máster en Crop Genetics y PhD en Virología. <http://cisgenesistransgenesisintragenesis.blogspot.pe/2015/11/aida-jonathan-latham-la-experien-cia-de.html>

específicamente la soya y el maíz resistentes a herbicidas, y en especial al glufosinato<sup>2</sup>, también se preocupa por la semejanza entre *Bacillus thuringiensis* y *Bacillus anthracis* (bacteria que provoca el ántrax) y por el hecho que los insecticidas Bt son semejantes a la ricina, un peligroso veneno.

Dado que los aspectos de inocuidad biológica se mantienen bajo controversia, deben evaluarse las posibles consecuencias de cada semilla antes de su liberación en nuestro país, tal como establece el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2000) y como ocurre en los otros países que han adoptado estas semillas. En cuanto a las implicancias económicas de las semillas mejoradas para el Perú, Mogollón (2015) señala que la productividad del maíz amarillo duro es inferior a la de otras regiones del mundo debido a la menor productividad de las semillas empleadas respecto a semillas genéticamente modificadas existentes. La investigación económica sobre el uso de semilla mejorada genéticamente en la producción agrícola, como muestran los trabajos de Luna (2013), Abad (2014) y Mogollón (2015), que prueban que la rentabilidad de papa y maíz genéticamente modificados, en diversos ámbitos del Perú, ayudará a los tomadores de decisiones a dictaminar si conviene o no liberarlas para incrementar la productividad de estos cultivos.

## ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA RENTABILIDAD

La empresa, del sector económico que sea, se rige por el principio de maximización de utilidades y minimización de pérdidas (Parkin, Esquivel y Loría, 2010). La rentabilidad se obtiene restando a los ingresos derivados de la venta del producto los costos fijos y variables. Según Minaya (2015) el indicador de la rentabilidad es el margen bruto por hectárea, porque en la producción agrícola existen problemas para medir la rentabilidad neta debido a las dificultades para obtener el valor del capital invertido y su respectivo costo de oportunidad, así como el monto de la renta de la tierra. La fórmula del margen bruto es:  $Mb = (P)(Q) - (Ci + Cs + Cp + Maq)$ , donde:

- Mb: valor esperado del margen bruto por hectárea (soles/ha).
- P: valor esperado del precio en chacra del producto (soles/tonelada).

---

2 En su investigación, Latham solo considera la resistencia a insectos que provee el *Bacillus thuringiensis* al maíz amarillo duro y la resistencia a rancho que provee el material genético de papa silvestre a la papa comercial.

- Q: valor esperado del rendimiento por hectárea (toneladas/ha).
- $C_i$ : Costos que no varían con la nueva semilla (soles/ha): mano de obra, fertilizantes, maquinaria agrícola.
- $CS = f(C_s)$ : valor esperado de los costos de semillas (soles/ha).
- $C_p = f(C_p)$ : valor esperado de los costos de pesticidas (soles/ha).

En el sector agrario la rentabilidad es el resultado económico final de un proceso productivo en el que intervienen factores que generan incertidumbre en los resultados, tal como señala Seiko (2012) en su análisis de las causas de la rápida adopción de maíz transgénico resistente a insectos en Brasil, debida a los beneficios económicos para los productores por:

1. Reducción de costos por la menor aplicación de insecticidas.
2. Aumento de ingresos generado por el aumento de productividad al reducir pérdidas por ataque de lepidópteros.
3. Beneficios que superan el mayor costo de la tecnología de la transgénesis.

Los ingresos y los costos dependen de las variaciones de variables críticas:

1. Precios del grano.
2. Precios de pesticidas.
3. Diferencial de precios de semillas transgénicas respecto a las semillas convencionales.
4. Rendimientos por hectárea, que pueden afectar los beneficios netos de los agricultores.

Por ello se emplean funciones de distribución de probabilidad de las variables críticas en la ecuación de las ganancias netas. Con el método de Monte Carlo se obtienen las medidas de tendencia central y la variabilidad de los beneficios netos; se realiza el análisis de sensibilidad de los beneficios netos en relación con las variables críticas y se mapea el riesgo de adoptantes de tecnología transgénica. En el caso específico de la papa, los daños económicos causados por la racha bordean en Europa los mil millones de euros sobre una producción total de papa valorada en 6 mil millones de euros (Haverkort *et al.* 2007). Estas pérdidas, señalan los

autores, podrían ser reducidas liberando papa cisgénica<sup>3</sup>. No está de más señalar la importancia de los resultados del proceso productivo para los agricultores de pequeño o mediano tamaño, entre los cuales la incapacidad de contratar seguros u obtener financiamiento para sobrellevar el mal resultado de una campaña agrícola o varias consecutivas, puede terminar empujándolos a la venta de su parcela o al empobrecimiento más extremo y hasta al suicidio. Esto ha sido contrarrestado en parte con los cultivos transgénicos en la India, tal como señalan Klümper y Qaim (2014), en sus trabajos sobre cultivos transgénicos y sus consecuencias para países en vías de desarrollo.

## METODOLOGÍA

El ámbito del estudio es el Perú y los productos por estudiar el maíz amarillo duro (*Zea mays* L. var *indurata*) Bt y la papa (*Solanum tuberosum*) cisgénica.

El maíz amarillo duro representa 3 % del valor bruto de la producción agropecuaria (VBPA). La producción nacional presenta una tendencia creciente debido al incremento de la productividad media y de las áreas sembradas, respondiendo a la demanda creciente de la industria de alimentos balanceados para aves y cerdos. Los principales productores son Lima, La Libertad, San Martín y Lambayeque. Las importaciones representan 60 % del consumo aparente y el producto tiene una significativa participación en la estructura de costos de la avicultura (60 %) y porcicultura (67 %). (Huamanchumo, 2014). De acuerdo con el Ministerio de Agricultura (página web <http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=salida> consultada el 18 de setiembre del 2017), en el 2015 se produjeron 1,44 millones de toneladas. Hay que considerar que la industria avícola en el país utiliza más de 4,45 millones de toneladas, de las cuales se importa el 67 % (más de 3,02 millones de toneladas), con un gasto de más de 500 millones de dólares.

En cuanto a la papa, el Perú posee más de 3800 variedades y cuenta con sedes del Centro Internacional de la Papa (CIP) en Lima y Huancayo (Junín). La papa se cultiva en 19 de los 24 departamentos del Perú, desde el nivel del mar hasta los 4200 metros de altitud, concentrándose en las regiones Quechua y Suni. La mayor superficie cultivada con papa está en la sierra (95 %) y tiene

---

3 La cisgénesis es la modificación genética de un organismo receptor de un gen natural que proviene de otro organismo sexualmente compatible. La transgénesis implica incorporar material genético de una especie diferente, como el *Bacillus thuringiensis* al maíz amarillo duro, según Sánchez-Crespo (2015).

un volumen de producción de 90 %. En el 2015, la producción nacional fue de 4,7 millones de toneladas y provino principalmente de la sierra: Puno (15,3 %), Huánuco (13,3 %), Junín y La Libertad (9,2 %, respectivamente), Cusco (8,2 %), Apurímac (7,4 %), Cajamarca (7,1 %) y Huancavelica (5,1 %). La productividad de la sierra (14,3 t/ha) fue menor a la de la costa (25 t/ha) en Lima e Ica que en conjunto aportan un 3,9 % del total nacional.

### **Hipótesis general**

Liberar semilla mejorada genéticamente aumentará la rentabilidad por hectárea de los cultivos de papa y maíz amarillo duro.

### **Tratamiento de la información**

Se aplica el presupuesto parcial en entorno de riesgo, en modelos probabilísticos, con ayuda del *software @Risk*, y se obtiene el Beneficio Costo Marginal de la liberación de semillas mejoradas de maíz amarillo duro y papa. Se conoce el valor del incremento en la producción que se lograría al liberar las nuevas semillas, lo cual brinda una idea de cuáles serían las pérdidas para cada agricultor por no adoptar las nuevas semillas. Se utilizan como fuentes de datos publicaciones del Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri) y otras entidades.

### **El modelo de presupuesto parcial**

Se emplea una versión probabilística que recoge el entorno de riesgo de la producción agrícola, empleando la simulación de Montecarlo, estandarizada para la evaluación de estas innovaciones tecnológicas en el Perú. Se utiliza el boletín de evaluación *ex ante* de alternativas transgénicas en el cultivo de papa blanca comercial elaborado por Diez *et al.* (2013) que recoge las enseñanzas y experiencias de Seiko (2012) y que ha dado una base metodológica a una gama de investigaciones económicas, como las de Mogollón (2015) y Abad (2014) sobre el cultivo de maíz genéticamente modificado, o los trabajos de Echevarría (2014) y Luna (2013) sobre papa resistente a hongos a partir de los principios diseñados por Horton (1982), que consideraba probabilidades del 100 % para los valores de rendimientos, precios y costos en sus análisis de impactos económicos derivados de un cambio en una actividad, sin afectar el resto de la unidad agrícola. Al trabajar en entorno de riesgo se incorpora la posibilidad de que las variables explicativas de la rentabilidad no presenten un solo valor sino una

gama de posibles valores, presentando una distribución de probabilidad y configurando un análisis con variables vectoriales en vez de variables de valores puntuales. El análisis de presupuesto parcial conduce a un coeficiente de Beneficio Costo Marginal; para obtenerlo se compara la suma de ingresos derivados de implementar la mejora tecnológica (ingreso nuevo) con los costos abandonados (los correspondientes a la producción con la semilla convencional), y los costos que resultan de la suma del ingreso abandonado (correspondiente a la producción con la semilla antigua) con los costos relacionados con el proceso productivo con la semilla Bt (costos nuevos), de la siguiente manera:

$$\text{Beneficio/costo marginal} = \frac{\text{Ingreso nuevo + costos abandonados}}{\text{Ingreso abandonado + costos nuevos}}$$

Se denomina marginal porque evalúa un cambio en una pequeña área del proceso productivo. Dado que la actividad agrícola está sujeta a riesgos, con una alta variabilidad de los rendimientos (explicable por agentes bióticos y abióticos: clima, disposición de agua, etcétera), hay una alta variabilidad en los precios, tanto del producto como de las semillas y otros insumos, por lo cual es necesario hacer la evaluación de presupuesto parcial y obtener el coeficiente de beneficio – costo marginal en un ambiente probabilístico, aplicando simulaciones como el @Risk y otros que se acoplan a la hoja de cálculo Excel.

### **Rentabilidad**

La rentabilidad es la obtención de un beneficio económico sobre los costos de producción en que incurre la unidad productiva (Parkin, Esquivel y Loría, 2010). La rentabilidad privada se calcula con base en los ingresos y costos monetarios.

### **Modelos de análisis**

Evaluación *ex ante* estocástica con un modelo de presupuesto parcial en entorno @Risk, de impactos en la rentabilidad para cada cultivo de las nuevas semillas. El índice beneficio – costo marginal resulta de dividir la suma de los nuevos beneficios entre la suma de los nuevos costos. El modelo de análisis es el siguiente:

$$\text{Beneficio/costo marginal} = \frac{\Sigma \text{ nuevos beneficios}}{\Sigma \text{ nuevos costos}}$$

Los nuevos beneficios son la suma de ingresos obtenidos con la semilla modificada genéticamente y los costos abandonados al dejar de emplear la semilla convencional. Los nuevos costos son la suma de los costos de producción con la semilla modificada genéticamente y de los ingresos abandonados al dejar la semilla convencional. Los incrementos en ingresos son probabilísticos porque dependen de un rango de cambio en el rendimiento del cultivo, es decir, de los valores esperados de rendimiento, del precio del cultivo, los costos de semilla, pesticidas, entre otros.

### Alcances y limitaciones del trabajo

Las limitaciones están referidas al manejo y acceso a la información utilizada, en su mayoría información secundaria. El hecho de trabajar con semillas híbridas en sus versiones convencionales y transgénica (semilla comercial, híbrida, a la cual se le añade material genético de otras especies) o cisgénica (semilla comercial híbrida a la que se le añade material genético de parientes silvestres) reduce la posibilidad de proyectar los resultados para un horizonte de tiempo amplio debido a la pérdida de vigor híbrido. Sin embargo, lo que queda como válido es la tendencia que se evidencia al comparar semillas convencionales con semillas genéticamente modificadas

### Evaluación con el software @Risk

Utilizando el *software* @Risk (<http://www.palisade-lta.com/risk/>), versión 7.5 de prueba para académicos y profesionales, se obtienen múltiples posibles resultados de los cambios tecnológicos y el Beneficio Costo Marginal de la liberación de semillas mejoradas de maíz amarillo duro y papa. Este *software* provee hasta 100 000 iteraciones y realiza análisis de riesgo con un máximo de 100 simulaciones simultáneas (10 millones de escenarios posibles). Estos escenarios surgen de los vectores de precios de los productos, de sus rendimientos, de los precios de los insumos (semillas, pesticidas, fertilizantes, etcétera), de las variaciones de las variables afectadas (gasto en semillas, gasto en agroquímicos, rendimientos por hectárea).

## Consideraciones para el análisis de pérdidas por el no uso de las nuevas semillas

Los pasos de la simulación son los siguientes:

1. Se establecen los presupuestos de producción de cada cultivo. Los ítems probabilísticos: las variables de entrada (precios del producto, precio de las semillas, rendimiento por hectárea, variaciones de costos en semillas, agroquímicos, etcétera) y se define su distribución de probabilidad, que puede ser generalmente normal, uniforme o triangular. Hay ítems de costos estándar (coeficientes de uso y precio del factor de producción) para el cultivo, que se denominan determinísticos y no constituyen variables de entrada o de riesgo para el cultivo. Los valores de las variables ligados con la liberación de la nueva semilla se determinan con base en datos históricos y opiniones de expertos.
2. Cambios que se dan en el presupuesto de cada cultivo al usar la semilla modificada genéticamente: en rendimiento por hectárea, en el costo de la semilla y en el uso de compuestos químicos. Los parámetros de los cambios probables se fundamentan en trabajos que señalan que los rendimientos pueden crecer entre 0 y 30 % al emplear semillas genéticamente modificadas, y de expertos como Enrique Fernández Northcote y Marcel Gutiérrez, que señalan que los costos de semillas pueden crecer entre 10 % y 75 %, mientras que las aplicaciones de agroquímicos pueden reducirse, disminuyendo el gasto por este concepto entre 0 y 100 %.
3. Se analizan los resultados de las salidas: incrementos de rentabilidad por cultivo.
4. Se evalúa el impacto para todo el país extrapolando los resultados por área cultivada de maíz y papa.

La información de la superficie cosechada es la que aporta el Ministerio de Agricultura. El diferencial de rendimiento es la diferencia entre el escenario base esperado (con semilla convencional) de cada cultivo y el escenario esperado con la nueva semilla. Se toman los precios esperados para cada cultivo.

Tabla 1  
Estadísticos de costos y rendimientos de maíz amarillo duro y papa

Maíz amarillo duro	Media	Mínimo	Máximo	Moda	Desviación estándar	Esperado
Semilla	670,71	462,26	931,26	#N/A	193,91	696,76
Fertilizantes	1223,20	738,11	1709,10	#N/A	443,40	1223,60
Fitosanitarios contra <i>Spodoptera frugiperda</i>	44,66	0,00	72,46	#N/A	31,35	36,23
Fitosanitarios multipropósito	348,44	113,19	543,46	#N/A	225,04	328,33
Maquinaria, mano de obra, otros	2652,98	2223,83	3185,82	#N/A	400,27	2704,82
Rendimientos	7125,00	4000,00	9500,00	#N/A	2428,13	6750,00
Semilla	2446,63	1124,41	3748,02	2998,42	803,92	2623,62
Fertilizantes	3030,21	1661,62	5796,94	#N/A	1599,73	3729,28
Fungicidas	461,63	218,63	1574,17	#N/A	468,64	896,40
Otros agroquímicos	1166,63	555,33	1948,97	#N/A	460,37	1252,15
Otros costos	4710,72	3860,46	7549,33	#N/A	1168,77	5704,90
Costos indirectos	482,38	400,80	719,47	#N/A	135,84	560,14
Rendimientos	23 580,56	15 525,00	40 000,00	#N/A	9194,02	27 762,50

Se consideran los precios actuales según el Ministerio de Agricultura y Riego.

Nota: #N/A: Estimación no disponible

Elaboración propia

Tabla 2

*Precios esperados de maíz y papa (S/ por kg) (octubre del 2016)*

Estadísticos principales

Concepto	Mínimo	Máximo	Esperado
Precio de maíz	0,98	1,43	1,21
Precio de papa	1,16	2,56	1,86

Elaboración propia, con datos del Ministerio de Agricultura y Riego (2017)

Tabla 3

*Variaciones esperadas por uso de semillas genéticamente modificadas (porcentaje)*

Concepto	Mínimo	Máximo	Esperado
Incremento en rendimiento	0	30	15,0
Incremento en gasto en semilla	10	75	42,5
Reducción de gasto en agroquímicos	0	100	50,0

Elaboración propia, con base en entrevistas a expertos

## RESULTADOS

### **Presupuestos de producción con las semillas genéticamente modificadas**

En la tabla 4, para los presupuestos de producción de maíz amarillo duro y papa blanca se presenta el efecto de la incorporación de semillas genéticamente modificadas.

Tabla 4

Presupuesto parcial de los cultivos de maíz amarillo duro y papa blanca

<b>Maíz amarillo duro</b>	<b>Convencional</b>	<b>GM Bt</b>
Semilla	696,76	975,46
Fertilizantes y otros	1223,60	1223,60
Fitosanitarios contra <i>Spodoptera frugiperda</i>	36,23	18,12
Otros fitosanitarios	328,33	328,33
Total de insumos	2284,92	2545,51
Maquinaria, mano de obra, otros	2704,82	2704,82
Costos directos	4989,74	5250,33
Costos indirectos	1919,29	1919,29
Costo por hectárea	6909,04	7169,63
Rendimiento (kg/ha)	6750,00	7762,50
Precio (soles/kg)	1,21	1,21
Ingresos	8133,75	9353,81
<b>Papa blanca</b>	<b>Convencional</b>	<b>Cisgénica</b>
Semilla	2748,55	3847,97
Fertilizantes	4215,28	4215,28
Fungicidas	975,42	487,71
Otros agroquímicos	1384,89	1384,89
Otros costos	4760,83	4760,83
Costos directos	14 084,97	14 696,68
Costos indirectos	560,14	560,14
Costo por hectárea	14 645,11	15 256,82
Rendimientos	27 762,50	31 926,87
Precio esperado (soles/kg)	1,86	1,86
Ingresos esperados	51 638,25	59 383,99

Elaboración propia con datos de Minagri e INEI. Los cambios considerados en gastos son las semillas modificadas (de mayor valor comercial por su mayor rendimiento por hectárea) y agroquímicos (en maíz amarillo duro se reducen los químicos para combatir *Spodoptera frugiperda* o gusano cogollero pues la proteína cry 1 del *Bacillus thuringiensis* en el maíz Bt los hace innecesarios; en papa se reduce el gasto en fungicidas pues con la semilla cisgénica no es necesario aplicarlos). También se considera la variación en el rendimiento por hectárea.

## Indicadores de los cultivos analizados

### *Análisis de las variaciones de los cultivos*

En el maíz amarillo duro la semilla mejorada genéticamente generaría un incremento en el rendimiento que se traduciría en una mejora de la rentabilidad (S/ 959,47/ha), y el Beneficio Costo Marginal lograría un valor medio esperado de 1,06.

En el caso de la papa, la semilla cisgénica incrementa el rendimiento y, junto con la reducción de fungicidas, compensa el mayor costo de la semilla, lo que mejora la rentabilidad en S/ 7134,03/ha y logra un Beneficio Costo Marginal medio de 1,10.

Tabla 5  
*Análisis de Beneficio Costo Marginal*

<b>Caso</b>	<b>Maíz amarillo duro Bt</b>	<b>Papa cisgénica</b>
Nuevos beneficios	16 262,85	74 029,10
Ingresos nuevos	9353,81	59 383,99
Costos abandonados	6909,04	14 645,11
Nuevos costos	15 303,38	66 895,07
Costos con la semilla Bt	7169,63	15 256,82
Ingresos abandonados	8133,75	51 638,25
Beneficio Costo Marginal	1,06	1,10

Elaboración propia

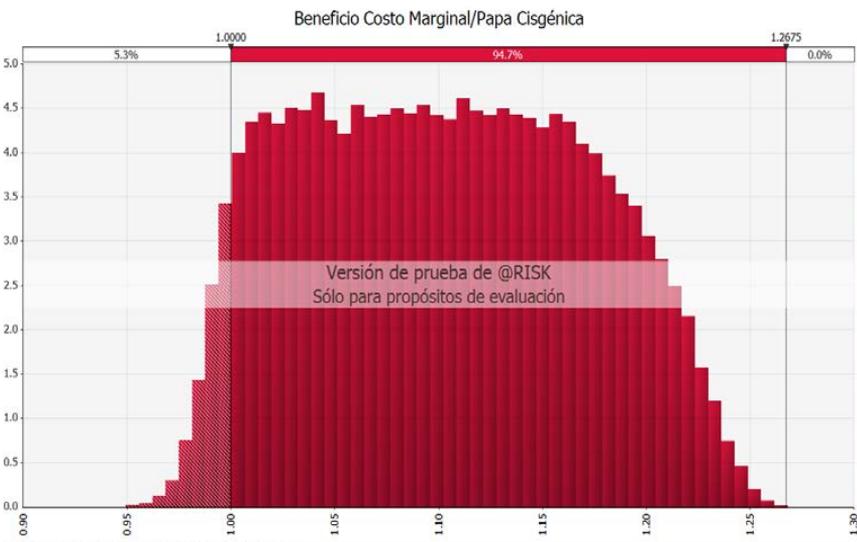
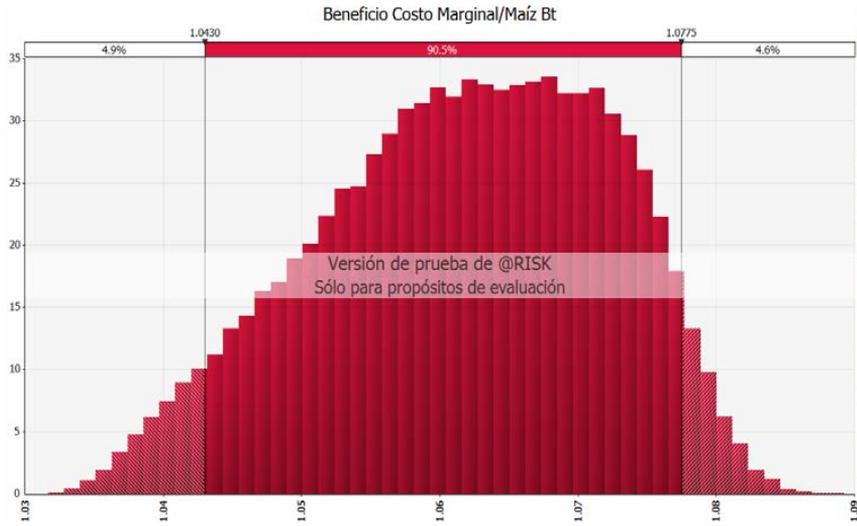


Figura 2. Resultados del cálculo de Beneficio Costo Marginal de maíz amarillo duro Bt y papa cisgénica

Elaboración propia

Cabe señalar que en el caso del maíz amarillo duro se obtiene un 100 % de escenarios positivos, es decir, el Beneficio Costo Marginal siempre es superior a 1. En el caso de la papa se obtiene solo un 94,7 % de escenarios en los que el Beneficio Costo Marginal supera a 1.

### ***Análisis de pérdidas por no liberar las nuevas semillas***

Para evaluar las pérdidas para la agricultura nacional de papa y maíz amarillo duro por no emplear las nuevas semillas se considera la superficie de producción involucrada para un análisis de estática comparativa entre la producción total actual contra la producción total al aplicarse las nuevas semillas en cada cultivo.

Tabla 6

*Pérdidas de rentabilidad en papa y maíz por no emplear semillas genéticamente modificadas*

Cultivos agrícolas	Superficie (hectáreas)	Pérdidas de rentabilidad/ha	Pérdidas de rentabilidad agrícola nacional	
		(S/)	(S/)	USD
Maíz amarillo duro	282 597,75	942,05	266 221 775,58	82 421 602,35
Papa	262 658,50	7078,90	1 859 333 365,09	575 645 004,67
Total	545 256,25		2 125 555 140,67	658 066 607,02

Tipo de cambio: USD 1 = S/ 3,23

Elaboración propia

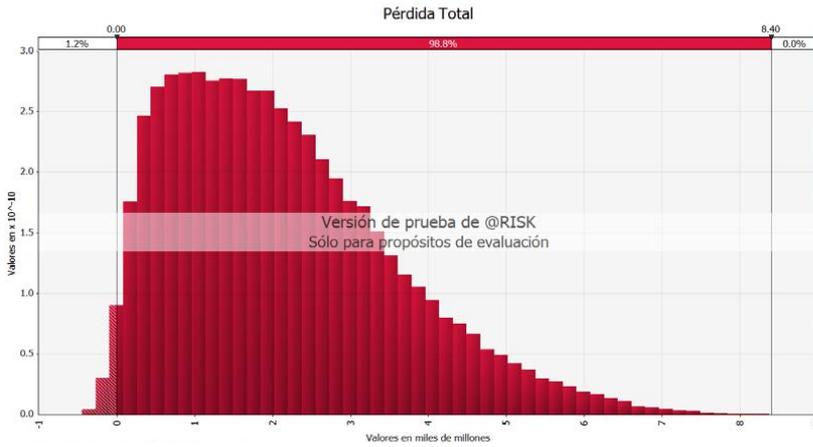


Figura 3. Pérdidas anuales por no usar semillas genéticamente modificadas (S/)

Elaboración propia

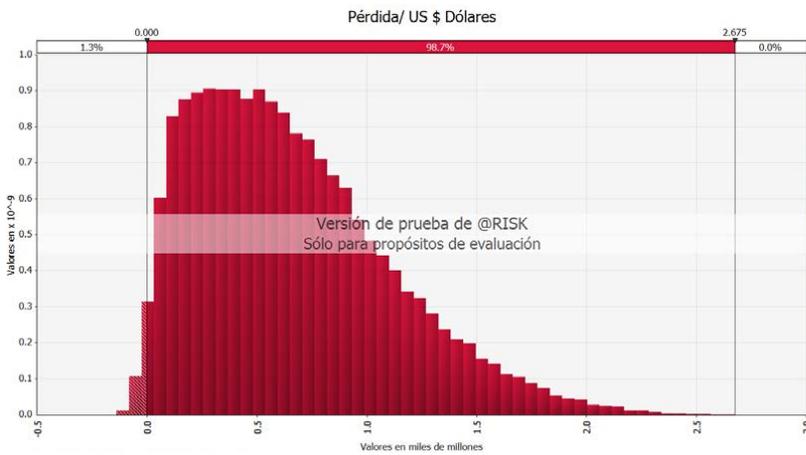


Figura 4. Pérdidas anuales por no usar semillas genéticamente modificadas (USD)

Elaboración propia

No usar semillas mejoradas genéticamente cuesta más de 2125 millones de soles por año (USD 658 millones) en ambos cultivos. Se puede calcular también el monto que se ahorraría en divisas al emplear semillas modificadas genéticamente en el maíz amarillo duro.

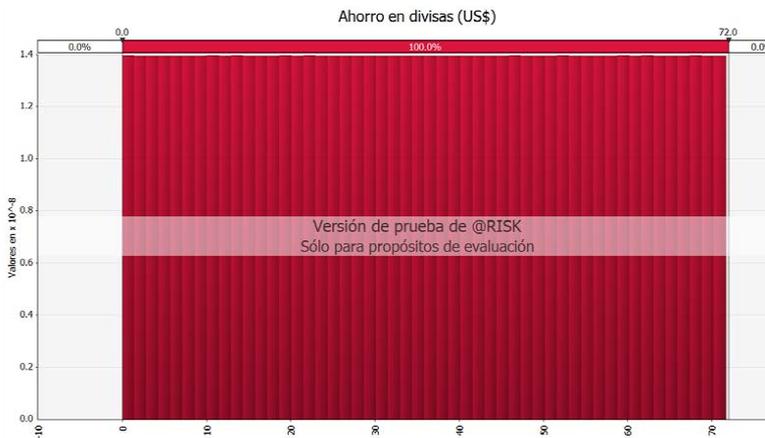
Tabla 7

*Ahorro esperado en divisas con el uso de semilla genéticamente modificada de maíz amarillo duro*

Esperado de producción (t)	1 296 400,50
Producción esperada con semilla genéticamente modificada (t)	1 490 860,58
Reducción de importaciones (t)	194 460,08
Precio CIF USD/t	184,40
Ahorro en divisas (USD)	35 858 437,83

Elaboración propia

Como se ve, si se emplea la semilla de maíz amarillo duro Bt, se podrían reducir importaciones por un valor esperado medio de USD 35,8 millones (con un mínimo de USD 598 y un máximo de USD 71 millones) lo cual está asociado con una reducción esperada media de las importaciones anuales de 194 000 toneladas.



*Figura 5. Ahorro en divisas derivado del uso de semilla de maíz amarillo duro Bt (USD)*

Elaboración propia

## DISCUSIÓN

Los resultados se acercan a los obtenidos por Zevallos (2017), Mogollón (2015), Luna (2013), Diez *et al.* (2013) en cuanto a los beneficios a corto plazo para los productores peruanos de maíz amarillo duro y papa, obtenidos al liberar semillas genéticamente modificadas (maíz amarillo duro Bt o papa cisgénica). No ha sido posible comparar con resultados de investigaciones contrarias a este tipo de desarrollo genético porque esa línea de investigación ha privilegiado aspectos biológicos y no ha producido análisis económicos.

La metodología empleada por los autores mencionados se alinea con la de Seiko (2012) y guía el presente trabajo. La evidencia de la siembra real de alternativas transgénicas por agricultores de otros países permite establecer marcos de incremento en rendimientos de papa y maíz; calcular reducciones de gastos en agroquímicos y analizar criterios sobre los mayores costos de las semillas genéticamente modificadas. La información real de otros países ha sido matizada gracias a la información aportada por Fernández Northcote y Marcel Gutiérrez.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. Hay una brecha de productividad que puede y debe cubrirse empleando innovaciones tecnológicas. De acuerdo con los resultados de esta investigación esto es económicamente factible.
2. Los incrementos en rentabilidad por el uso de las nuevas semillas disponibles en el mercado mundial varían de S/ 959 (maíz amarillo duro) a S/ 7000 (papa) por hectárea en promedio, y los coeficientes de beneficio – costo al emplear las semillas de alto rendimiento varían entre 1,06 (maíz) y 1,11 (papa). Por tanto, es conveniente y viable para cada unidad productiva emplear dichas semillas.
3. La información procede de experiencias de otros lugares del mundo donde se utilizan estas semillas de alto rendimiento, demostrando su viabilidad.
4. A nivel nacional, los incrementos en rendimiento derivados de la implementación de nuevas tecnologías en los productos emblemáticos del país, generarían beneficios (o pérdidas por no implementarlas) por S/ 2134 millones (USD 637 millones) por año.

## Recomendaciones

1. Se debe investigar más sobre las nuevas tecnologías, en especial las de mayor impacto y fácil aplicación, como las biológicas (nuevas semillas), en cuanto a su impacto genético sobre otras especies y su rentabilidad económica y social.
2. La moratoria para la importación o producción de semillas transgénicas en el Perú concluirá en el 2021. El Estado debe contar con información científica sobre las ventajas y desventajas técnicas y económicas de las semillas genéticamente modificadas para los principales centros de producción de cada producto agrícola, dado que es necesario hacer una evaluación caso por caso y cultivo por cultivo.

## REFERENCIAS

- Abad, R. (2014). *Rentabilidad del maíz Bt resistente a cogollero (Spodoptera frugiperda) en los Valles de Barranca en la región Lima*. Tesis para optar el título de economista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
- Agrodata Perú, página web especializada en Comercio Internacional, dirigida por Wilfredo Koo Gallo. Recuperado de <https://www.agrodataperu.com/category/importaciones/maiz-amarillo-duro>
- Agronoticias* (2017). Cómo prevenir, controlar y eliminar a la ranca de la papa (6 de marzo).
- Diario *Correo* (2010). La ranca acecha cultivos de papa. 17 de enero del 2010.
- Diario oficial *El Peruano* (s/f). Ley 29811, Ley que establece la moratoria al ingreso y producción de organismos vivos modificados al territorio nacional por un periodo de 10 años.
- Diez, R., Gómez, R., Navarro, O., Varona, A. y Anderson, M. (2013). Evaluación *ex ante* de alternativas transgénicas en el cultivo de papa blanca comercial. Proyecto LAC-Biosafety, América Latina: Construcción de capacidad multipaís para el cumplimiento del Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad (Brasil, Colombia, Costa Rica, Perú). Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, Instituto de Biotecnología.
- Diez, R., Gómez, R. y Varona, A. (2013). Análisis de metodologías de evaluación antes y después de cambios tecnológicos: el caso de la

- liberación de los organismos genéticamente modificados en el Perú. *Fórum Empresarial*, 18(1).
- Diez, R. y Echevarría, N. (2007). Impacto económico del uso de semilla certificada de papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Canchán, distrito de Huasahuasi, provincia de Tarma, región Junín, campaña agrícola 2006-2007. *Anales Científicos, Revista de la Universidad Nacional Agraria La Molina* (en prensa).
- Echevarría, A. (2014). *Análisis ex ante de impactos económicos por la liberación de semilla cisgénica de papa (Solanum tuberosum) canchán en el distrito de Sicaya, provincia de Huancayo, región Junín*. Tesis para optar el título de economista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
- Egúsquiza, R. y Apaza, T. (2002). La ranca de la papa (*Phytophthora infestans*) en el Perú, perfil de país. En: Fernández-Northcote, E. N. (ed.), *Memorias del Taller Internacional Complementando la resistencia al tizón (Phytophthora infestans) en los Andes*. Lima: GILB, Taller Latinoamérica 1 (29-39).
- Haverkort, A., Boonekamp, P., Hutten, R., Jacobsen, E., Lotz, L., Kessel, G., Visser, R. y Van der Vossen, E. (2007). Societal cost of Late Blight in potato and prospects of durable resistance through cisgenic modification. Wageningen University and Research Centre.
- Hayami, Y. y Ruttan, V. (1985). *Agricultural Development: An International Perspective* (2.<sup>a</sup> edición). Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Horton, D. (1982). Análisis de presupuesto parcial para investigación en papa al nivel de finca. *Boletín de Información Técnica*, 16. Lima: Centro Internacional de la Papa.
- Huamanchumo, C. (2013). *La cadena de valor de maíz en el Perú: diagnóstico del estado actual, tendencias y perspectivas*. Lima: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2015). *Una productividad competitiva, incluyente y sustentable: oportunidad para el continente americano*. Cancún: IICA.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2014). *Compendio estadístico Perú 2014*. Lima: INEI.

- Klümper, W. y Qaim, M. (2014). Meta-análisis de los impactos de cultivos genéticamente modificados. En: *PLoS ONE*. *Band. 9*, n.º 11, 3 de noviembre del 2014 (e1111629). doi : 10.1371/journal.pone.0111629.
- Luna, H. (2013). *Efectos económicos de la liberación de papa genéticamente modificada resistente a fungosas en la localidad de Mayobamba, región Huánuco*. Tesis para optar el título de economista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
- Minaya, C. (2015). Análisis de la rentabilidad en la producción de papa blanca comercial en las regiones de Huánuco y Lima. *Anales Científicos*, 76(2): 369-375. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
- Ministerio de Agricultura y Riego (2017). Recuperado de <http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=salida>
- Mogollón, R. (2015). *Rentabilidad del maíz amarillo duro (Zea mays) resistente al gusano cogollero (Spodoptera frugiperda) en el distrito de Jayanca, departamento de Lambayeque*. Tesis para optar el título de economista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
- Parkin, M., Esquivel, G. y Loría, E. (2010). *Microeconomía, Versión para Latinoamérica* (9.ª edición). México: Pearson Educación.
- Protocolo de Cartagena sobre bioseguridad en la Convención sobre diversidad biológica. Recuperado de <http://bch.cbd.int/protocol/background/>
- Sánchez-Crespo, Diego (2015). Intragénesis y cisgénesis, desarrollo alternativo al cultivo de transgénicos. Facultad de Ciencias de la Universidad de Córdoba. Recuperado de [https://es.slideshare.net/b02sasad/intragnesis-y-cisgnesis?from\\_action=save](https://es.slideshare.net/b02sasad/intragnesis-y-cisgnesis?from_action=save)
- Seiko, M. (2012). *Dimensionamento de retornos econômicos e de riscos na adoção de milho RI no estado de São Paulo*. Botucatu: Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA).
- Séralini, Gilles Eric, (2014). Long term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Environmental Sciences Europe* (publicado en el 2012 por *Food and Chemical Toxicology*).
- Zamora, Alfredo (2012). Inexactitudes científicas del estudio de Seralini sobre maíz modificado genéticamente. Fundación Antama. Recuperado de: <http://fundacion-antama.org/inexactitudes-cientificas-del-estudio-de-seralini-sobre-el-maiz-modificado-geneticamente/>

Zevallos, R. (2017). *Impacto de la aplicación de alternativas tecnológicas sobre el rendimiento de los principales productos agrarios en el Perú*. Tesis para optar el diploma de Magister Scientiae en Economía Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.

## BIBLIOGRAFÍA

Alston, J., Norton, G. y Pardey, P. (1995). *Science under scarcity. Principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting*. Nueva York: Cornell University Press.

Bernanke, B. y Frank, R. (2007). *Principios de economía*. Madrid: McGraw Hill/ Interamericana de España S.A.V.

Devaux, A., Ordinola, M., Hibon, A. y Flores, R. (2010). *El sector papa en la región andina*. Lima: Centro Internacional de la Papa.

Ludeña, C. (2010). Crecimiento de la productividad agrícola, cambio en la eficacia y el progreso técnico en América Latina y el Caribe. *Serie Documento de Trabajo 186*. Banco Interamericano de Desarrollo BID.

Ministerio de Agricultura (2004). *Diagnóstico de la cadena MAD, avicultura y porcicultura*. Lima: MINAG, Dirección General de Planificación Agraria.

Ministerio de Agricultura (2012). *Maíz amarillo duro: Principales aspectos de la cadena agroproductiva*. Lima: MINAG.

Radio Programas del Perú. Recuperado de <http://rpp.pe/economia/economia/cuantos-kilos-de-papa-consume-un-peruano-en-promedio-cada-semana-noticia-808196>

## Anexos

### ANEXO 1

#### Costos de producción

##### Cultivo de *maíz amarillo duro* (S/)

Componentes	Lambayeque	La Libertad	Lima	San Martín
Semilla	370,00	510,00	522,00	745,40
Fertilizantes y otros	784,00	1173,50	1368,00	590,80
Fitosanitarios contra <i>Spodoptera</i> <i>frugiperda</i>	46,00	39,00	58,00	-
Fitosanitarios multipropósito	159,00	431,00	435,00	90,60
Total de insumos	1361,00	2153,50	2383,00	1426,80
Maquinaria, mano de obra, otros	2034,00	2130,00	2550,00	1780,00
Costos directos	3395,00	4283,50	4933,00	3206,80
Costos indirectos	1596,00	1946,22	1856,34	1126,27
Costo por hectárea	4991,00	6229,72	6789,34	4333,07
Rendimiento (kg/h)	6500,00	8500,00	9500,00	4000,00

##### Cultivo de papa (S/)

Componentes de los costos	La Libertad Otuzco	La Libertad Agallpampa	Lima Pativilca	Junín
Semilla	2400,00	1800,00	3000,00	1800,00
Fertilizantes	4640,00	2162,00	2108,00	3892,00
Fungicidas	475,00	1260,00	379,00	301,50
Otros agroquímicos	1560,00	710,00	657,00	989,00
Maquinaria	930,00	780,00	745,00	490,00
Mano de obra	1656,00	1602,00	2314,00	2160,00
Otros gastos directos	1344,09	1094,34	857,00	1495,00
Costos directos	13 005,09	9408,34	10 060,00	11 127,50
Costos indirectos	565,52	320,81	463,55	575,88
Costo por hectárea	13 570,61	9729,15	10 523,55	11 703,38

(continúa)

(continuación)

<b>Componentes</b>	<b>Huasahuasi</b>	<b>Valle Majes</b>	<b>Pucuhuillca</b>	<b>Huánuco</b>
Semilla	1875,00	2400,00	2250,00	900,00
Fertilizantes	1549,00	1614,00	1974,00	2560,00
Fungicidas	322,50	187,50	105,00	120,00
Otros agroquímicos	444,50	714,70	1259,00	1470,00
Maquinaria	350,00	1200,00	600,00	1215,00
Mano de obra	1824,00	3510,00	1275,00	114,00
Otros gastos directos	916,00	1332,65	2094,00	0,00
Costos Directos	7281,00	10 958,85	9557,00	6379,00
Costos indirectos	365,18	547,94	277,71	0,00
Costo por hectárea	7646,18	11 506,79	9834,71	6379,00

Fuente: Ministerio de Agricultura (2009)

Elaboración propia

## ANEXO 2

### Costos de producción actualizados al 2016

*Costos de producción por regiones del cultivo de papa actualizado a octubre del 2016 (S/)*

<b>Componentes de los costos</b>	<b>La Libertad Otuzco</b>	<b>La Libertad Agallpampa</b>	<b>Lima Pativilca</b>	<b>Junín</b>	
Semilla	2998,42	2248,81	3748,02	2248,81	
Fertilizantes	5796,94	2701,08	2633,61	4862,44	
Fungicidas	593,44	1574,17	473,50	376,68	
Otros agroquímicos	1948,97	887,03	820,82	1235,60	
Otros costos	4910,02	4343,14	4892,42	5178,52	
Costos directos	16 247,80	11 754,23	12 568,37	13 902,04	
Costos indirectos	706,53	400,80	579,13	719,47	
Costo por hectárea	16 954,32	12 155,03	13 147,51	14 621,52	
Rendimientos	15 525,00	20 700,00	40 000,00	25 000,00	

<b>Componentes de los costos</b>	<b>Cajamarca</b>	<b>Junín Huasahuasi</b>	<b>Arequipa Valle Majes</b>	<b>Ayacucho Pucuhuillca</b>	<b>Huánuco</b>
Semilla	1499,21	2342,51	2998,42	2811,02	1124,41
Fertilizantes	1661,62	1935,23	2016,44	2466,20	3198,31
Fungicidas	218,63	402,91	234,25	131,18	149,92
Otros agroquímicos	749,60	555,33	892,90	1572,92	1836,53
Otros costos	5043,59	3860,46	7549,33	4958,64	1660,37
Costos directos	9172,66	9096,45	13 691,34	11 939,95	7969,55
Costos indirectos	447,70	456,23	684,56	346,95	0,00
Costo por hectárea	9620,37	9552,69	14 375,91	12 286,91	7969,55
Rendimientos	20 000,00	18 000,00	35 000,00	18 000,00	20 000,00

Fuentes: Ministerio de Agricultura (2009) e INEI (2016)

Elaboración propia

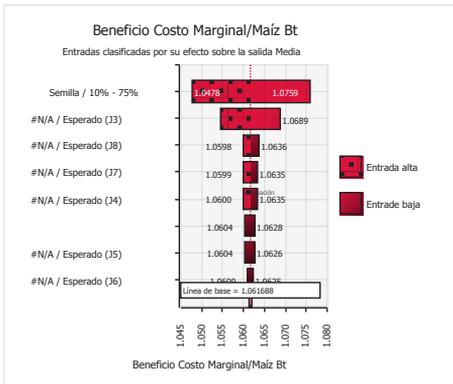
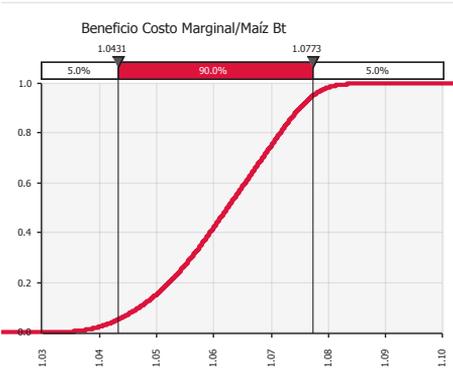
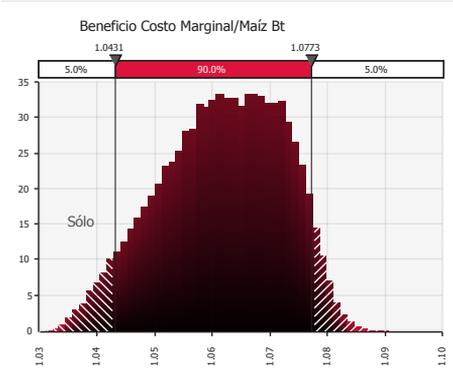
### ANEXO 3

## VARIABLES DE SALIDA DE ANÁLISIS DE IMPACTO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

# Informe @RISK Salida para Beneficio Costo Marginal/Maíz Bt B12

Ejecutado por: Díez, Gómez y Linares

Fecha: viernes, 22 de septiembre de 2017 12:05:04 p.m.



Información de resumen de simulación	
Nombre de libro de trabajo	Libro1
Número de simulaciones	1
Número de iteraciones	100000
Número de entradas	19
Número de salidas	2
Tipo de muestreo	Latino Hipercúbico
Tiempo de inicio de simulación	22/09/2017 12:01
	22/09/2017 12:01
Duración de simulación	00:00:15
Generador de #aleatorio	Mersenne Twister
Semilla aleatoria	670979581
Total de errores	0
Recolectar muestras de distribución	Todos
Convergencia	Inhabilitado
Análisis de sensibilidad inteligente	Habilitado

Estadísticos resumen para Beneficio Costo Marginal/Maíz Bt			
Estadísticos	Percentil		
Mínimo	1.03	1.0%	1.04
Máximo	1.09	2.5%	1.04
Media	1.06	5.0%	1.04
Desv Est	0.01	10.0%	1.05
Varianza	0.000110374	20.0%	1.05
Indice de sesgo	-0.27609251	25.0%	1.05
Curtosis	2.36307287	50.0%	1.06
Mediana	1.06	75.0%	1.07
Moda	1.07	80.0%	1.07
X izquierda	1.04	90.0%	1.07
P izquierda	5%	95.0%	1.08
X derecha	1.08	97.5%	1.08
P derecha	95%	99.0%	1.08
#Errores	0		

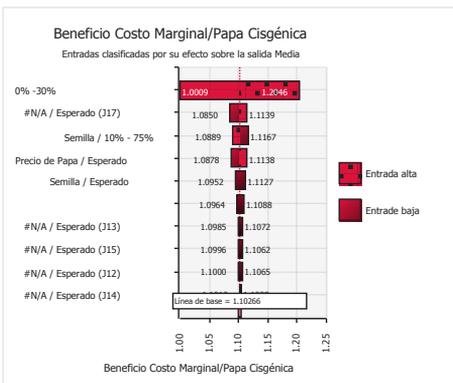
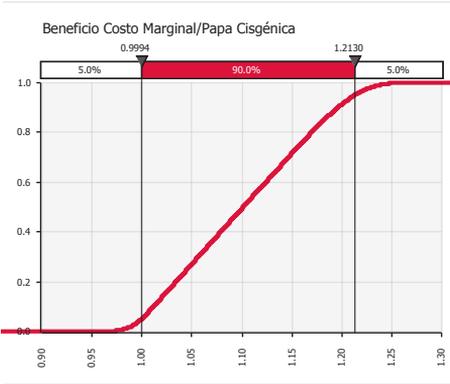
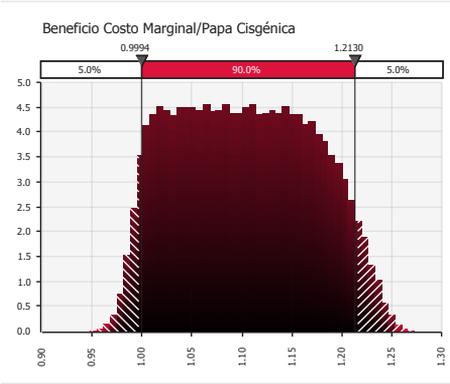
Cambio en la estadística de salida de Beneficio Costo Marginal/Maíz Bt			
Jerarquía	Nombre	Inferior	Superior
1	Semilla / 10% - 7	1.05	1.08
2	#N/A / Esperado	1.05	1.07
3	#N/A / Esperado	1.06	1.06
4	#N/A / Esperado	1.06	1.06
5	#N/A / Esperado	1.06	1.06
6	Reducción de ga	1.06	1.06
7	#N/A / Esperado	1.06	1.06
8	#N/A / Esperado	1.06	1.06

Elaboración propia, con el software @Risk

# Informe @RISK Salida para Beneficio Costo Marginal/Papa Cisgénica

Ejecutado por: Diez, Gómez y Linares

Fecha: viernes, 22 de septiembre de 2017 12:05:07 p.m



## Información de resumen de simulación

Nombre de libro de trabajo	Libro1
Número de simulaciones	1
Número de iteraciones	100000
Número de entradas	19
Número de salidas	2
Tipo de muestreo	Latino Hipercúbico
Tiempo de inicio de simulación	22/09/2017 12:01
	22/09/2017 12:01
Duración de simulación	00:00:15
Generador de # aleatorio	Mersenne Twister
Semilla aleatoria	670979581
Total de errores	0
Recolectar muestras de distribución	Todos
Convergencia	Inhabilitado
Análisis de sensibilidad inteligente	Habilitado

## Estadísticos resumen para Beneficio Costo Marginal/Papa C

Estadísticos		Percentil	
Mínimo	0.95	1.0%	0.98
Máximo	1.27	2.5%	0.99
Media	1.10	5.0%	1.00
Desv Est	0.07	10.0%	1.01
Varianza	0.004610807	20.0%	1.03
Indice de sesgo	0.089574768	25.0%	1.05
Curtosis	1.970095643	50.0%	1.10
Mediana	1.10	75.0%	1.16
Moda	1.08	80.0%	1.17
X izquierda	1.00	90.0%	1.20
P izquierda	5%	95.0%	1.21
X derecha	1.21	97.5%	1.22
P derecha	95%	99.0%	1.24
#Errores	0		

## Cambio en la estadística de salida de Beneficio Costo Margi

Jerarquía	Nombre	Inferior	Superior
1	Variación de ren	1.00	1.20
2	#N/A / Esperado	1.08	1.11
3	Semilla / 10% - 7	1.09	1.12
4	Precio de Papa /	1.09	1.11
5	Semilla / Espera	1.10	1.11
6	Reducción de ga	1.10	1.11
7	#N/A / Esperado	1.10	1.11
8	#N/A / Esperado	1.10	1.11
9	#N/A / Esperado	1.10	1.11
10	#N/A / Esperado	1.10	1.10

Elaboración propia, con el software @Risk

## Resultados de entradas de @RISK

Ejecutado por: Díez, Gómez y Linares

Fecha: viernes, 22 de septiembre de 2017 12:05:16 p.m.

Nombre	Hoja de cálculo	Celda	Gráfico	Min	Media	Máx	5%	95%	Errores
Categoría: #N/A									
Categoría: Precio de Maíz									
Precio de Maíz / Esperado	Hoja1	D27		0.98	1.21	1.43	1.00	1.41	0
Categoría: Precio de Papa									
Precio de Papa / Esperado	Hoja1	D28		1.16	1.86	2.56	1.23	2.49	0
Categoría: Reducción de gasto en agroquímicos por uso de OVM									
Reducción de gasto en agroquímicos por uso de OVM / De 0 a 100%	Hoja2	J7		0.0%	50.0%	100.0%	5.0%	95.0%	0
Categoría: Semilla									
Semilla / Esperado	Hoja1	J11		1,127.70	2,623.62	3,744.28	1,620.20	3,434.42	0
Semilla / 10% - 75%	Hoja2	J3		10.0%	42.5%	75.0%	13.2%	71.7%	0
Categoría: Variación de rendimiento por hectárea con OVM									
Variación de rendimiento por hectárea con OVM / 0% -30%	Hoja2	J5		0%	15%	30%	1%	28%	0

Elaboración propia, con el software @Risk

## Resultados de salidas de @RISK

Ejecutado por: Díez, Gómez y Linares

Fecha: viernes, 22 de septiembre de 2017 12:05:19 p.m.

Nombre	Hoja de cálculo	Celda	Gráfico	Min	Media	Máx	5%	95%	Errores
Beneficio Costo Marginal/Maíz Bt	Hoja3	B12		1.03	1.06	1.09	1.04	1.08	0
Beneficio Costo Marginal/Papa Cisgénica	Hoja3	C12		0.95	1.10	1.27	1.00	1.21	0

Elaboración propia, con el software @Risk

## Análisis de sensibilidad @RISK

Ejecutado por: Diez, Gómez y Linares

Fecha: Viernes, 22 de septiembre de 2017

Jerarquizar para B12	Hoja	Celda	Nombre	Descripción
#1	Hoja2	J3	Semilla / 10 %-75 %	RiskUniform(10 %,75 %)
#2	Hoja1	J3	#N/A / esperado	RiskUniform(F3,G3)
#3	Hoja1	J8	#N/A / esperado	RiskUniform(F8,G8)
#4	Hoja1	J7	#N/A / esperado	RiskUniform(F7,G7)
#5	Hoja1	J4	#N/A / esperado	RiskUniform(F4,G4)
#6	Hoja2	J7	Reducción de gasto en agroquímicos por uso de OVM / De 0 a 100 %	RiskUniform(0 %,100 %)
#7	Hoja1	J5	#N/A / esperado	RiskUniform(F5,G5)
#8	Hoja1	J6	#N/A / esperado	RiskUniform(F6,G6)
-	Hoja2	J5	Variación de rendimiento por hectárea con OVM / 0 %-30 %	RiskUniform(0 %,30 %)
-	Hoja1	D28	Precio de papa / esperado	RiskUniform(B28,C28)
-	Hoja1	J17	#N/A / esperado	RiskUniform(F17,G17)
-	Hoja1	J16	#N/A / esperado	RiskUniform(F16,G16)
-	Hoja1	J15	#N/A / esperado	RiskUniform(F15,G15)
-	Hoja1	J14	#N/A / esperado	RiskUniform(F14,G14)
-	Hoja1	J13	#N/A / esperado	RiskUniform(F13,G13)
-	Hoja1	J12	#N/A / esperado	RiskUniform(F12,G12)
-	Hoja1	J11	Semilla / esperado	RiskTriang(F11,H11,G11)

Elaboración propia, con el software @Risk