

**LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y
Humanidades, Asunción, Paraguay**

ISSN en línea: 2789-3855, 2026

Semillas mejoradas y rentabilidad de productos agrícolas en el Perú

Improved seeds and profitability of agricultural products in Peru

Ramón Alberto Diez Matallana

rdiez@lamolina.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0001-8247-1452>

Universidad Nacional Agraria La Molina

Lima – Perú

Raquel Margot Gómez Ocorima

rgo@lamolina.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-5823-9159>

Universidad Nacional Agraria La Molina

Lima – Perú

Raúl Zevallos Diez

raulzevallos10@gmail.com,

<https://orcid.org/0000-0003-4614-8185>

Superintendencia Nacional de Servicios de
Saneamiento

Piura – Perú

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5547>

Artículo recibido: 12 de noviembre de 2025.

Aceptado para publicación: 19 de marzo de 2026.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.


Redilat
Red de Investigadores
Latinoamericanos


LATAM

Revista Latinoamericana de
Ciencias Sociales y Humanidades

VOLUMEN VII

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5547>

Semillas mejoradas y rentabilidad de productos agrícolas en el Perú

Improved seeds and profitability of agricultural products in Peru

Ramón Alberto Diez Matallana

rdiez@lamolina.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0001-8247-1452>
Universidad Nacional Agraria La Molina
Lima – Perú

Raquel Margot Gómez Ocorima

rgo@lamolina.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-5823-9159>
Universidad Nacional Agraria La Molina
Lima – Perú

Raúl Zevallos Diez

raulzevallos10@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-4614-8185>
Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
Piura – Perú

Artículo recibido: 12 de noviembre de 2025. Aceptado para publicación: 19 de marzo de 2026.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

En Perú, el algodón, maíz amarillo duro y papa, son cultivados por más de setecientas mil unidades agrícolas en casi novecientas mil hectáreas que contribuyen a la alimentación y a la industria. Empero, los rendimientos por hectárea de algodón, maíz y papa, son menores que las de muchos países y el Perú no es competitivo en el mercado mundial, estando forzado a importar cantidades masivas de algodón y maíz amarillo duro y no logra exportar la papa por su alto costo unitario. Entonces, el objetivo es evaluar el beneficio de liberar el uso de semillas editadas genéticamente, disponibles en el mercado mundial, de estos cultivos. Se aplicó la metodología de presupuesto parcial en entorno probabilístico con el software @Risk, con información secundaria de países con condiciones productivas similares. Se encontró que los coeficientes beneficio/costo, de las semillas mejoradas genéticamente son superiores a uno para los tres cultivos y que la pérdida anual por no implementar estas semillas de alto rendimiento bordea los 300 millones de dólares. Se recomienda estudiar el impacto de semillas mejoradas en otros cultivos


Palabras clave: algodón, beneficio – costo, edición genética, maíz amarillo duro, papa

Abstract

In Peru, cotton, hard yellow corn, and potatoes are cultivated by more than 700,000 farms across nearly 900,000 hectares, contributing to food security and industry. However, yields per hectare for cotton, corn, and potatoes are lower than in many other countries, and Peru is not competitive in the global market. It is forced to import large quantities of cotton and yellow dent corn and is unable to export potatoes due to their high unit cost. Therefore, the goal is to assess the benefit of releasing the use of genetically edited seeds, available on the global market, for these crops. Partial budgeting methodology was applied in a probabilistic environment using the @Risk software, with secondary

data from countries with similar production conditions. It was found that the benefit-cost ratios of genetically improved seeds are greater than one for all three crops, and that the annual loss from not implementing these high-yield seeds is approximately US\$300 million. Further study of the impact of improved seeds on other crops is recommended.

Keywords: Cotton, benefit-cost, genetic edition, hard yellow corn, potatoes

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons. 

Cómo citar: Diez Matallana, R. A., Gómez Ocorima, R. M., & Zevallos Diez, R. (2026). Semillas mejoradas y rentabilidad de productos agrícolas en el Perú. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 7 (2), 286 – 298. <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5547>

INTRODUCCIÓN

En el Perú, el algodón, el maíz amarillo duro y la papa son cultivos histórica y económicamente importantes para los agricultores peruanos (Zevallos, 2017). Pero, no presentan alta rentabilidad por el escaso uso de semillas certificadas de alto rendimiento, libres de insectos y agentes causantes de enfermedades. Por ello se debe evaluar el impacto de la liberación de semillas editadas genéticamente en la rentabilidad de algodón, maíz amarillo duro y papa, que ocupan a más de 680 mil unidades productivas en 867 mil hectáreas (SIEA, 2026) y son insumo para la agroindustria (algodón y maíz amarillo duro) según Diez et al. (2018) o para el consumo directo: papa. El Perú no importa semillas ni produce organismos vivos modificados de acuerdo a la Ley N° 29811 y su ampliatoria Ley N° 31111, de moratoria al ingreso y producción de organismos vivos modificados en el territorio nacional hasta el año 2035 (Diario El Peruano, en línea). El problema de la agricultura peruana son los rendimientos menores a los de muchos países (Diez et al., 2018) no tratados en los lineamientos de política de los gobiernos del Perú, que sólo han protegido la agricultura nacional de la competencia internacional con aranceles y descuidaron la innovación tecnológica (Zevallos, 2017). Por ello, no se alcanza los estándares productivos de los países líderes de estos cultivos, ni se ha mejorado la competitividad internacional, en maíz amarillo duro, del cual somos importadores porque Argentina, Estados Unidos y otros países tienen mayores rendimientos que Perú (FAOSTAT, 2018), explicables porque aplican innovaciones agrícolas en forma continua, en especial, semillas genéticamente modificadas. Esto se repite en algodón, se importa 70% de lo que usa la industria textil – confecciones (Matta, 2016). En papa, se producen más de 6 millones de toneladas (SIEA, 2026), liderando a Sudamérica en volumen producido, pero no se exporta en forma significativa por escasa competitividad debido al rendimiento inferior al de los líderes mundiales en este cultivo (Anderson et al., 2021). Según Coaquira et al. (2019), la papa es el cuarto cultivo más consumido en el mundo, luego del maíz, trigo y arroz. En el Perú, la papa es el tercer cultivo con más área sembrada (319,7 mil hectáreas), principalmente en la sierra (63.5%), sustentando 710 mil familias y aporta 4% del PBI agrícola nacional. Existen semillas mejoradas genéticamente que podrían incrementar el rendimiento y la rentabilidad en algodón (Matta, 2016), maíz amarillo duro y papa (Diez et al., 2018). Por ejemplo, Argentina (Trigo, 2016) ha obtenido beneficios acumulados en el período 1996 – 2016, por el algodón, maíz y soya genéticamente modificados, de 126 mil millones de dólares (68.7 % para los productores, 15 % para el estado, 12.7 % para semilleros y 2.5% para vendedores de glifosato), y ha dado beneficios a los consumidores mundiales por reducción del precio de la soya equivalentes a 152 mil millones de dólares. Tejeda et al., 2021, corroboran los grandes beneficios para Argentina y el mundo de las semillas genéticamente modificadas. Para el Perú, FAOSTAT (2020); la productividad de algodón, maíz y papa es menor a la de otras regiones del mundo, haciéndose necesario revisar qué impacto tendría una tecnología fácil de aplicar y económicamente rentable en otros países. Por ello, el objetivo general es evaluar ex ante el impacto de la liberación de uso de semillas de alto rendimiento sobre la rentabilidad económica y social de los cultivos de algodón, maíz amarillo duro y papa.

Respecto a las modificaciones genéticas, Portela-Dussán et al., 2013, señalan que *Bacillus thuringiensis* es un bacilo Gram positivo que libera proteínas Cry con actividad biológica contra insectos-plaga de los órdenes Lepidóptera, Coleóptera, Díptera y otros. Es amigable con el ambiente por lo que se ha hecho común el uso y desarrollo de productos comerciales y plantas transgénicas a base de toxinas Cry en el sector agrícola. Incorporándose el material genético de *Bacillus thuringiensis* en algodón y maíz amarillo duro en un proceso conocido como transgénesis. A pesar de sus potenciales beneficios el rechazo de organismos no gubernamentales ha llevado a la dación de una ley de moratoria a los transgénicos en el Perú. La incorporación de material genético de variedades silvestres del mismo cultivo se denomina cisgénesis, pero la población y las organizaciones populares no los diferencian de los transgénicos. Este rechazo a los productos modificados genéticamente ha motivado la edición genética. CRISPR/Cas9, que puede ser más eficiente en su aplicación para la producción de plantas cisgénicas, pues controla el número de copias del transgén, la posibilidad de

introducir únicamente material cisgénico, la capacidad de eliminar genes nativos y reemplazarlos con un cisgén, y la realización de eventos de integración genómica en sitios específicos, permite introducir, reemplazar o modificar genes específicos, regiones reguladoras, exones, intrones, señales de orientación o incluso SNP (polimorfismos de nucleótido único, según Corella y Ordovas, 2017) mediante este enfoque que provee de resistencia frente a la rancha, tan dañina para el cultivo de papa y otros (Schaeffer & Nakata, 2015; Schneider et al., 2023; Miroschnichenko et al., 2024; Boomika et al., 2025). Foster et al. (2009) señalaron tempranamente que el gen Rpi-vnt1.1 provisto por papa silvestre *Solanum venturii* brinda resistencia duradera al tizón tardío o rancha. Rajan et al. (2025) señalan que las semillas de algodón editado genéticamente mediante procesos CRISPR Cas son más resistentes al estrés climático y a los ataques de insectos y enfermedades. Weers et al. (2024) señalan que la edición genética para reducir la talla de las plantas de maíz favorece su resistencia al cambio climático y mejoraría su rendimiento por hectárea. Lacchini et al. (2020) encontraron que su aplicación resultó en mutantes con un rendimiento de semilla significativamente mejorado, evidenciando que las nuevas tecnologías de mejoramiento pueden acelerar el desarrollo de variedades de arroz autóctono africano altamente productivas, mejorando el abastecimiento de alimentos para el África, que es un foco de crecimiento poblacional mundial y, propensa a la escasez de alimentos.

METODOLOGÍA

La hipótesis general es que la liberación de semillas mejoradas incrementará la rentabilidad de los principales cultivos, algodón, papa y maíz amarillo duro. El ámbito de estudio es el Perú. Los productos analizados son algodón (*Gossypium barbadense*), maíz amarillo duro (*Zea mays durum*) y papa (*Solanum tuberosum*).

RESULTADOS

Importancia y localización de los cultivos

En Perú el algodón muestra tendencia decreciente desde la década de los 60s, en que se llegó a más de 200 mil hectáreas, en el 2023 apenas supera 13 mil hectáreas (Atlas Big: <https://mx.atlasbig.com/paises-por-produccion-de-algodon>). Al quedar sólo los mejores productores, se ha elevado el rendimiento por hectárea a 2.85 toneladas, inferior al de Brasil (4.38) pero mayor al de Estados Unidos (2.84), Argentina (1.75). Sin embargo, está lejos del rendimiento de China (5.73) el mayor productor del mundo con 17.3 millones de toneladas (<https://mx.atlasbig.com/paises-por-produccion-de-algodon>). Este cultivo aporta al PBI agropecuario el 1,4%, siendo el algodón "tangüis" y "pima" los de mayor producción (96%). Las importaciones de fibra de algodón cubren 70% de la demanda interna y se dividen en fibra corta (84%) y tipo pima (16%). El crecimiento de la producción de textiles, incrementa la demanda por algodón nacional e importado, el cual viene principalmente de Estados Unidos. El maíz amarillo duro ocupa algo más de 358 mil hectáreas en el 2025, más de la mitad en la costa, llegando a producir más de 1.64 millones de toneladas con un rendimiento de 3.6 toneladas por hectárea inferior de lejos al rendimiento de Estados Unidos 11.13, y en Sudamérica al de Brasil 5.9 toneladas por hectárea (Atlas Big: <https://mx.atlasbig.com/paises-por-produccion-de-maiz>). Aporta 3% al VBP agropecuario. La producción crece por un incremento de los rendimientos por hectárea y por el área sembrada. Los principales productores son Lima, La Libertad, San Martín y Lambayeque. Las importaciones representan 60% del consumo de las industrias avícola y porcícola. Explica 60% de los costos de la avicultura y 67% de la porcicultura. En el mundo, la papa es un cultivo muy importante, hay países que destacan por un gran rendimiento por hectárea. Perú no está entre ellos, sus rendimientos de 17.1 t por hectárea son menores a los de Estados Unidos (49.07 t), Países Bajos (41,97 t) y muchos otros, estando por debajo del promedio mundial (20.9 t) (Atlas Big: <https://es.atlasbig.com/paises-por-produccion-de-papa>). Existen problemas tecnológicos, especialmente baja calidad de semilla y sanidad deficiente. aunque destaca en América del Sur por el gran volumen de producción que lo coloca en primer lugar. La papa ocupa 710 mil agricultores, en

330,604 hectáreas en 2023 (Atlas Big: <https://es.atlasbig.com/paises-por-produccion-de-papa>). Muchos con áreas menores a 1 ha, y su ineficiencia reduce el promedio nacional a 17.1 t*ha-1, explicable por el uso de semilla no certificada (Zevallos, 2017) que favorece el desarrollo de enfermedades como la rancho, causada por *Phytophthora infestans*, que reduce la producción en 40% (Diez et al., 2018). Entre 1990 y 2018, la producción de papa creció de algo más de 1 millón de toneladas a 5.12 millones de toneladas, favorecido por los factores climáticos. En la sierra se tiene 95% del área cultivada y aporta 90% de la producción. La producción se concentra en regiones de sierra (75%), mientras que Lima (4%) e Ica (1%) son las regiones costeras con mayor producción. La productividad promedio (11 t*ha-1) de la sierra, fue menor a la de costa (24 t*ha-1). La explicación es el escaso desarrollo tecnológico, la erosión del suelo, sequía y heladas, plagas y enfermedades. Pese a la importancia de la semilla certificada para lograr una producción de papa libre de riesgos fitosanitarios, según Devaux et al. (2010); Diez et al. (2018) la semilla certificada cubre menos de 0,5% de la semilla empleada en el país. La poca disponibilidad de semilla de calidad contribuye a que los rendimientos promedio a nivel nacional sean reducidos.

Método. Se aplica el presupuesto parcial en entorno de riesgo, es decir, modelos probabilísticos, con ayuda del software @Risk, y se obtiene, el Beneficio Costo Marginal de la liberación de semillas mejoradas de algodón, arroz, maíz amarillo duro y papa. En la evaluación previa de la semilla mejorada de alto rendimiento para cada uno de los productos agrícolas, se asume que su aplicación afecta sólo los costos de semilla, pesticidas y mantiene constantes las demás variables.

Rentabilidad. La rentabilidad es la obtención de un beneficio económico sobre los costos de producción en que incurre la unidad productiva (Canales Salinas, (2015); Gil et al., 2018; Gómez Ocorima et al., 2021). La rentabilidad privada se calcula en base a los ingresos y costos monetarios. Se puede obtener indicadores de rentabilidad social, matizando la rentabilidad privada con los costos y beneficios sociales, externalidades que el empresario normalmente no considera.

Presupuesto Parcial. Según Figueroa et al. (2019); Maza et al. (2022), el presupuesto parcial permite analizar cambios por la introducción de una nueva actividad productiva o innovación tecnológica. Sólo se calcula los costos e ingresos que cambian con la manera nueva de realizar el proceso productivo y se obtiene un coeficiente de Beneficio Costo Marginal, en el cual se compara el incremento en ingresos obtenido por la aplicación de la mejora tecnológica y el incremento en costos debido a esta mejora tecnológica. Es marginal porque evalúa un cambio en una pequeña área del proceso productivo. La actividad agrícola está sujeta a riesgos, con alta variabilidad de los rendimientos (explicable por agentes bióticos como insectos, virus, bacterias, hongos, y abióticos como el clima y la disponibilidad de agua), asimismo, hay alta variabilidad en precios, del producto y de las semillas y otros insumos. En el presupuesto parcial se compara los incrementos en ingresos al implementar la mejora tecnológica sumados con la reducción de costos por abandonar la tecnología precedente, lo cual constituye los beneficios, con la suma de los incrementos en costos al implementar la nueva tecnología y la reducción de ingresos al abandonar la tecnología precedente, lo cual constituye los costos de la mejora tecnológica.

Marco metodológico. En base a estadísticas nacionales y mundiales se obtiene el estado relativo actual de la productividad de los cultivos de Perú. Al confirmar la existencia de una brecha de productividad se realiza una verificación ex – ante de la rentabilidad de liberar semillas mejoradas en algodón, maíz amarillo y papa con el presupuesto parcial. Se obtiene el valor de la producción no lograda por no liberar las nuevas semillas, lo cual configura las pérdidas por no adoptar las nuevas semillas. Las publicaciones de las distintas entidades ya citadas se usaron como fuentes secundarias.

Alcances y limitaciones del trabajo. Las limitaciones están referidas al manejo y acceso a la información utilizada, en su mayoría información secundaria recopilada.

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 resulta de dividir los nuevos ingresos entre los nuevos costos. El modelo que se emplea para todos los cultivos es el siguiente:

$$\text{Beneficio - Costo Marginal} = \text{Suma de Beneficios} / \text{Suma de Costos}$$

Donde: Los beneficios son la suma de los ingresos generados con la semilla genéticamente modificada y de la reducción de costos al abandonar la semilla convencional. Los costos son la suma de los costos nuevos por la semilla genéticamente modificada y de la pérdida de ingresos al abandonar la semilla convencional. Los incrementos en ingresos dependen de los valores esperados de rendimiento, del precio del cultivo, los costos de semilla, pesticidas y otros.

El Software @Risk. El @Risk efectúa miles de iteraciones que muestran los posibles escenarios considerando vectores de precios, rendimientos, insumos, a partir de presionar la tecla de Inicio de simulación, que permitirá observar el gráfico de la celda de salida seleccionada y los reportes necesarios para el análisis. Este software (<http://www.palisade-lta.com/risk/>), realiza análisis de riesgo usando la simulación muestra múltiples resultados posibles en una hoja de cálculo, e indica qué probabilidad hay de que se produzcan. Computa gran número de escenarios posibles e indica las probabilidades y riesgos asociados con cada uno. El usuario decide qué riesgos desea tomar y cuáles prefiere evitar, tomando la mejor decisión en situaciones de incertidumbre.

Desarrollo de la simulación

Paso 1: Demostrar la brecha de productividad del país respecto del resto del mundo y líderes de cada cultivo pues ello justifica la evaluación de impacto de mejora tecnológica.

Paso 2: Se establecen presupuestos de producción de cada cultivo, segregando ítems probabilísticos y su distribución de probabilidad de los ítems de costos (coeficientes de uso y precio del factor de producción) estándar para el cultivo, determinísticos, que no constituyen variables de entrada o de riesgo para el cultivo. Las distribuciones probabilísticas de las variables de entrada, suelen ser la normal, uniforme y triangular. Los valores de los rangos de las variables se obtienen de bases de datos históricas e información secundaria.

Paso 3: Se establecen los precios de cada cultivo. Este ítem es variable de riesgo.

Paso 4: Cambios en el presupuesto de cada cultivo al aplicar la innovación tecnológica: En rendimiento por hectárea, en costo de semilla y en uso de compuestos químicos. Supuestos y fundamentación siguiendo a Maza et al., 2022.

Paso 5: Estructurar los cuadros de presupuesto parcial y proceder a la simulación.

Paso 6: Analice los resultados en función de las salidas: Cuadros de variables de salida (Incrementos de rentabilidad para cada cultivo, beneficio/costo de cada cultivo).

Paso 7: Evaluar el impacto a nivel de todo el país extrapolando los resultados a nivel del área total cultivada de cada producto.

Consideraciones metodológicas para el análisis de las pérdidas derivadas de la no liberación de nuevas semillas en los 4 cultivos.

Para la superficie cosechada de cada cultivo, se toma el esperado de los últimos 5 años. Para el diferencial de rendimiento se toma la diferencia entre el escenario esperado base para cada cultivo

(ver consideraciones comunes) y el escenario esperado con la implementación de la semilla mejorada. Se consideran los precios de mercado esperados para cada cultivo.

Modificaciones genéticas planteadas

La literatura señala que es conveniente emplear semillas editadas genéticamente de estos tres productos por lo cual se evalúa qué pasaría en el Perú de liberar estas alternativas semillas.

Caso del algodón. Algodón de fibra larga con amplia resistencia a insectos proporcionada por procesos de edición genética CRISPR Cas.

Caso del maíz amarillo duro. Maíz amarillo duro con amplia resistencia a insectos proporcionada por procesos de edición genética CRISPR Cas.

Caso de la papa. Una papa con resistencia a lepidópteros y resistencia a racha por procesos de edición genética CRISPR Cas.

En las tablas 1 y 2 se muestran los cambios de variables por las semillas editadas genéticamente.

Tabla 1

Cambios de variables por semillas editadas genéticamente

Algodón	Mínimo	Máximo	Moda	Esperado Medio	Distribución de probabilidad
Incremento en rendimientos	34%	42%	NA	38%	Uniforme
Incremento de Gasto en semilla	67%	540%	140%	249%	Triangular
Reducción de plaguicidas	-3%	41%	NA	19%	Uniforme
Incremento de mano de obra	13%	30%	NA	22%	Uniforme

Maíz amarillo duro	Mínimo	Máximo	Esperado Medio	Distribución de probabilidad
Incremento de rendimientos	0	100	50	Uniforme
Incremento de gasto en semilla	10	70	40	Uniforme
Reducción de gasto en plaguicidas	0	100	50	Uniforme

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2

Cambios de variables por uso de papa editada genéticamente

Variaciones	Mínimo	Máximo	Esperado Medio	Distribución de probabilidad
Incremento en rendimientos	0%	30%	15%	Uniforme
Incremento de Gasto en semilla	10%	70%	40%	Uniforme
Reducción de plaguicidas	0%	100%	50%	Uniforme
Reducción de fungicidas	13%	30%	22%	Uniforme
Otros gastos	0%	68%	34%	Uniforme

Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS

Comparativo de productividad (en toneladas) de los cultivos analizados

Para evaluar si hay necesidad de una mejora tecnológica es necesario definir la posición del Perú respecto al resto del mundo y los líderes mundiales en cada cultivo. Esto constituye el primer paso de este trabajo. Como se ve en la Tabla 3, el Perú, está por debajo del mundo para el conjunto de productos en casi 19% y más de 65% por debajo de los líderes mundiales

Tabla 3

Rendimientos comparados de los cultivos (toneladas/hectárea)

Cultivo	Papa	Maíz A. Duro	Algodón	Promedios
Rendimientos de Perú	17.1	3.44	2.94	9.40
Rendimientos del Mundo	22.79	5.92	2.19	11.57
Rendimientos del Líder (1)	49.76	11.86	4.31	27.04
Relativo Nacional/Mundial	75.69%	58.10%	134.24%	81.24%
Relativo Nacional/Líder	31.85%	29.00%	68.21%	34.75%

Nota: Líder en papa y maíz amarillo duro: Estados Unidos. Líder en algodón: Brasil.

Fuente: FAOSTAT disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>

Beneficios de las semillas editadas genéticamente

En la Tabla 4, se ve que las semillas genéticamente modificadas incrementan el rendimiento y mejoran la rentabilidad en los tres cultivos analizados.

Tabla 4

Beneficio – costo (B/C) de las semillas editadas genéticamente

Concepto	Cultivo		
	Algodón	Maíz Amarillo Duro	Papa
Beneficios			
Reducción de costos	3,524.55	2,852.28	5,514.24
Aumento de ingresos	6,233.29	6,897.00	8,193.75
Total de Beneficios	9,757.84	9,749.28	13,707.99
Costos			
Aumento de costos	3,352.43	2,908.73	5,540.34
Reducción de ingresos	5,420.25	5,517.60	7,125.00
Total de costos	8,772.68	8,426.33	12,665.34
B/C esperado Mínimo	0.99	0.95	0.99
B/C esperado Medio	1.11	1.16	1.08
B/C esperado Máximo	1.25	1.38	1.20

Fuente: elaboración propia.

Así, en algodón se da un incremento de margen de S/985.60 por hectárea (US\$293.33), corroborado con el Beneficio – Costo Marginal (BCM), que logra una media de 1.11. En el caso del maíz amarillo duro la semilla editada genéticamente generará una mejora de la rentabilidad de S/1,322.95/ha

(US\$393.73) con un BCM medio de 1.157. En la papa, la semilla editada genéticamente producirá una mejora en rentabilidad de S/1042.65 por hectárea (US\$310.31) y un BCM medio de 1.08. Resultando el promedio para los 3 cultivos de 1.11, es decir, por cada unidad monetaria invertida por el productor en emplear las semillas editadas genéticamente generará 11 centavos de utilidad para el productor.

Pérdidas para los 3 cultivos más importantes por no usar las nuevas semillas

Para evaluar las pérdidas para la agricultura nacional al no implementar las nuevas semillas en los tres cultivos más importantes por superficie y número de productores involucrados, se efectúa el análisis de estática comparativa entre la producción total actual versus la producción total lograda de aplicarse las nuevas semillas en cada cultivo (Tabla 5).

Tabla 5

Pérdidas de rentabilidad para los 3 cultivos por no aplicar las nuevas semillas

Cultivos agrícolas	Área (Mil Hectáreas)	Pérdidas de Rentabilidad/Ha	Pérdidas de rentabilidad agrícola nacional	
		Soles	Millones de Soles	Millones US\$
Maíz amarillo duro	358.95	1322.95	474.87	141.33
Papa	503.32	1042.65	524.79	156.19
Algodón	10.75	985.16	10.59	3.15
Total	873.02		1,010.25	300.67
Tipo de cambio: S/.3.36 por US\$ dólar				

Fuente: elaboración propia.

Proyectando a 10 años, la cifra de pérdidas para los agricultores de algodón, papa y maíz amarillo duro del Perú asciende a 10 mil millones de soles ó US\$ 3,000 millones de dólares.

DISCUSIÓN

Los índices de Beneficio Costo Marginal, obteniendo el total de beneficios derivados del incremento de rendimiento obtenido con las variantes genéticamente modificadas (ingresos por ventas del producto obtenido con la semilla genéticamente modificada y costos abandonados al no usar la semilla convencional) y el total de costos (ingresos abandonados al no emplear la semilla convencional más los costos al emplear las semillas genéticamente modificadas) y proceder a la división de ingresos entre costos resulta sencillo y revelador: las alternativas de la biotecnología moderna incrementa la rentabilidad de los agricultores. Por otro lado, el país se perjudica económicamente al no liberar las semillas editadas genéticamente, con un costo ascendente a más de 1,010 millones de nuevos soles por año, equivalente a 300 millones de US\$ dólares, luego de unos 10 años, tendríamos una pérdida acumulada de US\$3 mil millones. Estos incrementos son posibles por los incrementos en rendimientos con las semillas genéticamente modificadas que han dado resultados en diversos países. Lo encontrado en esta investigación se alinea con lo encontrado por Trigo, 2016; Tejeda et al., 2021, para Argentina, que revela que, gracias a los transgénicos se obtuvo beneficios económicos para los productores de soja, maíz y algodón, y también para la sociedad. En concreto, Tejeda et al. (2021) mencionan que las ganancias para la sociedad argentina ascienden a 159 mil millones de dólares en el periodo 1996 – 2020. Autores de otros países como Schaeffer & Nakata, 2015; Schneider et al., 2023; Miroshnichenko et al., 2024; Boomika et al., 2025; Foster et al. (2009); Rajan et al. (2025) evidenciaron también efectos benéficos que semillas de algodón, maíz y papa editadas genéticamente mediante

procesos CRISPR Cas son más resistentes al estrés climático y a los ataques de insectos y enfermedades.

CONCLUSIÓN

En el Perú se logra una productividad en algodón mayor a la mundial pero inferior a la de los líderes. En maíz y papa estamos por debajo del promedio mundial y muy lejos de los líderes mundiales. La brecha de productividad puede cubrirse rentablemente con semillas editadas genéticamente como se ha probado en la investigación a nivel de la finca y a nivel nacional. El año 2034 concluye el plazo de la moratoria para la comercialización de semillas modificadas genéticamente en Perú y el estado debe contar con información científica sobre las ventajas económicas de estas semillas. La aceptación o rechazo de una tecnología por parte de los productores puede determinar su éxito o su fracaso, de ahí la importancia de realizar campañas informativas con contenido científico, en forma objetiva, para desterrar mitos y despejar interrogantes.

REFERENCIAS

- Anderson, M. de las M., Gómez, R., Diez, R. y Linares, A. (2021). Competitividad de Perú y Sudamérica en la producción de arroz (*Oryza sativa*) y Papa (*Solanum tuberosum*). *Anales Científicos*, 82(1):11-21. DOI:10.21704/ac.v82i1.1737
- Boomika, V., Aneesa Rani, M.S., Selvaraj, K. S. V., Vethamoni, P. I, Kalaiyarasi R., & Geetha P. (2025). Cisgenics–An advanced breeding technique for Fruit crop amelioration. *Euphytica*, 22(7):112. DOI: 10.1007/s10681-025-03555-y
- Canales Salinas, R. J. (2015). Criterios para la toma de decisión de inversiones. *Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas Abriendo Camino al Conocimiento*, 3(5) <https://revistacienciaseconomicas.unan.edu.ni/index.php/REICE/article/view/74>
- Corella, D. y Ordovas, J.M. (2017). Conceptos básicos en biología molecular relacionados con la genética y la epigenética. *Revista Española de Cardiología*, 70(9): 744-753. DOI: 10.1016/j.recesp.2017.02.034
- Diario oficial El Peruano – Normas Legales; Ley N° 29811 Ley que establece la moratoria al ingreso y producción de organismos vivos modificados al territorio nacional por un periodo de 10 años.
- Devaux, A., Ordinola, M.E., Hibon, A. & Flores, R. (2010). El sector papa en la región andina. Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). Centro Internacional de la papa. https://books.google.com.pe/books?id=jePXEL-GXJIC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Diez, R., Gómez, R.; 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 Perú. *Fórum Empresarial*, 18(1):27-56. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6230304>
- Diez, R.; Gómez, R.; Linares, A. (2018). Rentabilidad de la innovación genética en maíz amarillo duro (*Zea mays* L. var *indurata*) y papa blanca (*Solanum tuberosum*) en el Perú. *Enfoque*, (2), 43-74. <https://www.redalyc.org/pdf/631/63129311002.pdf>
- FAOSTAT. Página web. (13 de agosto 2020)
- Figuerola, L., Diez, R. A., Gómez, R. M., & Linares, A. J. (2019). Beneficios económicos de la semilla certificada en la producción de arroz (*Oryza sativa*) en Perú. *Anales Científicos*, 80(2): 437-451. DOI: 10.21704/ac.v80i2.1459
- Foster, S.J., Park, T.-H., Pel, M., Brigneti, G., Sliwka, J., Jagger, L., van der Vossen, E. & Jones, J.D.G. (2009). Rpi-vnt1.1, a Tm-2(2) homolog from *Solanum venturii*, confers resistance to potato late blight, *Molecular Plant - Microbe Interactions*, 22(5):589-600. DOI: 10.1094/MPMI-22-5-0589.
- Gómez Ocorima, R., Diez Matallana, R., Anderson-Seminario, M., & López García, P. (2021). Riesgo en la agricultura: el caso de la papa (*Solanum tuberosum*) en Ayacucho y Lima. *Anales Científicos*, 82(2):279-287. DOI: 10.21704/ac.v82i2.1790
- Lacchini, E., Kiegle, E., Castellani, M., Adam, H., Jouannic, S., Gregis, V. & Kater, M. M. (2020). CRISPR-mediated accelerated domestication of African rice landraces. *PLoS ONE*, 15(3): e0229782. DOI: 10.1371/journal.pone.0229782

Matta, J.G. (2016). Efectos económicos de la liberación de semilla de algodón Bollgard II en Cañete, Región Lima. [Tesis de economista. Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/46ea3d65-d51c-41d2-8618-9b29c67f67de>

Maza, S., Gómez-Oscorima, R., Diez-Matallana, R., Fernández-Northcote, E.N. (2022). Metodologías de evaluación ex - ante de los beneficios económicos de la biotecnología en el cultivo de papa en Perú. *Anales Científicos*. 84(1):1-19. DOI:10.21704/ac.v84i1.1958

Miroshnichenko, D., Klementyeva, A., Sidorova, T., Pushin, A.S., Dolgov, S. (2024). Genetic Transformation of Potato without Antibiotic - Assisted Selection. *Horticulturae*, 10(3), 222. DOI: 10.3390/horticulturae10030222

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 de economista. Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/16444ff6-2a38-4b32-a03d-0af33f7b92ec>

Portela-Dussán, D.D., Chaparro-Giraldo, A., López-Pazos, S.A. (2013). La biotecnología de *Bacillus thuringiensis* en la agricultura. *NOVA Publicación científica en Ciencias Médicas*, 11(20): 87-96. <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v11n20/v11n20a09.pdf>

Rajan, A., Ravendran, M., Shanmugam, V., A, S., Mannu, J. & Eswaran, K. (2025). Harnessing CRISPR-Cas for Stress Tolerance and Yield Improvement in Cotton. *ACS Agricultural Science and Technology*, 5(12). DOI: 10.1021/acscagstech.5c00415

Schaeffer, S.M. & Nakata, P.A. (2015). CRISPR/Cas9-mediated genome editing and gene replacement in plants: Transitioning from lab to field. *Plant Science*, 240: 130-142. DOI: 10.1016/j.plantsci.2015.09.011

Schneider, K., Barreiro-Hurle, J., Vossen, J., Schouten, H.J., Kessel, G., Andreasson, E., Kieu, N. P., Strassemeyer, J., Hristov, J. & Rodriguez-Cerezo, E. (2023). Trends in Biotechnology, 41(8): 1027-1040. DOI: 10.1016/j.tibtech.2023.02.005


SIEA [Sistema Integrado de Estadística Agraria]. Página web. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. https://siea.midagri.gob.pe/siea_bi/

Tejeda, A., Rossi, S., Jorge, N. & Trigo, E. (2021). 25 years of genetically-modified crops in argentine agriculture. *Bolsa de cereales*. <https://www.argenbio.org/component/jdownloads/?task=download.send&id=107&catid=3&m=0&Itemid=101>

Trigo, E. 2016. Veinte años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina. *Argenbio*. Buenos Aires, Argentina. 43 pp. <https://www.fiba.org.ar/wp-content/uploads/2016/12/informe20gm.pdf>

Weers, B., Phillips, J., Niu, X., Schussler, J.R., Habben, J.E. (2024). Genome edited zm-D8 reduced stature maize hybrids have improved climate resilience and competitive yields. *Field Crops Research*, 317, 1: 109527. DOI: 10.1016/j.fcr.2024.109527

Zevallos, R. (2017). Impacto de la aplicación de semilla mejorada sobre la rentabilidad de los principales productos agrícola en el Perú. [Tesis de Maestría. Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/b71c1f67-6ca8-446f-933a-3cb931ec155c>

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons .