

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

ISSN en línea: 2789-3855, 2025, Volumen VI

**Sostenibilidad de la producción de maíz amarillo
duro (*Zea mays* L.) con semilla certificada en el
Bajo Piura, Perú**

Sustainability of production of hard yellow corn (*Zea mays* L.)
with certified seed in Bajo Piura, Peru

Diana Elizabeth Rodríguez Valdez

coordinador_tirfaal@inia.gob.pe
<https://orcid.org/0009-0009-9087-3537>
Instituto Nacional de Innovación Agraria
Lima – Perú

Oscar Fernando Navarro Angeles

na_oscar@lamolina.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-8243-2733>
Universidad Nacional Agraria La Molina
Lima – Perú

Ramón Alberto Díez 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

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i3.3996>

Artículo recibido: 16 de mayo de 2025

Aceptado para publicación: 29 de mayo de 2025.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.


Redilat
Red de Investigadores
Latinoamericanos

NÚMERO

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i3.3996>

Sostenibilidad de la producción de maíz amarillo duro (*Zea mays L.*) con semilla certificada en el Bajo Piura, Perú

Sustainability of production of hard yellow corn (*Zea mays L.*) with certified seed in Bajo Piura, Peru

Diana Elizabeth Rodríguez Valdez

coordinador_tirfaa1@inia.gob.pe
<https://orcid.org/0009-0009-9087-3537>
Instituto Nacional de Innovación Agraria
Lima – Perú

Ramón Alberto Díez Matallana¹

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

Oscar Fernando Navarro Angeles

na_oscar@lamolina.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-8243-2733>
Universidad Nacional Agraria La Molina
Lima – Perú

Artículo recibido: 16 de mayo de 2025. Aceptado para publicación: 29 de mayo de 2025.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

El maíz amarillo duro es el principal cultivo de los agricultores del Valle del Bajo Piura, por ello el objetivo fue determinar la mejora en sostenibilidad a través del cálculo de las variaciones en los beneficios económicos empleando el Modelo de Presupuesto Parcial), sociales con el Modelo de Cambio de Excedentes y ambientales aplicando el Modelo de Cambio en el Cociente de Impacto Ambiental, derivados de la siembra de semilla certificada de maíz amarillo duro (*Zea mays L.*) en este valle. Se encuestó a 70 productores de maíz amarillo duro para obtener datos de producción y costos. Se obtuvo un Índice de Beneficio Costo Marginal de 1.17, con 80.2% de escenarios positivos. Los consumidores incrementan excedentes en 45.8 millones de soles, los productores en 89.5 millones y el excedente social crece en 135 millones. Para el Perú, la inversión en generación y transferencia de una semilla certificada de maíz amarillo duro de alto rendimiento es rentable, pues el VAN asciende a 128 millones de soles, en un 95% de escenarios positivos, con una TIR de 103%. El Cociente de Impacto Ambiental (EIQ=Environmental Impact Quotient) se reduciría en 73.6% al usar semilla certificada en la producción de maíz amarillo duro en el Valle del Bajo Piura, por el menor uso de pesticidas.

Palabras clave: cociente de impacto ambiental, maíz amarillo duro, modelo de excedentes,


¹ Autor de correspondencia.

presupuesto parcial, semilla certificada

Abstract

Hard yellow corn is the main crop for farmers in the Lower Piura Valley. The objective was to determine the improvement in sustainability by calculating variations in economic benefits using the Partial Budget Model, social benefits using the Surplus Change Model, and environmental benefits using the Environmental Impact Quotient Change Model, derived from the planting of certified hard yellow corn (*Zea mays* L.) seed in this valley. Seventy hard yellow corn producers were surveyed to obtain production and cost data. A Marginal Benefit Cost Index of 1.17 was obtained, with 80.2% positive scenarios. Consumers increase surpluses by 45.8 million soles, producers by 89.5 million, and the social surplus grows by 135 million soles. For Peru, investing in the generation and transfer of certified high-yield hard yellow corn seed is profitable, as the NPV amounts to 128 million soles in 95% of positive scenarios, with an IRR of 103%. The Environmental Impact Quotient (EIQ) would be reduced by 73.6% by using certified seed in the production of hard yellow corn in the Lower Piura Valley, due to the reduced use of pesticides.

Keywords: environmental impact quotient, hard yellow corn, surplus model, partial budget, certified seed

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

Cómo citar: Rodríguez Valdez, D. E., Diez Matallana, R. A., Gómez Oскорima, R. M., & Navarro Angeles, O. F. (2025). Sostenibilidad de la producción de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) con semilla certificada en el Bajo Piura, Perú. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 6 (3), 880 – 898. <https://doi.org/>

INTRODUCCIÓN

El maíz amarillo duro es uno de los cereales de mayor importancia económica a nivel mundial pues la producción mundial bordea los 1070 millones de toneladas, siendo los principales productores Estados Unidos (372 millones de toneladas), China (256 millones) y Brasil (94,5 millones). El maíz amarillo duro es el principal insumo de la industria avícola y fuente de empleo para muchas personas, según Reyna-Delgado et al. (2024), por ello requiere una buena semilla para que su producción sea sostenible, económica, social y ambientalmente. Al respecto, según la Ley General de Semillas de Perú, una semilla certificada garantiza su procedencia y ser una variedad mejorada, obtenida por centros de investigación dedicados al mejoramiento genético, con pureza varietal y física, alto porcentaje de germinación y ausencia de enfermedades (Sierra et al., 2016). El uso de semillas certificadas de variedades mejoradas, principalmente híbridos, es uno de los factores fundamentales para aumentar la productividad, mejorar el rendimiento y la calidad de la producción agrícola y, así, aumentar los ingresos de los agricultores (Dokyl et al., 2021; Diez Matallana et al., 2022; Oladipo et al., 2022). La semilla certificada podría incrementar los rendimientos del cultivo entre 10% y 30% (Bogdanović et al., 2015). Según Narro (2021), el criterio más importante en la semilla certificada de maíz amarillo duro (MAD) es el rendimiento potencial del híbrido y su adopción está directamente relacionada con la producción y comercialización de la semilla. Sin embargo, según Pinedo-Taco (2023) sólo un 10% de los agricultores adquiere semilla de calidad supervisada por la autoridad en semillas. En el caso del maíz amarillo duro sólo el 6.3% de la superficie sembrada, unas quince mil hectáreas a nivel nacional son atendidas con semilla certificada (MIDAGRI, 2021). En Perú, la producción de maíz es importante por: (i) contribuyó con 3,7% del Valor Bruto de la Producción Agropecuaria (236.5 millones de dólares) en 2018, (ii) demanda importante cantidad de mano de obra y (iii) la superficie de siembra (250 mil hectáreas (MINAGRI 2020). El norte del país tiene el mayor peso en la producción, ya que aporta 70% del total nacional y concentra 40% del área sembrada (Diez et al., 2017). Perú requiere anualmente 4,8 millones de toneladas de maíz amarillo duro para satisfacer la demanda de la industria avícola sin embargo, el año 2018, la producción nacional de maíz amarillo duro sólo fue 1,3 millones de toneladas (MINAGRI, 2019), cubriendo 27% de la demanda nacional, necesitando importar de Estados Unidos, Argentina, Brasil y Bolivia 3,5 millones de toneladas (AGRODATA, 2018) para atender más del 70 % de la demanda (Narro et al., 2021). En 2019, la superficie sembrada se redujo debido al deterioro de los precios al productor y a los altos costos de producción, lo que desalentó aumentar la siembra de dicho cultivo (MINAGRI, 2019). Asimismo, Perú tiene rendimientos por hectárea menores a los de los principales países productores. El rendimiento promedio nacional en 2020 fue de 4.8 t/ha (MIDAGRI, 2021). El MAD es un cultivo de importancia económica y social para la región Piura pues 20 mil unidades agrícolas se dedican a esta actividad productiva en algo más de 16 mil ha, principalmente en el Valle del Bajo Piura, que aporta 58 % de la producción regional con 6450 hectáreas sembradas y 7 mil productores con un rendimiento de 4 a 5 toneladas por hectárea (DRAP 2018), superior al de la Región Piura (3.7) pero inferior al de Lambayeque (6.6), La Libertad (8.5), Lima (9.3) e Ica (9.4). Para enero-marzo de 2019, el rendimiento de la Región Piura se situó en 3.4 toneladas por hectárea, debido al uso de semilla no certificada, lo que provoca bajos ingresos para los productores (SIEA 2017; MINAGRI 2019). La producción de MAD sustenta la economía en el Bajo Piura, según la Agencia Agraria de Piura y la Junta de Usuarios del Sector Hídrico del Medio y Bajo Piura, y los distritos con mayor superficie cosechada son La Arena (1978 ha), Catacaos (1261 ha) y La Unión (806 ha) (Dirección Regional Agraria Piura, 2018). Los precios de maíz en chacra están vinculados al precio internacional del producto, por lo que son volátiles, así el precio en chacra más alto por tonelada se registró en 2016, con US\$282; y se redujo en 2018 a US\$260, debido a existencias de maíz en el mercado mundial, que redujo los precios mundiales y arrastró a la baja los precios en chacra (MINAGRI 2019). El precio de importación de maíz para el año 2018 se cotizó en 197 dólares por tonelada (MINAGRI 2019), mostrando que la producción nacional no es competitiva en el mercado mundial. La producción agrícola es una actividad de riesgo (Gómez et al., 2021), caracterizada por el hecho de que su

rendimiento es una variable aleatoria influenciada por factores climáticos, precios de insumos agrícolas, tecnología, y la oferta es afectada por el comportamiento de los mercados mundiales y locales y las políticas gubernamentales (USDA 2018). En consecuencia, evaluar la realidad agrícola demanda, según Maza et al. (2023), un enfoque probabilístico para determinar la rentabilidad de las actividades económicas, considerando el riesgo y la variabilidad de los parámetros del modelo. Los modelos probabilísticos permiten realizar simulaciones de Monte Carlo, que proporcionan la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno, y los resultados esperados. Así, Escalante (2018), determinó la rentabilidad del híbrido INIA 619 – Megahíbrido, con la metodología de Presupuesto Parcial en entorno de riesgo para calcular los beneficios económicos de los productores de maíz al adoptar dicha semilla. Diez Matallana et al. (2022), midieron los beneficios económicos del uso de semilla certificada en la producción de arroz en el norte del Perú calculando la rentabilidad de la semilla certificada de arroz con el método de Presupuesto Parcial en un entorno de riesgo para obtener el índice de beneficio costo marginal y para medir los beneficios sociales emplearon el modelo de excedente económico, de Alston et al. (1995) y arribaron a resultados relevantes de medición de los cambios en sostenibilidad que según Zarta Ávila (2021) se entiende como el fortalecimiento de la rentabilidad que garantiza la viabilidad económica de las unidades agrícolas, de la mejora en equidad, a través de la medición de los cambios en excedentes y de la mejora en sostenibilidad ambiental a través de la medición de los cambios en el Cociente de Impacto Ambiental (EIQ por su denominación en inglés Environmental Impact Quotient). Por tanto, el problema de investigación es verificar si la semilla certificada de maíz amarillo duro mejorará la sostenibilidad de las unidades productoras de maíz amarillo duro. De ahí el objetivo general: determinar las mejoras en sostenibilidad, entendida como el logro de beneficios económicos, sociales y ambientales por el uso de semilla certificada de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) en el Bajo Piura. Las preguntas específicas son: 1) ¿Cuál será el impacto en rentabilidad por hectárea de maíz amarillo duro de emplear semilla certificada? 2) ¿Cuál será el impacto en el bienestar económico de productores, consumidores y de la sociedad de la siembra de la semilla certificada de maíz amarillo duro? 3) ¿Cuál será el impacto en el ambiente de la siembra de la semilla certificada de maíz amarillo duro?

METODOLOGÍA

Con un enfoque cuantitativo, se diseñó una investigación de corte transversal sobre los impactos en la sostenibilidad de la producción de maíz amarillo duro de la masificación del uso de semilla certificada en el Valle del Bajo Piura, en la provincia de Piura, norte del Perú, principal valle maicero de la región Piura, que representa entre el 40% y el 50% (6458 hectáreas) de la superficie sembrada en la región, según estadísticas de DRAP (2018). La información de producción y costos se obtuvo encuestando a 70 pequeños productores (3 a 5 hectáreas) del Valle del Bajo Piura con muestreo no probabilístico.

Hipótesis: El uso de semilla certificada de maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) generaría un aumento significativo de la sostenibilidad incrementando los beneficios económicos, sociales y ambientales en el Valle del Bajo Piura.

Modelo de Presupuesto Parcial: Se utilizó para evaluar los impactos económicos en los ingresos y costos del proceso de producción de maíz amarillo duro a corto plazo, siguiendo a Diez et al. (2022) al reemplazar el uso de semilla no certificada por semilla certificada. El Índice de Beneficio Costo Marginal (IBCM) de la inversión en un entorno de riesgo se calculó en @Risk, que utiliza la técnica de simulación de Monte Carlo para el análisis de riesgos que permite calcular las probabilidades de ocurrencia de escenarios favorables y desfavorables, mediante la simulación de las variables probabilísticas, a las que se asigna una distribución de probabilidad adecuada. El costo de la semilla, fertilizantes, plaguicidas, el rendimiento por hectárea y el precio en chacra se consideraron como variables de entrada (input variables); y como variables de salida (output variables), se obtuvieron el Índice de Beneficio Costo Marginal (IBCM) y el aumento del margen de ganancia (Figuerola et al., 2019).

La Tabla 1 muestra la comparación de los costos de producción y la rentabilidad esperada de la producción de maíz amarillo duro con semilla certificada y no certificada en el Bajo Piura. Se observa un aumento del 51.7% por la compra de semilla certificada; en mano de obra en la cosecha, un aumento del 11.3%, por mayores gastos de cosecha, pues aumenta en 29% el rendimiento de la producción con semilla certificada. Según los especialistas de la Agencia Agraria de Piura, la producción de MAD con semilla certificada de alta calidad presenta mejor germinación y es más uniforme, lo que explica el mayor rendimiento. Las semillas certificadas suelen requerir más fertilizantes químicos y mano de obra para obtener un rendimiento óptimo (Dokyl et al., 2021). Eso coincide con lo observado en el Bajo Piura: Los costos crecen por el mayor gasto en fertilizantes (48.4%), pues la producción de MAD con semilla certificada requiere fertilización adecuada para lograr el rendimiento esperado, pero, el gasto en plaguicidas, se reduce en 46.6% con la semilla certificada, porque, al ser semilla de alta calidad genética, sin bacterias ni hongos, y resistente al ataque de plagas y enfermedades, hace innecesario usar muchos pesticidas.

Tabla 1

Presupuestos por hectárea de producción de MAD en el Bajo Piura (S/)

Concepto	Semilla No Certificada	Semilla Certificada	Incrementos (%)
Semilla (US\$)	124.77	189.29	51.7%
Mano de obra (US\$)	467.60	467.60	0%
Mano de obra en cosecha (US\$)	328.57	365.71	11.3%
Fertilizantes (US\$)	361.91	537.14	48.4%
Pesticidas (US\$)	282.86	151.14	-46.6%
Mecanización agrícola (US\$)	95.23	95.23	0%
Agua (US\$)	69.06	69.06	0%
Costos directos (US\$)	1,730.00	1,875.20	8%
Costos indirectos (US\$)	119.06	119.06	0%
Costo total (US\$)	1,849.06	1,994.23	8%
Rendimiento (kg por hectárea)	8,142.00	10,500.00	29%
Precio promedio (US\$ por kilo)	0.37	0.37	0%

Fuente: Información obtenida con encuesta a 70 productores de MAD del Bajo Piura.

Modelo de Excedente Económico: Empleado para evaluar el potencial de mejorar el bienestar económico de los productores, de los consumidores y de la sociedad en conjunto por la nueva tecnología: semilla certificada a largo plazo, medido como el incremento en el excedente económico de productores, consumidores y de la sociedad en su conjunto. La información de costos se obtuvo del Modelo de Presupuesto Parcial. Las ecuaciones para calcular el excedente económico son:

$$\Delta EC = P_0 Q_0 Z (1 + 0.5Z\eta)$$

$$\Delta EP = (K - Z)P_0 Q_0 (1 + 0.5Z\eta)$$

$$\Delta ES = \Delta EP + \Delta EC$$

$$K = \left[\frac{\Delta Y}{\varepsilon} - \frac{\Delta C}{(1 + \Delta Y)} \right] A \times R \times D$$

Donde: ΔEC : Cambio en excedente de consumidor. ΔEP : Cambio en excedente de productor. ΔES : Cambio en excedente social. P_0 : Precio inicial sin cambio tecnológico. Q_0 : Cantidad inicial sin innovación. C_0 : Cantidad consumida sin innovación. η : Valor absoluto de la elasticidad precio de la demanda por maíz amarillo duro. K : Tamaño proporcional del desplazamiento de la oferta. Z : Reducción en precio, relativo al valor inicial debido al cambio producido en la oferta. ϵ : Elasticidad precio de la oferta de maíz amarillo duro. ΔY : Variación de los rendimientos respecto al valor inicial debido a la adopción de semilla certificada de MAD. ΔC : Variación en costos, respecto al valor inicial generado por la innovación tecnológica. TA : Tasa de adopción. D : Tasa de Depreciación. R : Probabilidad de éxito de la innovación tecnológica, se considera 1 por eso no aparece en las fórmulas.

Como variables de entrada (input variables, probabilísticas): variación en el rendimiento, variación en el costo de los insumos, precio al consumidor y costos de investigación para el desarrollo y la transferencia de una semilla certificada de MAD.

Como variables de salida (output variables): Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno, variación en el excedente del consumidor, excedente del productor y la sociedad en su conjunto.

La evaluación de los impactos económicos a largo plazo (en un horizonte de 12 años) del uso extendido de semilla certificada de maíz amarillo duro en el Bajo Piura se realizó con estos criterios y supuestos:

Probabilidad promedio de éxito del 90%, considerada para innovaciones tecnológicas.

Tasa de adopción: se consideró la evolución de Rogers (1983).

Tasa de depreciación (D): se considera que no hay depreciación por tratarse de una tecnología nueva, según la estructura del modelo de Alston et al. (1995).

K_{máx}: el desplazamiento de la curva de oferta que adopta un valor inicial de 0.0150 (2.8 % de adopción) y asciende hasta 0.4290 (80 % de adopción). Estos valores resultan de multiplicar el cambio neto en los costes de los insumos, la probabilidad de éxito, la tasa de adopción y la tasa de depreciación.

Z , es la variación del precio del MAD debido al uso de semilla certificada desde el primer año.

Precio esperado del maíz amarillo duro al consumidor, se calcula considerando los precios del maíz amarillo duro reportados en el Sistema Integrado de Ofertas y Precios (SISAP) del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. Precio esperado = 0.51 (US\$/kg).

Cantidad de producción esperada de maíz amarillo duro en el Bajo Piura: 29591 toneladas.

Costo de investigación y difusión de semilla certificada: se toma las cifras de Schiek et al. (2016).

Costo de transferencia de tecnología: 250 mil soles anuales durante 3 años.

Se considera una economía cerrada según Falck-Zepeda (2010), ya que la producción de maíz amarillo duro se destina al mercado interno.

Se considera la Tasa de Descuento Social (TSD) del 8% para proyectos de inversión, según la normativa vigente (Directiva n.° 002-2017-EF/63.01).

La simulación se realizó en @Risk.

Cociente de Impacto Ambiental (EIQ por su nombre en inglés Environmental Impact Quotient): Permite medir el impacto ambiental de un agente químico. Se calculó cuánto se reduce el daño al reducir el uso

de un agente químico de control fitosanitario. Para el cálculo del EIQ, se consideró los plaguicidas usados en la producción de maíz amarillo duro.

Se tomó en cuenta el total de hectáreas cultivadas en Piura, el tipo de plaguicida utilizado, la dosis aplicada y el número de aplicaciones. La información para determinar el impacto ambiental del uso de semillas certificadas y no certificadas se recopiló mediante una encuesta a 70 productores de MAD en el Bajo Piura con un muestreo no probabilístico. Considerando que se conoce el valor del EIQ de los principales insecticidas, según datos del Programa de Manejo Integrado de Plagas de la Universidad de Cornell, el EIQ se calculó en campo con base en la información de las encuestas y las fichas técnicas de los insecticidas.

$EIQ_{\text{campo}} = EIQ * (\% \text{ componente activo}) * (\text{Dosis}) * (\text{Número de aplicaciones})$

Con los datos obtenidos, se realizó una comparación entre el EIQ calculado para la semilla no certificada y la semilla certificada de maíz amarillo duro, lo que permitió determinar qué semilla reduce el uso de insecticidas y, por lo tanto, el impacto ambiental.

Tabla 2

Impacto ambiental del cultivo de maíz amarillo duro (MAD) en Piura (2020-2032)

Año	Área cosecha- da (ha)	Con semilla no certificada									
		Chlorpyrifos					Thiodicarb				
		Dosis* (L/ha)	Aplica- ciones /año)	EIQ (EIQ/ha)	Ingre-diente activo %	Dosis* (L/ha)	Aplica- ciones /año)	EIQ (EIQ/ha)	Ingre- diente activo %	Impacto EIQ de SNC	
2020	11,061	1	4	26.9	48	0.5	2	23.3	37.5	667,937.30	
2021	10,527	1	5	26.9	48	0.5	2	23.3	38.5	635,651.26	
2022	9,992	1	6	26.9	48	0.5	2	23.3	39.5	603,365.22	
2023	9,457	1	7	26.9	48	0.5	2	23.3	40.5	571,079.18	
2024	8,923	1	8	26.9	48	0.5	2	23.3	41.5	538,793.14	
2025	8,388	1	9	26.9	48	0.5	2	23.3	42.5	506,507.10	
2026	7,853	1	10	26.9	48	0.5	2	23.3	43.5	474,221.06	
2027	7,319	1	11	26.9	48	0.5	2	23.3	44.5	441,935.01	
2028	6,784	1	12	26.9	48	0.5	2	23.3	45.5	409,648.97	
2029	6,249	1	13	26.9	48	0.5	2	23.3	46.5	377,362.93	
2030	5,715	1	14	26.9	48	0.5	2	23.3	47.5	345,076.89	
2031	5,180	1	15	26.9	48	0.5	2	23.3	48.5	312,790.85	
2032	4,645	1	16	26.9	48	0.5	2	23.3	49.5	280,504.81	
Acumulado											6,164,873.72
Año	Área cosecha- da (ha)	Con semilla certificada									
		Dosis* (L/ha)	Aplica- ciones /año)	EIQ (EIQ/ha)	Ingre-diente activo %	Dosis* (L/ha)	Aplica- ciones /año)	EIQ (EIQ/ha)	Ingre- diente activo %	Impacto EIQ de SC	
2020	11061									667937.3	
2021	295	0.25	4	26.9	48	0.25	2	23.3	37.5	5093.39	
2022	1599	0.25	4	26.9	48	0.25	2	23.3	37.5	27626.77	
2023	4729	0.25	4	26.9	48	0.25	2	23.3	37.5	81713.96	
2024	7138	0.25	4	26.9	48	0.25	2	23.3	37.5	123350.8	
2025	6710	0.25	4	26.9	48	0.25	2	23.3	37.5	115959.26	
2026	6283	0.25	4	26.9	48	0.25	2	23.3	37.5	108567.73	
2027	5855	0.25	4	26.9	48	0.25	2	23.3	37.5	101176.19	
2028	5427	0.25	4	26.9	48	0.25	2	23.3	37.5	93784.65	
2029	4999	0.25	4	26.9	48	0.25	2	23.3	37.5	86393.12	
2030	4572	0.25	4	26.9	48	0.25	2	23.3	37.5	79001.58	
2031	4144	0.25	4	26.9	48	0.25	2	23.3	37.5	71610.05	
2032	3716	0.25	4	26.9	48	0.25	2	23.3	37.5	64218.51	

Simulación de Monte Carlo y software @Risk. El método de Monte Carlo es uno de los métodos de simulación más efectivos. La aleatoriedad de este muestreo implica la obtención de muestras de diversas partes de la distribución de probabilidad, que son fiables si se realiza un gran número de iteraciones, ya que se genera un gran número de iteraciones de escenarios. Para este método, es esencial determinar las variables probabilísticas según el modelo específico y los objetivos de la investigación. La simulación de Monte Carlo proporciona la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno, así como los resultados esperados (Da Silva, 2017; Guillén et al., 2017). La simulación se realizó para un horizonte de 12 años y con 10.000 iteraciones en el software de análisis de riesgos @Risk, un complemento de Excel.

RESULTADOS

Rentabilidad de la semilla certificada de maíz amarillo duro

El rendimiento promedio esperado con semilla no certificada es de 8.1 t/ha con un costo de producción esperado de S/ 6,471.70 por hectárea, que considera un precio promedio en chacra esperado de S/ 1.30 por kilo, con lo cual se calcula un ingreso bruto esperado por hectárea de S/ 10,584.60 y el margen bruto de utilidad esperado es de S/ 4,112.90. El costo de producción esperado por kilo se calcula en S/ 0.80.

El incremento en el rendimiento de la producción de MAD por reemplazar semilla no certificada por semilla certificada es de 29% con un aumento en el margen de ganancia de 62.2%, esto refleja un aumento significativo en la utilidad percibida por el productor agrícola del valle del Bajo Piura. En cuanto a la rentabilidad (como proporción de la ganancia sobre los costos de producción), es mayor con el uso de semilla certificada, 96%, mientras que con semilla local no certificada es de 64% (Tabla 3).

Tabla 3

Comparativo de rentabilidad por hectárea de producción de MAD en el Bajo Piura (US\$)

Detalle	Semilla No Certificada	Semilla Certificada	Incrementos (%)
Costo total por hectárea (US\$)	1,849.06	1,994.23	7.9
Rendimiento (kg por hectárea)	8,142.00	10,500.00	29
Precio promedio (US\$ por kilo)	0.37	0.37	0
Ingreso Bruto (US\$)	3,024.17	3,900.00	29
Margen bruto de beneficio (US\$)	1,175.11	1,905.77	62.2
Margen bruto de beneficio (%)	64%	96%	32%

Fuente: Información obtenida con encuesta a 70 productores de MAD del Bajo Piura.

En la Tabla 4 se observa que el aumento del Margen Bruto de Beneficio en dólares por hectárea de la producción de maíz amarillo duro en el Bajo Piura es positivo en 80.2% de los escenarios, y puede alcanzar valores entre 0 y US\$ 4464.81, con un valor promedio de US\$ 846.50. El riesgo o probabilidad de no obtener incrementos en el margen bruto de beneficio es del 19.8%. El beneficio total por la adopción y el uso extendido de semilla certificada MAD se registra en US\$6702.23 y el costo total asciende a US\$5015.40. La evaluación económica arroja un Índice Beneficio Costo Marginal de 1.17, lo que significa que por cada dólar que el productor invierte en el uso de semilla certificada en la producción de MAD, obtendrá 17 centavos de dólar de ingresos adicionales, con un aumento del margen de US\$846.50 por hectárea.

El índice beneficio costo marginal resultante de la simulación de Monte Carlo indica que existen un 80.2% de escenarios positivos para los productores que abandonan la semilla no certificada y utilizan

semilla certificada, con un valor promedio de 1.17, un mínimo de 0.78 y un máximo de 2.10; por cada sol invertido en la nueva semilla certificada, se obtiene una rentabilidad marginal de 17 centavos de sol.

La probabilidad de no obtener mayores beneficios económicos con semilla certificada es 19.8% (Tabla 4).

Tabla 4

Beneficio Costo Marginal e Incremento del Margen Bruto

Concepto	Valor (US\$)
Beneficios	
Nuevos ingresos (semilla certificada) (US\$)	4,545.00
Costos Abandonados (Semilla Común) (US\$)	1,849.06
Beneficios totales (US\$)	6,394.06
Costos	
Ingresos Abandonados (semilla común) (US\$)	3,024.17
Costos Nuevos (semilla certificada) (US\$)	1,994.23
Costos totales (US\$)	5,018.40
Beneficio Costo Marginal Esperado	
- Mínimo	0.7877
-Promedio	1.18
- Máximo	2.10
- Desviación Standard	0.21
- Escenarios positivos	80.2%
- Escenarios negativos	19.8%
Incremento de Margen Bruto Esperado (US\$)	
- Mínimo	- 1,340.77
-Promedio	729.86
- Máximo	3,831.27
- Desviación Standard	2,898.97
Incremento del Margen Bruto Esperado (%)	
Promedio	62%

Cambios en los Excedentes de Productores y Consumidores

Las Tablas 5 a 8 muestran la evolución de las variables afectadas por la liberación y uso de semilla certificada de maíz amarillo duro con una proyección de 12 años. En los años con información idéntica, se coloca puntos.

La Tabla 5 muestra la elasticidad precio de la demanda (η) y de la oferta (ρ), el cambio en el rendimiento por hectárea (CR), el cambio en costos de los insumos (CCI) y variables derivadas como el cambio equivalente en los costos (CEC) (calculado como el cociente del cambio en los costos de los insumos y la diferencia entre la elasticidad precio de la demanda y el cambio en el rendimiento por hectárea), el cambio equivalente en el rendimiento (CER) (cociente entre el cambio en el rendimiento por hectárea y la elasticidad precio de la oferta), el K potencial o cambio neto de los costos de los insumos (diferencia entre el cambio equivalente en el rendimiento y el cambio equivalente en los costos), y la probabilidad de éxito de la tecnología (π) (semilla certificada de maíz amarillo duro).

Tabla 5

Evolución de las variables de MAD con semilla certificada (2020-2032)

Año	1	2	3	4 = CR/ρ	5	6 = CCI / (CER)	7=CER-CEC	8
	(η)	(ρ)	CR	CER	CCI	CEC	(K Potencial)	π
2020								
2021	0.80	0.41	0.29	0.71	0.08	0.11	0.60	0.90
2022	0.80	0.41	0.29	0.71	0.08	0.11	0.60	0.90
.
.
.
2032	0.80	0.41	0.29	0.71	0.08	0.11	0.60	0.90

La Tabla 6 muestra la tasa de adopción (TA) de la semilla certificada. Para el primer año, 2.8% de los productores adoptarán la nueva semilla, para el segundo año, la tasa de adopción alcanza 16%, el tercer año 50% y para el cuarto año 80%.

La tasa de adopción no llega al 100% dado que nuevas semillas aparecen y reemplazan las actuales.

Tabla 6

Evolución de variables de MAD con Semilla certificada (2020-2032)

Año	9 (Rogers)	10	11=Kpot* π *TA*D	12=((Kmax*ρ)/(η+ρ))	13	14
	TA	D	Kmax	Z	Precio (S/t)	Cantidad(t)
2020						
2021	0,028	1	0,0150	0,0051	1787	29591,00
2022	0,16	1	0,0858	0,0291	1787	29591,00
2023	0,5	1	0,2681	0,0909	1787	29591,00
2024	0,8	1	0,4290	0,1454	1787	29591,00
.
.
.
2032	0,8	1	0,4290	0,1454	1787	29591,00

El Kmax representa el impacto sobre los costos, resultado de multiplicar el cambio neto de costo de insumos por la probabilidad de éxito de la tecnología, la tasa de adopción y la tasa de depreciación.

Z representa el impacto del desplazamiento en la curva de oferta, resultado de dividir el producto de Kmax por la elasticidad precio de la oferta por la suma de las elasticidades; precio por tonelada de MAD en el mercado y la cantidad esperada producida.

La Tabla 6 muestra la evolución anual de los excedentes de consumidor (CEC), productor (CEP) y social (CES).

Se observa que los productores son beneficiados desde el primer año por la adopción de la semilla certificada de MAD, dado que logran un incremento del ingreso que va desde US\$150,300 a 15 US\$4.28 millones con una adopción máxima de 80% en el cuarto año.

Los consumidores también se benefician, ya que experimentarían un aumento en sus excedentes desde US\$77,033 a US\$2.28 millones) en el año 4.

A largo plazo, en el año 12, la semilla certificada de MAD permitirá que los excedentes para la sociedad (columna 17) asciendan a US\$6.85 millones, los cuales se distribuirán entre productores (US\$4.53 millones) y consumidores (US\$2.32 millones).

Los productores de maíz amarillo duro del Valle del Bajo Piura obtienen el 66% del excedente total y los consumidores el 34%.

El excedente total de la sociedad asciende a US\$67.43 millones.

En la columna 18 se muestran los costos de investigación (CI), en la columna 19 costos de transferencia (CTr) y en la columna 20 Beneficios Netos (BN).

Tabla 7

Evolución de los excedentes de consumidor, productor y social (2020-2032) (US\$)

Año	$15 = (K_{max} - Z) * Precio * Cantidad * (1 + 0.5 * Z * \eta)$	$16 = Precio * Cantidad * Z * (1 + 0.5 * Z * \eta)$	17 = CEP+CEC	18	19	20=CES+CI-CTr
	CEP	CEC	CES	CI	CTr	BN
2020	0	0	0	1669571.43	0	0
2021	150,309.81	77,033.78	227,343.59	-	-	71,428.57
2022	867,136.84	444,407.63	1,311,544.47	-	-	71,428.57
2023	2,775,996.76	1,422,698.34	4,198,695.09	-	-	71,428.57
2024	4,535,045.36	2,324,210.75	6,859,256.11	-	-	-
2025	4,535,045.36	2,324,210.75	6,859,256.11	-	-	-
.	.	.	.	-	-	-
.	.	.	.	-	-	-
.	.	.	.	-	-	-
2032	4,535,045.36	2,324,210.75	6,859,256.11	-	-	-
Total	44,608,851.66	22,862,036.48	67,470,888.14	-	-	-

La Tabla 8 muestra los valores acumulados de las variables de impacto más importantes del modelo de excedentes por el incremento en el rendimiento de la producción de MAD con la semilla certificada: Los excedentes del consumidor aumentan en US\$13 millones, los excedentes del productor crecen en US\$25.5 millones. La inversión es rentable para el Estado, ya que el VAN esperado medio es de US\$36.57 millones. La TIR esperada media asciende a 103%. El incremento en excedente social esperado medio se estima en US\$38.5 millones. El incremento en excedente por productor asciende a US\$3,607.26.

Tabla 8

Resultados del modelo de cambio de excedentes con semilla certificada de MAD (2020-2032)

Impactos económicos	Valores US\$
Valor Actual Neto (TSD 8%) (12 años)	36.5 millones
Tasa Interna de Retorno (12 años)	103%
Cambio en Excedente del Consumidor (12 años)	13.0 millones
Cambio en el Excedente del Productor (12 años)	25.5 millones
Cambio en el Excedente Social (12 años)	38.5 millones
Productores de alto rendimiento en el Bajo Piura	7,090 personas
Superficie de alto rendimiento en Bajo Piura (ha)	6,418 hectáreas
Cambio en excedente por productor (12 años)	US\$3,607.26

De las simulaciones realizadas en @Risk para el modelo de excedentes, se observa en la Tabla 7 que la adopción de una nueva semilla certificada por MAD generaría un VAN positivo, con un valor promedio de US\$468 millones en el 95% de los escenarios, considerando una Tasa Social de Descuento del 8%. Solo existe un 5% de probabilidad de que el Valor Actual Neto (VAN) esperado sea negativo, con una pérdida máxima de US\$526.57 millones. En la Tabla 8 se muestra el comportamiento probabilístico de la Tasa Interna de Retorno, existe un 95.8% de probabilidad de que la Tasa Interna de Retorno (TIR) tome un valor promedio positivo de 132%, la probabilidad de pérdida se presenta en el 4.2% de los 10000 escenarios simulados. La Tabla 8 también muestra que el incremento de excedente del consumidor (IEC) sería positivo en el 78.6% de los escenarios; es decir, existe una alta probabilidad de que los consumidores se beneficien económicamente, dada la mayor oferta de maíz amarillo duro (MAD) en el mercado. El valor promedio de los incrementos en el excedente del consumidor ascendería a US\$159.14 millones. La probabilidad de pérdida es del 21.4%. El incremento del excedente del productor (IEP) es positivo en 78.6% de los escenarios (Tabla 7), lo que indica que la adopción de la semilla certificada es económicamente conveniente para los productores, ya que su excedente aumentaría en promedio en US\$310.86 millones. La probabilidad de pérdida es 21.4%. En cuanto a los excedentes sociales, la Tabla 9 muestra que el cambio en el excedente social acumulado en 12 años sería positivo en el 78.6% de los escenarios, con un valor promedio de US\$470.29 millones. Habría una probabilidad de pérdida de 21.4%. Los cambios positivos en los excedentes sociales pueden interpretarse como el aumento de los beneficios económicos con la adopción de semilla MAD certificada, tanto para los productores como para los consumidores y la sociedad en su conjunto; es decir, se traduce en una mejora del bienestar social.

Tabla 9

Resultados probabilísticos del VAN, TIR, IEC, IEP, IES (US\$)

	VAN (TSD 8%)	TIR	IEC	IEP	IES
Mínimo	-0.53E+009	-31.4%	0.18E+012	-0.350E+009	-0.520E+009
Máximo	1.060E+012	26,335%	0,360E+012	0.700E+012	1.060E+012
Media	0.470E+009	132%	159'356,065.	0.310E+009	0.470E+009
Desv.Std	1.690E+010	472%	0.570E+010	1.120E+010	1.690+010
Valores	10000	10000	10000	10000	10000
Probabilidad de pérdida	5%	4.2%	21.4%	21.4%	21.4%

Variación del Cociente de Impacto Ambiental (EIQ)

De acuerdo a las encuestas aplicadas se encontró que los agricultores hacen uso intensivo de plaguicidas con el ingrediente activo Clorpirifos y Thiodicarb, para combatir el Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y la Lombriz de Tierra (*Agrotys ipsylon*), cuyo EIQ asciende a 26.9/ha y 23.3/ha, respectivamente, según datos tabulares del Manejo Integrado de Plagas de la Universidad de Cornell. Los cálculos se realizaron siguiendo criterios y supuestos de Mogollón (2015) i) pronóstico del área cosechada de MAD para el periodo 2020 – 2032, considerado en el modelo de excedente, ii) porcentaje de área tratada con plaguicidas, según Mogollón (2015), el 85% de la superficie sería tratada con productos químicos para contrarrestar las plagas que atacan al cultivo y c) se consideran las tasas de adopción de Rogers (1983), utilizadas en el modelo de excedente económico, con el fin de calcular el área que sería utilizada por los productores para la siembra de MAD con semilla mejorada certificada. El cálculo del Cociente de Impacto Ambiental se realizó con la superficie (ha) que adoptará la nueva tecnología anualmente. En la Tabla 9 se muestra la proyección del impacto ambiental que se generaría por el uso de plaguicidas conteniendo Clorpirifos y Thiodicarb, en la producción de MAD con semilla no certificada en el departamento de Piura. El EIQ de campo es de 60.37 y la proyección del impacto total generado en 12 años es de 6164873.72. La Tabla 10 muestra los resultados de la proyección del impacto ambiental resultado de la adopción de la nueva tecnología (semilla certificada) para el mismo horizonte de evaluación. El EIQ del campo es de 17.27 y el impacto ambiental total es de 1626433.31

Finalmente, la Tabla 11 muestra la comparación del impacto ambiental resultante de la producción de MAD con semilla certificada y no certificada (nueva tecnología). El impacto ambiental se reduciría en 73.6% si los productores adoptan la nueva tecnología. Además, se cuantificaría un ahorro de 4538440.42 EIQ.

Tabla 10

Comparación del Impacto Ambiental EIQ de Semilla certificada (SC) y no certificada (SNC) en la producción de MAD (2020-2032)

Año	Área cosechada (ha)	Impacto EIQ		Ahorros de EIQ SC
		SNC	SC	EIQ (unidades)
2020	11061	667937,30	667937,30	0,00
2021	295	635651,26	5093,39	630557,87
2022	1599	603365,22	27626,77	575738,44
2023	4729	571079,18	81713,96	489365,22
2024	7138	538793,14	123350,80	415442,34
2025	6710	506507,10	115959,26	390547,83
2026	6283	474221,06	108567,73	365653,33
2027	5855	441935,01	101176,19	340758,82
2028	5427	409648,97	93784,65	315864,32
2029	4999	377362,93	86393,12	290969,82
2030	4572	345076,89	79001,58	266075,31
2031	4144	312790,85	71610,05	241180,81
2032	3716	280504,81	64218,51	216286,30
Total		6164873,72	1626433,31	4538440,42

DISCUSIÓN

Sobre los beneficios económicos del uso de semilla certificada MAD en el Bajo Piura

Se determinó que las semillas certificadas MAD de alta calidad, como Dekalb, INIA 619 - Megahíbrido y Pioneer, son alternativas rentables para los productores de la zona, dado que el índice marginal B/C asciende a 1,17, el aumento en el margen de ganancia asciende a US\$729.86 por ha y la rentabilidad aumentó del 64% al 96%, principalmente debido al aumento en el rendimiento de la semilla certificada (29%). Los productores de MAD en el Bajo Piura estarían dejando de percibir ingresos brutos que alcanzan los US\$3900.00 por no usar semilla de maíz certificada.

Los resultados son comparables y cercanos a los hallazgos de Echevarría (2008); Escalante (2018); Díez Matallana et al. (2022); quienes encuentran que la semilla certificada mejora los ingresos y la rentabilidad de los productores a corto plazo en el caso de la papa, el arroz y el MAD, con índices B/C superiores a 1 (3,77, 1,14 y 1,30, respectivamente).

En relación con el aumento del margen de ganancia, los resultados son similares a los encontrados por Escalante (2018), para el caso de la semilla MAD Megahíbrida INIA 619 en Huaral, quien halló que, debido al uso de semilla certificada, se produce un aumento de entre US\$634.29 y US\$1114.29 en los ingresos netos para los productores de maíz amarillo duro, explicado principalmente por el aumento del rendimiento.

Sobre los excedentes del productor, consumidor y sociedad

La producción de maíz amarillo duro con semilla certificada incrementa el bienestar del productor, consumidor y sociedad en su conjunto, pues se genera un aumento en el margen de ganancia por hectárea cosechada en un 62.2%, el incremento en el excedente de los productores se cuantifica en US\$4'535,045.36, a partir del año 2024, con la máxima adopción de tecnología (80%). Por su parte, el incremento del excedente del consumidor asciende a US\$ 2'342,210.75. Además, los principales demandantes de este grano; las empresas avícolas, comercializadoras y productores ganaderos dedicados a la crianza de aves de corral y cerdos, se ven beneficiados por la mayor oferta de MAD y precios más bajos. Los impactos positivos se extienden a los consumidores que demandan el mencionado grano como materia prima para molienda seca para la producción de alimentos para consumo humano y otras materias primas intermedias utilizadas por la industria alimentaria; y como materia prima para la molienda húmeda para obtener ingredientes e insumos alimentarios para industrias distintas a la alimentaria, ya que obtendrían un maíz de mejor calidad debido al menor uso de agroquímicos en su producción. Se reporta un aumento del bienestar de la sociedad en su conjunto, medido por el incremento en el excedente social, cuantificado en US\$6,859,256.11 además de los beneficios para la salud y el medio ambiente que resultan de la reducción del uso de plaguicidas en la producción de MAD. Para el Estado, la inversión es rentable, ya que se obtiene un VAN positivo que asciende a más de US\$36.57 millones, con una tasa de descuento del 8% y una TIR del 103%, lo que justifica los esfuerzos del gobierno para el desarrollo de una nueva semilla certificada y su difusión. Los resultados son similares a los encontrados por Figueroa et al. (2019), en cuanto al porcentaje de distribución de los excedentes acumulados a largo plazo, los productores obtienen el 66% y los consumidores el 34% del excedente total acumulado.

Sobre el impacto ambiental del uso de semilla certificada MAD en la región Piura

Se reportaría una reducción de 73.6% en el impacto ambiental total, por la reducción en la necesidad de plaguicidas, que contienen clorpirifos y thiodicarb. El impacto ambiental total a largo plazo pasará de más de 6 millones de EIQ a 1 millón para el período de proyección 2020-2032, si los productores de MAD adoptan semilla certificada. Los efectos ambientales positivos de la semilla MAD certificada

también se ven a corto plazo (primeros años de la adopción de la nueva tecnología). Además, al reducir el impacto ambiental debido al uso de dosis más bajas de plaguicidas, se reducen también los efectos nocivos para la salud de los agricultores y los consumidores. Este impacto positivo se extiende a la mejora de la salud de la flora y la fauna de las fincas locales.

Recomendaciones

Se sugiere investigar el efecto de emplear semillas certificadas en otros cultivos, tal como se ha hecho para el arroz y el maíz amarillo duro, por ejemplo, es importante evaluar los efectos de emplear semillas certificadas en el cultivo de papa que ocupa una gran superficie (350 mil hectáreas) e involucra 700 mil unidades agrícolas y que sólo emplea semilla certificada en un 0.5% de la superficie cultivada. Igualmente, es importante evaluar los impactos económicos, sociales y ambientales de emplear la semilla certificada en el maíz amiláceo.

CONCLUSIÓN

A nivel de la unidad agrícola, el uso de semilla certificada en la producción de maíz Amarillo duro generará importantes beneficios económicos para el productor agrícola del Bajo Piura, debido al incremento del rendimiento por hectárea en un 29%. Se observa un incremento del margen de utilidad de 62.2%, con un valor esperado promedio de US\$ 729.85 con 80,2% de escenarios positivos, incrementando la rentabilidad de la actividad productiva de MAD a 96%, y que se corrobora con el Índice de Beneficio Costo Marginal con un valor esperado promedio de 1.17. La evaluación de largo plazo (2020 - 2032) muestra que la inversión en semilla certificada MAD beneficia a la sociedad: i) Los principales demandantes contarían con una mayor oferta de grano de calidad en el mercado, con incrementos promedio en sus excedentes en 12 años, de más de 45 millones de soles, ii) Los productores experimentarían incrementos promedio acumulados de más de US\$25.42 millones (un excedente acumulado por hectárea de US\$3984.85); y, iii) El excedente social en el Bajo Piura alcanzaría los US\$38.7 millones (US\$146.73 per cápita). Los excedentes adicionales acumulados por la sociedad se distribuyen entre productores (66%) y consumidores (34%). A nivel gubernamental, la inversión es socialmente rentable, ya que el VAN asciende a US\$36.57 millones y una TIR del 103%, con un 95% de escenarios positivos. El impacto ambiental se reduciría en un 73.6% en el período 2020-2032, al reducir el uso de plaguicidas que contienen los ingredientes activos clorpirifos y thiodicarb. Los impactos positivos se extienden a los seres humanos, la flora y la fauna, ya que se reducen los efectos nocivos sobre la salud pública y la sanidad vegetal en la región, en consonancia con la promoción y el desarrollo de una agricultura sostenible.

REFERENCIAS

AGRODATA. 2018. Perú. Importaciones de productos agrícolas de Perú, 2017-2019. Información basada en estadísticas de Sunat. Revisada en <https://www.agrodataperu.com/importaciones-productos-agropecuarios>

Alston, J.; Norton, G.; Pardey, P. 1995. *Science Under Scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting*. London UK and Ithaca, NY: Cornell University Press for the International Service for National Agricultural Research. ISBN 0-8014-2937-4. pp 585

Bogdanović, S; Mladenov, V; Balešević, S. 2015. The importance of using certified seed. *Selekcija I Semenarstvo*, 21 (2): 63 -67. DOI: 10.5937/SelSem1502063B

Da Silva, E. 2017. Rentabilidade e risco de sistemas de produção de culturas anuais no estado do Mato Grosso. [Tese de Mestrado em Agronomia. Universidade Estadual Paulista]. https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5246141

Diez Matallana, R.A., Minaya Gutiérrez, C., Vásquez Quispe, C.-Z., Barrientos Ortiz, N., Duárez Ruiz, A., Cusi Oscorima, M. y Velarde Swayne, S. (2022). Beneficios económicos y ambientales de la semilla certificada de arroz (*Oryza sativa*) en la costa norte y selva norte del Perú. *Natura@economía*, 7(1):63-80. DOI:10.21704/ne.v7i1.211

Diez, R; Gómez, R; Guillén, L; Falck-Zepeda. 2017. Evaluación ex ante de la liberación de alternativas transgénicas en el cultivo de maíz Amarillo duro en Perú. Fundación para el Desarrollo Agrario, LAC-Biosafety Project. Universidad Nacional Agraria La Molina. Boletín de Difusión.

Dokyl, E; Tetteth, B; Owusu, V. 2021. Impacts of improved seed maize technology adoption on productivity and technical efficiency in Northern Ghana. *Open Economics*, 4: 118-132. DOI:10.1515/openec-2020-0102

DRAP (Dirección Regional de Agricultura de Piura). 2018. Estadísticas de producción, superficie, rendimiento y precio en chacra por distritos de la Región Piura, 2014 - 2018. <https://www.gob.pe/regionpiura-dra>

Echevarría, N. 2008. Impacto económico del uso de semilla certificada de papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivar canchán, distrito de Huasahuasi, provincia de Tarma, región Junín; temporada agrícola 2006 - 2007. [Tesis de Maestría en Economía Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina].

Escalante, J. 2018. Rentabilidad de la semilla de maíz amarillo duro INIA 619 - Megahíbrido en la provincia de Huaura, región Lima. [Tesis de economista. Universidad Nacional Agraria La Molina].

Falck-Zepeda, J. 2010. Sesión 3: Descripción de métodos rápidos, Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias. Taller realizado en Cali, 2010.


Figueroa, L., Diez, R., Gómez, R. & Linares, A. 2019. Beneficios económicos del uso de semilla certificada en la producción de arroz (*Oryza sativa*) en el Perú. *Anales Científicos*, 80(2):437-451. DOI: 10.21704/ac.v80i2.1459

Gómez, R, Diez, R, Vásquez, C. & Vargas, J. 2022. Rentabilidad del cultivo de Tara *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze en Apurímac, Perú. *Anales Científicos*. 83(2), 175-184. DOI:10.21704/ac.v83i2.1960

Gómez, R., Diez, R., Anderson, M. & López, P. 2021. Riesgo en la agricultura: el caso de la papa. *Anales Científicos*, 82(2), 279-287. DOI.10.21704/ac.v82i2.1790

- Guillén, L. & La Rosa, M. 2019. El impacto económico de la regulación ambiental en la producción de papa en Barranca, Lima. *Anales Científicos*, 80 (2):409-420. DOI: 10.21704/ac.v80i2.1457
- Maza, S., Gómez-Oscorima, R., Diez-Matallana, R., Fernández-Northcote, E.N. (2023) 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
- MIDAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego). 2021. Observatorio de Commodities – Maíz Amarillo duro. Dirección General de Políticas Agrarias. Departamento de Estudios Económicos. Boletín de Publicación trimestral N° 01-2021.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2019. Observatorio de Commodities – Maíz Amarillo Duro. Dirección General de Políticas Agrarias. Departamento de Estudios Económicos. Publicación Trimestral Boletín Abril-Junio 2019.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2020. Marco de Orientación de Cultivos. Campaña Agrícola 2021. Dirección General de Políticas Agrarias.
- 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://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1369445>
- Narro, L; Chávez, A; Jara, T; Narro, T; Medina, A; Cieza, I; Díaz, P; Alvarado, R; Escobal, F. 2021. Tecnologías disponibles para incrementar la producción de maíz en el Perú. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 14(1):1-31. DOI:10.18272/aci.v14i1.2507
- Oladipo, S-U., Mukaila, R., & Adebisi, A. (2022). Analysis of rice production and the impacts of the usage of certified seeds on yield and income in Côte d'Ivoire. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 14(2): 234-250. DOI:10.1108/ JADEE-04-2022-0066.
- Pinedo-Taco, R. (2023). Dinámica de los sistemas de semillas en el Perú. *Idesia (Chile)*, 41(1):71-83. DOI: 10.4067/S0718-34292023000100071
- Reyna-Delgado, N.-A., Linares-Salas, A.-J., Alcántara-Santillán, M.-A., Gómez-Oscorima, R.-M., Diez-Matallana, R.-A., Vásquez-Quispe, C.-Z., Valdez-Barbosa, A. (2024). Beneficios de la biotecnología moderna en maíz amarillo duro (*Zea mays* L.) resistente a *Spodoptera frugiperda*. *Anales Científicos* 85(2): 74-88. DOI: 10.21704/ac.v85i2.959
- Schiek, B; Hareau, G; Baguma, Y; Medakker, A; Douches, D; Shotkoski, F; y Ghislain, M. 2016. Demystification of GM crop costs: Releasing late blight resistant potato varieties as public goods in developing countries. *International Journal of Biotechnology* 14(2):112. DOI:10.1504/IJBT.2016.077942
- SIEA (Sistema Integrado de Estadísticas Agrícolas). 2017. Series Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA). Ministerio de Agricultura y Riego. http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult
- Sierra, M; Rodríguez, F; Palafox, A; Espinosa, A; Andrés, P; Gomez, N; Valdivia, R. 2016. Productividad de semilla y adopción del híbrido de maíz H-520, en el trópico de México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*. 13:19-32. <https://www.redalyc.org/journal/3605/360545634002/html/>
- USDA (United States Department of Agriculture). 2018. Economic Research Service. Risk in Agriculture

Zarta Ávila, P. (2021). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, (28):409-423. DOI: 10.25058/20112742.n28.18

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