



Beneficios económicos de la semilla certificada en la producción de arroz (*Oryza sativa*) en Perú

Economic benefits of certified seeds in rice production (*Oryza sativa*) in Peru

Livia Figueroa Guzmán¹; Ramón Alberto Diez Matallana^{1*}; Raquel Margot Gómez
Oscorima¹; Agapito Juan Linares Salas¹

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Email: alinares@lamolina.edu.pe

Recepción: 22/03/2019; Aceptación: 05/06/2019

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar los beneficios económicos de emplear semilla certificada para la producción de arroz en nuestro país y las posibles ganancias en competitividad. El objetivo es dimensionar los beneficios económicos obtenidos con el uso masivo de la semilla certificada en la producción de arroz a nivel nacional, reemplazando la semilla no certificada o común. Para determinar la rentabilidad de la semilla certificada a corto plazo, en un entorno de riesgo, se usó el presupuesto parcial y se obtuvo el índice de beneficio costo marginal. Para la evaluación a largo plazo se usó el modelo de cambio de excedentes económicos con una simulación de Montecarlo con el fin de obtener la distribución de probabilidad de los beneficios económicos de productores, consumidores y la sociedad, por el uso de semilla certificada de arroz. Se demuestra que el uso de semilla certificada incrementaría el rendimiento por hectárea en 26,94% y elevaría el margen de utilidad en 94,16%, lo cual se corrobora con un Índice de Beneficio Costo Marginal de 1,15. Los consumidores incrementan sus excedentes en casi seis mil millones, los productores en algo más de tres mil millones, mientras que el gobierno recupera su inversión con un VAN de nueve mil millones de soles, a la par de reducir el costo por kilogramo en 17 centavos por kilo, es decir, reduce su costo en 19%, con lo cual incrementa sus posibilidades de exportación o la reducción de las importaciones.

Palabras clave: arroz; semilla certificada; presupuesto parcial; excedentes.

Forma de citar el artículo: Figueroa *et al.* 2019. Beneficios económicos de la semilla certificada en la producción de arroz (*Oryza sativa*) en Perú. Anales Científicos 80 (2): 437-451 (2019).

DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/ac.v80i2.1459>

Autor de correspondencia (*): Agapito, L. Email: alinares@lamolina.edu.pe

© Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

Abstract

The objective will evaluate the economic benefits of using certified seeds for the production of rice in our country and the possible gains in competitiveness are evaluated. The objective is to measure the economic benefits obtained with the massive use of certified seeds in rice production nationwide, replacing the non-certified or common seed. To determine the profitability of the certified seed in the short term, in a risky environment, the partial budget was used and the marginal cost-benefit index was obtained. For the long-term evaluation, the economic surplus change model was used with a Montecarlo simulation, in order to obtain the probability distribution of economic benefits of the producers, consumers and society, for the use of certified rice seed. It is demonstrated that the use of certified seeds would increase the yield per hectare by 26,94% and increase the profit margin by 94,16%, which is corroborated by a Marginal Cost-Benefit Index of 1,15. Consumers increase their surplus by almost six billion, producers by just over three billion, while the government recovers its investment with a NPV of nine billion soles, while reducing the cost per kilogram by 17 cents per kilo, that is, reducing its cost by 19%, thereby increasing its export possibilities or reducing imports.

Keywords: rice; certified seed; partial budget; surplus.

1. Introducción

El proceso de producción agrícola comprende desde la preparación de la tierra hasta la distribución (Infante, 2016), siendo muy importante la calidad de las semillas las cuales explican en gran parte el retorno económico (Chaudhary *et al.*, 2003). El rendimiento agrícola en muchas unidades productivas en el Perú es inferior al rendimiento nacional según el Minagri (2017), lo cual se debe al uso de semilla común no certificada, falta de tecnología y falta de capacitación a los agricultores, reduciendo sus beneficios económicos.

En el Perú, el arroz es el primer producto en área sembrada (422 000 hectáreas) e involucra a 70 000 productores, alcanzando en el 2017 un total nacional de tres millones de toneladas con un rendimiento de 7,19 t/h según Minagri (2017). La producción no cubre la demanda nacional, por lo que según el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (2018) se importó, en el año 2017, 401 000 toneladas para cubrir la brecha.

Es obvio que la innovación es necesaria para mejorar la producción de arroz. Al

respecto, el IICA (2017) señala que la innovación es aplicar nuevos conocimientos en procesos productivos u organizacionales. Sin embargo, la FAO (2017) señala que, en muchos países en desarrollo, los agricultores aún no se benefician de las semillas de calidad por la escasa producción y deficiente distribución de semillas, baja calidad y falta de políticas adecuadas de semillas y otros instrumentos normativos. Además, Neate y Guei (2011) señalan que más del 90% de los cultivos en países en desarrollo emplean grano producido en la parcela como semillas, lo que se denomina F2, que en el caso de cultivos híbridos (Torres, 2017; Coutiño *et al.*, 2004; Padilla *et al.*, 2006), ocasiona baja productividad y rentabilidad.

Cotriza (2017) destaca que la producción de arroz en el mundo, en el año 2016, fue de 481 millones de toneladas en 162 millones de hectáreas, con una productividad de 2,9 t/ha. China, con 144,8 millones de toneladas en 30 millones de hectáreas, es el mayor productor, pero su productividad es sólo de 6,86 t/ha, logrando un costo por tonelada de 171 dólares, inferior al de Perú que asciende

a 346 dólares por tonelada (Wander *et al.*, 2014). Los países con mayor rendimiento por hectárea a nivel mundial en arroz el año 2016 son Egipto, con 8,8 t/h, Estados Unidos con 84 t/h y Perú con 7,8 t/h (Cotriza, 2017), aunque esta última cifra difiere de la señalada por Minagri para el año 2016, que es de 7,55 t/ha.

Según Minagri (2017), la producción de arroz en el Perú el 2001 fue de 2,2 millones de toneladas y en el 2016, de 3 millones de toneladas, creciendo el 3,1% al año, incremento explicable por el crecimiento de la superficie cosechada (2,2% anual) pues el rendimiento creció solo 0,8% anual. Sin embargo, pese a que en el 2015 se logró el mayor rendimiento de los últimos 16 años con 7,89 t/ha, este cayó para el año 2016 a 7,55 t/ha, y el 2017 a 7,19 t/ha. Para la evaluación se considera costos de producción del arroz de las regiones representativas de Perú: Arequipa, Piura, San Martín, Lambayeque y La Libertad.

Según INIA (2017), la Puntilla alcanza las 13,5 t/ha en La Libertad y 13 t/ha en Lambayeque, es resistente a cambios climáticos y enfermedades y plagas como la mosquilla (*Hydrellia sp.*) y la sogata (*Tagosodes orizicolus* Muir), una de las principales plagas del arroz en América, según González *et al.* (2012), que se alimenta de las hojas de la planta e inocular el virus de la hoja blanca (VHB). La Puntilla sólo tiene 1% de infección por sogata y VHB, mientras que Tinajones llega a 50% e IR43 al 45%. La Puntilla tiene un grano más largo y logra su desarrollo entre 142 y 145 días, reduce el uso de agua en 3000 m³ por campaña reduciendo la población de zancudos y el riesgo de la malaria entre la población rural cercana a los arrozales.

Para evaluar una nueva tecnología, es recomendable trabajar en entorno de riesgo como señalan Fransichetti *et al.* (2014), estudiando la posibilidad y los alcances de cada factor de riesgo con el fin

de establecer el nivel de peligro al usar la nueva tecnología. La información recopilada sobre los rendimientos y resistencia a plagas y enfermedades de la semilla, la evolución de los precios y las variables de costo, permitirá reducir la incertidumbre y trabajar con un riesgo manejable. Así, Diez *et al.* (2018) evaluaron la rentabilidad del uso de semillas transgénicas de maíz amarillo duro y papa, con el método de presupuesto parcial en entorno probabilístico y emplearon simulaciones de Montecarlo, incorporando la evaluación probabilística a los métodos determinísticos validados por Diez *et al.* (2013) que aplicaron el Presupuesto Parcial y el modelo de Excedentes de Alston *et al.* (1995) en un entorno determinístico, para evaluar la rentabilidad de una semilla transgénica de papa, en los Andes peruanos y lograron resultados rápidos y prácticos con dicho modelo.

Por tanto, el objetivo de la investigación es evaluar los beneficios económicos por usar masivamente la semilla certificada de arroz La Puntilla, los cuales serían mayores que los obtenidos con semillas no certificadas.

2. Materiales y métodos

El ámbito de estudio es Perú, de las 19 regiones productoras de arroz, se toma una muestra no probabilística de las regiones más representativas: Piura, Lambayeque, La Libertad, Arequipa y San Martín, productoras del 72% de los 3 millones de toneladas generadas en Perú y ocupan 65% de las 422 000 hectáreas con arroz el año 2017, según Minagri (2017).

Hipótesis. Los beneficios económicos por usar masivamente la semilla certificada de arroz “La Puntilla” serían mayores que los obtenidos con semillas no certificadas.

Modelo de presupuesto parcial. Con el

presupuesto parcial en entorno probabilístico, se calcula el Índice de Beneficio Costo Marginal de la inversión de un productor en su parcela, en semilla certificada de arroz, empleando una simulación de Montecarlo. Considera como variables de entrada el gasto en semilla, gasto en pesticidas, gasto en fertilizantes, rendimiento por hectárea y precios en chacra. El modelo proporciona estas variables de salida: índice de beneficio costo marginal e incremento de margen de rentabilidad.

Modelo de cambio de excedentes económicos. Con este modelo, se evalúan los beneficios económicos por el uso nacional de semilla certificada en producción de arroz, con estas fórmulas para calcular los cambios de excedentes del productor nacional y del consumidor:

$$\Delta CS = P_0 Q_0 Z (1 + 0,5 Zn)$$

$$\Delta PS = (K-Z) P_0 Q_0 (1 + 0,5 Zn)$$

$$\Delta TS = \Delta PS + \Delta CS$$

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

$$Z = \frac{K\varepsilon}{(\varepsilon + \eta)}$$

Donde:

ΔCS = Cambio en el excedente del consumidor.

ΔPS = Cambio en el excedente del productor.

ΔTS = Cambio en el excedente total.

ε_a = Elasticidad de oferta del arroz.

η = Elasticidad de demanda del arroz.

K = Desplazamiento proporcional de la oferta.

Z = Variación de precios por nueva tecnología.

R = Probabilidad éxito de semilla certificada

P_0 = Precio sin la innovación.

Q_0 = Cantidad sin la innovación.

A = Tasa de adopción.

D = Tasa de depreciación.

Co = Cantidad consumida sin la innovación

ΔY = Diferencia entre rendimiento esperado con semilla certificada y semilla común.

ΔC = Diferencia de costos de semilla certificada

y semilla común.

El modelo tiene las siguientes variables de entrada: cambio de rendimientos, cambio de costo de insumos, precio al consumidor y costos de investigación en desarrollo y transferencia de semilla certificada. Las variables de salida son las siguientes: valor actual neto, tasa interna de retorno, cambio de excedentes de productores, de consumidores, de la sociedad.

Modelo de mejora de la competitividad.

Permite obtener la mejora en competitividad de costo en la producción de arroz por el uso de semilla certificada. Evalúa los márgenes logrados con respecto al precio internacional de arroz al cambiar de semilla común a semilla certificada. Variables de entrada son el precio de arroz importado, costo de producción con semilla común, costo de producción con semilla certificada. La variable de salida es la diferencia de márgenes de rentabilidad entre semilla certificada y semilla común respecto al precio internacional.

La simulación de Montecarlo y el software

@Risk. Lobos *et al.* (2015) mencionan la debilidad de los análisis deterministas que solo proporcionan un punto de estimación para variables de salida como el valor actual neto y tasa interna de retorno, en lugar de las distribuciones de probabilidad que arroja la simulación de Montecarlo, así como la estimación ponderada de las relaciones entre resultados desfavorables y favorables. Estos modelos pueden desarrollarse en hoja de cálculo de Excel y con software complementario, como @Risk, y se pueden convertir en modelos de simulación de Montecarlo. Las simulaciones se realizan para un periodo de 12 años, con un año adicional de inversión en investigación para introducir la semilla certificada.

3. Resultados y discusión

Rentabilidad de la semilla certificada de arroz

La rentabilidad (Tabla 2) se obtuvo a partir de los presupuestos de producción de cinco regiones mostradas en la Tabla 1 con semilla común y semilla certificada, luego se aplicó las variaciones probables de acuerdo a los especialistas consultados (semilla, incremento de 18,65%; fertilizantes, incremento de 52,88%; reducción de agroquímicos (47,13%); reducción en herbicidas (51,98%).

Tabla 1. Costos y rentabilidad esperados por hectárea de arroz

Detalle	Semilla común	Semilla certificada	Incrementos
Semilla	222,50	264,00	18,65%
Mano de obra	2 283,00	2 283,00	0,00%
Fertilizantes	1 379,50	2 109,00	52,88%
Agroquímicos	652,50	345,00	-47,13%
Herbicidas	177,00	85,00	-51,98%
Maquinaria agrícola	815,00	815,00	0,00%
Cosecha	680,00	680,00	0,00%
Agua	214,20	120,00	-43,98%
Otros	348,40	300,00	-13,89%
Costos directos	6 772,10	7 001,00	3,38%
Costos indirectos	2 835,83	2 835,83	0,00%
Total costos	9 607,93	9 836,83	2,38%
Rendimiento	10 950,00	13 900,00	26,94%
Precio	1,20	1,20	0,00%
Ingresos brutos	13 118,10	16 652,20	26,94%
Margen de utilidad	3 510,18	6 815,38	94,16%

Fuente: Minagri, 2017

El incremento de rendimiento con la semilla certificada respecto al rendimiento esperado con semilla actual es de 26,94% y el margen de utilidad es de 94,16%, puesto que el costo

de producción total aumenta únicamente en un 2,38%, lo que eleva considerablemente la utilidad para el productor. El incremento del margen de utilidad en soles por hectárea (Figura 1) es positivo en 95,1% de los escenarios con un valor medio de S/ 3304,33 y máximo de S/ 8934,85. El riesgo de pérdida es de sólo 4,9% de los escenarios y la pérdida máxima asciende a S/ 1444,55.

El índice de beneficio costo marginal

El beneficio total con semilla certificada asciende a S/ 26 260,13 y el costo a S/ 22 954,93, con lo que el índice de beneficio costo marginal asciende a 1,15, lo que significa que por cada sol invertido el agricultor obtendrá 15 centavos de ingreso adicional, con un incremento de margen de S/ 3 305,20 (Tabla 3). En la Figura 2, el índice de beneficio costo marginal es mayor que 1 en 95,1% de los escenarios, con un promedio de 1,15 y un máximo de 1,47. En el 4,9% de los escenarios menores a 1, el mínimo es 0,94. En gran parte de los escenarios es rentable la inversión del agricultor en semilla certificada.

Cambio de bienestar de productores y consumidores

La evaluación de largo plazo (12 años) sobre los impactos económicos que devienen de impulsar el uso de una semilla certificada de arroz de alto rendimiento usando el método de excedentes económicos, siguiendo a Diez *et al.* (2013), que usan el modelo de cambio de excedentes en una hoja de cálculo Excel; aunque, en este caso, se agrega el software @Risk para realizar la simulación de Montecarlo, con estos criterios:

- Probabilidad de éxito promedio de 85% de innovaciones tecnológicas según Diez *et al.* (2013).
- La tasa de adopción considera la evolución descrita por Rogers (2003).

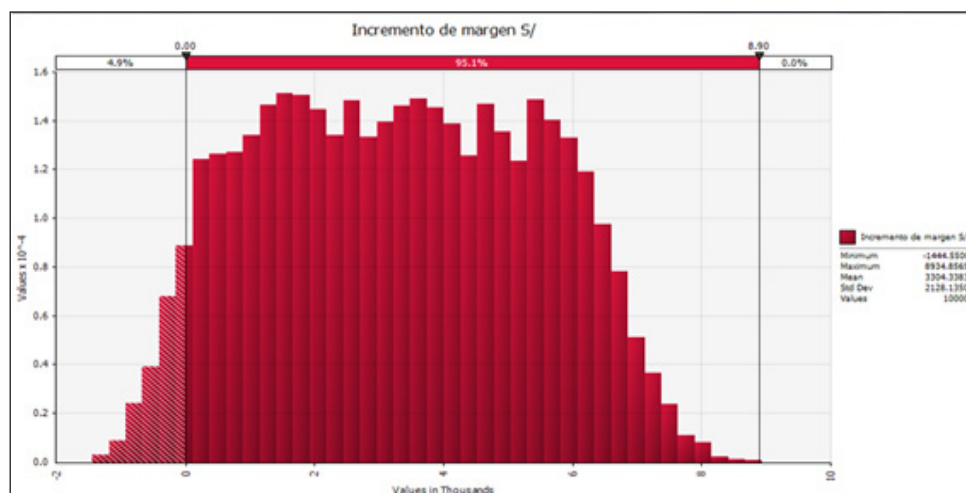


Figura 1. Incremento de margen en soles

Tabla 2. Índice de beneficio/costo marginal e incremento de margen

Concepto	Valor S/
Beneficios	-----
Ingresos nuevos (semilla certificada)	16 652,20
Costos abandonados (semilla común)	9607,93
Total beneficios	26 260,13
Costos	-----
Ingreso abandonado (semilla común)	13 118,10
Costos nuevos (semilla certificada)	9 836,83
Total costos	22 954,93
Índice de beneficio costo marginal	1,15
Incremento de margen S/	3305,20

- La tasa de depreciación (D) considera que no hay depreciación por ser una tecnología nueva y se asigna el valor 1 según el modelo de [Alston et al. \(1998\)](#).
- Kmax, desplazamiento de la curva de oferta por adopción de semilla certificada.

- Z, variación de precios por el uso de la semilla certificada desde el primer año.
- Precio esperado del arroz al consumidor por tonelada.
- Cantidad producida en el año 2017.
- Costo de investigación, se toma el criterio de [Schiek et al. \(2016\)](#).
- Costos de transferencia, 200 000 nuevos soles por año en los 4 primeros años de liberación de la semilla certificada.
- Se considera economía cerrada, ya que la producción del arroz es para el mercado interno ([FAO, 2017](#)).
- Valor Actual Neto (VAN), se usa la Tasa Social de Descuento (TSD) de 8% para proyectos de inversión según la Directiva N° 002-2017-EF/63.01, [Anexo 03](#).
- Se genera una simulación de Montecarlo con el software @Risk.

En las [Tablas 3 a 7](#) se muestra la evolución de las variables afectadas por la liberación de la semilla de arroz certificada con proyección de 12 años, usando la hoja de cálculo Excel complementada con el software @Risk.

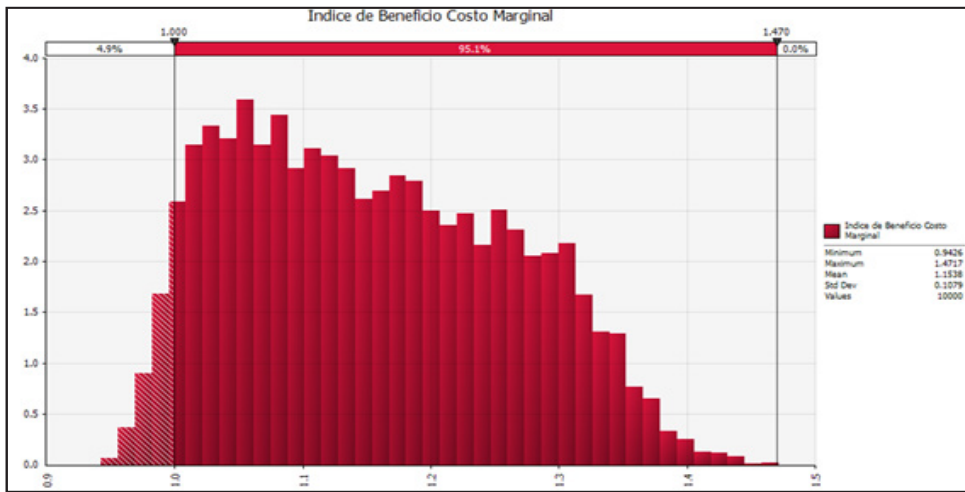


Figura 2.. Índice de beneficio costo marginal

Con los parámetros básicos se realiza la simulación y se obtienen los excedentes del productor, del consumidor, excedente social y beneficios netos.

En la **Tabla 3** se muestra elasticidad de la demanda, elasticidad de la oferta, cambio en el rendimiento, cambio de costos de insumos y variables derivadas tales como cambio equivalente de costos (obtenido mediante la división del cambio de costos de insumos entre la diferencia entre la elasticidad de la demanda y el cambio en el rendimiento), cambio equivalente en rendimiento (cambio en rendimiento dividido por la elasticidad de la oferta), el K potencial o cambio neto de los costos de insumos (diferencia del cambio equivalente al rendimiento menos el cambio equivalente en costos) y la probabilidad de éxito.

En la **Tabla 4** se presenta la tasa de adopción, que crece paulatinamente desde 2,8% de usuarios más innovadores que adoptan la nueva semilla, pasando por un 16%, 50% hasta un 80%; la tasa de depreciación es 1 porque es una tecnología nueva.

Kmax representa el impacto sobre los costos, resultado de multiplicar el cambio neto de costo de insumos por la probabilidad de éxito, la tasa de adopción y la tasa de depreciación; Z, que muestra el impacto

de desplazamiento sobre la curva de oferta, resultado de dividir el producto de Kmax por la elasticidad de oferta entre la suma de las elasticidades; precio por tonelada de arroz en el mercado y la cantidad de arroz producida a nivel nacional en el año 2017.

En la **Tabla 5** se presenta el excedente del productor que se calcula restándole al Kmax el valor de Z, eso se multiplica por el precio y la cantidad de partida, luego se multiplica por la suma de la elasticidad de demanda y la mitad de Z multiplicada por la elasticidad de oferta; el excedente del consumidor que se obtiene multiplicando precio por cantidad y el valor de Z, eso se multiplica por el número 1 más la mitad del valor de Z por la elasticidad de demanda y el cambio en excedente social que resulta de la suma de los excedentes de productor y consumidor.

En la **Tabla 6** se observa que la inversión es rentable pues el Valor Actual Neto (VAN) asciende a 9057 millones de soles y la Tasa Interna de retorno (TIR) a 1719%; asimismo, los productores se ven beneficiados por un incremento de excedentes de 3074 millones de soles; los consumidores de 5989 millones de soles; el cambio de excedente por hectárea es de 7278,78 soles; el cambio de excedente por cada productor es de 43 632,19 soles y el cambio de excedente por cada ciudadano es de 290,18 soles.

Tabla 3. Evolución de las variables de arroz con semilla certificada 2019-2030

Año	Elastic. de la demanda	Elastic de la Oferta.	Cambio en el Rendimiento	Cambio equivalente Rendimiento	Cambio de costos de insumos	Cambio equivalente de costos	Cambio neto costos insumos	Probab. de éxito
	1	2	3	4 = 3 / 2	5	6 = 5 / (1-3)	7 = 4 - 6	8
2019	0,35	0,69	0,27	0,39	0,02	0,03	0,36	0,85
2020	0,35	0,69	0,27	0,39	0,02	0,03	0,36	0,85
2021	0,35	0,69	0,27	0,39	0,02	0,03	0,36	0,85
2022	0,35	0,69	0,27	0,39	0,02	0,03	0,36	0,85
.
.
.
2030	0,35	0,69	0,27	0,39	0,02	0,03	0,36	0,85

Tabla 4. Evolución de las variables de arroz con semilla certificada 2019-2030

Año	Tasa de Adopción	Tasa de Depreciación	Kmax	Z	Precio (S/)	Cantidad (T)
	9 (Rogers)	10	7*8*9*10	(11*2)/(1+2)	13	14
2019	0,028	1	0,0085	0,0056	2 102,04	3 038 766
2020	0,16	1	0,0488	0,0323	2 102,04	3 038 766
2021	0,5	1	0,1527	0,1009	,102,04	3 038 766
2022	0,8	1	0,2442	0,1614	2 102,04	3 038 766
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
2030	0,8	1	0,2442	0,1614	2 102,04	3 038 766

En la [Figura 3](#) se observa que al adoptar la nueva semilla certificada el VAN es positivo en un 93,4% de los escenarios a una tasa de descuento de 8% con una media de S/ 10 100 millones de soles. En la [Figura 4](#) se muestra el comportamiento de la Tasa Interna de Retorno en un entorno de riesgo de 10 000 escenarios, obteniendo 99,8% de escenarios positivos.

En la [Figura 6](#) se observa que el excedente del consumidor es positivo en un 93,4%, lo que significa que los consumidores se benefician al tener mayor oferta de arroz en el mercado. La probabilidad de pérdida únicamente es en un 6,6% de los escenarios. El excedente del productor es positivo en

el 93,4% de los escenarios ([Figura 5](#)) de lo que se puede deducir que es conveniente el uso de la semilla certificada, puesto que aumentará el excedente de los productores en un promedio de 3428 millones de soles, existe probabilidad de pérdida, pero en solo 6,6% de los escenarios.

El cambio del excedente social es positivo en un 93,4% de los escenarios, con un valor medio de S/ 10 100 millones de soles. Con escenarios negativos en un 6,6% de los escenarios y una pérdida máxima de 6297 millones de soles. Es decir, los beneficios aumentan con el uso de semilla certificada de arroz tanto para los productores como para los consumidores ([Figura 7](#)).

Tabla 5. Evolución de las variables de arroz con semilla certificada 2019-2030

Año	Cambio Excedente Productor $15 = (11-12)*13*14* (1+0,5*12*1)$	Cambio excedente consumidor $16 = 13*14*12*(1+0,5*12*1)$	Cambio en excedente social $17 = 15 + 16$
2019	18 541 054,70	36 117 470,32	54 658 525,02
2020	106 446 357,98	207 354 610,49	313 800 968,46
2021	336 649 157,39	655 783 403,26	992 432 560,64
2022	544 291 765,28	1 060 265 556,49	1 604 557 321,77
.	.	.	.
.	.	.	.
2030	544 291 765,28	1 060 265 556,49	1 604 557 321,77

Tabla 6. Resultados del modelo de cambio de excedentes con semilla certificada

Impactos económicos	Valores
Valor Actual Neto (TSD 8 %)	S/ 9 057 530 149,93
Valor Actual Neto (TSD 20 %)	S/ 4 574 363 392,65
Tasa Interna de Retorno	% 1719
Cambio de Excedente de Consumidor	S/ 5 989 634 048,99
Cambio de Excedente de Productor	S/ 3 074 803 731,89
Cambio de Excedente Social	S/ 9 064 437 780,88

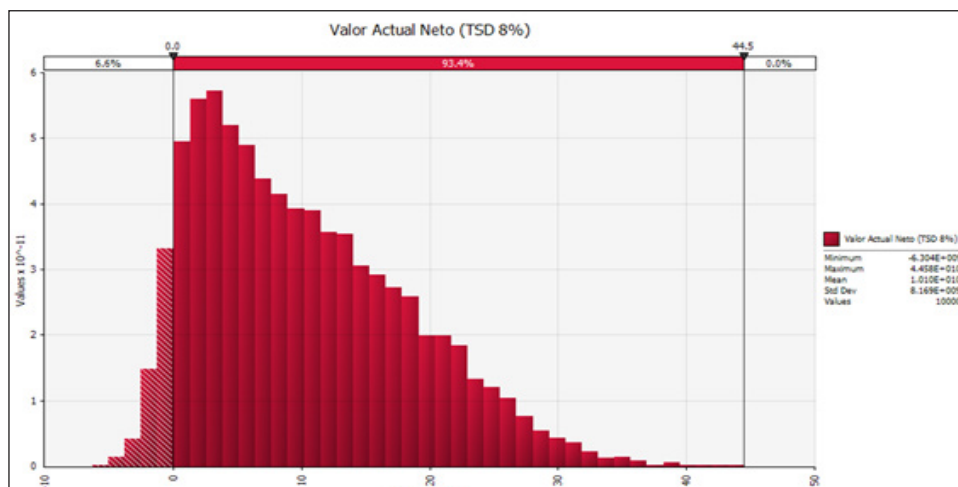


Figura 3. Valor Actual Neto (TSD 8%)

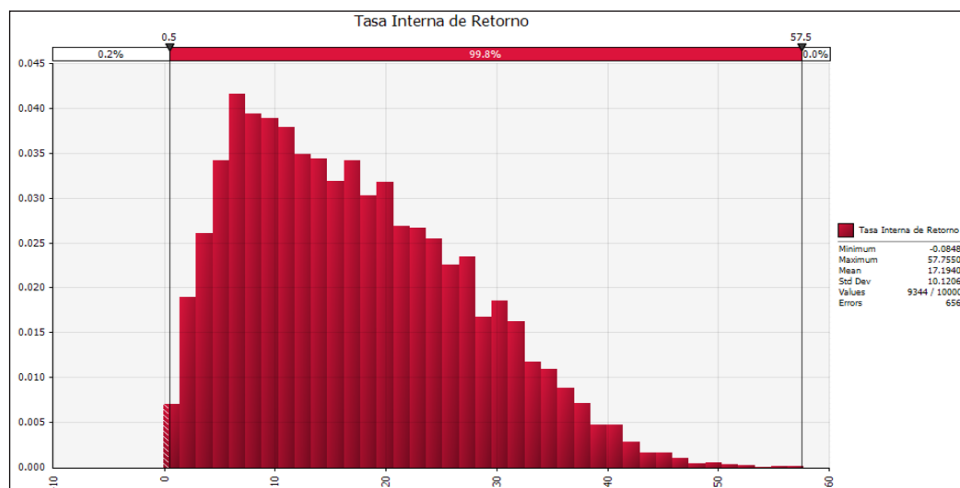


Figura 4. Tasa interna de retorno

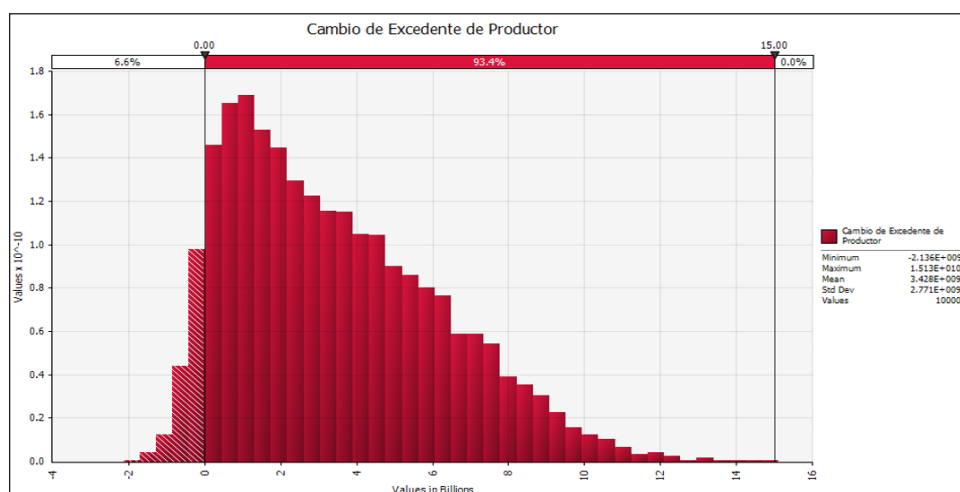


Figura 5. Cambio de excedente del productor

Mejora de la competitividad del arroz peruano

La mejora de la competitividad se da a partir de la comparación de los costos de producción por kilo del arroz, entre semilla común y semilla certificada; comparación del precio de arroz importado y el precio de arroz nacional en el mercado y la incidencia de los costos de producción ante el precio importado.

Según [Agrodata \(2018\)](#), el precio por kilo de arroz en el mercado interno, en el año 2017, es de S/ 2,10 y el importado de S/ 1,58 (USD 0,58); el costo por kilo de arroz con semilla común es de S/ 0,88 y con semilla certificada baja a S/ 0,71. El margen con semilla común en relación al precio de importación es de S/ 0,70 y con semilla certificada asciende a S/ 0,87 de donde se obtiene un diferencial de margen

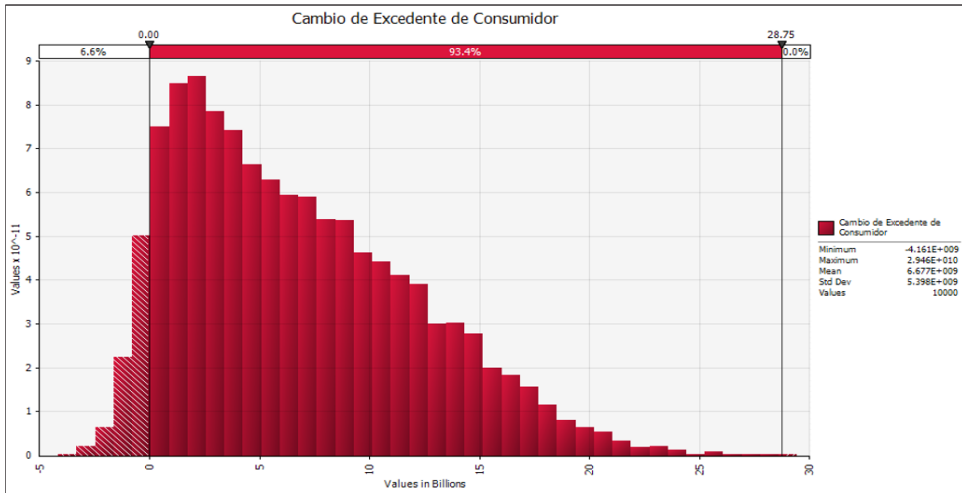


Figura 6. Cambio de excedente del consumidor

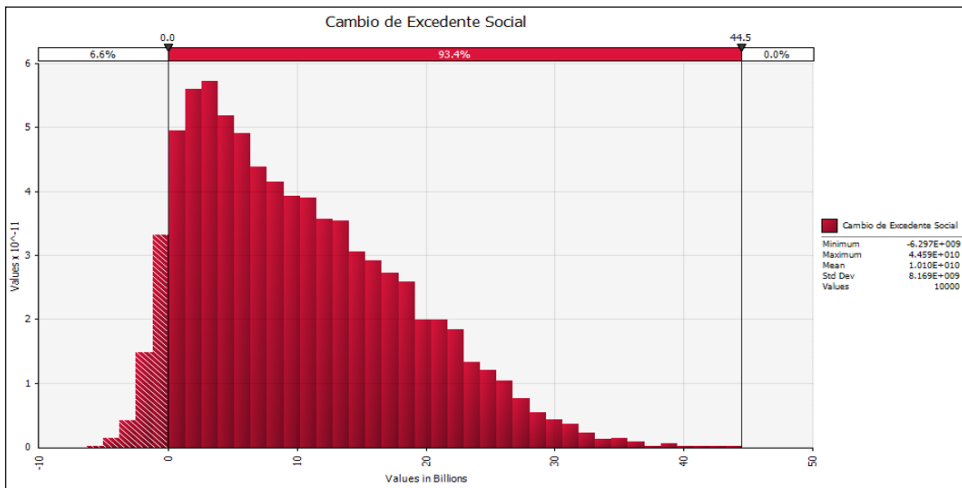


Figura 7. Cambio de Excedente Social

de semilla certificada con semilla común de S/ 0,17 equivalente a una reducción de 19% en el costo de producción, esto conlleva a una reducción en el precio de arroz en el mercado interno. Este hecho genera mayor competitividad de precio del arroz constituyendo una ventaja comparativa significativa que no solo permitiría reducir las importaciones sino exportar mayor volumen de arroz y obtener más divisas.

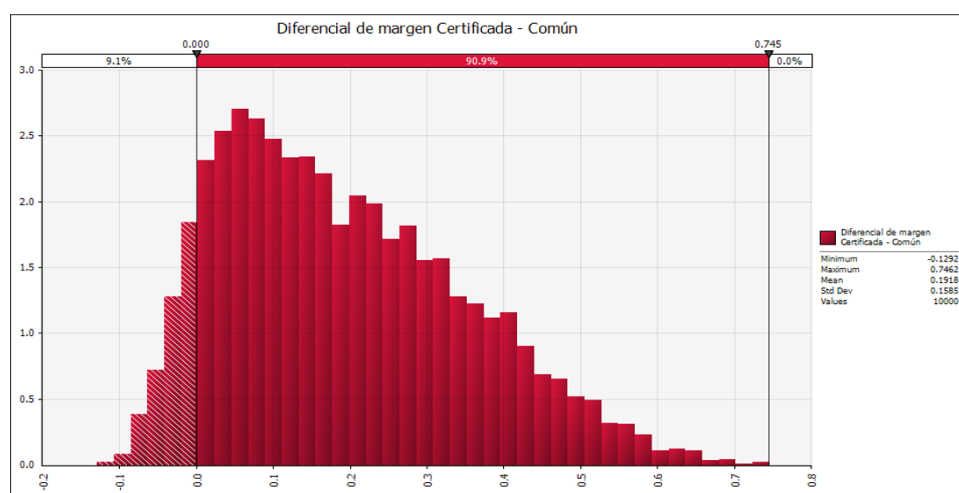
En la Figura 8 se observa el diferencial de margen de precios de arroz por kilo con uso de semilla certificada y común, es positivo en 90,9% de los escenarios, lo que significa que los consumidores se beneficiarán de una posible baja en el precio del arroz en el mercado. El promedio del diferencial de márgenes alcanza un valor medio de S/ 0,1918, con un valor máximo de S/ 0,7462. Aunque existe un 9,1% de escenarios negativos con una pérdida de s de 12 centavos.

Tabla 7. Modelo de competitividad del arroz, año 2017

Concepto	Soles
Precio internacional en mercado peruano	1,58
Costo con semilla común	0,88
Costo con semilla certificada	0,71
Margen con semilla común	0,70
Margen con semilla certificada	0,87
Diferencial de margen certificada – común	0,17

rendimiento tendría beneficios para los productores, consumidores y sociedad. Para los productores, la rentabilidad obtenida por hectárea es de 94,16%, para los consumidores un menor precio por kilo, así como mejor calidad del producto por contener menos presencia de agroquímicos.

Sobre los beneficios económicos. Las cifras económicas señalan que la semilla certificada de alto rendimiento La Puntilla es una buena alternativa para el productor porque el índice

**Figura 8.** Diferencial de margen de semilla certificada con semilla común

3. Resultados y discusión

Sobre la eficiencia técnica del cultivo de arroz en el país. El rendimiento de la producción de arroz con semilla certificada es de 13,9 t/ha, superior al actual de 10,9 t/ha. La producción de arroz con semilla certificada se da en el departamento de Arequipa, donde se fomentan programas y proyectos aplicando el uso de insumos de alto rendimiento para la producción de cultivos transitorios.

Sobre el impacto en el bienestar de los productores, consumidores y sociedad

El uso de una semilla certificada con mayor

de beneficio costo marginal asciende a 1,15 y el incremento del margen de utilidad asciende a S/ 3305,20/ha. Por otro lado, para el estado la inversión es rentable, puesto que se lograría un VAN positivo de más de 9057 millones de soles con una tasa de descuento del 8%, obteniéndose una Tasa de Interna de Retorno de 1719%. La mejora tecnológica se hace más imperiosa porque el crecimiento demográfico en nuestro país es de 1,6% anual y contamos con tierra adecuada para el cultivo de este cereal, lo cual también se puede ampliar.

Sobre la mejora de la competitividad del

arroz peruano. El costo por kilogramo de arroz con la semilla actual es de S/ 0,88 por kilo, reduciéndose a S/ 0,71 por kilo con semilla certificada, lo cual mejora la competitividad del arroz peruano y posibilita reducir las importaciones y/o ampliar las exportaciones de arroz.

4. Conclusiones

A corto plazo, el uso de semilla certificada en la producción de arroz genera ventajas económicas para el productor, a efectos de que el incremento en el rendimiento sea de 26,94% por hectárea, conduce a que los productores tengan mayores beneficios económicos, generando un incremento de margen de utilidad de 94,16% y se confirma con el Índice Beneficio Costo Marginal de 1,15.

En el largo plazo, la inversión en esta semilla beneficia a toda la sociedad: los consumidores pagarán menores precios y tendrán una mayor oferta en el mercado de este producto, lo que se confirma con los resultados de los cambios de excedente de productores de 3000 millones de soles (equivalente a un excedente acumulado por hectárea de 7278,78 soles); de excedente de consumidores de 5989 millones de soles y de excedente social de 9000 millones de soles (equivalente a un 290,18 soles por persona). A nivel gubernamental, la inversión en este producto muestra una importante rentabilidad para la inversión en el desarrollo y transferencia de la semilla certificada La Puntilla, pues el Valor Actual Neto (9000 millones de soles con 93,4% de escenarios positivos) y la Tasa Interna de Retorno (1719% con 99,8% de escenarios positivos) nos dicen que la inversión es rentable socialmente.

De acuerdo al análisis rápido de cambio en la competitividad con la semilla certificada La Puntilla, el uso de esta semilla en forma masiva mejora la competitividad

de los arroceros nacionales al reducir el costo por kilo de S/ 0,88 a S/ 0,71.

6. Literatura citada

- Alston *et al.* 1998. Financing agricultural research: International investment patterns and policy perspectives. World Development. Volume 26, Issue 6, June 1998, Pages 1057-1071
- Chaudhary, R.; Nanda, J.; Tran, D. 2003. Guía para Identificar las Limitaciones de Campo en la producción de Arroz. FAO, Roma, Italia. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/y2778s/y2778s04.htm>
- Cotrisa [Comercializadora de Trigo S.A.]. 2017. Mercado Internacional - Arroz - Detalle Productivo Mundial. Lima, Perú. Disponible en <https://www.cotrisa.cl/mercado/arroz/internacional/importadores.php>
- Coutiño, B.; Sánchez, G.; Vidal, V. 2004. El uso de semilla F2 de híbridos de maíz en la Frailesca, Chiapas reduce el rendimiento y las ganancias netas. Rev. Fitotec. Mex. 27 (3): 261-266.
- 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. Universidad de Lima, Lima, Perú.
- 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. Revista Fórum Empresarial. San José de Puerto Rico.
- FAO [Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura]. 2017. Costos de Producción. Disponible en <http://>

- www.fao.org/docrep/003/v8490s/v8490s06.htm
- Francischetti, C.; Bertassi, A.; Girioli, L.; Padoveze, C.; Calil, J. 2014. El análisis de riesgos como herramienta para la toma de decisiones relativas a inversiones. *Invenio* 17 (33): 73-85.
- González Vera, A.; Labrín, N.; Álvarez, R.M.; Jayaro, Y.; Gamboa, C.; Barrientos V.; Reyes, E. 2012. Mechanisms of *Oryza sativa* (*Poaceae*) resistance to *Tagosodes orizicolus* (Homoptera: *Delphacidae*) under greenhouse condition in Venezuela. *Rev. Biol. Trop.* 60: 105-117.
- IICA [Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura] – Fundación Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. 2017. La innovación para el logro de una agricultura competitiva, sustentable e inclusiva. México. Disponible en <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6146/1/BVE17099261e.pdf>
- Infante, F. 2016. La importancia de los factores productivos y su impacto en las organizaciones agrícolas en León, Guanajuato, México. *AGO.USB.* 16 (2): 359-678. Medellín, Colombia.
- INIA [Instituto Nacional de Innovación Agraria]. 2017. Liberación de nueva semilla de Arroz. La Puntilla, una variedad productiva y de bajo consumo de agua, de arroz. Mejoramiento genético de arroz en INIA, Vista Florida. Disponible en <http://www.redagricola.com.pe/5932-2/>
- Lobos, G.; Mora, M.; Saens, R.; Muñoz, T.; Schnettler, B. 2015. Incluyendo el riesgo en el análisis de viabilidad económica: Un modelo de simulación estocástica para decisiones de inversión en arándanos en Chile. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal* 37, Sociedade Brasileira de Fruticultura. Sao Paulo, Brasil.
- Minagri [Ministerio de Agricultura y Riego]. 2017. Boletín – Informe del arroz. Dirección General de Políticas Agrarias. Dirección de estudios económicos e información agraria, Lima, Perú.
- Mincetur [Ministerio de Comercio Exterior y Turismo]. 2018. Reporte comercial de productos Arroz. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, Lima, Perú. Disponible en www.mincetur.gob.pe
- Neate, P.; Guei, R. 2011. Promoción del Crecimiento y Desarrollo de Empresas de Semillas de Pequeños Agricultores en Cultivos para la Seguridad Alimentaria. FAO, Italia.
- Padilla, J.; Mayek, N.; Martínez, M.; Reyes, L.; Gaytán, R.; Luna, M. 2006. Rentabilidad de las generaciones F1, F2 y F3 de híbridos de maíz. *Agrociencia* 40, Aguas Calientes.
- Schiek, B.; Hareau, G.; Baguma, Y.; Medakker, A.; Douches, D.; Shotkoski, F.; 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.
- Torres, M. 2017. Respuesta agroeconómica de las fl y f2 de dos híbridos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) en la costa central. Tesis de maestría en producción agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Wander, A.; Da Silva, O. 2014. Rentabilidade da produção de arroz no Brasil. *Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos no Brasil 119, O desafio da rentabilidade*

na produção. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), Brasília.

Anexos

Anexo 1. Costo de producción del arroz en cinco regiones representativas del Perú

Detalle	Arequipa	Piura	San Martín	Lambayeque	La Libertad
Semilla	264,00	280,00	240,00	165,00	275,00
Mano de Obra	3690,00	2250,00	876,00	1685,00	1705,00
Fertilizantes	2109,00	650,00	1225,00	1270,00	1980,00
Agroquímicos	345,00	290,00	1575,00	180,00	95,00
Herbicidas	85,00	266,00	286,00	68,00	135,00
Maquinaria Agrícola	1090,00	585,00	720,00	1140,00	720,00
Cosecha	1260,00	525,00	572,00	100,00	730,00
Agua	120,00	151,20	50,40	378,00	224,00
Otros	300,00	616,80	80,00	360,00	370,00
Costos indirectos	5110,25	561,40	894,10	2806,36	872,76
Total Costos	14 373,25	6175,40	6518,50	8152,36	7106,76
Rendimiento	13 900,00	8000,00	8500,00	9000,00	10 600,00
Precio Promedio	1,10	1,39	1,10	1,15	1,16

Fuente: [Minagri, 2017](#)