

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN ECONOMÍA AGRÍCOLA**



**“BENEFICIOS ECONOMICOS DEL USO DE SEMILLA  
CERTIFICADA EN LA PRODUCCIÓN DE ARROZ (*Oryza sativa*) EN  
EL PERÚ”**

**Presentada por:**

**LIVIA FIGUEROA GUZMAN**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE  
MAGISTER SCIENTIAE EN ECONOMIA AGRICOLA**

**Lima – Perú  
2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN ECONOMÍA AGRÍCOLA**

**“BENEFICIOS ECONOMICOS DEL USO DE SEMILLA  
CERTIFICADA EN LA PRODUCCIÓN DE ARROZ (*Oryza sativa*) EN  
EL PERÚ”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE  
MAGISTER SCIENTIAE**

**Presentada por:**

**LIVIA FIGUEROA GUZMAN**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Dr. Américo Guevara Pérez

**PRESIDENTE**

Mg.Sc. Ramón Diez Matallana

**ASESOR**

Mg.Sc. Raquel Gómez Ocorima

**CO-ASESOR**

Mg.Sc. Agapito Linares Salas

**MIEMBRO**

MBA. Carlos Guerrero López

**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

*A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.*

*A mis hijas Arwen y Amira que son mi orgullo y mi gran motivación, libran mi mente de todas las adversidades que se presentan, y me impulsan a cada día superarme en la carrera de ofrecerles siempre lo mejor.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad  
para seguir adelante.*

*A mi asesor **Mg. Sc. Ramón Díez** y coasesora **Mg. Sc.  
Raquel Gómez**, por haberme brindado la  
oportunidad de recurrir a su capacidad de  
conocimiento, así como también haberme tenido la  
paciencia para guiarme durante todo el desarrollo  
de la tesis.*

*A los miembros del comité, **Mg.Sc. Agapito Linares y MBA  
Carlos Guerrero** que con sus comentarios y críticas  
enriquecieron mi trabajo.*

*Al Presidente del Jurado, **Dr. Américo Guevara** por su  
buena disposición y acertados comentarios sobre mi  
trabajo.*

# ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISION DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
2.1. El cultivo de arroz en el Perú y el Mundo. ....	3
2.1.1. Panorama mundial y nacional de la producción de arroz.....	3
2.1.2. Estudios sobre la importancia de los factores productivos.....	5
2.1.3. Semilla certificada de arroz “La Puntilla”: Impactos económicos y ambientales .....	6
2.2. Marco teórico.....	8
2.2.1. Factores que influyen en la producción agrícola.....	8
2.2.2. Costos de producción en el sector agrario .....	9
2.2.3. Análisis de riesgo en la actividad agrícola .....	10
2.2.4. Rentabilidad en la producción agrícola. ....	11
2.2.5. Metodologías de evaluación del impacto de cambios tecnológicos considerando cambios en el bienestar económico de los agentes.....	12
2.2.6. Presupuesto parcial .....	15
2.2.7. Cambio de excedentes económicos según Alston, Norton y Parley.....	15
2.2.8. Competitividad y competitividad de arroz .....	16
2.2.9. Indicadores de eficiencia económica de la nueva tecnología .....	18
<b>III. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>20</b>
3.1. Ámbito de estudio.....	20
3.2. Recopilación de información.....	20
3.3. Tipo de Estudio.....	20
3.4. Población .....	20
3.5. Hipótesis .....	20
3.5.1. Hipótesis General .....	20
3.5.2. Hipótesis Específicas.....	20
3.6 Métodos y modelos empleados.....	21
3.6.1. Modelo de Presupuesto Parcial y de Beneficio Costo Marginal .....	21
3.6.2. Modelo de cambio de excedentes económicos.....	22
3.6.3. Variables.....	23
3.6.4. La simulación de Montecarlo y el Software @Risk.....	25

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>26</b>
4.1. Resultados.....	26
4.1.1. Rentabilidad de la semilla certificada de arroz.....	26
4.1.2. Cambio de bienestar de productores y consumidores .....	30
4.1.3. Mejora de la competitividad del arroz peruano.....	44
4.2. Discusión de resultados .....	46
4.2.1 Sobre la eficiencia técnica del cultivo de arroz en el país .....	46
4.2.2 Sobre el impacto en el bienestar de los productores, consumidores y sociedad	47
4.2.3 Sobre los beneficios economicos.....	47
4.2.4 Sobre la mejora de la competitividad del arroz peruano .....	47
<b>V CONCLUSIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>VI RECOMENDACIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>50</b>
<b>VIII ANEXOS.....</b>	<b>57</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Costo de producción del arroz en 5 regiones representativas del Perú .....	5
Tabla 2: Comparación de costos de producción por hectárea de arroz .....	27
Tabla 3: Índice de Beneficio/Costo Marginal.....	29
Tabla 4.1: Evolución de las variables de arroz con semilla certificada 2018-2030. ....	32
Tabla 4.2: Evolución de las variables de arroz con semilla certificada 2018-2030. ....	32
Tabla 4.3: Evolución de las variables de arroz con semilla certificada 2018-2030. ....	33
Tabla 4.4: Evolución de las variables de arroz con semilla certificada 2018-2030. ....	33
Tabla 4.5: Evolución de las variables de arroz con semilla certificada 2018-2030. ....	34
Tabla 4.6: Costos de investigación, transferencia y beneficios netos con semilla certificada de alto rendimiento de arroz (2018-2030) .....	34
Tabla 5: Resultados del modelo de cambio de excedentes con semilla certificada .....	35
Tabla 6: Modelo de competitividad del arroz .....	45

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Producción Nacional de arroz 2001 - 2016.....	4
Figura 2: Superficie sembrada Nacional de arroz 2005 - 2016.....	4
Figura 3: Excedente del consumidor (comprador) y del productor (vendedor).....	13
Figura 4: Situación luego del cambio de precio y desplazamiento de la oferta por mejora tecnológica.....	13
Figura 5: Cambio tecnológico que ocasiona incremento (k) de productividad.....	16
Figura 6: Incremento de Margen en soles.....	28
Figura 7: Índice de Beneficio Costo Marginal.....	30
Figura 8: Valor Actual Neto (TSD 8%).....	36
Figura 9: Valor Actual Neto (TSD 20%).....	37
Figura 10: Tasa interna de retorno (TIR).....	38
Figura 11: Cambio en el excedente del productor.....	39
Figura 12 cambio de excedente del consumidor.....	40
Figura 13: Cambio de Excedente Social.....	41
Figura 14: Cambio de excedente por hectárea.....	42
Figura 15: Cambio de excedente por productor en 12 años.....	43
Figura 16: Cambio de excedente per cápita en 12 años.....	44
Figura 17: Diferencial de margen de semilla certificada con semilla común.....	46



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Área, rendimiento y producción de arroz mundial, año 2016 .....	57
Anexo 2: Producción, Área, y rendimiento de arroz (2001 – 2017) en el Perú .....	58
Anexo 3: Producción de arroz en el Perú – Año 2016 .....	58
Anexo 4: Rendimiento de la producción de arroz 2016 .....	59
Anexo 5: Producción y superficie Nacional de arroz 2016.....	59
Anexo 6: Costo de producción de arroz - Arequipa .....	60
Anexo 7: Costo de producción de arroz - Piura .....	61
Anexo 8: Costo de producción de arroz - San Martín .....	62
Anexo 9: Costo de producción de arroz - Lambayeque .....	63
Anexo 10: Costo de producción de arroz - La Libertad .....	64
Anexo 11: Estadísticos de las variables de costos de producción con semilla común (2016).....	65
Anexo 12: Importación de arroz en el Perú .....	65
Anexo 13: Balance Oferta – Demanda de arroz pilado - TM.....	65

## RESUMEN

Se evalúa los beneficios económicos de emplear semilla certificada para la producción de arroz de 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, para obtener los beneficios económicos de productores, consumidores y la sociedad, por el uso de semilla certificada de arroz. Se demuestra que el no uso de semillas certificadas acarrea pérdidas en rendimiento por hectárea y rentabilidad monetaria para los productores de arroz, puesto que con el uso de semilla certificada habría un incremento en el rendimiento de 26.94% por hectárea y de margen de utilidad de 94.16% y un Índice de Beneficio Costo de 1.15. Los consumidores incrementan sus excedentes en casi 6 mil millones, los productores en algo más de 3 mil millones, mientras que el gobierno recupera su inversión con un VAN de 9 mil millones de soles, a la par de reducir el costo por kilogramo en 17 centavos por kilo o 19 por ciento con lo cual incrementa sus posibilidades de exportación o la reducción de las importaciones.

**Palabras clave:** Arroz, semilla certificada, presupuesto parcial, excedentes.

## **ABSTRACT**

The economic benefits of using certified seed 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 seed in rice production at the national level, replacing the non-certified or common seed. To determine the profitability of the certified seed in the short term, in a risk 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 Monte Carlo simulation, to obtain the economic benefits of producers, consumers and society, for the use of certified rice seed. It is demonstrated that the non-use of certified seeds results in losses in yield per hectare and monetary profitability for rice producers, since with the use of certified seed there would be an increase in yield of 26.94% per hectare and profit margin of 94.16. % and a Benefit Index Cost of 1.14. Consumers increase their surplus by almost 6 billion, producers by just over 3 billion, while the government recovers its investment with a NPV of 9 billion soles, while reducing the cost per kilogram by 17 cents per kilo or 19 percent, thereby increasing its export possibilities or reducing imports.

**Keywords:** Rice, certified seed, partial budget, surplus.

## I. INTRODUCCION

El cultivo de arroz en Perú se inició en el siglo XVI, cuando los españoles introdujeron el arroz en los valles costeros del sur del país (Montero 1930). La actividad agrícola en Perú creció según Indriago (2018), gracias a las innovaciones técnicas para mejorar la producción en calidad y rendimiento: uso creciente de maquinarias agrícolas, uso de semillas mejoradas y de agroquímicos para fertilización y control fitosanitario y nuevas técnicas de siembra y plantación.

Bernardi (2017), señala que el arroz es una gramínea, cuya semilla debidamente procesada, constituye la base alimentaria de más de un tercio de la población mundial, y especialmente en Asia. Los cereales son básicos en la alimentación diaria de las familias de distintos niveles socioeconómicos por sus características nutritivas, su bajo costo y su capacidad para provocar saciedad, además de su fácil y versátil tratamiento culinario (INEI, 2017). En Perú, el arroz ocupa grandes extensiones de la Costa Norte, la Ceja de Selva y la Selva, y es importante en la alimentación del poblador peruano por sus calorías y proteínas y desplaza a la papa en platos regionales (Ministerio de Agricultura, 2018,).

Según Minagri (2017), la producción de arroz creció 3,1 por ciento anual en los últimos 21 años, dado por el crecimiento de la superficie cosechada (2.2 por ciento anual) y solo en 0.8 por ciento anual por aumento en el rendimiento por hectárea. Esta producción no cubre la demanda nacional, y las importaciones crecen cada año, debido al aumento de la población (1 por ciento anual según el INEI, 2017) y mayor consumo per cápita de este cereal (de 52 a 54 kilos al año en el 2016 según Agraria.pe). La brecha es cubierta con la importación de este producto, que, en el año 2016 ascendió a 291 mil toneladas según SUNAT (2017).

La importación de arroz según el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (2018), el año 2011 fue de 208,698 toneladas y el año 2017 llegó a 401,655 toneladas. Este panorama de importaciones podría cambiar utilizando en la producción semillas certificadas resistentes a plagas y enfermedades, pues las semillas usadas en muchas unidades productivas del Perú

logran un rendimiento inferior al promedio nacional, aunado a ello la baja tecnología usada, lo que conduce que la producción nacional no sea la óptima, el uso de semilla certificada elevaría el rendimiento nacional, y reduciría el gasto en agroquímicos. A la baja productividad de la semilla tradicional o no certificada, se suma los cambios climáticos, la baja tecnología y otros, lo que hace que el rendimiento en varias regiones sea menor a la tasa de rendimiento promedio nacional (7.19 t/ha en el año 2017). La baja productividad lleva a disminución de ingresos y beneficios de los productores de arroz. La investigación aportará elementos para la toma de decisiones sobre la promoción del uso de semillas certificadas en la producción de arroz, pues señalará en qué medida se puede incrementar los beneficios de la producción de arroz en el país con dichas semillas.

El objetivo principal del estudio es: Dimensionar los beneficios económicos obtenidos con el uso masivo de la semilla certificada en la producción del arroz a nivel nacional, reemplazando la semilla común o no certificada del cual se desprende los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar las mejoras en bienestar económico de los productores de arroz a corto plazo al emplear masivamente semilla certificada en la producción de arroz (*Oryza sativa*).
2. Establecer las mejoras en el bienestar de la sociedad peruana al emplear masivamente semilla certificada en la producción de arroz (*Oryza sativa*) en Perú
3. Cuantificar la mejora de competitividad en la producción de arroz al masificar el uso de semilla certificada de arroz (*Oryza sativa*) en Perú

Los resultados beneficiarán a los 70 mil productores de arroz del Perú, a sus familias, a la población consumidora y al estado puesto que al aumentar la producción nacional se contrae la importación. En consecuencia, se pretende evaluar, dada la importancia de la producción y consumo del arroz en el Perú, cómo influirá en el beneficio económico del productor y la sociedad y en la mejora de la competitividad, el uso de semilla certificada que garantiza rendimientos de más de 12 t/ha de la Variedad “La Puntilla”, liberada por el INIA en octubre del año 2016, por la Estación Experimental Agraria Vista Florida – Lambayeque. Variedad que destaca por su tolerancia al Virus de la Hoja Blanca (VHB), así como su buen rendimiento y calidad culinaria, que la ponen a la par de las mejores variedades comerciales de arroz que existen en el mercado, su alta resistencia a plagas y enfermedades pueden hacer, que su rendimiento sea aún mayor (INIA, 2017). Esta variedad logra su desarrollo entre 142 y 145 días, por tanto a menor periodo vegetativo, menor consumo de agua.

## **II. REVISION DE LITERATURA**

### **2.1. El cultivo de arroz en el Perú y el Mundo.**

#### **2.1.1. Panorama mundial y nacional de la producción de arroz**

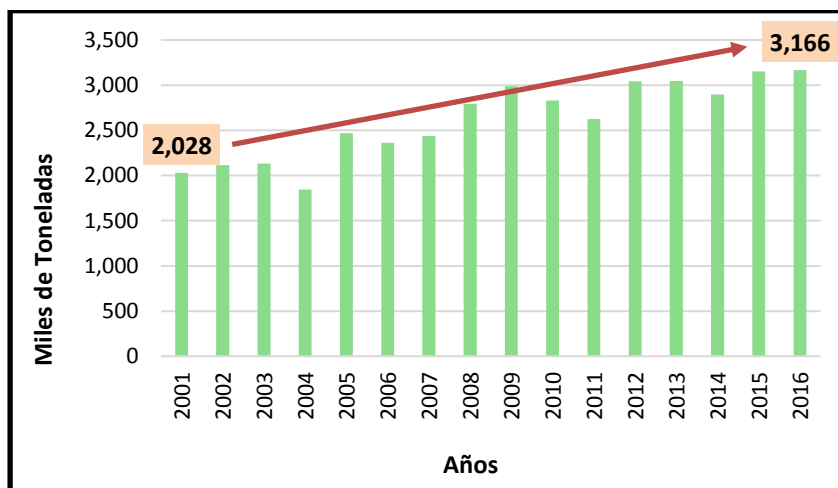
La producción de arroz en el mundo en el año 2016 fue de 481.5 millones de toneladas en un área de 162.09 millones de hectáreas. El rendimiento promedio fue de 4.43 t/ha. El país con mayor producción es China con un total de 144.8 millones de toneladas, en un área de 30.16 millones de hectáreas, pero el rendimiento es sólo de 6.86 t/ha.

El país con mayor área de producción en el año 2016 es India (44.5 millones de hectáreas), pero con 3.59 t/ha de rendimiento (Cotrisa, 2017). El país con mayor rendimiento es Egipto con 8.8 t/h, luego Estados Unidos con 8.40 t/h y Perú con 7.5 t/h. El Perú tiene muy poca área en producción de arroz a nivel mundial (0.40 millones de hectáreas).

En el Perú, uno de los alimentos de consumo diario por las familias peruanas, provisto por la agricultura es el arroz, al alcance de hogares de todo nivel socioeconómico por su precio relativamente bajo, su capacidad para provocar saciedad inmediata y su fácil y versátil manejo culinario. Eso lleva a un consumo per cápita creciente, según INEI de 47.4 kg en el año 2009, el MINAGRI (portal en línea) señaló que el consumo promedio per cápita nacional en el año 2011 fue de 63.5 kg por persona y en el año 2014 un estudio de Brazilian Rice señaló que los peruanos consumen 70 Kg de arroz al año. Según Minagri (2018), en el Perú, el arroz es el primer producto en área sembrada, muy por encima del café, maíz amarillo duro y papa, con 422,434 has., con producción de 3,03 millones de toneladas y un rendimiento promedio de 7.19 t/h en el año 2017.

Según Minagri (2017), la producción de arroz en el Perú el 2001 fue de 2.2 millones de toneladas y en el 2016, 3,1 millones de toneladas, creciendo 3.1 por ciento anual. El incremento se debió principalmente al crecimiento de la superficie cosechada (2.2 por ciento anual). El rendimiento creció entre el 2001 y 2017 solo a 0.8 por ciento anual. En el 2015 se logró el mayor rendimiento de los últimos 16 años con 7,89 t/ha., pero cayó para el año 2016

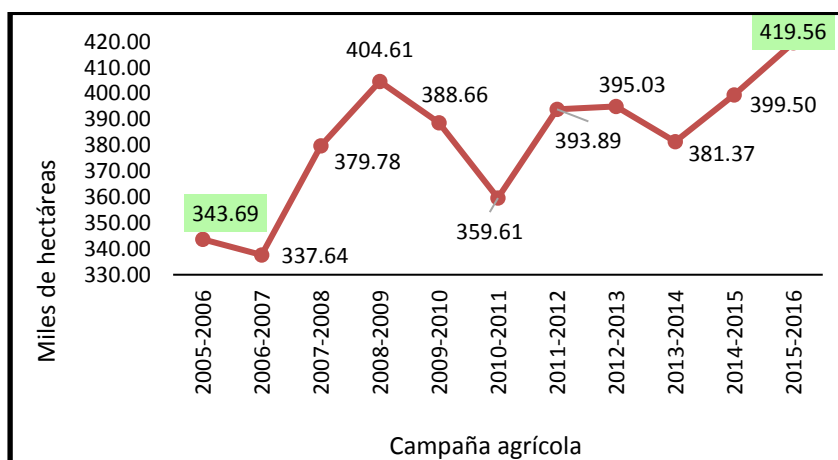
a 7.55 t/ha., y el 2017 a 7.19 t/ha. Los agricultores presentan baja productividad, por enfermedades y plagas relacionadas con el uso de semilla tradicional no certificada, y esto se suma a los impactos de cambios climáticos, bajo nivel de tecnología, inundaciones y otros, lo que hace que el rendimiento en varias regiones sea menor a la tasa de rendimiento promedio nacional. La evolución de la producción de arroz en el Perú en el período 2001 – 2016 se ve en la Figuras 1.



**Figura 1:** Producción Nacional de arroz 2001 - 2016

**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Riego (2017).

La superficie de arroz en el año 2017 (422,434 hectáreas) respecto al año 2016 (419,563 hectáreas) creció en 0.68 por ciento, sin embargo la producción cayó de 3,16 millones en el 2016 a 3,03 millones de toneladas en el año 2017. La evolución de la superficie sembrada en el período 2005-2016 se ve en la Figura 2.



**Figura 2:** Superficie sembrada Nacional de arroz 2005 - 2016

**Fuente:** Ministerio de Agricultura y Riego (2017).

El mayor rendimiento nacional se da en la Región Arequipa, (Minagri, 2017) con 12.5 t/ha, muy superior al rendimiento nacional de 7.5 t/ha. Otra región con buen rendimiento es La Libertad con 10.2 t/ha. La producción de un bien implica costos, para el caso del arroz en el Perú, se tiene los presupuestos productivos de 5 regiones representativas en la Tabla 1.

**Tabla 1: Costo de producción del arroz en 5 regiones representativas del Perú**

<b>Detalle</b>	<b>Arequipa</b>	<b>Piura</b>	<b>San Martín</b>	<b>Lambayeque</b>	<b>La Libertad</b>
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
<b>Costos Directos</b>	<b>9263.00</b>	<b>5614.00</b>	<b>5624.40</b>	<b>5346.00</b>	<b>6234.00</b>
Costos indirectos	5110.25	561.40	894.10	2806.36	872.76
<b>Total Costos</b>	<b>14373.25</b>	<b>6175.40</b>	<b>6518.50</b>	<b>8152.36</b>	<b>7106.76</b>
Rendimiento	13,900.00	8000.00	8500.00	9000.00	10600.00
Precio Promedio	1.10	1.39	1.10	1.15	1.16

**Fuente:** Minagri (2017)

El año 2016 las zonas con mayores cosechas fueron San Martín con 710 mil toneladas y 22.44 por ciento del total nacional, por la mayor superficie sembrada (101,2 mil has) (22 por ciento), Piura (19 por ciento), Lambayeque (13 por ciento), La Libertad (11 por ciento) y Amazonas (10 por ciento). La región Arequipa tiene alto rendimiento, 12.5 t/ha (muy superior al nacional de 7.5 t/ha) por su alto nivel tecnológico, pero con superficie pequeña, por lo que, la producción en el 2016 ocupó el sexto lugar a nivel nacional.

### **2.1.2. Estudios sobre la importancia de los factores productivos**

Altamirano (2016) evalúa los niveles de productividad y rentabilidad del cultivo de arroz en las regiones de Lambayeque y La Libertad en el período 2000-2015. Concluye que el rendimiento del arroz en Lambayeque en el período se incrementó de 8.4 kg/ha a 9.2 kg/ha. En La Libertad, creció de 9.2 a 10.6 kg/ha. En los últimos años, en el arroz se empleó mejor



tecnología, y la tasa de rentabilidad entre 2008 y 2015 creció de 20 a 27 por ciento en La Libertad, y de 16 a 20 ciento en Lambayeque; por el mayor rendimiento en dicho periodo.

Minaya (2013) compara la rentabilidad en la producción de papa blanca comercial en las regiones de Huánuco y Lima. Encuentra que la variable de mayor riesgo en la rentabilidad es el precio en chacra con un impacto del 76 a 79 por ciento, y otra fuente de riesgo en ambas regiones es el rendimiento por hectárea, con un impacto del 55.3 por ciento.

Sobre la biotecnología en agricultura, Faisal et al. (2012) destacan el rápido crecimiento de la superficie mundial con algodón Bt al llegar en el año 2005 a casi 8 millones de hectáreas, cubriendo 54 por ciento del cultivo de algodón en EE.UU., 76 por ciento en China, y 80 por ciento en Australia. La razón estaría en: (1) aumento de rendimiento de algodón; (2) efectos beneficiosos en el medioambiente al reducir aplicación de pesticidas, aunque tiene el aspecto negativo del alto costo de la semilla Bt y variabilidad en efectos debido a la fenología interna (genética), concentración de CO<sub>2</sub>, insectos plaga, y diferencias en labores culturales, así como la relación entre introducción de genes Bt y producción de terpenoides, taninos, dentro del cuerpo de la planta.

Zenner et al. (2008), descartan efectos negativos de las proteínas Cry1Ac y Cry1Ab, incorporadas en el algodón Bollgard® y el maíz Yieldgard® sobre las poblaciones de insectos benéficos, pues la disminución de sus poblaciones, ya sea en lotes comerciales con cultivos Bt como en los convencionales, se explicaría por las aplicaciones de insecticidas contra insectos plagas no controladas con los cultivares transformados.

### **2.1.3. Semilla certificada de arroz “La Puntilla”: Impactos económicos y ambientales**

En muchos países en desarrollo, según la FAO (2017) los agricultores aún no se benefician de las semillas de calidad debido a la producción ineficiente de semillas, inadecuados sistemas de distribución y baja garantía de calidad, y falta de políticas correctas de semillas y de otros instrumentos normativos. Según la legislación de semillas en el Perú (Ley 27262 del año 2000 modificada en el año 2012 por el Decreto Ley 1080 y reglamentada el 2012) se definen las categorías: básica, registrada, certificada y autorizada que son categorías sucesivas; es decir, a partir de la básica se produce la registrada y de la registrada se produce la certificada. La autorizada es una categoría especial, en la cual se trata de asegurar la misma calidad que la semilla certificada, pero no se tiene certeza sobre el origen del material dado

que la acreditación de la fuente de semilla usada no se basa en la genealogía (Ley general de semillas, 2000).

En Perú existen instituciones públicas y privadas dedicadas a la investigación y producción de semillas mejoradas certificadas tales como el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), la empresa productora de semillas “El Potrero” y otros, que buscan mejorar el rendimiento del arroz, ofreciendo mayor resistencia a los cambios de clima y a las enfermedades.

El uso de semilla certificada, (generada por entidades públicas como el INIA u otras empresas), por los productores a nivel nacional aumentaría el rendimiento de la producción lo cual se vería reflejado en el aumento de la producción total nacional que implicaría mayor rentabilidad para los productores de arroz. Los resultados de esta investigación beneficiarían directamente a todos los agricultores de arroz del Perú que al año 2009 hacían un total de 7014 a sus familias, a la población consumidora y al estado puesto que al aumentar la producción nacional se contrae la importación.

Según INIA (2017), “La Puntilla” tiene alto rendimiento. En Chepén (La Libertad) ha llegado a 13.5 t/h y 13 t/h en Fala (Lambayeque). “La Puntilla” es tolerante a mosquilla (*Hydrellia sp* o mosca minadora según Rodríguez et al., 2018) y a la sogata (*Tagosodes orizicolus Muir*), que según González, et al. (2012), citados por Rodríguez et al. (2018), es una de las principales plagas del arroz en América, que causa daños directos, por la picadura del insecto al alimentarse de las hojas de la planta e indirectos y porque inocula el VHB (virus de la hoja blanca) al alimentarse de las plantas. La variedad “La Puntilla” sólo tiene 1 por ciento de infección por sogata y el virus de la hoja blanca, mientras las variedades Tinajones, 50 por ciento, y la IR43, 45 por ciento. “La Puntilla” presenta grano más largo y logra su desarrollo entre 142 y 145 días, ahorrando 3000 m<sup>3</sup> agua por campaña al sumarle la seca intermitente, usando sólo 11,000 m<sup>3</sup> por hectárea, según Fernando Montero, investigador del INIA. Esto además reduce la población de zancudos, que a su vez producen la malaria entre la población que se encuentra en los distritos rurales o las zonas periféricas cercanas a los campos donde se siembra arroz.

## **2.2. Marco teórico.**

### **2.2.1. Factores que influyen en la producción agrícola**

Según Infante (2016), el proceso de producción de un producto agrícola, comprende: la preparación de la tierra, fertilización, siembra, riego, control de plagas, cosecha, almacenamiento y distribución.

Según Chaudhary et al. (2003), la temperatura, la radiación solar y el viento influyen el rendimiento del arroz al afectar el crecimiento de la planta y la formación del grano, también pueden propiciar plagas y enfermedades que pueden dañar seriamente el cultivo. La variedad a ser cultivada depende de la ecología local, elemento fundamental para obtener un buen cultivo de arroz. Una buena siembra es esencial para una buena cosecha, y depende de: 1) la calidad de la semilla, 2) la densidad de siembra, 3) la preparación de la tierra, 4) el manejo del agua, 5) la profundidad de siembra o trasplante, 6) la edad de las plántulas trasplantadas y 7) el estado nutricional del suelo. La planta de arroz requiere nutrientes esenciales para un óptimo rendimiento: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, azufre, carbono, hidrógeno y oxígeno.

Respecto a la semilla empleada, La Peña (2012), manifiesta que es el elemento portador del material genético que da origen a una nueva generación de plantas. Es el factor primario para el desarrollo de cualquier sistema agro productivo y, es fundamental para la seguridad alimentaria y el desarrollo rural. La semilla lleva la carga genética que determina el rendimiento, la adaptabilidad, y grado de resistencia a plagas y enfermedades. Por ello, entre todos los insumos agrícolas, la semilla está asociada a una efectiva transferencia de tecnología a los agricultores.

En ese sentido, Arreola (2014) señala que, el potencial productivo de un cultivo se sustenta en la variedad, fecha de siembra óptima y semilla de alta calidad genética y, el oportuno control de malezas y fertilización. En la producción de semilla de arroz de alta calidad, está implícito el beneficio de la semilla para su siembra para eliminar impurezas (semillas vanas, malezas y material inerte resultantes de la cosecha), buscando semilla de alta calidad genética y lograr que la variedad conserve su pureza varietal con la finalidad de que la variedad pueda expresar su mayor potencial genético. El aumento de la temperatura y el cambio en regímenes de lluvia afectan el rendimiento de cultivos, y la disponibilidad de agua de riego. El trigo y el arroz bajo riego se ven especialmente afectados. En promedio, los

rendimientos en los países desarrollados se ven menos afectados que en los países en vías de desarrollo. Para unos pocos cultivos, el cambio climático produce aumentos en el rendimiento en países desarrollados (Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias, 2009).

Según Neate y Guei (2011) más del 90 por ciento de los cultivos en los países en desarrollo aún se realizan con variedades de los agricultores y con semillas guardadas en la explotación agrícola, lo que se traduce en baja rentabilidad en la producción de cultivos. Según FAO (2017), la producción agrícola depende de las semillas de alta calidad pues es el insumo básico y de él depende el retorno económico de lo que se invierte en la explotación agrícola. Según Cotrisa (2017), el rendimiento promedio del arroz a nivel mundial para el año 2016 es de 4.43 t/ha, el mayor rendimiento mundial es de Egipto con 8.80 t/has, le siguen Estados Unidos con 8.40 t/ha, y Perú con 7.80 t/ha. Los tres países superan el rendimiento promedio mundial por su mejor tecnología.

### **2.2.2. Costos de producción en el sector agrario**

Los costos de producción según FAO (2018), son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto.

Según Osorio (2017), los costos a considerar en el proceso decisorio, serán los necesarios y relevantes, es decir los que son "propios" de la decisión, que serán modificados por ella o que no existirían de no tomarse; y sólo en la magnitud necesaria para cumplir con el objetivo, o las acciones que conduzcan a él. Los costos en la actividad agrícola son aquellos gastos en que es necesario incurrir desde la preparación del terreno hasta la cosecha incluida. Un aspecto característico de los costos agrícolas es la definición de las "unidades" en las que se han de concentrar, o sea las "unidades de costeo". Si bien la unidad final de concentración de los costos será la "unidad producto" (en términos de fanegadas, kilos o toneladas para el arroz) cosechado a comercializar, existe una unidad previa, que podría ser considerada como un módulo de actividad: la hectárea (ha) cultivada, respecto de la cual se concentrarán los costos de producción hasta la cosecha.

### **2.2.3. Análisis de riesgo en la actividad agrícola**

Si bien las características del campo son condicionantes y conocidas y las condiciones climáticas normales para cada época también lo son, lo que permite presuponer que éstas se han de repetir en el tiempo, es prácticamente imposible prever la posibilidad de acaecimientos de meteoros, o aparición de plagas que pueden influir en los rendimientos futuros lo cual implica que la actividad agrícola está sujeta al riesgo.

Según Francischetti et al. (2014), el riesgo tiene relación con la variabilidad de los retornos de un activo y se identifica más con la probabilidad de retornos menores a los esperados. Según Cárdenas et al. (2014) el análisis de riesgo, conocido como evaluación de riesgos, PHA por sus siglas en inglés: *Process Hazards Analysis*, es el estudio de las causas de las posibles amenazas y probables eventos no deseados y los daños y consecuencias que éstas puedan producir.

Según la Comunidad de Madrid (2018), el Análisis de Riesgo es el estudio de la posibilidad y las consecuencias de cada factor de riesgo con el fin de establecer el nivel de riesgo de nuestro proyecto. El análisis de riesgos determina los factores que tendrían un mayor efecto sobre un proyecto y, deben ser gestionados por el emprendedor con especial atención.

Existen tres tipos de métodos utilizados para determinar el nivel de riesgos de un negocio: 1) Cualitativos, 2) cuantitativos y 3) semicuantitativos. Las principales fuentes de riesgo sistemático en la agricultura, son las que pueden ser objeto de predicción y cuantificación, como son, el rendimiento de la producción, los precios del producto y los costos de producción (Seiko et al. 2007).

Osorio (2017) señala que de manejar con más frecuencia estas técnicas mejoraría la toma de decisiones, permitiendo optimizar los resultados. La toma de decisiones implica seguir algún curso de acción entre varias alternativas y excluyentes entre sí, con distintas probabilidades de ocurrencia. La información sobre los efectos de las semillas, la ocurrencia de los precios y otras variables, reduce la incertidumbre y se trabajará con niveles de riesgo manejables.

### **2.2.4. Rentabilidad en la producción agrícola.**

La rentabilidad de la producción agrícola depende de semillas de alto rendimiento, sean convencionales, como el híbrido de maíz amarillo duro que menciona Escalante (2018), o

modificadas genéticamente, como indican los trabajos citados por Diez et al (2013) de Varona (2011, 2012) y Luna, (2013), o el de Guillén (2015), pues ofrecen ventajas económicas por incrementos en los rendimientos y menores costos en uso de insecticidas o plaguicidas, con mayor beneficio y bienestar para el productor, pues el uso de semillas tradicionales genera poco rendimiento y altos costos de producción. Sin embargo, la investigación existente no brinda información sobre lo que ocurriría en el caso del arroz de liberar semillas certificadas de alto rendimiento, motivo por el cual se justifica evaluar los cambios en la rentabilidad de los arroceros y el bienestar de la sociedad al emplear semillas certificadas de alto rendimiento.

Este trabajo se enlaza con evaluaciones ex ante de innovaciones productivas, como las de Guillén (2015) y Diez et al (2018) que emplean el presupuesto parcial y el modelo de excedentes económicos en entorno de riesgo. Según el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2017), la innovación es aplicar nuevos conocimientos en procesos productivos u organizacionales. Se da cuando se produce una apropiación social de los conocimientos, ideas, prácticas y tecnologías; con un cambio útil y beneficioso en el quehacer productivo u organizacional. La novedad que se implementa es innovación si es nueva en el contexto, no necesariamente para el mundo. En ese sentido, la evaluación de los impactos económicos de semillas mejoradas, convencionales o transgénicas, es una evaluación de innovaciones.

Para Minaya (2013), el indicador de la rentabilidad es el margen bruto por hectárea porque en la producción agrícola es difícil medir la rentabilidad neta, porque no se conoce el valor del capital invertido y su respectivo costo de oportunidad, así como el monto de la renta de la tierra. La fórmula del Margen Bruto es:  $Mb = (P)(Q) - (Ci + Cs + Cp + Maq)$ .

Donde:

$Mb$  = Valor esperado del margen bruto por hectárea (soles/ha.)

$P$  = Valor esperado del precio en chacra del producto (soles/ tonelada)

$Q$  = Valor esperado del rendimiento por hectárea (toneladas/Ha.).

$Ci$  = Costos que no varían (Soles/Ha.): mano de obra, fertilizantes, maquinaria agrícola.

$Cs = f(Cs) \rightarrow$  Valor esperado de los costos de semillas (soles/Ha.)

$Cp = f(Cp) \rightarrow$  Valor esperado de los costos de pesticidas (soles/Ha.)

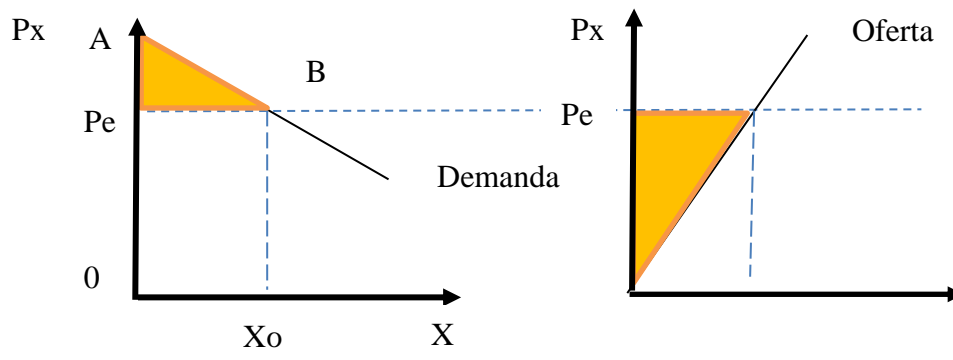
Por lo tanto, podemos afirmar que la rentabilidad es la obtención de beneficios económicos luego de cubrir los costos de producción en que incurre la unidad productiva.

#### **2.2.5. Metodologías de evaluación del impacto de cambios tecnológicos considerando cambios en el bienestar económico de los agentes.**

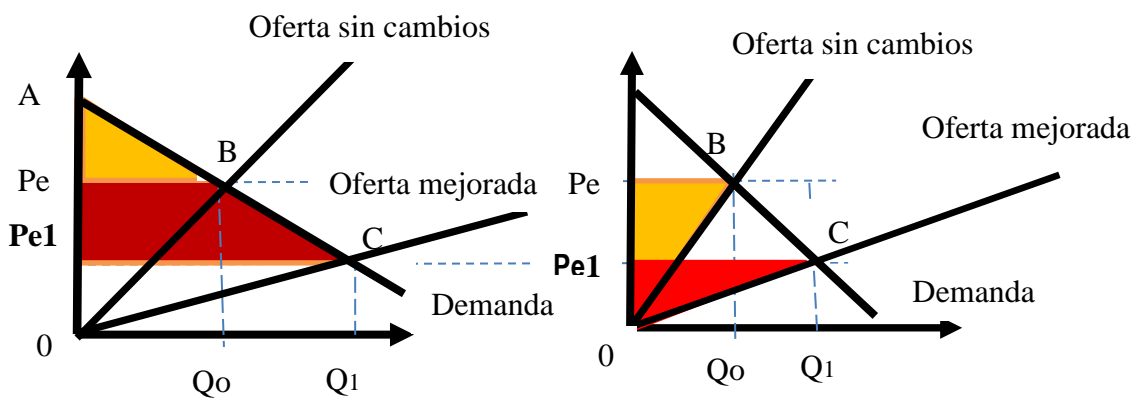
##### **Bienestar Económico**

Según Camberos et al. (2002) la noción de bienestar se asocia a lograr acceder a un conjunto de bienes que permiten cubrir las necesidades básicas: alimentación, vivienda, educación, salud, transporte, ropa y calzado, cuidado personal y de la casa, muebles y enseres, y cultura y recreación. Según Pedrosa (2018), el bienestar económico es derivado de una relación directa de las variables de producción, empleo y distribución de la renta en un lugar o es aquel en el que se maximiza el bienestar social a través del crecimiento económico, el bienestar económico se mide a través de la renta per cápita, y está íntimamente relacionado con el bienestar social ya que el bienestar económico es el indicador que recoge en qué medida un país o territorio marcha bien y la capacidad económica que tiene para fijar y desarrollar a las personas.

Los cambios tecnológicos afectan el bienestar de la sociedad. El concepto básico de la microeconomía según Mankiw (2012): el equilibrio de la oferta y la demanda en un mercado maximiza los beneficios totales que obtienen los consumidores (compradores) y los productores (vendedores). Cuando se modifican las curvas de oferta o demanda se altera el beneficio de cada agente y por ende, su nivel de bienestar. Los consumidores perciben un beneficio porque suelen pagar precios menores (los de equilibrio) a los que están dispuestos a pagar y los productores perciben un beneficio (excedente del productor), porque cobran un precio mayor al que están dispuestos a cobrar.



**Figura 3:** Excedente del consumidor (comprador) y del productor (vendedor).  
**Fuente:** Elaboración propia en base a Mankiw (2012)



**Figura 4:** Situación luego del cambio de precio y desplazamiento de la oferta por mejora tecnológica (el excedente del consumidor cambia de  $ABPe$  a  $ACPe1$  y el excedente del productor cambia de  $0BPe$  a  $0CPe1$ ).  
**Fuente:** Elaboración propia en base a Mankiw (2012)

Diez et al. (2017) encuentran rentable la innovación genética en la producción de maíz amarillo duro y papa en el Perú, para ello emplean métodos de evaluación de tecnologías validados por Diez et al. (2013), que combinan de presupuesto parcial y el modelo de excedentes evaluar la conveniencia de liberar semilla de papa transgénica resistente a insectos y nematodos en el distrito de Huasahuasi, Región Junín, en Perú. Obtuvo una reducción de costo por el abandono de semilla tradicional y mayor rendimiento por hectárea, pero, a diferencia de Diez et al. (2013) que emplean un método determinístico, Diez et al. (2017) emplean una simulación de Montecarlo. Al emplear una nueva semilla resistente a insectos y nematodos, con los precios promedio de venta, se consigue mayor rentabilidad. Confirman que los métodos de presupuesto parcial y cambio de excedentes para el caso de la papa Bt en Huasahuasi, región Junín, son complementarios y arrojan resultados aceptables, pues se obtiene un alto beneficio costo para los productores así como incremento



de excedentes, para los productores y consumidores e identifica las razones de estos incrementos: 1) la reducción del precio de venta y 2) la ampliación del volumen del producto puesto a su disposición por el desplazamiento hacia afuera de la curva de oferta.

Seiko et al. (2007), obtienen la rentabilidad y riesgo del Maíz de verano en sucesión con frijol y maíz con papa, en Sao Joao de Buena Vista, del año 2002 al 2007, usando el método Montecarlo, determinando beneficios netos, análisis de sensibilidad, correlación entre el beneficio neto de las variables, y los percentiles de riesgo, buscando mejor aprovechamiento de la tierra. Identifican riesgos asociados a la producción en invierno por la caída significativa en productividad por el clima menos favorable que el de verano, a menos que se use un sistema de irrigación, que implicaría mayores costos de producción, pero el precio del producto fuera de temporada tiende a ser mayor. Concluyen que, incluso en cultivos irrigados con alta tecnología el riesgo de variación de rentabilidad es alto, principalmente por los precios de los cultivos de frijol y papa, que presentan altos riesgos biológicos. El sistema de sucesión del maíz con papa mostró mayor riesgo que la de sucesión del maíz con frijol y el precio del maíz tiene influencia relativamente menor sobre el riesgo del sistema.

Wander et al. (2014), investigadores de EMBRAPA, compararon la productividad y los costos por tonelada de arroz en US\$ para países de América Latina, con datos de costos de producción de arroz bajo riego en los países integrantes del Fondo Latinoamericano de Arroz con Riego (Flar) que incluye, por Brasil, la zona de Río Grande del Sur y encontraron que Argentina con un rendimiento por hectárea de 7 toneladas, con un costo por hectárea de 1,500 US\$ lograba un costo por tonelada de 214.30 US\$. China con 6.7 t/ha. y un costo por hectárea de 1,145.90 US\$ presenta un costo de 171.01 US\$/tonelada. Uruguay con 7.7 t/ha tiene un costo por hectárea de US\$2100 y un costo por tonelada de 272.70 US\$. Mientras Perú con 7.5 t/ha presenta un costo por tonelada de 346.70 US\$. En países asiáticos como India, con un costo por tonelada de 155.44 US\$, el bajo costo se convierte en su principal ventaja para exportar este commodity pese a que su productividad es baja (4 t/ha). Es decir, para lograr competitividad en la producción de arroz, los países deben revisar aspectos adicionales al del rendimiento por hectárea. Wander et al. (2014) se preocupan por la presión tributaria para el caso brasileño. En Perú habría que revisar qué otros factores inciden en los altos costos.

### **2.2.6. Presupuesto parcial**

Diez et al. (2013) citan a Falck-Zepeda (2010) que señala que el método de presupuesto parcial ayuda a evaluar el impacto de cambios puntuales en el proceso productivo a nivel de los impactos sobre los costos y los ingresos. El modelo de presupuesto parcial en condiciones de riesgo, emplea una versión probabilística, generando una simulación de Montecarlo. En entorno de riesgo se incorpora la posibilidad de que las variables explicativas de la rentabilidad no presenten un solo valor sino una gama de posibles valores, presentando una distribución de probabilidad y configurando un análisis con variables vectoriales en vez de variables de valores únicos. El presupuesto parcial brinda un coeficiente de Beneficio Costo Marginal comparando la suma de ingresos derivados de implementar la mejora tecnológica (ingreso nuevo) con los costos abandonados (los correspondientes a la producción con la semilla convencional), y los costos que resultan de la suma del ingreso abandonado (correspondiente a la producción con la semilla antigua) con los costos relacionados con el proceso productivo con la semilla nueva (costos nuevos).

Es marginal porque mide un cambio en una pequeña área del proceso productivo. Dado que la actividad agrícola está sujeta a riesgos, con alta variabilidad de rendimientos (explicable por agentes bióticos y abióticos: clima, disposición de agua, etcétera), hay alta variabilidad en precios del producto, de las semillas y otros insumos, por lo cual se construye el presupuesto parcial y obtener el coeficiente de beneficio – costo marginal en ambiente probabilístico, aplicando software de simulación que se acopla a la hoja de cálculo Excel.

### **2.2.7. Cambio de excedentes económicos según Alston, Norton y Pardey.**

Diez et al. (2013), citan a Rivas et al. (1992), que destacan que el modelo de cambio de excedentes económicos, permite evaluar tecnologías antes o después de ser implementadas, y estima los beneficios sociales de la nueva tecnología a través del tiempo y su distribución entre productores y consumidores. Permite obtener indicadores de rentabilidad social de las inversiones en investigación y desarrollo de las tecnologías: el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la relación beneficio/costo marginal (B/C).

Falck Zepeda (2010), citado por Diez et al. (2013) señala que la adaptación de cambios tecnológicos en el sector agrícola provoca cambios en el bienestar social. Esto se puede dar por una disminución en los costos o por el incremento en la producción, teniendo como efecto la expansión de la curva de oferta en una proporción (K) desplazándola a la derecha.

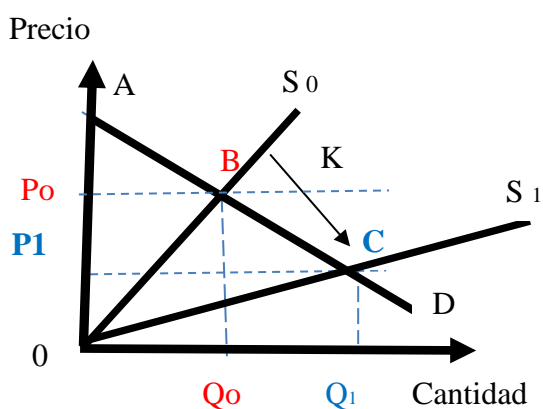
Estos cambios van a alterar los excedentes de productores y consumidores, los cuales miden el bienestar desde el punto de vista económico permitiendo el cálculo de los beneficios de la introducción de una nueva tecnología que pueda aumentar la productividad en un  $k$  por ciento.

El beneficio económico que se pueda lograr estará en función de la probabilidad de éxito y el nivel de adopción en el uso de semilla certificada con alto rendimiento. Es decir, que, un cambio en el uso de semilla actual por una semilla mejorada provocará cambios en el bienestar social, por la disminución en los costos derivada del aumento del rendimiento por hectárea, desplazando la curva de oferta en una proporción  $K$ .

Alston et al. (1998), señalan que en este modelo sobre la distribución de los excedentes, debido a un cambio tecnológico,  $D$  representa la demanda de un producto homogéneo y  $S_0$  y  $S_1$  representan, la oferta del producto antes y después de los cambios tecnológicos.

Todas las curvas son definidas como flujos por unidad de tiempo, generalmente anual, como también lo son las medidas del excedente económico.

El equilibrio inicial es  $B$ , con las coordenadas  $P_0$  y  $Q_0$ ; el final es  $C$  con las coordenadas  $P_1$  y  $Q_1$ .



**Figura 5:** Cambio Tecnológico que ocasiona incremento ( $K$ ) de productividad  
**Fuente:** Falck Zepeda (2010)

### 2.2.8. Competitividad y competitividad del arroz

**La competitividad.** Según Avendaño et al. (2005) la competitividad se refiere al nivel de rentabilidad privada de un producto, a su capacidad de lograr éxito en el mercado mundial, de acuerdo con los precios de mercado existentes. Esto significa, reducir los costos de

producción, a la par de lograr mejoras en calidad y sanidad. Así, los productores de hortalizas de Mexicali, controlan todas las etapas, desde la preparación de la tierra al manejo poscosecha, empaque y embarque de los productos al mercado de exportación, integrándose verticalmente en estas etapas, logrando permanecer treinta años en el mercado más competitivo y exigente del mundo, el estadounidense.

**Competitividad del arroz.** En el caso del arroz, tiene posibilidades de convertirse en un producto de exportación, pues la productividad nacional es la tercera en el mundo y por la dualidad producción costo, tenemos que a mayor productividad menor costo unitario (Reyes 2006). Sin embargo, el uso de semilla común, empleando grano obtenido en la parcela como semilla, hace que paulatinamente se reduzca esta ventaja productiva, pues de lograr 7.89 t/ha., en 2015, en 2016 consiguió 7.55 t/ha., y en 2017 apenas logró 7.19 toneladas por hectárea (Cotriza 2017). Con la semilla certificada “La Puntilla” se lograría saltar, a nivel nacional, de 7.19 t/ha., a un nivel de 13.9 t/ha., con lo cual se reducirían sustancialmente los costos de producción. Los inversionistas podrían escoger las zonas con mayor productividad, porque ofrecen mayores posibilidades de obtener rentabilidad: Arequipa, Lambayeque, La Libertad, Piura y Tumbes, saltando de un promedio de 10.95 t/ha., a 13.90 t/ha.

En la investigación no se evalúa cambio de portafolio, se trabaja con la preferencia revelada por el agricultor en sus cultivos actuales, dada la tendencia creciente, 2.2 por ciento de crecimiento en superficie sembrada con arroz cada año. Si exploramos las causas de esta preferencia, podríamos obtener un módulo de rentabilidad mensual y comparar con lo que brindan otros cultivos. En el caso del arroz, su período es de 5 meses y medio a 6. En la investigación se encuentra que con la semilla certificada la rentabilidad por hectárea llega a S/.6815, en un módulo mensual, sería S/ 1135.

En maíz amarillo duro, con semilla Bt llegaría a S/. 2166 por hectárea (Diez et al 2018), dada la campaña de 4 meses, sería un módulo mensual de S/ 541.50. En papa con un margen de S/. 2184 por hectárea por campaña con una campaña de 6 meses llegaría a S/.364.03 (Diez et al 2018). Entonces, impulsar la mejora tecnológica en el arroz sería más rentable para el productor que en los otros 2 cultivos.

Para ampliar el análisis, habría que obtener los resultados en otros cultivos para ver cuál es el más rentable realmente. Así, se podría explorar el frijol caupí, el frijol castilla, como otros cultivos alternativos.

### 2.2.9. Indicadores de eficiencia económica de la nueva tecnología

**Valor Actual Neto (VAN).** Es un indicador del valor presente de la adición de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

$F_t$  Flujos de dinero en cada periodo  $t$

$n$  Número de periodos de tiempo

$I_0$  Inversión en el momento inicial ( $t = 0$ )

$k$  Tasa de interés

**Tasa Interna de Retorno (TIR).** La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de rentabilidad que ofrece una inversión. Está muy relacionada con el valor actualizado neto (VAN) porque es el valor de la tasa de descuento que hace que el VAN sea cero. La tasa interna de retorno (TIR) nos da una medida relativa de la rentabilidad, y viene expresada en tanto por ciento.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+TIR)} + \frac{F_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+TIR)^n} = 0$$

$F_t$  Flujos de dinero en cada periodo  $t$

$I_0$  Inversión en el momento inicial ( $t = 0$ )

$n$  Número de periodos de tiempo

El criterio de selección es comparar la TIR obtenida con la tasa de descuento elegida ( $k$ ):

- Si  $TIR > k$ , el proyecto de inversión será aceptado. La tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.
- Si  $TIR = k$ , estaríamos en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero. La inversión podrá ejecutarse si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables.
- Si  $TIR < k$ , el proyecto se rechaza. No se alcanza la rentabilidad mínima.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

**3.1. Ámbito de estudio.** El estudio tiene como ámbito el Perú, y se toma información de las 5 regiones más representativas por tener la mayor producción a nivel nacional que son: Piura, Lambayeque, La libertad, Arequipa y San Martín, que representan el 72 por ciento de la producción total de 3.1 millones de toneladas y 65 por ciento de la superficie sembrada total de 419,563 hectáreas para el año 2016 (MINAGRI, 2017).

**3.2. Recopilación de información.** La información fue recopilada de documentos del Ministerio de Agricultura, las Direcciones Regionales Agrarias de Piura, Lambayeque, La Libertad, Arequipa y San Martín y documentos de INIA, FAO, USDA, INEI, SUNAT, COTRISA.

**3.3. Tipo de estudio:** El estudio realizado es inductivo - cuantitativo.

**3.4. Población.** Según Minagri (2017) existen 70 471 productores de arroz a nivel nacional.

#### **3.5. Hipótesis**

##### **3.5.1. Hipótesis General**

Los rendimientos por hectárea y los beneficios económicos por el uso de semilla certificada de arroz “La Puntilla” serían mayores que los obtenidos con semillas no certificadas.

##### **3.5.2. Hipótesis Específicas**

1. Los rendimientos por el uso de la semilla certificada de arroz “La Puntilla” serían mayores que los obtenidos con semillas no certificadas.
2. Se obtendría significativos incrementos de rentabilidad en la producción de arroz al emplear semilla certificada.
3. Se obtendría una reducción de costos por kilogramo de arroz con el uso de semilla certificada, mejorándose así la competitividad del arroz en el mercado.

### 3.6. Métodos y modelos empleados.

Se realiza un análisis de riesgo de los efectos de incorporar la semilla certificada en la producción de arroz, con ayuda del software @Risk que genera gran cantidad de escenarios posibles de los efectos productivos y económicos de la aplicación de la nueva tecnología, en este caso, la semilla certificada de arroz “La Puntilla”.

#### 3.6.1. Modelo de Presupuesto Parcial y de Beneficio Costo Marginal

Aplicando el presupuesto parcial, empleado por Luna (2013), Abad (2014), Mogollón (2014) y otros, que siguen a Horton (1982) pero en entorno probabilístico, incorporando la simulación de Montecarlo. Se calcula el Índice de Beneficio Costo Marginal, de la liberación masiva de semillas certificadas en la producción de Arroz nacional. Es decir, se debe emplear el método de Presupuesto Parcial en entorno del software @Risk, y se compara la rentabilidad del arroz con semilla común y con semilla certificada.

Como primer paso, se obtiene el presupuesto esperado de producción de arroz y los rendimientos esperados de arroz considerando como insumos los datos de las Regiones Arequipa, Piura, La Libertad, Lambayeque, San Martín.

El segundo paso, es obtener el beneficio costo marginal de la masificación de uso de semilla certificada de arroz en todas las regiones del país.

El índice de beneficio costo marginal se obtiene con la ecuación:

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

Este índice puede asumir valores menores que uno, igual a uno, o mayores que uno, y se interpreta de la siguiente manera, cuando es mayor que uno, significa que la tecnología es apropiada y le brinda rentabilidad al productor. El modelo de presupuesto parcial permite también calcular los incrementos en margen de rentabilidad, si este incremento es positivo, se confirma la bondad de la tecnología.



### 3.6.2. Modelo de cambio de excedentes económicos

Se emplea el modelo de excedentes económicos de Alston et al. (1998), citado por Falck-Zepeda (2010) en entorno probabilístico, que permitirá evaluar la rentabilidad económica probable causada por la inserción de mejoras tecnológicas en la producción del arroz. Las fórmulas para los cambios del productor nacional y del consumidor, utilizados, son las siguientes:

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

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

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

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

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

Donde:

- $P_0$  = Precio sin la innovación                       $Q_0$  = Cantidad sin la innovación.  
 $A$  = Tasa de adopción                                       $D$  = Tasa de depreciación.  
 $\Delta CS$  = Cambio en el excedente del consumidor.  
 $\Delta PS$  = Cambio en el excedente del productor.  
 $\Delta TS$  = Cambio en el excedente total.       $Q_0$  = Cantidad consumida sin la innovación  
 $K$  = Tamaño proporcional del desplazamiento de la oferta.  
 $Z$  = Variación de precios relacionados con la adopción de la nueva tecnología.  
 $\Delta Y$  =  $Y_{\text{certificada}} - Y_{\text{Comun}}$   
 $Y_{\text{certificada}}$  = Rendimiento esperado de arroz con semilla certificada  
 $Y_{\text{Comun}}$  = Rendimiento de arroz con semilla común.  
 $\Delta C$  =  $C_{\text{certificada}} - C_{\text{Comun}}$   
 $C_{\text{certificada}}$  = Costo de producción esperado de arroz con semilla certificada  
 $C_{\text{Comun}}$  = Costo de producción de arroz con semilla común.  
 $\varepsilon_a$  = Elasticidad de oferta del arroz.  
 $\eta$  = Elasticidad de demanda del arroz.  
 $R$  = Es la probabilidad de éxito de la producción con la semilla certificada.

Las simulaciones se llevan a cabo en un horizonte de 12 años, se considera además 1 año de inversión en investigación para introducir la semilla resistente y 4 años de costos en transferencia de la nueva tecnología, las variables de salida serán calculadas para cada año y luego los resultados se transforman a valores actuales netos.

La elasticidad de la demanda se toma de Minagri (2016) y la elasticidad de oferta es del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, para el caso de México, en una publicación de Vásquez y Martínez (2011). La Tasa de adopción sigue la evolución de Rogers et al. (1997) que parte de una tasa de adopción inicial de 2.8% y seguirá creciendo en forma anual, a medida que más agricultores adoptan la nueva tecnología, esto se refiere al grado de adopción de los agricultores, y se asume que en un plazo de 4 años se lograría un 80%. La Tasa de descuento en la investigación es de 8% de acuerdo a lo establecido por el Ministerio de Economía y Finanzas (2017), con una probabilidad de éxito promedio para innovaciones tecnológicas en general del 85 por ciento (Varona, 2012).

### **3.6.3. Variables.**

#### **3.6.3.1. Del modelo de presupuesto parcial**

##### **Datos o variables determinísticas**

- Gastos en maquinaria y mano de obra, administrativos, financieros.

##### **Variables de Entrada**

- Gasto en semilla.
- Gasto en pesticidas
- Gasto en fertilizantes
- Rendimiento de arroz por hectárea
- Precios en chacra del arroz

##### **Variables de Salida**

- Índice de Beneficio Costo Marginal
- Incremento de margen de rentabilidad

### **3.6.3.2. Del modelo de cambio de excedentes.**

#### **Datos o variables determinísticas**

- Elasticidades de oferta y demanda de arroz.
- Tasa de depreciación.
- Tasa de adopción según Rogers.
- Probabilidad de éxito.
- Cantidad producida.

#### **Variables de entrada**

- Cambio de rendimientos
- Cambio de costo de insumos
- Precio al consumidor
- Costos de investigación en desarrollo y transferencia de la semilla certificada.

#### **Variables de Salida**

##### **De la eficiencia de la inversión gubernamental en desarrollar la semilla:**

- Valor Actual Neto
- Tasa Interna de Retorno

##### **De la eficiencia social de la inversión en desarrollar la semilla:**

- Cambio de excedentes de productores
- Cambio de excedentes de consumidores
- Cambio de excedentes de la sociedad
- Cambio de excedente per cápita
- Cambio de excedente por hectárea
- Cambio de excedente por productor.

### **3.6.3.3. Del modelo de mejora de la competitividad del arroz frente a las importaciones**

#### **Datos o variables determinísticas**

- Precio del arroz importado en el mercado.
- Precio del arroz nacional en el mercado

### **VARIABLES DE ENTRADA**

- Costo de producción con semilla común.
- Costo de producción con semilla certificada

### **VARIABLES DE SALIDA**

- Margen de semilla certificada
- Margen de semilla común
- Diferencial de márgenes.

#### **3.6.4. La simulación de Montecarlo y el Software @Risk**

Lobos et al. (2015) mencionan el comentario de Richardson et al. (2007), respecto a la debilidad de los análisis deterministas que sólo 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 Monte Carlo, 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 complementos, como Simetar, @Risk y Crystal Ball, se pueden convertir en modelos de simulación de Montecarlo.

La simulación de Montecarlo es la generación de múltiples escenarios, el cual ayuda a la realización de un análisis en entorno de riesgo, con escenarios de incertidumbre lo que permite mantener simulaciones de riesgo (Mogollón, 2014), pues permite efectuar miles de iteraciones que muestran los posibles escenarios considerando variables de entrada y salida como: precio, insumos, rendimiento, etc., mostrando una simulación del análisis de riesgo del producto y revela la probabilidad de ocurrencia.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Resultados.**

#### **4.1.1. Rentabilidad de la semilla certificada de arroz**

Para los cálculos se obtuvo en primer lugar los estadísticos de las variables de costo de producción con la semilla actual (ver anexo 1) obtenidos a partir de los presupuestos de producción de las regiones de Arequipa, Lambayeque, La Libertad, Piura y Tumbes. Luego se aplicó los valores esperados de incremento de rendimientos (26.94 por ciento) y alteración de costos importantes según los especialistas consultados (Semilla, incremento de 18.65 por ciento, Fertilizantes, incremento de 52.88 por ciento, reducción en gastos de agroquímicos (47.13 por ciento), reducción en gastos en herbicidas (51.98 por ciento).

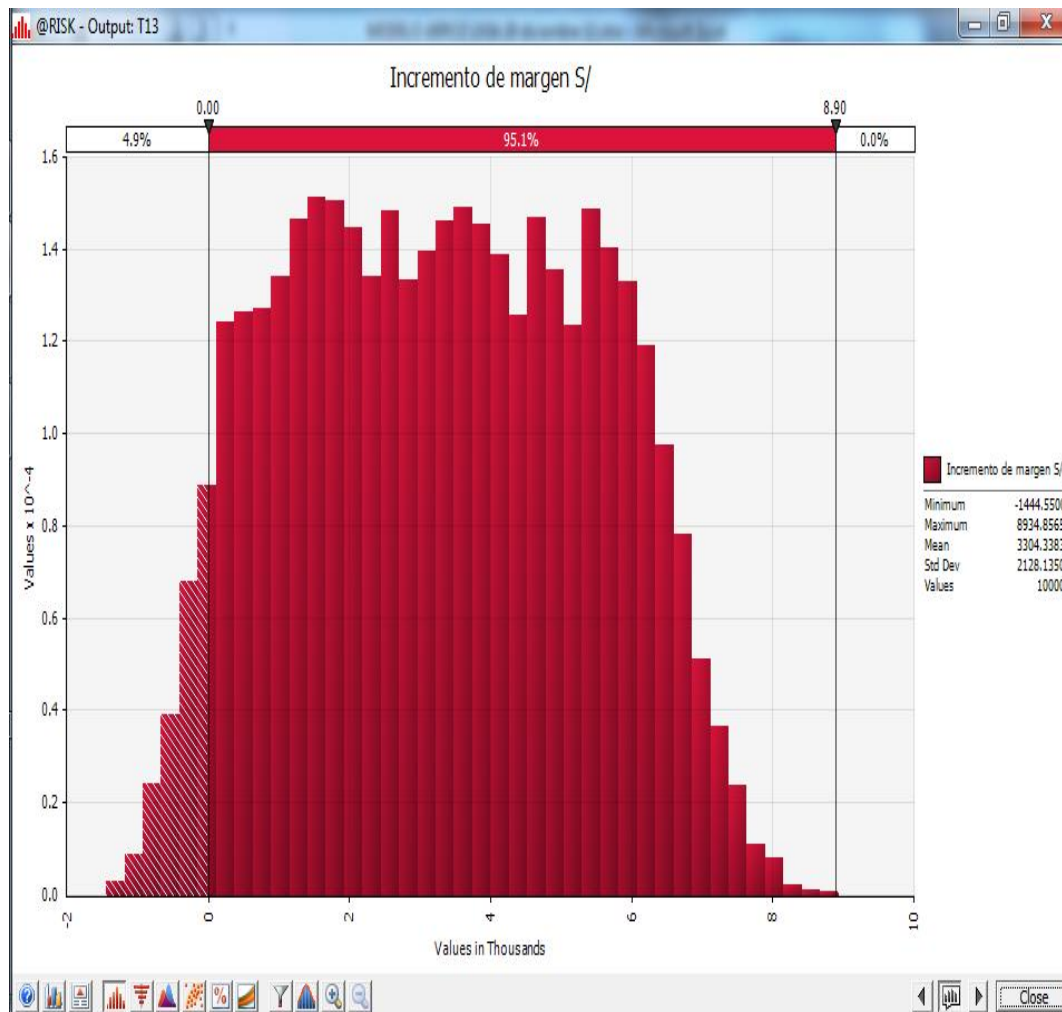
En la Tabla 2, el rendimiento promedio esperado con la semilla común es de 10.95 t/ha, asociado a un costo de producción esperado de S/ 9,607.93 por hectárea, según MINAGRI (2017), con precio en chacra promedio esperado de S/. 1.20 por kg, el ingreso esperado por hectárea llega a S/ 13,118 y el margen bruto de utilidad esperada es de S/ 3,510.18. El costo por kilo esperado resulta S/.0.88.

El rendimiento promedio con semilla certificada es 13.90 t/ha, asociado a un costo de producción de S/. 9,836.83 por hectárea, aplicando el precio en chacra de S/ 1.20 por kg, se tiene un ingreso de S/ 16,652.20 con una utilidad de S/ 6,815.38. El costo por kilo con semilla certificada es de S/ 0.71. El incremento de rendimiento con la semilla certificada respecto al rendimiento esperado con semilla actual es de 26.94 por ciento y el margen de utilidad es de 94.16 por ciento, puesto que los costos de producción aumenta únicamente en un 2.38 por ciento, lo que aumenta considerablemente la utilidad para el productor.

**Tabla 2: Comparación de costos de producción por hectárea de arroz**

<b>Detalle</b>	<b>Semilla común</b>	<b>Semilla Certificada</b>	<b>Incrementos</b>
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%

Según la Figura 6, el incremento de margen de utilidad en soles por hectárea de arroz es positivo en 95.1 por ciento de los escenarios con un valor medio de S/ 3,304.33 y un máximo de S/ 8,934.85. El riesgo de pérdida para el arrocero por usar semilla certificada únicamente es de 4.9 por ciento que asciende a S/ 1,444.55. El incremento de productividad, consecuencia positiva por el cambio de producción con semilla certificada de arroz en el transcurso de los años podría reducir sustancialmente las importaciones.



**Figura 6:** Incremento de Margen en soles.

### El índice de beneficio costo marginal

Los beneficios de la semilla certificada: 1) Los ingresos por usar la semilla “La Puntilla”, el cual asciende a un promedio de S/. 16,652.20 y 2) Los costos abandonados porque ya no se usa la semilla actual que ascienden a un promedio de S/.9,607.93.

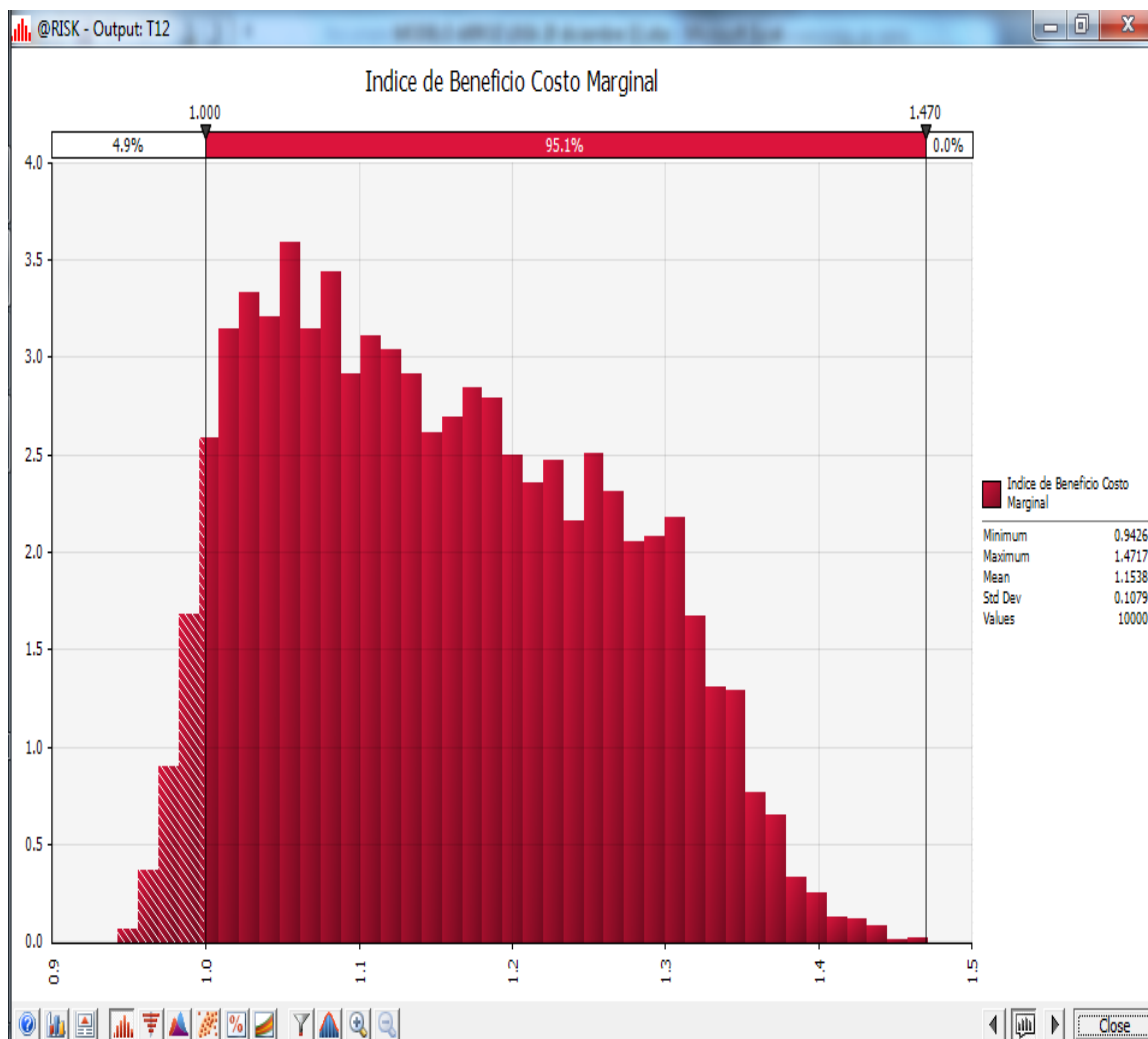
El beneficio total de la semilla certificada asciende a S/. 26,260.13. Los costos de semilla certificada “La Puntilla” son: 1) Los ingresos con la semilla actual que asciende a S/. 13,118.10 que se abandonan porque se deja de usar esta semilla, y 2) Los costos por usar la semilla certificada que ascienden a S/. 9,836.83. Entonces, los costos totales por la semilla “La Puntilla” ascienden a S/.22,954.93. El cociente Beneficio / Costo que arroja la simulación nos da el índice de beneficio Costo Marginal de 1.15, es decir, con 1 sol en semilla certificada “La Puntilla” el agricultor tendrá 15 centavos de ingreso adicional.

**Tabla 3: Índice de Beneficio/Costo Marginal**

Concepto	Valor S/.
<b>Beneficios</b>	
Ingresos nuevos (semilla certificada)	16,652.20
Costos abandonados (semilla común)	9,607.93
Total beneficios	26,260.13
<b>Costos</b>	
Ingreso abandonado (semilla común)	13,118.10
Costos nuevos (semilla certificada)	9,836.83
Total costos	22,954.93
<b>Beneficio Costo Marginal</b>	<b>1.15</b>
Incremento de margen S/	3,305.20
Incremento de margen %	94.16%

Respecto al valor de los beneficios económicos del cambio de semilla actual a una semilla certificada de arroz, la rentabilidad de la inversión del productor de arroz con semilla certificada es evidente por el Índice de Beneficio Costo Marginal que se muestra en la Figura 7, y que llega en promedio a 1.15 con un mínimo de 0.94 y un máximo de 1.47, con escenarios positivos en un 95.1 por ciento de los casos, es decir, que por cada sol invertido en la nueva semilla hay un retorno marginal de 15 centavos de sol.





**Figura 7:** Índice de Beneficio Costo Marginal.

#### 4.1.2. Cambio de bienestar de productores y consumidores

La evaluación de largo plazo sobre los impactos económicos de impulsar el uso de una semilla certificada de arroz de alto rendimiento usando el método de excedentes económicos, siguiendo a Diez et al (2017), Mogollón (2014), Tarazona (2016), Navarro (2017), que usan el modelo de cambio de excedentes de Alston, Norton y Pardey (1998), en una hoja de cálculo Excel, aumentada con el software @Risk, con las siguientes características y criterios (Tablas del 4.1 al 4.6):

- Columna 1: El dato de la elasticidad de la demanda está tomada de datos de Minagri (2016): - 0.353, en valor absoluto para el modelo de Alston et al (1998).
- Columna 2: El dato de la elasticidad de oferta es tomada del INIFAP (2011) que asciende a 0.69.
- Columna 3: Cambio en el rendimiento esperado por el uso de la nueva semilla.

- Columna 4: Cambio equivalente del rendimiento, es el resultado de dividir el cambio esperado entre la elasticidad de oferta (3/2).
- Columna 5: Cambio de costos de insumos, es la variación en costos de producción al cambiar la semilla común por la semilla certificada La Puntilla.
- Columna 6: Cambio equivalente de costos, resultado de dividir el cambio de costos de insumos entre la diferencia de la elasticidad de demanda respecto al cambio en rendimiento esperado de la nueva semilla.
- Columna 7: K potencial, muestra el cambio (incremento) de los costos de producción en caso de cultivar con semilla certificada, esta variación con tendencia al alza se refleja desde el primer año y en su totalidad lo que se supondría un éxito en la adaptación de nuevas tecnologías con una probabilidad de éxito de 85%.
- Columna 8: Probabilidad de éxito promedio de 85%, considerado para innovaciones tecnológicas en general según Diez et al. (2013).
- Columna 9: La tasa de adopción está considerado en base a Rogers (1983) adoptando el primer año la nueva semilla el 2.8% de los agricultores (los más arriesgados innovadores), al segundo año llegan a 16%, el tercer año a 50% de los productores y el cuarto año se llegaría a un tope de 80%. No se considera mayor crecimiento por el surgimiento y adopción de otras alternativas.
- Columna 10: Tasa de depreciación, se considera que no hay depreciación ni crecimiento externo por ser una tecnología nueva.
- La columna 11: Kmax, el desplazamiento de la curva de oferta que adopta un valor inicial de 0,0153 (adopción de 2.8 %) y llega hasta 0.4358 (adopción de 80 %).
- La Columna 12: Z, variación de precios por uso de la semilla certificada desde el primer año. Al inicio los precios se mantendrían casi estables (1 por ciento) pero cuando más agricultores adopten la nueva semilla el precio disminuirá.
- La columna 13: Precio, es el precio esperado del arroz al consumidor por tonelada.
- La columna 14: Cantidad, es la cantidad total de producción de arroz en el Perú en el año 2016 y Minagri (2017) señala que fue 3'038,766 toneladas.
- Columna 15: Cambios en excedentes del productor.
- Columna 16: Cambio en excedente del consumidor.
- Columna 17: Cambio en excedente social.
- Columna 18: Costo de investigación y difusión de la semilla certificada, el criterio e Schiek et al. (2016), que estiman el costo esperado medio de una nueva semilla en 1.45 millones de dólares. En soles, sería de 4.7 millones de soles.

- Columna 19: Costos de transferencia de tecnología, 200,000 nuevos soles por año en los 4 primeros años de liberación de la semilla Certificada.

Supuestos adicionales:

- Se considera una economía cerrada según Falck Zepeda (2010).
- Para el cálculo del Valor Actual Neto (VAN), se considera la Tasa Social de Descuento (TSD) de 8% según la Directiva N 002-2017-EF/63.01, Anexo N 03.
- Se usa la simulación de Montecarlo en el software @Risk.

En las tablas se considera puntos suspensivos (...) para las filas correspondientes a los años 2022 al 2029 por la repetición de los valores del modelo.

**Tabla 4.1: Evolución de las variables de arroz con semilla certificada 2018-2030.**

Año	Elasticidad de la Demanda (n)	Elasticidad de la Oferta	Cambio en el rendimiento
	1	2	3
2019	0.35	0.69	0.27
2020	0.35	0.69	0.27
2021	0.35	0.69	0.27
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
2030	0.35	0.69	0.27

**Tabla 4.2: Evolución de las variables de arroz con semilla certificada 2018-2030.**

Año	Cambio equivalente del rendimiento	Cambio de costos de insumos	Cambio equivalente de costos
	$4 = 3 / 2$	5	$6 = 5 / (1-3)$
2018			
2019	0.39	0.02	0.03
2020	0.39	0.02	0.03
2021	0.39	0.02	0.03
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
2030	0.39	0.02	0.03

**Tabla 4.3: Evolución de las variables de arroz con semilla certificada 2018-2030.**

Año	Cambio neto costos insumos (K potencial)	Probabilidad de éxito	Tasa de adopción	Tasa de depreciación (D)	Kmax
	7 = 4 – 6	8	9 (Rogers)	10	11= 7*8*9*10
2018					
2019	0.36	0.85	0.028	1	0.0085
2020	0.36	0.85	0.16	1	0.0488
2021	0.36	0.85	0.5	1	0.1527
2022	0.36	0.85	0.8	1	0.2442
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
2030	0.36	0.85	0.8	1	0.2442

**Tabla 4.4: Evolución de las variables de arroz con semilla certificada 2018-2030.**

Año	Z	Precio S/t	Cantidad Prod. Nac. toneladas	Cambio excedente del productor
	12= ((11*2) / (1+2))	13	14	15=(11-12)*13*14*(1.0+0.5*12*1)
2018				
2019	0.0056	2,102.04	3,038,766	18,541,054.70
2020	0.0323	2,102.04	3,038,766	106,446,357.98
2021	0.1009	2,102.04	3,038,766	336,649,157.39
2022	0.1614	2,102.04	3,038,766	544,291,765.28
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
.	.	.	.	.
2030	0.1614	2,102.04	3,038,766	544,291,765.28

Proyectando los parámetros básicos en el software @Risk se realiza la simulación de Montecarlo y se obtiene los excedentes del productor, consumidor, excedente social y beneficios netos. Los consumidores se ven beneficiados, como se observa en la Tabla 4.5 (columna 16), cambio de excedente del consumidor, presentando un incremento en sus excedentes de 36 millones de soles a 1,060 millones de soles en el décimo año, con el máximo de adopción del 80 por ciento. A largo plazo (12 años), la semilla certificada de arroz, hará que los excedentes para la sociedad (Columna 17) crezcan en 1,604 millones de

soles, los cuales se distribuirán entre los productores (544 millones de soles) y los consumidores (1,060 millones de soles).

**Tabla 4.5: Evolución de las variables de arroz con semilla certificada 2018-2030.**

Año	Cambio excedente consumidor 16= 13*14*12*(1.0+0.5*12*1)	Cambio en excedente social 17= 15 + 16
2018		
2019	36,117,470.32	54,658,525.02
2020	207,354,610.49	313,800,968.46
2021	655,783,403.26	992,432,560.64
2022	1,060,265,556.49	1,604,557,321.77
.	.	.
.	.	.
.	.	.
2030	1,060,265,556.49	1,604,557,321.77

**Tabla 4.6: Costos de investigación y transferencia y beneficios netos con semilla certificada de alto rendimiento de arroz (2018-2030)**

Año	Costos de investigación 18	Costos de transferencia 19	Beneficios netos 20=17+18-19
2018	4,741,500.00	-	-4,741,500.00
2019	-	654,000.00	54,004,525.02
2020	-	654,000.00	313,146,968.46
2021	-	654,000.00	991,778,560.64
2022	-	654,000.00	1,603,903,321.77
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
2030	-	-	1,604,557,321.77

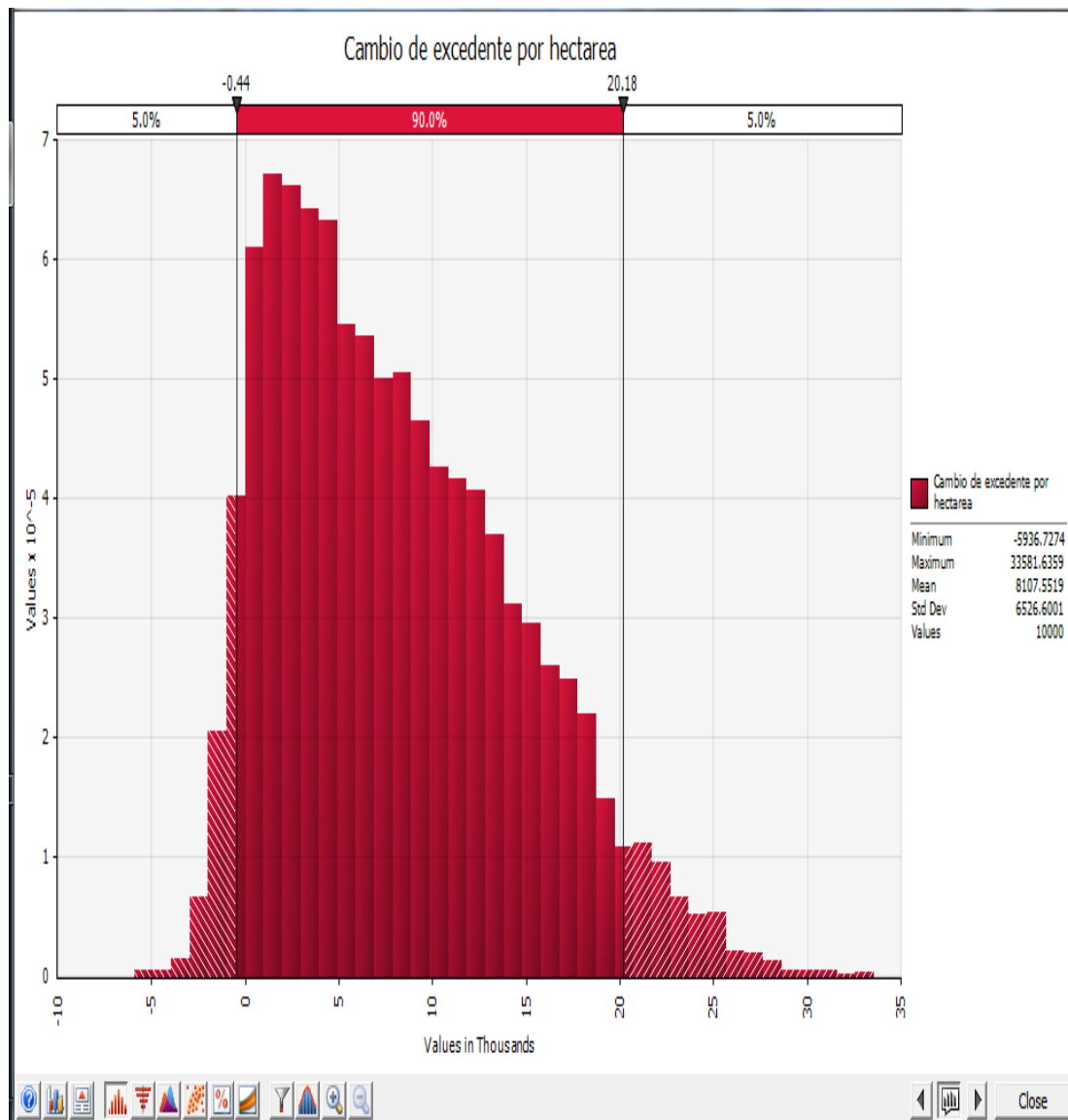
En la Tabla 5 se presenta la evolución de las variables significativas derivadas de la liberación de la semilla de arroz certificada con una proyección de 12 años, en un escenario de riesgo usando la hoja de cálculo Excel complementada con el Software @Risk. Podemos observar que los excedentes crecen al aumentar la productividad con la semilla certificada, y los consumidores obtienen un incremento en sus excedentes de casi el doble respecto al de los productores. La inversión es rentable a nivel gubernamental, pues el Valor Actual Neto (VAN) de una hipotética inversión en desarrollo y difusión de la semilla es de S/. 9 mil millones. La Tasa Interna de retorno (TIR) esperada asciende a 1,719 por ciento. El cambio

de excedente social asciende a 9 mil millones de soles. Así mismo el cambio de excedente por cada ciudadano es de S/ 290.18 acumulado en el periodo de análisis, el cambio de excedente por hectárea acumulado para el período es S/ 7,278.78 y el cambio de excedente por productor es de S/ 43,632.19.

**Tabla 5: Resultados del modelo de cambio de excedentes con semilla certificada**

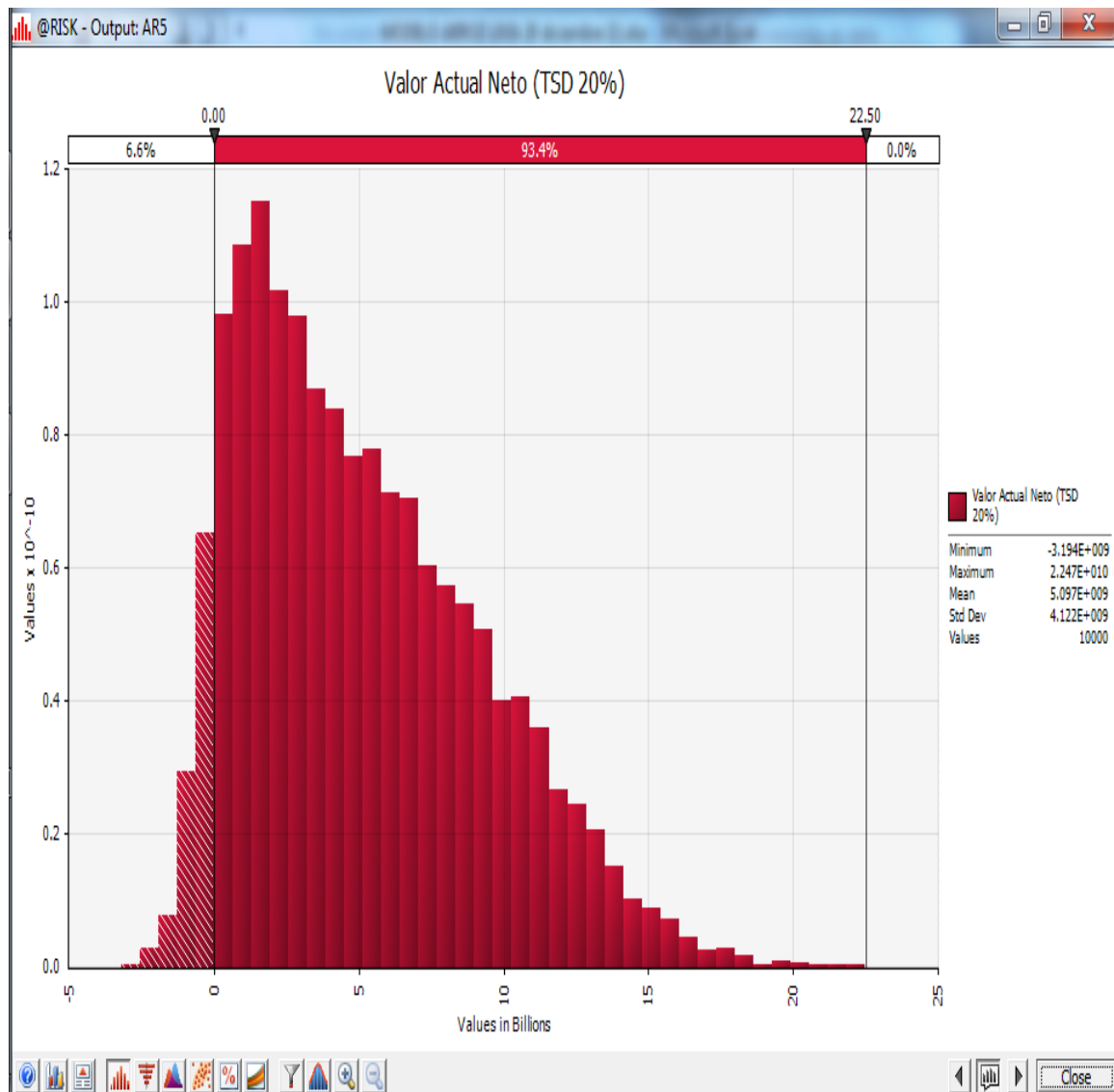
Impactos económicos		Valores
Valor Actual Neto (TSD 8%)	S/	9,057,530,149.93
Valor Actual Neto (TSD 20%)	S/	4,574,363,392.65
Tasa Interna de Retorno	%	1719
Cambio de Excedente de Consumidor	S/	5,989,634,048.99
Cambio de Excedente de Productor	S/	3,074,803,731.89
Cambio de Excedente Social	S/	9,064,437,780.88
Total población al 207	Habitantes	31,237,385.00
Total Superficie al 2017	Has	422,434.00
Total de productores de arroz	Unidades	70,471.00
Cambio de Excedente per cápita	S/	290.18
Cambio de Excedente por hectárea	S/	7,278.78
Cambio de Excedente por productores (12 años)	S/	43,632.19

En la Figura 8, se ve que al adoptar la nueva semilla certificada “La Puntilla”, el VAN es positivo en un 93.4 por ciento de los escenarios, considerando una tasa de descuento de 8 por ciento. El VAN esperado medio asciende a S/ 10,100 millones (841 millones de soles anuales en promedio). Los valores negativos se dan en un 6.6 por ciento de escenarios, con una pérdida máxima de 6,304 millones de soles.



**Figura 8:** Valor Actual Neto (TSD 8%)

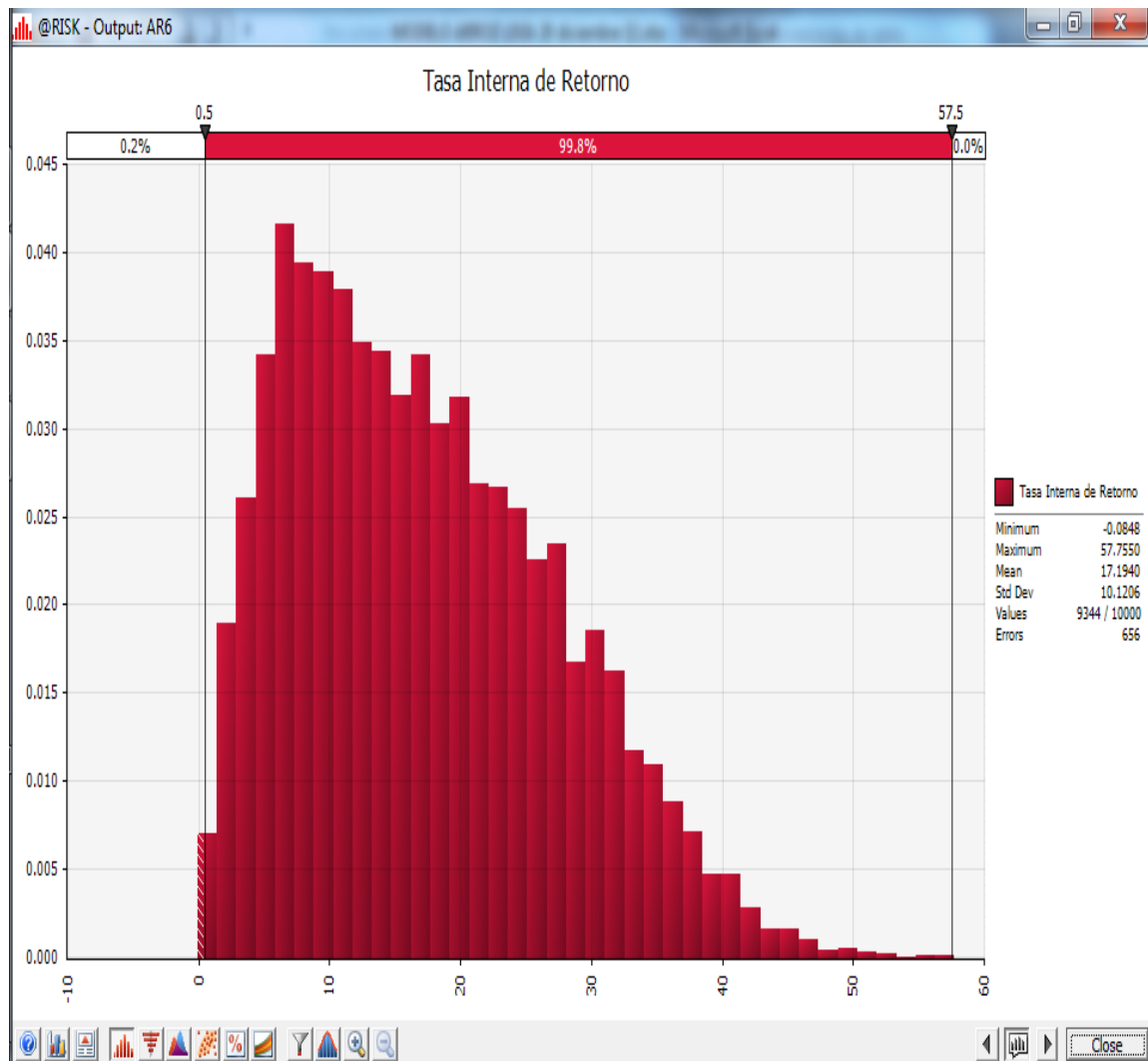
En la Figura 9 se muestra el Valor Actual Neto a una hipotética Tasa de Descuento Social de 20 % en la que también se observa un 93.4 por ciento de los escenarios positivos, esto para un supuesto caso de que la Tasa de descuento aumente en algún momento por incremento del riesgo en el país o algún otro factor nacional o internacional.



**Figura 9:** Valor Actual Neto (TSD 20%)

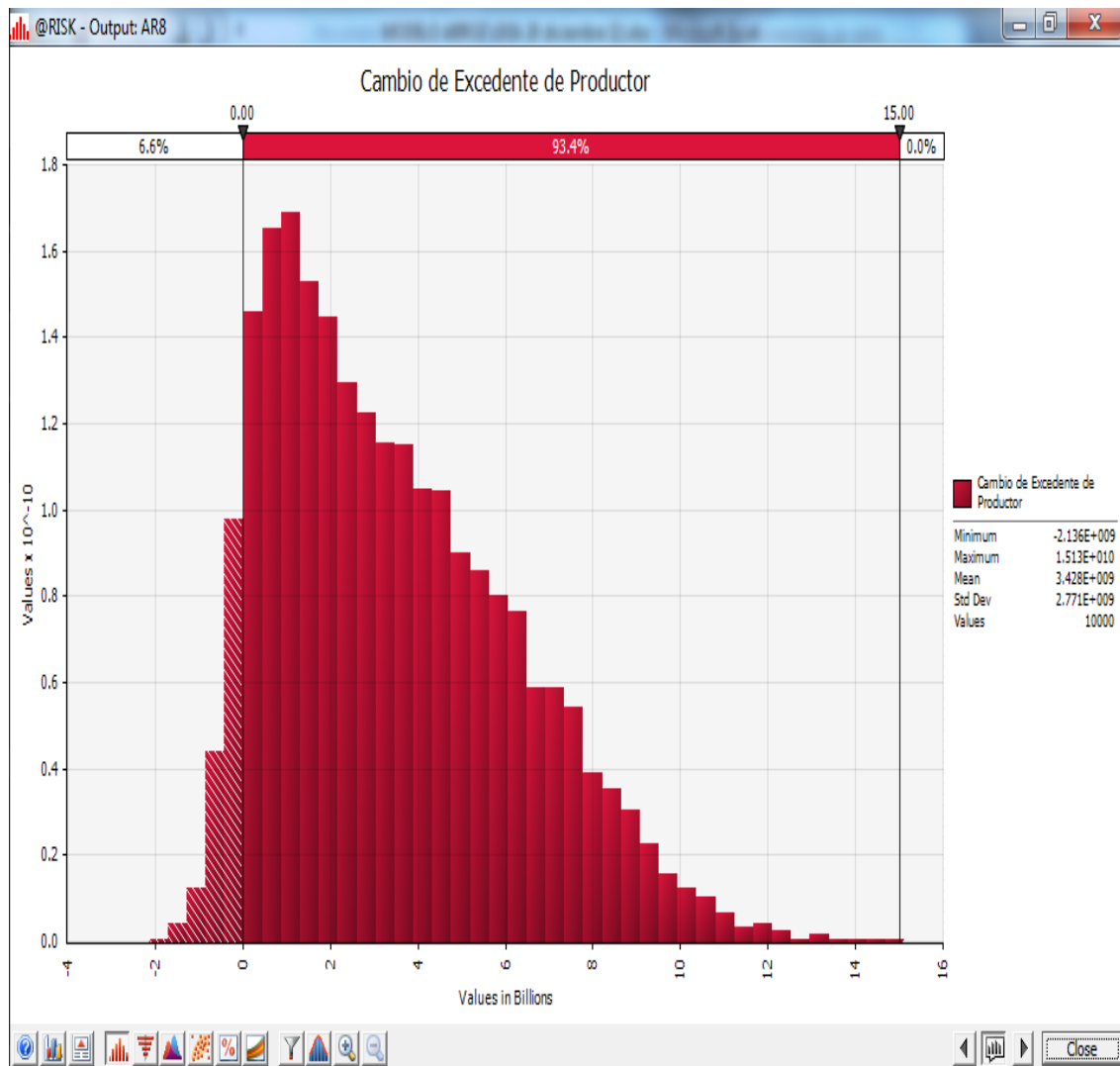
En la Figura 10 se muestra el comportamiento de la Tasa Interna de Retorno en un entorno de riesgo es positivo en un 99.8 por ciento de los escenarios en la simulación de 10,000 iteraciones obteniéndose un valor medio de 1719 por ciento y un máximo de 5775 por ciento. La probabilidad de pérdida únicamente se da en un 0.2 por ciento de escenarios con 8 por ciento, lo que quiere decir que el riesgo de pérdida es muy remota.





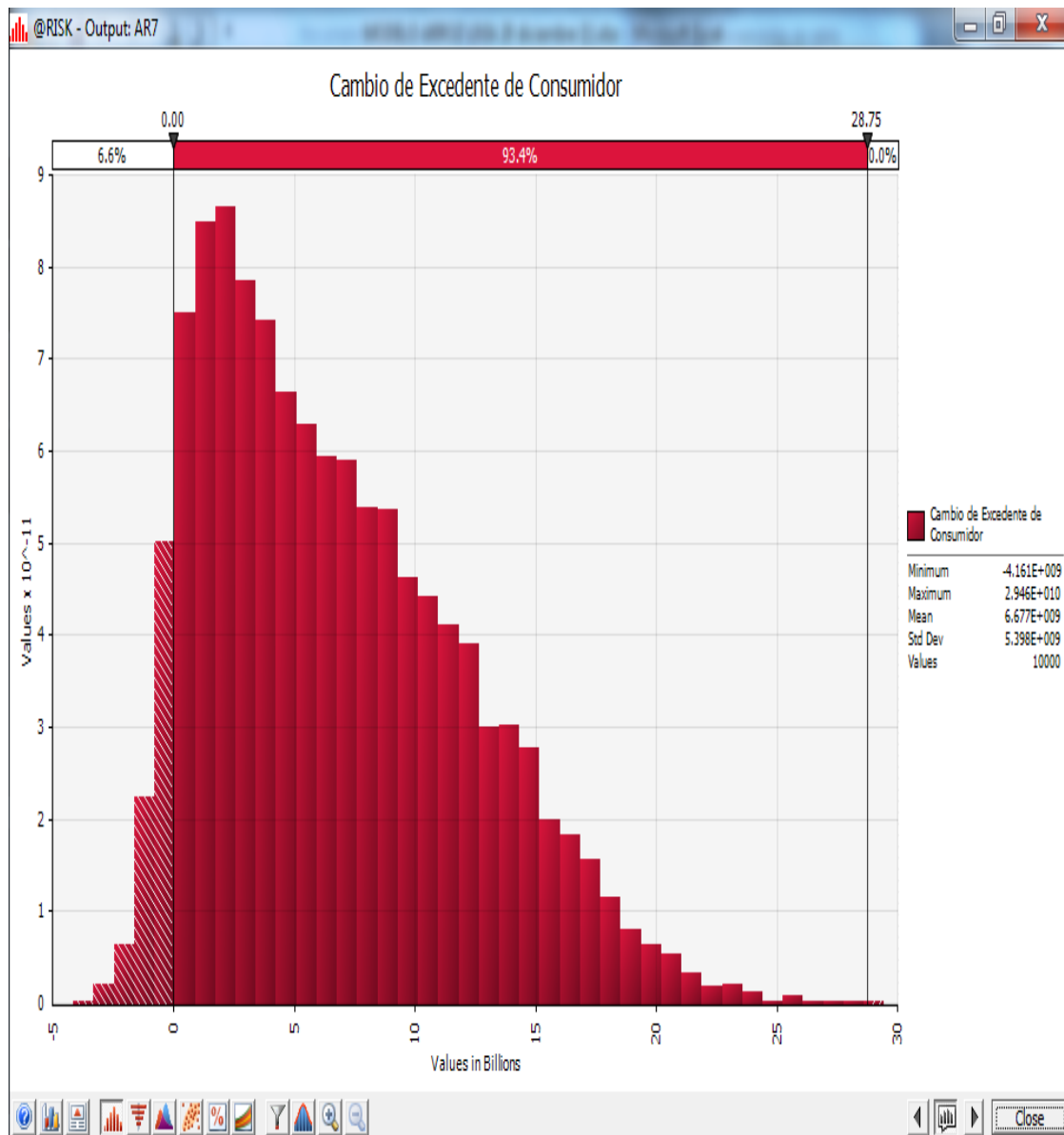
**Figura 10:** Tasa interna de retorno.

En la Figura 11 se observa que el excedente del productor es positivo en el 93.4 por ciento de los escenarios de lo que se deduce que es conveniente el uso de la semilla certificada “La Puntilla”, puesto que aumentará el excedente de los productores en un promedio de 3,428 millones de soles, con un máximo de 15,130 millones. Los escenarios negativos se dan en un 6.6 por ciento presentando una pérdida máxima de 2,136 millones.



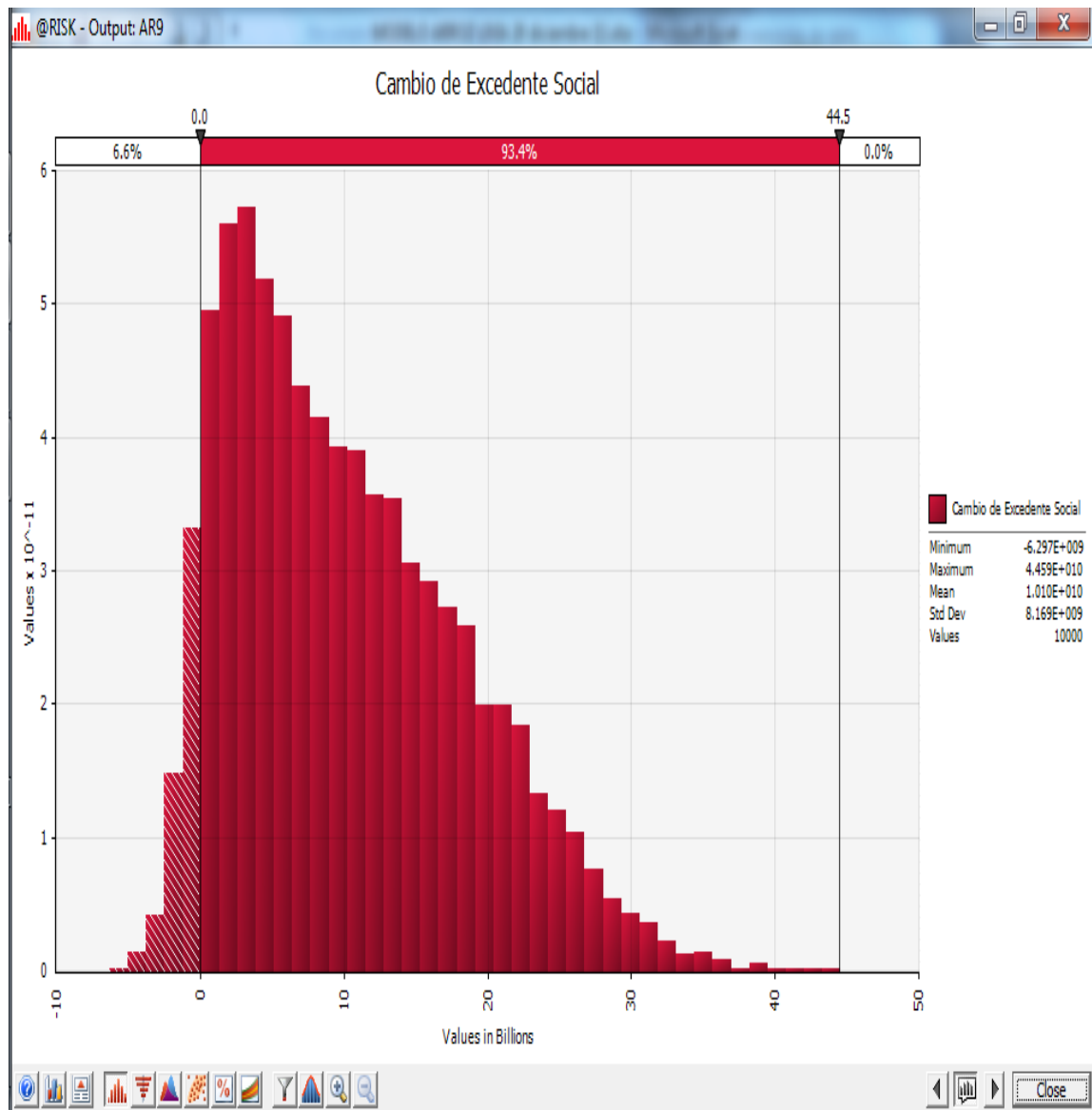
**Figura 11:** Cambio de Excedente del Productor.

En la Figura 12 se muestra que el excedente del consumidor es positivo en un 93.4 por ciento de los escenarios, es decir, altas probabilidades de que los consumidores se beneficien económicamente al tener mayor oferta de arroz en el mercado por ende una baja en el precio. El valor medio alcanza los 6,677 millones de soles, y un valor máximo de 29,460 millones de soles. Las pérdidas se dan en un 6.6 por ciento de los escenarios con una pérdida máxima de 4,161 millones.



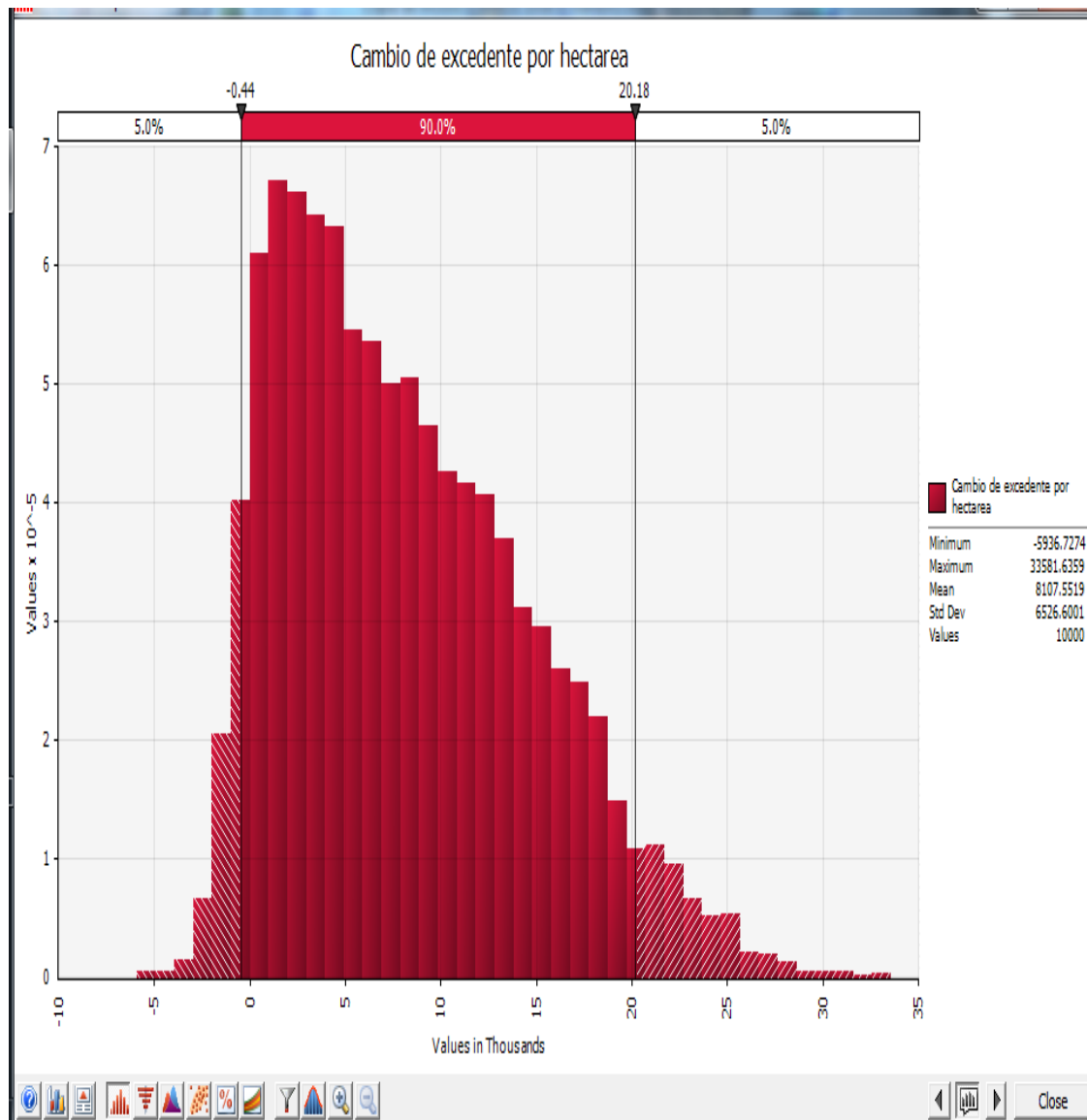
**Figura 12:** Cambio de excedente del consumidor.

En la Figura 13 se observa que el cambio del excedente social en 12 años es positivo en un 93.4 por ciento de los escenarios, un valor medio de S/ 10,100 millones de soles, y un máximo de 44,590 millones de soles. Los escenarios negativos se dan en un 6.6 por ciento de los escenarios mostrando una pérdida máxima de 6,297 millones de soles. También se observa escenarios improbables de alto incremento con 44,590 millones de soles. Estos cambios positivos en los excedentes significan que los beneficios económicos aumentan con el uso de semilla certificada de arroz tanto para los productores, los consumidores y la sociedad en su conjunto por una mejora en los niveles de bienestar.



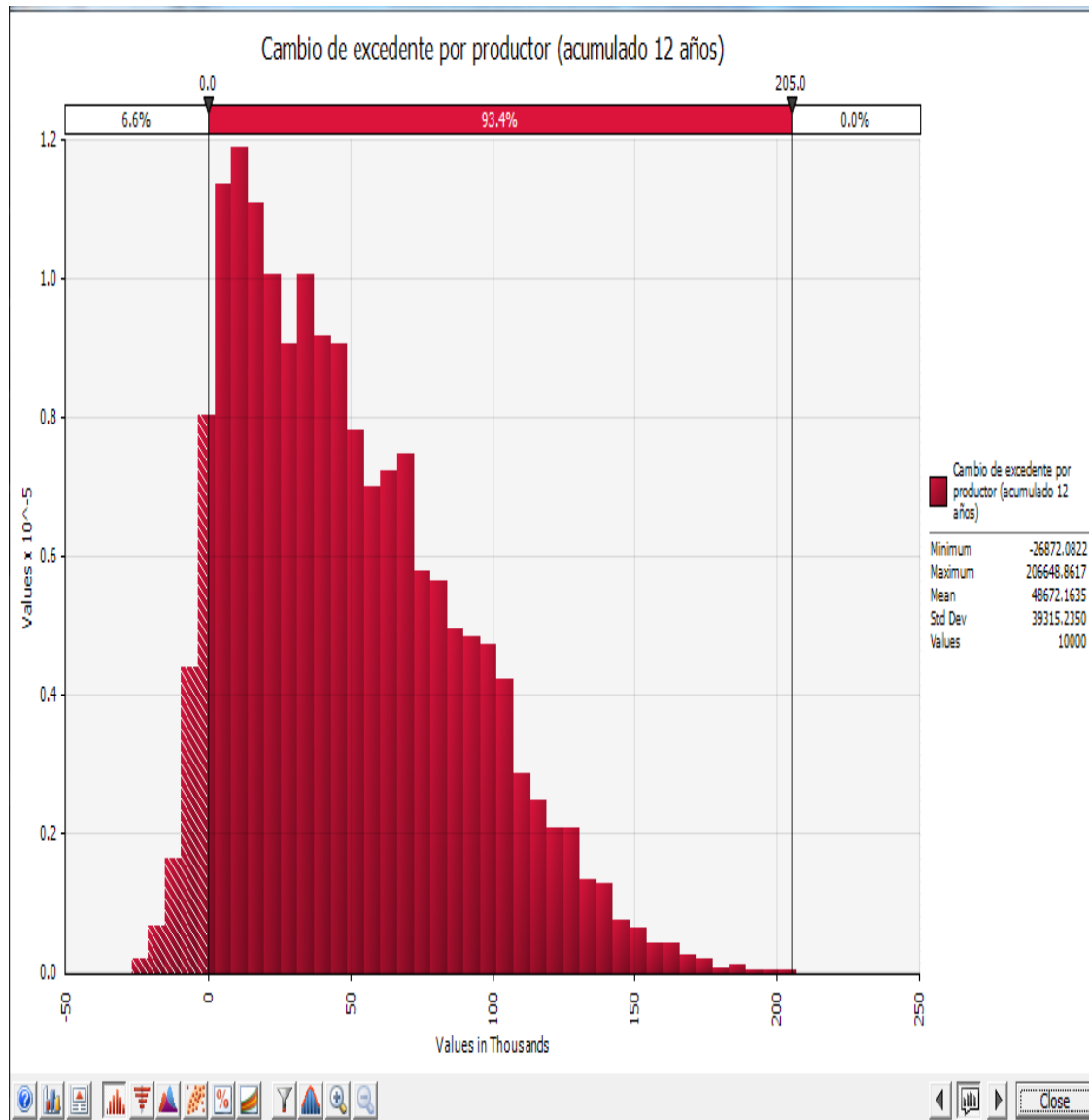
**Figura 13:** Cambio de Excedente Social.

En la Figura 14, se ve que el cambio de excedente por hectárea es positivo en un 93.4 por ciento de los escenarios, con un valor medio de 8,107.55 soles, con un 6.6 por ciento de valores negativos con pérdida máxima de 5,936.73 soles. Existen valores extremos positivos, menos probables, con un máximo de 33,581.64 soles, lo que significa que los beneficios aumentan con el uso de la semilla certificada de arroz “La Puntilla” para los productores.



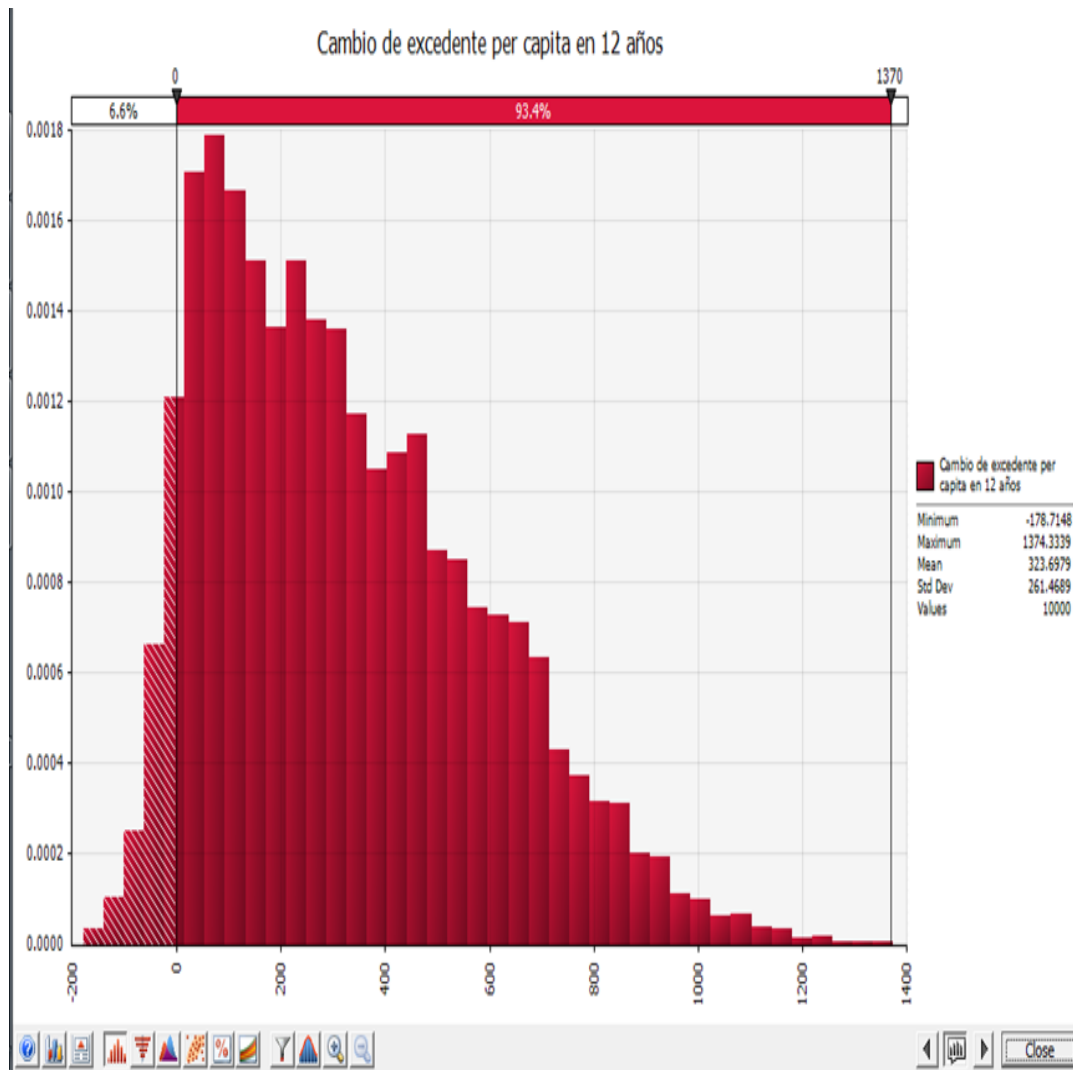
**Figura 14:** Cambio de excedente por hectárea

En la figura 15 el cambio de excedente por productor acumulado en 12 años es positivo en un 93.4 por ciento con un valor medio de 48,672.16 soles. Es decir, hay grandes probabilidades de que los beneficios para los productores aumenten con el uso de semilla certificada de arroz “La Puntilla”. Existe un mínimo de escenarios negativos que asciende a 6.6 por ciento con una pérdida máxima de 26,872.08 soles.



**Figura 15:** Cambio de excedente por productor en 12 años.

En la Figura 16, el cambio del excedente social per cápita en 12 años es positivo en un 93.4 por ciento de los escenarios con un valor medio de S/ 323.7 y un valor máximo de 1,374.3 soles. El riesgo de una caída en el excedente por cada ciudadano se da únicamente en un 6.6 por ciento de los escenarios con una pérdida máxima de 178.7. Esto quiere decir, que los beneficios económicos por cada ciudadano peruano, aumenta con el uso de semilla certificada de arroz.



**Figura 16:** Cambio de Excedente per cápita en 12 años

#### 4.1.3. 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 esperado común con semilla certificada, comparación del precio de arroz importado y el precio en el mercado interno y la incidencia de estos costos ante el precio de arroz importado.

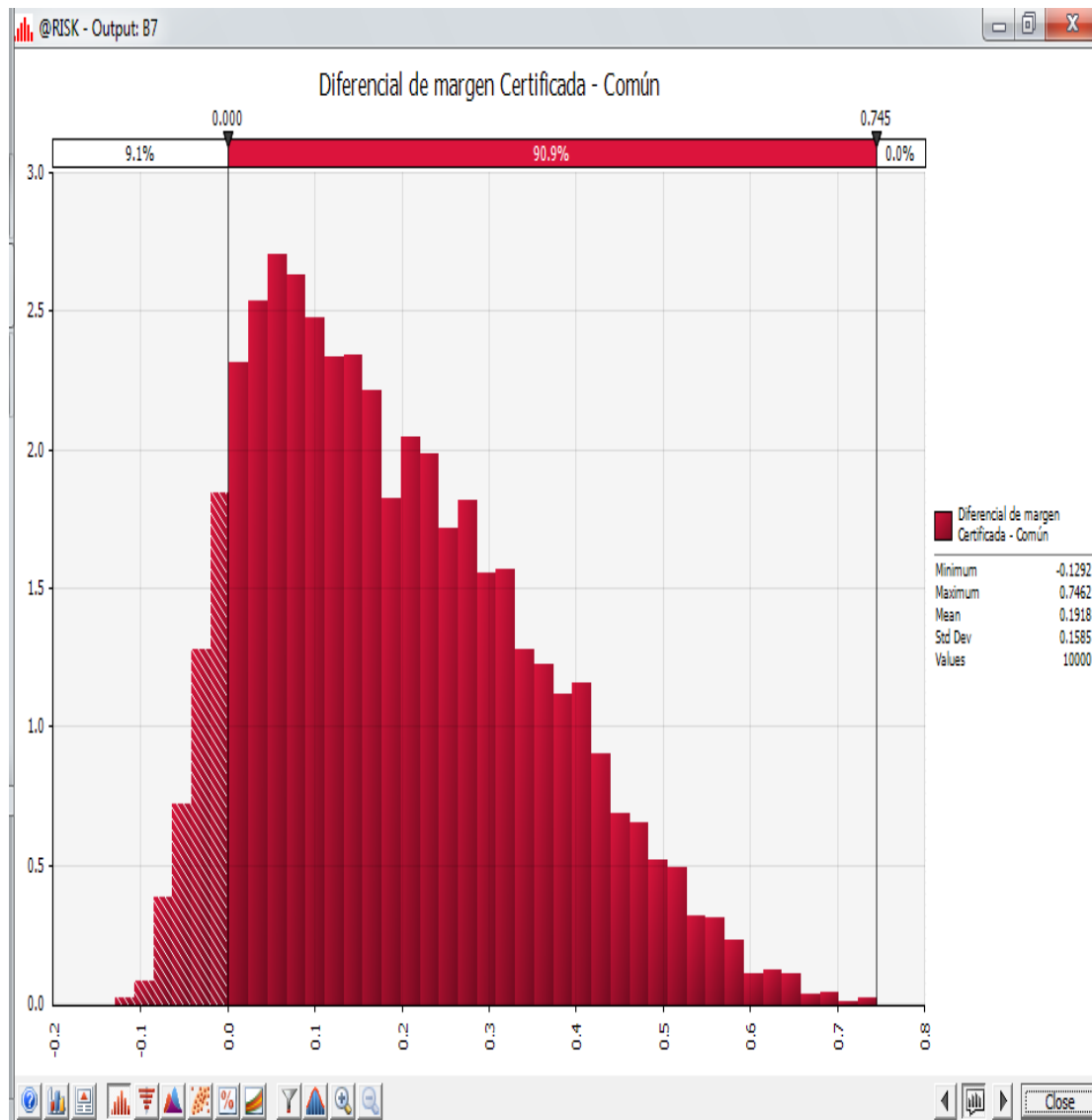
**Tabla 6: Modelo de competitividad del arroz año 2017**

<b>Concepto</b>	<b>Soles</b>
Precio de arroz importado	1.58
Precio de arroz en mercado interno	2.10
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

En la Tabla 6 se observa que 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 (\$0.58) según Agrodata (2018), el costo por kilo de arroz con semilla común es de S/. 0.88 y con semilla certificada baja este costo 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 de semilla certificada con semilla común de S/ 0.17 equivalente a una reducción de 19 por ciento 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. Esto podría constituirse en una ventaja comparativa significativa y no sólo permitiría reducir las importaciones sino podría exportarse mayor volumen de arroz y obtener más divisas por exportación. Esta importación crece en los últimos años y el año 2017 alcanzó 392.5 mil toneladas con un valor de 226,551.066 U\$, 12 por ciento del consumo nacional según data de Mincetur (2018), con un crecimiento de 35% respecto al año 2016 (Agrodataperu, 2018). El porcentaje de importación podría reducirse a medida que mayor porcentaje de agricultores adopte la semilla certificada “La Puntilla”.





**Figura 17:** Diferencial de margen de semilla certificada con semilla común.

En la Figura 17 se observa que el diferencial de margen de precios de arroz por kilo con uso de semilla certificada y semilla común es positivo en 90.9 por ciento 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 por ciento de probabilidad de escenarios negativos con una pérdida de S/ 0.1292.

## 4.2. Discusión de resultados

### 4.2.1. Sobre la eficiencia técnica del cultivo de arroz en el país

Se determinó que 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 aplica

en la Región Arequipa, donde se fomenta programas y proyectos aplicando el uso de insumos de alto rendimiento para la producción de cultivos transitorios.

#### **4.2.2. Sobre el impacto en el bienestar de los productores, consumidores y sociedad**

El uso de una semilla certificada con mayor rendimiento, tendría beneficios para los consumidores, productores y sociedad. Para los productores, la rentabilidad obtenida por hectárea es 94.16 por ciento, y los consumidores tendrían un producto de mayor calidad al contener menor presencia de agroquímicos, de pesticidas y fungicidas, así como un menor precio al aumentar la oferta con el uso de semilla certificada.

#### **4.2.3. Sobre los beneficios económicos**

Las cifras económicas señalan que la semilla certificada de alto rendimiento “La Puntilla” es una buena alternativa para el productor, pues el índice de beneficio costo marginal asciende a 1,15 y el incremento del margen de utilidad asciende a S/.3,305.20/ha.

Con la semilla actual los productores dejan de percibir S/.13,118.10/ha por no usar semilla certificada de arroz. Para la sociedad el beneficio es evidente por el incremento de excedentes que asciende a más de 1,604 millones de soles, la mayor parte a los consumidores, más de 1,060 millones de soles, y para los productores más de 544 millones de soles. Para el estado es rentable la inversión, pues lograría un VAN positivo de más de 9,057 millones de soles con una tasa de descuento de 8%, obteniéndose una Tasa de Interna de Retorno de 1,719 por ciento. El arroz es un bien que tiene una demanda muy importante a nivel mundial, es el segundo cereal de mayor consumo en el mundo y esta demanda se incrementará de acuerdo al crecimiento de la población. La mejora tecnológica se hace más imperiosa porque el crecimiento demográfico en nuestro país es de 1.6 por ciento anual y contamos con tierra adecuada para el cultivo de este cereal lo cual también se puede ampliar.

#### **4.2.4. Sobre la mejora de la competitividad del arroz peruano.**

El costo por kilogramo de arroz con la semilla actual de S/ 0.88 por kilo, reduciéndose a S/ 0.71 por kilo con semilla certificada, lo cual mejora la competitividad del arroz peruano, permitiendo la reducción de las importaciones y también posibilita las exportaciones de este producto alimenticio.

## V. CONCLUSIONES

1. 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 de 26.94% por hectárea, conduce a que los productores tengan mayores beneficios económicos, generando un incremento de margen de utilidad de 94.16 por ciento y se confirma con el Índice Beneficio Costo Marginal de 1.15.
2. 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 incrementos promedio en los 12 años de la evaluación, del excedente del consumidor de 5,989 millones de soles, del excedente social de 9 mil millones de soles (equivalente a un 290.18 soles por persona), del excedente del productor de 3 mil millones de soles (equivalente a un excedente acumulado por hectárea de 7,278.78 soles o por cada una de las 70 mil unidades productivas de 43.6 mil soles). 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, en el largo plazo (12 años) pues el Valor Actual Neto (9 mil millones de soles con 93.4 por ciento de escenarios positivos) y la Tasa Interna de Retorno (1,719 por ciento con 99.8 por ciento de escenarios positivos) nos dicen que la inversión es rentable socialmente.
3. De acuerdo al análisis rápido de cambio en la competitividad con la semilla certificada La Puntilla, mejora la competitividad de los arroceros nacionales al reducir el costo por kilo de S/ 0.88 a S/ 0.71.

## **VI. RECOMENDACIONES**

El Estado Peruano debe poner mayor énfasis en adoptar políticas y estrategias dirigidas a la adaptación del uso de semilla certificada en los productores mediante las instituciones involucradas con el agro así como fomentar políticas de capacitación, ayuda técnica y créditos agrícolas que coadyuven a tener acceso a nuevas tecnologías.

Realizar estudios complementarios en relación al manejo agrícola de este cultivo enfatizando en aspectos técnicos sobre la utilización eficiente de agroquímicos y otros insumos, los cuales influyen directamente en los costos de producción por hectárea y la calidad del producto lo cual permitiría ayudar en la toma de decisiones por parte de los productores para la aceptación de nuevas tecnologías en la agricultura.

Es importante que las instituciones involucradas en el rubro agrícola como el MINAGRI, INIA, SENASA y demás realicen campañas de información y concientización hacia los agricultores sobre la existencia de estudios científicos que demuestran los beneficios del uso de semillas certificadas, lo cual permitiría ayudar en la toma de decisiones por parte de los productores para la aceptación de nuevas tecnologías en la agricultura.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, R. 2013. Rentabilidad del maíz Bt. Resistente a cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en los Valles de Barranca en la Región Lima. Tesis para optar el título de Economista, Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

AGENCIA AGRARIA DE NOTICIAS AGRARIA. 2016. Consumo Per cápita de arroz. Obtenido de: <http://agraria.pe/noticias/peruanos-superan-en-consumo-per-capita-10847>

AGRODATAPERU, 2018. Arroz Perú Importación 2017 Diciembre. <https://www.Agrodataperu.com/2018/01/arroz-peru-importacion-2017-diciembre.html>

ALTAMIRANO, C, E. 2016. Niveles de productividad y rentabilidad del cultivo de arroz en la región norte del Perú: Caso Lambayeque y La Libertad - 2000-2015. Lima.

ALSTON, J., NORTON, G., PARDEY, P. 1998. Science under scarcity: Principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting. New York: Cornell University Press for the International Service for National Agricultural Research (ISNAR)

ARREOLA, R. 2014. Manual para la producción de semilla de arroz. Colima: Centro de Investigación Regional Pacífico. Centro Campo Experimental Tecomán.

AVENDAÑO, B. y SCHWENTESIUS, R. 2005. Factores de competitividad en la producción y exportación de hortalizas: el caso del valle de Mexicali, B.C., México

BERNARDI, L. A. 2017. Perfil del mercado de Arroz. Lima, Perú. Disponible en <https://www.agroindustria.gov.ar/new/0-0/programas/dma/granos/Perfil%20de%20Mercado%20de%20Arroz%202017.pdf>

CAMBEROS, M., HUESCA, L. 2002. Cambios económicos, competitividad y bienestar de la población en la Región Noroeste de México en la globalización. Estudios fronterizos Vol.3 no.6. Mexicali: Universidad Autónoma de Baja California.

CÁRDENAS, I., AL – JIBOURI, S., HALMAN, J., VAN DE LINDE, W., KAALBERG, F. 2015. Using prior risk related knowledge to support risk management decisions: Lessons learnt from a tunneling project. Risk analysis. Volumen 34, Número 10. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/risa.12213>

CHAUDHARY, R., NANDA, J. Y TRAN, D. 2003. Guía para Identificar las Limitaciones de Campo en la producción de Arroz. Roma: Food Agricultural Organization.

COMUNIDAD DE MADRID. 2018. Análisis de Riesgos. Gestión de Riesgos / Análisis y Cuantificación. [http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/Analisis\\_Riesgos/pages/pdf/metodologia/4AnalisisycuantificaciondelRiesgo%28AR%29\\_es.pdf](http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/Analisis_Riesgos/pages/pdf/metodologia/4AnalisisycuantificaciondelRiesgo%28AR%29_es.pdf)

COTRISA. 2017. Mercado Internacional - Arroz - Detalle Productivo Mundial. Lima, Perú <https://www.cotrisa.cl/mercado/arroz/internacional/importadores.php>

DIEZ, R., GÓMEZ, R. Y VARONA, A. 2013. Análisis de metodologías de evaluación antes y después de cambios tecnológicos: el caso de la liberación de los organismos genéticamente modificados en Perú. Revista Fórum Empresarial, San José de Puerto Rico: Centro de Investigaciones Comerciales e Iniciativas Académicas de la Universidad de Puerto Rico.

DIEZ, R., GÓMEZ, R. Y LINARES, A. 2017. Rentabilidad de la innovación genética en maíz amarillo duro (*Zea mays L. var indurata*) y papa blanca (*Solanum tuberosum*) en el Perú. Enfoque Nros., 2-3, enero 2016 - diciembre 2017, ISSN 2517-9349, pp. 43-74. Lima: Universidad de Lima.

ESCALANTE, J. 2018. Rentabilidad de la semilla de maíz amarillo duro INIA 619 - megahíbrido en la provincia de Huaura, región Lima. Trabajo Académico para optar el título de Economista. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

FAISAL, M., FARRUKH, M., ASHFAK, M., SHAKEL, A. Y MAQBOOL, M. 2012. Adoption of Bt Cotton: Threats and Challenges. Chillán: Chilean journal of agricultural research vol.72 no.3

FALCK - ZEPEDA, J. 2010. Sesión 3: Descripción de Métodos Rápidos, International Food Policy Research Institute. Taller realizado en Cali dentro del Proyecto LAC Biosafety Fortalecimiento de capacidades para tomadores de decisiones en bioseguridad.

FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION (FAO) 2017. Semillas. En: <http://www.fao.org/seeds/es/>

FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION (FAO) 2018. Costos de Producción. 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) 2014: 73-85. Rosario: Universidad del Centro Educativo Latinoamericano.

GUILLÉN, L. 2015. Impacto económico de la regulación ambiental en la producción de papa. Distrito Barranca. Región Lima. Tesis para optar el diploma de Maestría en Economía de los recursos naturales y el ambiente. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

INDRIAGO, E. 2018. Evolución de la Tecnología en la Agricultura. [http://www.academia.edu/31428514/EVOLUCION\\_DE\\_LA\\_TECNOLOGIA\\_EN\\_LA\\_AGRICULTURA](http://www.academia.edu/31428514/EVOLUCION_DE_LA_TECNOLOGIA_EN_LA_AGRICULTURA)

INFANTE, F. 2016. La importancia de los factores productivos y su impacto en las organizaciones agrícolas en León, Guanajuato, México. AGO USB Medellín-Colombia V. 16 No 2 PP. 359 - 678 Julio - Diciembre 2016.

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. <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6146/1/BVE17099261e.pdf>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI). 2017. Consumo de Alimentos y bebidas Lima, En: <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicacionesdigitales/Est/Lib1028/cap01.pdf>

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI). 2017. Censos Nacionales 2017, Crecimiento y distribución de la población 2017. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaes/Est/Lib1530/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaes/Est/Lib1530/libro.pdf)

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROINDUSTRIALES (INIA). 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 <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, v. 37, Dezembro 2015. Sao Paulo: Sociedade Brasileira de Fruticultura

LUNA, H. 2013. Efectos económicos de liberar papa GM, resistente a fungosas en la localidad de Mayobamba, distrito Chinchao, provincia Huánuco, región Huánuco. Tesis para optar el título de Economista. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

LA PEÑA, I. 2012. La nueva legislación de semillas y sus implicancias para la Agricultura familiar en el Perú. Serie de Política y Derecho Ambiental. Lima: Sociedad peruana de derecho ambiental.

MANKIW, G. 2012. Principios de Economía. México D.F.: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.

MINAYA G, C. 2013. Análisis de la rentabilidad en la producción de papa blanca comercial en las regiones de Huánuco y Lima. Tesis para optar el título de Economista. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina



MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO ((MINAGRI). 2017. Módulo de consulta a la base de datos de la DGIA. [http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta\\_cult](http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult)

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO (MINAGRI). 2017. Boletín – Informe del arroz. Dirección General de Políticas Agrarias. Dirección de estudios económicos e información agraria. Lima. Informe del Arroz. Lima. [www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2017?...11200...informe...arroz](http://www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2017?...11200...informe...arroz)

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO (MINAGRI). 2018. Generalidades del producto. Obtenido en: <http://minagri.gob.pe/portal/especial-iv-cenagro/26-sector-agrario/arroz/217-generalidades-del-producto>.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. 2018. Análisis de Elasticidad de arroz corriente, pollo eviscerado y papa blanca. Lima. Nota Técnica N° 2.

MINISTERIO DE COMERCIO EXTERIOR Y TURISMO. 2018. Reporte comercial de productos Arroz, Lima: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. En: [www.mincetur.gob.pe](http://www.mincetur.gob.pe)

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. 2017. Directiva N° 002-2017-EF/63.01, anexo N° 03.

MOGOLLÓN, R. 2014. Rentabilidad del maíz amarillo duro (*Zea mays*) resistente al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el distrito de Jayanca, departamento de Lambayeque. Tesis para optar el título de Economista. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

MONTERO, L. 1930. El cultivo del arroz en el Perú. Sección Agricultura del Boletín de la Compañía Administradora del Guano. Lima.

NAVARRO, M. 2017. Efectos económicos de la liberación de semilla de algodón GM Bollgard II con Solución Faena Flex en los Valles de la región Ica. Tesis para optar el título de Economista. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

NEATE, P. Y GUEI, R. 2011. Promoción del Crecimiento y Desarrollo de Empresas de Semillas de Pequeños Agricultores en Cultivos para la Seguridad Alimentaria. Italia: FAO.

- NEVADO, D. 2007. Cómo gestionar el binomio rentabilidad productiva. España, Madrid.
- OSORIO, O. M. 2017. Los Costos y las Decisiones en Agricultura, una Actividad olvidada. Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. En: [www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=97](http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?down=97)
- PEDROSA S. J. 2018. Bienestar Económico. Economipedia. Lima Perú. <https://economipedia.com/definiciones/bienestar-economico.html>
- REYES, G. 2006. Dualidad de las funciones de costo y de producción en sus formas homotética y no homotética con aplicación de transformadas de Lagrange. Revista de Ciencias Sociales. Maracaibo: Universidad del Zulia.
- REYNA, R. 2018. Agricultura en el Perú. Obtenido de Agricultura en el Perú: <https://es.scribd.com/doc/3296866/Agricultura-en-el-Peru>
- RIVAS, L., GARCÍA, J., SERÉ, C., LOVELL, J. Y SANNINT, L. 1992. Modelo de Análisis de Excedentes Económicos. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- RODRÍGUEZ, I., PÉREZ, H. Y SOCORRO, A. 2018. Principales insectos plaga, invertebrados y vertebrados que atacan el cultivo del arroz en Ecuador. Cienfuegos, Cuba: Revista Científica Agroecosistemas, 6(1), 95-107.
- ROGERS, E.M. 2003. Diffusion of innovations. 5a ed. New York: The Free Press
- 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. January 2016. International Journal of Biotechnology 14(2):112
- SEIKO, M., DE PAIVA, F., BERGANTINI, F., LONGO, J.C., MARTINS, G. 2007. Rentabilidade e risco da cultura de milho verão em sucessão, Região de São João da Boa Vista. FCA/UNESP, Botucatu, SP, Brasil; 2,3.APTA-SP, ASSIS, SP, Brasil. Londrina: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural

SPADA, A., ENGLER, P. Y SEIKO, M. 2011. Custus, rentabilidade e risco da producao de soja transgenica brasileira e argentina. (49 Congresso da Sociedade Brasileira de Economia Administracao e Sociologia Rural, Belo Horizonte, Brasil)

STEAD, D. 2004. Risk and risk management in english agriculture. In Economic History Review LVII, 2 (2004), pp. 334 – 361. Wiley-Blackwell on behalf of the Economic History Society. London: London School of Economics.

TARAZONA, C. 2016. Rentabilidad del maíz amarillo duro (*Zea mays*) resistente al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en la costa del Perú. Tesis para optar el título de Economista en la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

VARONA, A. 2012. Evaluación ex ante de los costos y beneficios de la liberación de organismos genéticamente modificados: Caso de la papa, Distrito de Huasahuasi, Provincia de Tarma, Región Junín. Lima, Perú. Tesis para optar el diploma de Maestría en Economía Agrícola. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.

VÁSQUEZ, J. Y MARTÍNEZ, M. 2011. Elasticidades de oferta y demanda de los principales productos agropecuarios de México. Ciudad de México: INIFAB

WANDER, A. Y DA SILVA, O. 2014. Rentabilidade da produção de arroz no Brasil. En: Sustentabilidade e sustentação da produção de alimentos no Brasil 119 O desafio da rentabilidade na produção. Brasilia: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE).

ZENNER, I. Y ALVAREZ, G. Análisis del efecto de dos cultivares transgénicos, algodón y maíz, sobre la principal fauna benéfica en El Espinal (Tolima). Bogotá: Revista de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales Actualidad & Divulgación Científica 11 (1): 133-142

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1: Área, rendimiento y producción de arroz mundial, año 2016

<b>País/Región</b>	<b>Área (Millones de Has.)</b>	<b>Rendimiento (T/ Ha.)</b>	<b>Producción (Millones de Tn.)</b>	<b>Distribución %</b>
<b>TOTAL MUNDO</b>	<b>162.09</b>	<b>4.43</b>	<b>481.51</b>	<b>100</b>
Estados Unidos	1.27	8.40	7.45	1.55
<b>Este de Asia</b>				
China	30.16	6.86	144.85	30.08
Japón	1.57	6.82	7.79	1.62
Corea del Sur	0.78	7.23	4.20	0.87
Corea del Norte	0.50	4.92	1.60	0.33
<b>Sur de Asia</b>				
India	44.50	3.59	106.50	22.12
Bangladesh	11.70	4.43	34.52	7.17
Pakistán	2.80	3.70	6.90	1.43
Nepal	1.5	3.1	3.1	0.64
Sri Lanka	1.3	3.46	3.06	0.64
<b>Sur Este de Asia</b>				
Indonesia	12.16	4.74	36.60	7.60
Vietnam	7.69	5.78	27.80	5.77
Tailandia	10.08	2.80	18.60	3.86
Birmania	7.00	2.79	12.50	2.60
Filipinas	4.75	3.84	11.50	2.39
Camboya	3.00	2.45	4.70	0.98
Laos	0.97	3.19	1.95	0.40
Malasia	0.70	4.03	1.82	0.38
<b>Sudamérica</b>				
Brasil	2.18	5.43	8.03	1.67
Perú	0.40	7.90	2.18	0.45
<b>África</b>				
Egipto	0.75	8.80	4.55	0.94
Madagascar	1.45	2.55	2.37	0.49
Nigeria	2.50	1.71	2.70	0.56
<b>Unión Europea</b>	0.44	6.71	2.03	0.42
<b>Irán</b>	0.65	4.31	1.85	0.38
<b>Otros</b>	11.31	3.00	22.37	4.65

Fuente: COTRISA 2017

**Anexo 2: Producción, Área, y rendimiento de arroz (2001 – 2017) en el Perú**

<b>AÑOS</b>	<b>Producción (toneladas)</b>	<b>Superficie cosechada (has.)</b>	<b>Rendimiento (kg/has)</b>	<b>Precio en chacra (s/ x kg)</b>
2001	2,028,176	300,086	6.76	0.65
2002	2,115,148	316,750	6.68	0.52
2003	2,132,405	313,856	6.79	0.54
2004	1,844,896	286,468	6.44	0.97
2005	2,468,357	357,883	6.90	0.65
2006	2,362,260	343,691	6.87	0.58
2007	2,435,134	337,639	7.21	0.82
2008	2,793,980	379,783	7.36	1.13
2009	2,991,157	404,614	7.39	0.69
2010	2,831,374	388,659	7.29	0.76
2011	2,624,458	359,612	7.30	1.09
2012	3,043,330	393,890	7.73	0.89
2013	3,046,773	395,030	7.71	0.87
2014	2,896,613	381,368	7.60	1.09
2015	3,151,408	399,501	7.89	1.09
2016	3,165,749	419,563	7.55	1.05
2017	3,038,766	422,434	7.19	1.13

**Fuente:** MINAGRI - DGESEP

**Anexo 3: Producción de arroz en el Perú – Año 2016**

<b>Concepto</b>	<b>Producción</b>		<b>Superficie</b>		<b>Rendimiento</b>	<b>Precio</b>
	<b>Toneladas</b>	<b>%</b>	<b>hectáreas</b>	<b>%</b>		
Nacional	3,165,749	100	419,563	100	7,545	1.05
Piura	589,687	18.63	67,373	16.06	8,753	1.28
Lambayeque	399,038	12.60	49,831	11.88	8,008	1.29
La Libertad	334,920	10.58	32,857	7.83	10,193	1.13
Arequipa	250,051	7.90	19,939	4.75	12,541	1.22
San Martín	710,287	22.44	101,255	24.13	7,015	1.24
Amazonas	307,947	9.73	41,567	9.91	7,408	1.03
Cajamarca	195,641	6.18	24,886	5.93	7,861	1.03
Tumbes	124,497	3.93	14,654	3.49	8,496	1.36
Otros	253,681	8.01	67,201	16.02		

**Fuente:** MINAGRI

**Anexo 4: Rendimiento de la producción de arroz 2016.**

Región	Toneladas/Hectárea
Arequipa	12.5
La Libertad	10.2
Piura	8.8
Tumbes	8.5
Lambayeque	8.0
Cajamarca	7.9
Amazonas	7.4
San Martín	7.0
Huánuco	5.3
Nacional	7.5

**Fuente:** MINAGRI- OEEE (2017)

**Anexo 5: Producción y Superficie Nacional de Arroz 2016.**

Región	Producción	Superficie
San Martín	710,287	101,255
Piura	589,687	67,373
Lambayeque	399,038	49,831
Amazonas	307,947	41,567
La Libertad	334,920	32,857
Cajamarca	195,641	24,886
Arequipa	250,051	19,939
Tumbes	124,497	14,654
Nacional	3,165,749	419,563

**Fuente:** MINAGRI- OEEE (2017)

### Anexo 6: Costo de producción de arroz – Arequipa

Variedad	: NIR	Rendimiento Kg/ha.	: 13900.00
Fecha de siembra	: Agosto a Diciembre	Precio promedio (Chacra)	: 1.10
Fecha de cosecha	: Febrero a Mayo	Nivel Tecnológico	: Alto
Tenencia de tierra	: Propia	Fecha	: 13/01/2017

Actividad	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo total
<b>I COSTOS DIRECTOS</b>			S/	<b>9143.00</b>
<b>A MANO DE OBRA</b>		<b>52</b>	S/	<b>4950.00</b>
<b>1 Preparación de Terreno</b>		<b>10</b>	S/	<b>600.00</b>
Quema	Jornal	1	60.00	60.00
Limpieza de acequias	Jornal	2	60.00	120.00
Bordadura	Jornal	1	60.00	60.00
Riego de machaco	Jornal	1	60.00	60.00
Abonamiento y deshiero	Jornal	3	60.00	180.00
Riego almacigo	Jornal	1	60.00	60.00
Remojo y desparpajo de semilla	Jornal	1	60.00	60.00
<b>2 Siembra</b>		<b>3</b>	S/	<b>1620.00</b>
Siembra	Contrato	1	1500.00	1500.00
Resiembra a mano	Jornal	2	60.00	120.00
<b>3 Labores Culturales</b>		<b>18</b>	S/	<b>1470.00</b>
Deshierbos	Jornal	12	60.00	720.00
Riegos	Contrato	1	450.00	450.00
Control fitosanitario	Jornal	2	60.00	120.00
Aplicación de fertilizantes	Jornal	2	60.00	120.00
Aplicación de herbicida	Jornal	1	60.00	60.00
<b>4 Cosecha</b>		<b>21</b>	S/	<b>1260.00</b>
Orillado	Jornal	1	60.00	60.00
Guardianía	Jornal	20	60.00	1200.00
<b>B MAQUINARIA AGRICOLA</b>		<b>10</b>	S/	<b>970.00</b>
Ganchos o rígidos	Hora/maq.	1	70.00	70.00
Aradura	Hora/maq.	3	70.00	210.00
Nivelación	Hora/maq.	3	70.00	210.00
Trillado i cosechado a maquina	Hora/maq.	3	160.00	480.00
<b>C INSUMOS</b>			S/	<b>3223.00</b>
<b>1 Semilla</b>	Kg.	120	2.20	S/ 264.00
<b>2 Fertilizantes</b>			S/	<b>2109.00</b>
Urea	Kg./ha.	450	1.66	747.00
Fosfato Di amónico	Kg./ha.	450	1.96	882.00
Sulfato de potasio	Kg./ha.	150	3.20	480.00
<b>3 Pesticida</b>				<b>345.00</b>
Folicur	Lt	1	250.00	250.00
Cipermex	Lt	1	95.00	95.00
<b>4 Herbicidas</b>				<b>85.00</b>
Machete SG	Kg	50	1.70	85.00
<b>5 Agua</b>	M3	25000	0.00	<b>120.00</b>
<b>6 Otros</b>				<b>300.00</b>
Flete traslado de arroz	Viaje	3	60.00	180.00
Traslado de insumos	Viaje	2	60.00	120.00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>			S/	<b>9143.00</b>
<b>II COSTOS INDIRECTOS</b>			S/	<b>1188.59</b>
A Imprevistos	%	5		457.15
B Gastos administrativos	%	8		731.44
C Interés Bancario	%	35.8	(6 meses)	0.00
D Leyes sociales	%	46.2		0.00
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCION</b>				<b>10331.59</b>

Fuente: MINAGRI - DRAA

### Anexo 7: Costo de producción de arroz – Piura

<b>Variedad</b>	: Capirona	<b>Rendimiento Kg/ha.</b>	: 8000.00	
<b>Fecha de siembra</b>	: Agosto – Setiembre	<b>Precio promedio (Chacra)</b>	: 1.39	
<b>Fecha de cosecha</b>	: Febrero – Marzo	<b>Nivel Tecnológico</b>	: Medio	
<b>Tenencia de tierra</b>	: Propia	<b>Fecha</b>	: 2017	
<b>Actividad</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costos unitarios</b>	<b>Costo total</b>
<b>I COSTOS DIRECTOS</b>			<b>S/</b>	<b>5614.00</b>
<b>A MANO DE OBRA</b>		<b>111</b>	<b>S/</b>	<b>2775.00</b>
<b>1 Almácigo</b>		<b>10</b>		<b>250.00</b>
Bordeo	Jornal	3	25	75.00
Fanguero	Jornal	1	25	25.00
Voleo de semilla	Jornal	1	25	25.00
Riego	Jornal	2	25	50.00
Abonamiento	Jornal	1	25	25.00
Trat. Fitosanitario	Jornal	1	25	25.00
Guardiania	Jornal	1	25	25.00
<b>2 Preparacion de Terreno</b>		<b>20</b>	<b>S/</b>	<b>500.00</b>
Chaleo y Quema	Jornal	2	25	50.00
Limpieza de Canales	Jornal	3	25	75.00
Limpieza de Drenes	Jornal	3	25	75.00
Bordeo	Jornal	3	25	75.00
Machaco y Fanguero	Jornal	8	25	200.00
Despaje	Jornal	1	25	25.00
<b>3 Siembra</b>		<b>26</b>		<b>650.00</b>
Sacado de semilla almácigo	Jornal	4	25	100.00
Carguio de semilla	Jornal	4	25	100.00
Transplante	Jornal	16	25	400.00
Recalce	Jornal	2	25	50.00
<b>4 Labores Culturales</b>		<b>34</b>		<b>850.00</b>
Riegos	Jornal	8	25	200.00
Desyerbos	Jornal	16	25	400.00
1er Abonamiento	Jornal	2	25	50.00
2do abonamiento	Jornal	2	25	50.00
Aplicación de pesticidas	Jornal	2	25	50.00
Pajareo	Jornal	4	25	100.00
<b>5 Cosecha</b>		<b>21</b>		<b>525.00</b>
Pampeo	Jornal	1	25	25.00
Siega y Azote	Jornal	14	25	350.00
Guardiania	Jornal	2	25	50.00
carguio de Semilla	Jornal	4	25	100.00
<b>B MAQUINARIA AGRICOLA</b>	<b>Hr. Maq.</b>	<b>4.5</b>	<b>130</b>	<b>S/ 585.00</b>
<b>C INSUMOS</b>				<b>2254.00</b>
<b>1 Semilla</b>	<b>Kg</b>	<b>80</b>	<b>3.50</b>	<b>280.00</b>
<b>2 Fertilizantes (úrea)</b>	<b>T.M</b>	<b>0.5</b>	<b>1300.00</b>	<b>650.00</b>
<b>3 Pesticida Curater granulado</b>	<b>Kg</b>	<b>20</b>	<b>14.5</b>	<b>290.00</b>
<b>4 Herbicida Ronstar 25EC</b>	<b>Litro</b>	<b>2</b>	<b>133</b>	<b>266.00</b>
<b>5 Agua</b>	<b>Ha</b>	<b>21600</b>	<b>0.007</b>	<b>151.20</b>
<b>6 Transporte y envases</b>				<b>616.80</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>5614.00</b>
<b>II COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>561.40</b>
<b>A Asistencia Técnica</b>	<b>S/.</b>	<b>3%</b>		<b>168.42</b>
<b>B Gastos administrativos</b>	<b>S/.</b>	<b>5%</b>		<b>280.70</b>
<b>C Costos Financieros</b>	<b>S/.</b>	<b>2%</b>		<b>112.28</b>
<b>TOTAL COSTOS DE PRODUCCION</b>				<b>6175.40</b>

Fuente: MINAGRI - DRAP



### Anexo 8: Costo de producción de arroz - San Martín

<b>Variedad</b>	: Capirona	<b>Rendimiento Kg/ha.</b>	: 8500
<b>Fecha de siembra</b>	: Todo el año	<b>Precio promedio (Chacra)</b>	: 1.10
<b>Tenencia de tierra</b>	: Propia	<b>Nivel Tecnológico</b>	: Alta
		<b>Fecha</b>	: 16/02/2017

Actividad	Unidad de medida	Cantidad	Costos unitarios	Costo total
<b>I COSTOS DIRECTOS</b>			S/	<b>5259.40</b>
<b>A MANO DE OBRA</b>		<b>80</b>		<b>1448.00</b>
<b>1 Preparación de Terreno</b>		<b>11</b>	S/	<b>168.00</b>
Riego de remojo	Jornal	3	12.00	36.00
Bordeadura y nivelación	Jornal	8	12.00	96.00
Limpieza de bordos	Jornal	2	12.00	24.00
Limpieza de canales	Jornal	1	12.00	12.00
<b>2 Siembra</b>		<b>27</b>	S/	<b>324.00</b>
Almácigo o siembra	Jornal	1	12.00	12.00
Saca y carguío de plántulas	Jornal	6	12.00	72.00
Transplante	Jornal	20	12.00	240.00
<b>3 Labores Culturales</b>		<b>32</b>		<b>384.00</b>
Riego	Jornal	12	12.00	144.00
Abonamiento	Jornal	7	12.00	84.00
Deshierbo	Jornal	10	12.00	120.00
Aplicación de pesticidas	Jornal	3	12.00	36.00
<b>4 Cosecha</b>		<b>10</b>		<b>572.00</b>
Cosecha con combinada	Jornal	4	125.00	500.00
Carguío / Acarreo	Jornal	6	12.00	72.00
<b>B Maquinaria agrícola</b>	Hora/maq	<b>6</b>	120.00	<b>720.00</b>
<b>C Insumos</b>			S/	<b>3011.40</b>
<b>1 Semilla (Certificada)</b>	<b>Kg</b>	<b>80</b>	<b>3.00</b>	<b>240.00</b>
<b>2 Agua</b>	<b>m3</b>	<b>14000</b>	<b>0.00</b>	<b>50.40</b>
<b>3 Fertilizantes</b>			S/	<b>1225.00</b>
Urea	bolsa/50Kg	5	70.00	350.00
Fosfato mono amónico (Humiphos)	bolsa/50Kg	3	80.00	240.00
Silix - K (Silicio + Potasio)	bolsa/50Kg	2.5	130.00	325.00
Sulfato de amonio	bolsa/50Kg	3	50.00	150.00
Potasio, Magnesio + Elem. Menores	bolsa/40Kg	1	160.00	160.00
<b>4 Insumos de Acción Fungicida, Bactericida y otros</b>			S/	<b>845.00</b>
Microorganismos eficientes orgánicos	Litro	1	60.00	60.00
Funbiol (Extracto orgánico fungicida)	Litro	3	80.00	240.00
Green Star (Extracto bactericida)	Litro	3	85.00	255.00
R-Insect (Insecticida orgánico)	Litro	1	80.00	80.00
Fipronil	Litro	0.5	300.00	150.00
Lambdacihalotrina	Litro	1	60.00	60.00
<b>5 Fungicidas</b> Carbendazim, Benomil,...			S/	<b>365.00</b>
<b>6 Herbicidas</b>			S/	<b>286.00</b>
<b>7 Análisis Físico - Químico</b>	Unidad	1	70.00	70.00
<b>D GASTOS VARIOS</b>				<b>80.00</b>
Envases (Sacos de poliprop.)		80	1.00	80.00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>5259.40</b>
<b>B COSTOS INDIRECTOS - CI</b>				<b>894.10</b>
Gastos Administrativos (5%)				262.97
Costo Financiero (12%)				631.13
<b>COSTOS DE PRODUCCION</b>				<b>6153.50</b>

FUENTE: MINAGRI – DRASAM

## Anexo 9. Costo de producción de arroz - Lambayeque

Variedad	: IR – 43	Rendimiento Kg/ha.	: 9000
Fecha de siembra	: Enero – Febrero	Precio promedio (Chacra)	: 1.15
Fecha de cosecha	: Mayo – Julio	Nivel Tecnológico	: ALTA
Tenencia de tierra	: Alquiler	Fecha	: 2017

Actividad	Unidad de medida	Cantidad	Costos unitarios	Costo total
<b>I COSTOS DIRECTOS</b>				S/ <b>5346.00</b>
<b>A MANO DE OBRA</b>		<b>67.5</b>	S/	S/ <b>1785.00</b>
1 Almacigo		13.5		330.00
<b>Preparación de Terreno almacigo</b>		<b>2</b>		<b>40.00</b>
Limpieza de terreno (CUSPA, Junta y Quema)	Jornal	0.5	20.00	10.00
Remojo y fangueo (nivelado de terreno)	Jornal	0.5	20.00	10.00
Bordeadura y arreglo de Melgas o camas almaciguera	Jornal	1	20.00	20.00
<b>Siembra</b>		<b>1</b>		S/ <b>20.00</b>
Remojo y abrigado de semilla	Jornal	0.5	20.00	10.00
Voleo de semilla	Jornal	0.5	20.00	10.00
<b>Labores Culturales</b>		<b>10.5</b>		<b>270.00</b>
Abonamiento	Jornal	0.5	20.00	10.00
Riegos	Jornal	1	20.00	20.00
Control fitosanitario	Jornal	1	20.00	20.00
Guardiana	Jornal	1	20.00	20.00
Deshierbos y fumigación	Jornal	1	20.00	20.00
saca semilla	Jornal	6	30.00	180.00
<b>TERRENO DEFINITIVO</b>				1455.00
2 <b>Preparación de terreno</b>		<b>10</b>		<b>210.00</b>
Limpieza de terreno (CUSPA, Junta y Quema)	Jornal	4	20.00	80.00
Arreglo de Bordes, tomas y surcos	Jornal	4	20.00	80.00
Riego de machaco	Jornal	2	25.00	50.00
3 <b>Siembra y Transplante de plantines</b>	<b>Jornal</b>	<b>15</b>	<b>34.66</b>	<b>520.00</b>
4 <b>Labores Culturales</b>		<b>25</b>		S/ <b>625.00</b>
Deshierbo y lampeo	Jornal	3	25.00	75.00
Abonamiento y fertilización	Jornal	10	25.00	250.00
Control fitosanitario	Jornal	6	25.00	150.00
Riego	Jornal	6	25.00	150.00
5 <b>Cosecha Ensacada Encajonamiento</b>	<b>Jornal</b>	<b>4</b>	<b>25.00</b>	S/ <b>100.00</b>
<b>B Maquinaria</b>	Hr/maq.	<b>10.5</b>	120.00	<b>1140.00</b>
<b>C Insumos</b>				<b>2421.00</b>
1 <b>Semillas</b>	<b>Kg</b>	<b>60</b>	<b>2.75</b>	<b>165.00</b>
2 <b>Fertilizantes</b>				<b>1270.00</b>
Urea (Nitrógeno kg/ha)	B 50 Kg	11	70.00	770.00
Fosfato Diamónico	b 50 Kg	2	100.00	200.00
Sulfato de Potasio	b 50 Kg	2	150.00	300.00
3 <b>Insecticidas Cipermax</b>	litro	3	60.00	<b>180.00</b>
4 <b>Herbicidas Machete</b>	litro	4	17	<b>68.00</b>
5 <b>Agua</b>	<b>M3</b>	<b>14000</b>	<b>0.03</b>	<b>378.00</b>
6 <b>Otros (Transporte y envases)</b>	<b>Sacos</b>	120	3.00	<b>360.00</b>
<b>Total costos directos</b>				<b>5346.00</b>
<b>B Costos indirectos (Alquiler y otros)</b>				<b>2806.36</b>
<b>Total costos de producción</b>				<b>8152.36</b>

Fuente: MINAGRI - DRAL

### Anexo 10: Costo de producción de arroz - La Libertad

<b>Variedad</b>	: IR 43	<b>Rendimiento Kg/ha.</b>	: 10600
<b>Fecha de siembra</b>	: Octubre – Noviembre	<b>Precio promedio (Chacra)</b>	: 1.16
<b>Fecha de cosecha</b>	: Marzo – Junio	<b>Nivel Tecnológico</b>	: ALTA
<b>Tenencia de tierra</b>	: Propia	<b>Fecha</b>	: 2017

Actividad	Unidad de medida	Cantidad	Costos unitarios	Costo total
<b>I Costos directos</b>				<b>S/ 6234.00</b>
<b>A Mano de obra</b>		<b>56.5</b>		<b>S/ 2435.00</b>
<b>1 Almacigo y preparación de terreno</b>		<b>11.5</b>		<b>S/ 695.00</b>
Desparrame y quema de rastrojo	Jornal	3	30.00	90.00
Chaleo y bordeadura	Jornal	2	30.00	60.00
Remojo y fanguero	Jornal	3	40.00	120.00
Batido y planchado	día/yunta	0.5	100.00	50.00
Desparrame de semilla	Jornal	0.5	25.00	12.50
Abonamiento	Jornal	0.5	20.00	10.00
Riego	Jornal	0.5	30.00	15.00
Aplicación de plaguicidas	Jornal	0.5	25.00	12.50
Pajareo	Jornal	1	30.00	30.00
Bordeado - arreglo tomas	Jornal	4	30.00	120.00
Limpia de canales	Jornal	4	25.00	100.00
Limpia acequias	Jornal	3	25.00	75.00
<b>2 Transplante</b>		<b>17</b>		<b>535.00</b>
Remojo y fanguero	Jornal	1	30.00	30.00
Fanguero	Jornal	4	35.00	140.00
Saca amarre de semillas	Jornal	6	30.00	180.00
Carguio	Jornal	3	35.00	105.00
Transplante y recalce	Jornal	2	25.00	50.00
Recalce	Jornal	1	30.00	30.00
4 Labores Culturales	Jornal	19	25.00	475.00
<b>5 Cosecha</b>		<b>9</b>		<b>730.00</b>
Preparación de bordos pase comb.	Jornal	1	40.00	40.00
Trilladora mecanizada (combinada)	Hectárea	1	500.00	500.00
Llenado de sacos	Jornal	3	30.00	90.00
Guardianía	Jornal	4	25.00	100.00
<b>B Maquinaria</b>	Hora/maq	6	120.00	<b>720.00</b>
<b>C Insumos</b>				<b>3079.00</b>
<b>1 Semilla</b>	<b>Kg</b>	<b>100</b>	<b>2.75</b>	<b>275.00</b>
<b>2 Fertilizantes</b>				<b>1980.00</b>
Urea	bolsa 50 Kg	10	100.00	1000.00
FDA	bolsa 50 Kg	4	120.00	480.00
Cloruro de potasio	bolsa 50 Kg	2	110.00	220.00
Sulfato de amonio	bolsa 50 Kg	4	70.00	280.00
<b>3 Herbicidas</b> Machete granulado	bolsa 50 Kg	1.5	90.00	<b>135.00</b>
<b>4 Insecticidas</b> Sherpa	Litro	1	55.00	<b>55.00</b>
<b>5 Fungicida</b> Dithane	Litro	1	40.00	<b>40.00</b>
<b>6 Agua</b>	<b>M3</b>	<b>14000</b>	<b>0.016</b>	<b>224.00</b>
<b>7 Otros gastos</b> Transporte y envases				<b>370.00</b>
<b>Total costos directos</b>				<b>6234.00</b>
<b>B Costos indirectos (admin, financ.imp)</b>				<b>872.76</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>7106.76</b>

Fuente: MINAGRI - DRALL

### Anexo 11: Estadísticos de las variables de costos de producción con semilla común

Detalle	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación Estándar	Moda
Semilla	165.00	280.00	244.80	47.20	NA
Mano de Obra	876.00	3690.00	2041.20	1044.00	NA
Fertilizantes	650.00	2109.00	1446.80	599.62	NA
Agroquímicos	95.00	1210.00	424.00	449.94	NA
Herbicidas	68.00	286.00	168.00	101.87	NA
Maquinaria agrícola	585.00	1140.00	851.00	247.85	720
Cosecha	100.00	1260.00	637.40	418.90	NA
Agua	50.40	378.00	184.72	124.75	NA
Otros	80.00	616.80	345.36	191.69	NA
Costos directos	5259.40	9263.00	6343.28	1676.15	NA
Costos indirectos	561.40	5110.25	2048.97	1928.42	NA
Total de costos	6153.50	14373.25	8392.25	3442.70	NA
Rendimiento	8000.00	13900.00	10000.00	2388.51	NA
Precio promedio (S/Kg)	1.10	1.39	1.18	0.12	1.10

Fuente: MINAGRI (2017).  
Elaboración propia

### Anexo 12: Importación de arroz en el Perú

Año	CIF	Kilos	Precio Promedio
2015	143,851,044	236,412,648	0.61
2016	165,400,359	291,306,306	0.57
2017	226,551,066	392,572,163	0.58

Fuente: Agrodata – Sunat 2017

### Anexo 13: Balance Oferta – Demanda de arroz pilado – TM.

Año	Producción	Exportación	Importación	Consumo
2010	1981692	2018	94682	2074626
2011	1837121	638	208698	2045181
2012	2130331	49497	253122	2333956
2013	2132741	29869	175761	2278633
2014	2027629	44	208085	2235669
2015	2205986	81	239612	2445517
2016	2216024	8668	290982	2498338
2017	2135010	193	401655	2536472

(\*) Arroz pilado

Fuente: Mincetur 2018 – SUNAT, INEI