

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**MAESTRÍA DE ECONOMÍA AGRÍCOLA**



**“EFECTOS SOCIOECONÓMICOS DEL TRASPLANTE  
MECANIZADO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN AREQUIPA”**

**Presentada por:**

**GUSTAVO LARRY FLORES RONDÓN**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO  
MAGISTER SCIENTIAE EN ECONOMÍA AGRÍCOLA**

**Lima – Perú**

**2023**

# Tesis Eco Agrícola

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

12%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

1 Submitted to ucss <1%  
Trabajo del estudiante

---

2 silo.tips <1%  
Fuente de Internet

---

3 Submitted to upec <1%  
Trabajo del estudiante

---

4 Submitted to University of Queensland <1%  
Trabajo del estudiante

---

5 alpuroinformativo-  
unblogsobrelaleche.blogspot.com <1%  
Fuente de Internet

---

6 m.scirp.org <1%  
Fuente de Internet

---

7 mariacristinaolmedo.weebly.com <1%  
Fuente de Internet

---

8 mgwiki.top <1%  
Fuente de Internet

---

9 repositorio-anterior.ulima.edu.pe <1%  
Fuente de Internet

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN ECONOMÍA AGRÍCOLA**

**“EFECTOS SOCIOECONÓMICOS DEL TRASPLANTE  
MECANIZADO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN AREQUIPA”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO  
MAGISTER SCIENTIAE**

**Presentada por:**

**GUSTAVO LARRY FLORES RONDÓN**

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

Mg.Sc. Miguel Alcántara Santillán  
**PRESIDENTE**

Mg.Sc. Ramon Diez Matallana  
**ASESOR**

Mg.Sc. Luis Guillen Vidal  
**MIEMBRO**

Ph.D. Elizabeth Heros Aguilar  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo es dedicado a mis padres Hubert y Miriam, por apoyarme en cada aspecto de la vida, dándome el aliento para poder desarrollar este trabajo. A mis hermanos Hubert y Alexis por su compañía y al resto de mi familia que se alegran por la conclusión de este trabajo.

A mis grandes amigos y amigas con los cuales he compartido trabajo, estudios y vivencias en el desarrollo de mi profesión, así como los compañeros con los que compartí las aulas en la universidad.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por las experiencias que me hizo pasar de las cuales estoy muy agradecido.

A mi asesor Mg. Sc. Ramón Diez por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad de conocimiento, así como también haberme tenido apoyado y guiado empeñosamente durante todo el desarrollo de la tesis.

A mi amigo el Mg. Sc. Luis Guillén por haberme permitido publicar los artículos de investigación que engrandecen mi carrera profesional.

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1.	EL CULTIVO DE ARROZ A NIVEL REGIONAL, NACIONAL Y MUNDIAL .....	3
2.1.1.	Panorama mundial del arroz.....	3
2.1.2	Panorama del arroz a nivel nacional .....	5
2.1.3.	Importancia de los factores productivos.....	9
2.1.3	Trasplante mecanizado en arroz, impactos económicos .....	10
2.2.	FACTORES PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS.....	11
2.2.1.	Factores que influyen en la producción agrícola del cultivo de arroz.....	11
2.2.2.	Costos de producción en el sector agrario.....	11
2.2.3	Análisis de riesgos en las actividades agrícolas. ....	12
2.2.4.	Rentabilidad en la producción Agrícola.....	13
2.2.5.	Bienestar económico: metodología de medición de su impacto en los agentes por aplicación de un cambio tecnológico. ....	13
2.2.6	Presupuesto Parcial. ....	15
2.2.7	Cambio de Excedentes económicos. ....	15
2.2.8.	Competitividad .....	16
2.2.9.	Indicadores de eficiencia económica de la nueva tecnología.....	17
III	MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1.	ÁMBITO DE ESTUDIO. ....	19
3.2.	UNIVERSO Y RECOPIACION DE INFORMACIÓN .....	19
3.3.	TIPO DEL ESTUDIO:.....	19
3.4.	HIPÓTESIS .....	19
3.4.1.	Hipótesis general .....	19
3.4.2.	Hipótesis específicas .....	20
3.5.	MÉTODOS Y MODELOS EMPLEADOS .....	20
3.5.1.	Modelo de Presupuesto Parcial y de Beneficio Costo Marginal .....	20
3.5.2.	Modelo de cambio de excedentes económicos .....	21
3.5.3	La simulación de Montecarlo y el <i>Software @Risk</i> .....	22

3.6. VARIABLES .....	23
3.6.1. Del modelo de presupuesto parcial. ....	23
3.6.2. Del modelo de cambio de excedentes. ....	24
3.6.3 Del modelo de mejora de la competitividad del arroz frente a las importaciones. ...	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1. RESULTADOS .....	26
4.1.1. Rentabilidad de trasplante mecanizado de Arroz.....	26
4.1.2 Cambio de bienestar de productores y consumidores .....	33
4.1.3 Mejora de la competitividad del arroz arequipeño.....	46
4.2. Discusión de resultados .....	48
4.2.1. Sobre la eficiencia técnica del cultivo de arroz en Arequipa. ....	48
4.2.2. Sobre el impacto en el bienestar de los productores, consumidores y sociedad .....	48
4.2.3. Sobre los beneficios económicos .....	49
4.2.4. Sobre la mejora de la competitividad del arroz peruano.....	49
V. CONCLUSIONES .....	50
VI. RECOMENDACIONES .....	51
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
VIII, ANEXOS.....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Superficie cosechada por países año 2019. ....	4
Tabla 2. Promedio de rendimiento tn.ha <sup>-1</sup> por países año 2021. ....	5
Tabla 3 Regiones con mayor producción de arroz 2018. ....	7
Tabla 4. Cultivo de arroz en Arequipa 2015 -2020 .....	8
Tabla 5. Cultivo de arroz por valles en Arequipa - campaña 2021 .....	9
Tabla 6. Comparación de costos de producción por hectárea de arroz .....	30
Tabla 7. Beneficio / costo del cambio tecnológico.....	32
Tabla 8. Costos de investigación y difusión.....	37
Tabla 9 Evolución de las variables de Arroz con trasplante mecanizado 2021 - 2033 .....	38
Tabla 10. Evolución de las variables de Arroz con trasplante mecanizado 2021 – 2033 (2)....	38
Tabla 11. Evolución de las variables de Arroz con trasplante mecanizado 2021 – 2033 (3)....	39
Tabla 12. Cambio de excedentes del productor, consumidor y social. ....	39
Tabla 13. Costos de investigación, transferencia y beneficios netos para trasplante mecanizado. ....	40
Tabla 14. Resultados del modelo de cambio de excedentes con trasplante mecanizado .....	40
Tabla 15. Modelo de competitividad de arroz año 2021 .....	47



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Superficie sembrada de arroz 1961 - 2021.....	3
Figura 2. Rendimiento de arroz en Tn.ha <sup>-1</sup> 1961 - 2021 (Fuente: FAOSTAT).....	4
Figura 3. Hectáreas cosechadas de arroz cascara 1980 -2021 (Fuente: FAOSTAT).....	5
Figura 4. Rendimiento t.ha <sup>-1</sup> Arroz cascara 1980 – 2021 (Fuente: FAOSTAT).....	6
Figura 5. Importación de arroz en Perú 2010 - 2021 (Fuente:FAOSTAT).....	7
Figura 6. Cambio tecnológico que origina el incremento (K) de la productividad. ....	16
Figura 7. Rentabilidad del arroz en Trasplante tradicional.....	27
Figura 8. Efecto de los costos sobre el trasplante tradicional.....	27
Figura 9 Rentabilidad del cultivo de arroz en trasplante mecanizado.....	29
Figura 10. Efecto de las entradas en la rentabilidad del trasplante mecanizado. ....	29
Figura 11. Incremento del margen de utilidad.....	31
Figura 12. Índice beneficio - costo marginal.....	33
Figura 13. Costos de Investigación.....	37
Figura 14. Valor Actual Neto (TSD 8%).....	41
Figura 15. Valor Actual Neto (TSD 20%).....	42
Figura 16. Tasa Interna de Retorno. ....	42
Figura 17. Cambio en el excedente del productor.....	43
Figura 18. Cambio en el excedente del consumidor.....	43
Figura 19. Cambio de excedente social.....	44
Figura 20. Cambio de excedente por hectárea.....	45
Figura 21. Cambio de excedente por productor. ....	45
Figura 22. Cambio de excedente por persona.....	46
Figura 23. Diferencial del Margen Mecanizado - Tradicional. ....	47

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Importaciones de Arroz 2020 – 2021 .....	60
Anexo 2. Encuesta aplicada. ....	61
Anexo 3. Costos de Producción de Arroz Valle de Majes.....	63
Anexo 4. Costo de Producción de Arroz Valle de Tambo.....	64
Anexo 5. Costo de Producción de Arroz Valle de Camaná.....	65
Anexo 6. Costos de Producción Valle De Ocoña .....	66
Anexo 7. Costos de Producción Probabilístico de Trasplante Mecanizado. ....	67
Anexo 8. Material Fotográfico.....	68

## RESUMEN

Se evaluó los beneficios económicos de emplear el trasplante mecanizado para producir arroz (*Oryza sativa L.*) en la región Arequipa y las posibles ganancias en competitividad. El objetivo es dimensionar los beneficios económicos obtenidos al reemplazar el trasplante tradicional con el mecanizado en los valles de Camaná, Majes, Ocoña y Tambo. Se determina la rentabilidad del cambio por trasplante mecanizado a corto plazo, en un entorno de riesgo, con el presupuesto parcial y se obtuvo el índice de beneficio costo marginal. Para obtener los beneficios económicos del trasplante mecanizado de arroz para la sociedad se usó el modelo de cambio de excedentes económicos con una simulación de Montecarlo. Se demostró que reemplazar el trasplante tradicional por el trasplante mecanizado mejora el rendimiento por hectárea y rentabilidad monetaria para los productores arequipeños de arroz, puesto que incrementaría el rendimiento en 6,2 por ciento por hectárea y el margen de utilidad crecería en 127,46 por ciento y se obtendría un Índice de Beneficio Costo Marginal de 1,08. Los consumidores incrementan sus excedentes en casi S/ 391 millones, los productores en más de S/ 45,40 millones y el excedente social se incrementa en S/ 436,20 millones, el gobierno recupera su inversión con un VAN de S/ 428,56 millones de soles y una TIR de 183 por ciento, y se reduce el costo por kilogramo en 17 centavos mejorando sus posibilidades de exportación o la reducción de las importaciones.

**Palabras clave:** Arroz, beneficio costo marginal, excedentes, presupuesto parcial, trasplante mecanizado.

## ABSTRACT

The economic benefits of using mechanized transplantation to produce rice (*Oryza sativa L.*) in the Arequipa region and the possible gains in competitiveness are evaluated. The objective is to measure the economic benefits obtained by replacing the traditional transplant with mechanized in the valleys of Camaná, Majes, Ocoña and Tambo. The profitability of the change for short-term mechanized transplantation is determined, in a risk environment, with the partial budget and the marginal cost benefit index was obtained. To obtain the economic benefits of mechanized rice transplantation for society, the economic surplus change model with a Monte Carlo simulation was used. It was shown that replacing traditional transplantation with mechanized transplantation improves yield per hectare and monetary profitability for Arequipa rice producers, since it would increase yield by 6,2 per cent per hectare and the profit margin would grow by 127,46 per cent and would be obtained a Marginal Cost Benefit Ratio of 1,08. Consumers increase their surpluses by almost S/ 391 million, producers by more than S/ 45.40 million and the social surplus increases by S/ 436,20 million, the government recovers its investment with a NPV of S/ 428, 56 million soles and an IRR of 183 per cent, and the cost per kilogram is reduced by 17 cents, improving its export possibilities or reducing imports.

**Keywords:** Rice, marginal cost benefit, surplus, partial budget, mechanized transplant.

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa L.*), fue domesticado originalmente en el continente asiático hace 8 200 a 13 500 años (Molina *et al.* 2011). Según Montero (1930) su cultivo en el Perú data del siglo XVI, pero empezó a tomar importancia desde la guerra con Chile. Según Gómez *et al.* (2017), el método más usado para sembrarlo en la actualidad es el costoso trasplante, y en los últimos años ha ganado fuerza el voleo.

El arroz es uno de los cultivos más importantes que existen en el Perú (Llonto 2015). Constituye un alimento básico para la población, y es uno de los tres cereales más importantes del mundo junto al trigo y el maíz, actualmente se siembra principalmente en la costa norte, la selva y en Arequipa (MINAGRI y AGRORURAL 2019).

Con esta investigación se busca responder la pregunta: ¿Cuáles son los efectos económicos y sociales del trasplante mecanizado de arroz en Arequipa? Siendo las preguntas específicas: ¿Cuáles serán los beneficios económicos del cultivo de arroz bajo trasplante mecanizado?, ¿cuáles serán los beneficios sociales para los productores y consumidores por el uso de trasplante mecanizado de arroz? y ¿cuál será la mejora de la competitividad por la producción con trasplante mecanizado de arroz comparado con los precios internacionales?

### 1.1 JUSTIFICACIÓN

Para lograr la competitividad, se debe buscar alternativas para mejorar la eficiencia del uso de los recursos. La mecanización de la agricultura es recomendable para los pequeños agricultores nacionales, por el ahorro de costos en mano de obra y la ganancia en rapidez en las labores agrícolas evidentes en los países que la han implementado en Asia, Colombia y Costa Rica (Cortez *et al.* 2009, Ortiz 2016 y Mazuera 2009).

Los resultados beneficiarán a los productores de arroz en Arequipa, a sus familias, a los consumidores y al estado; que tienen altos rendimientos, pero costos de producción muy altos, y se requiere un cambio para reducirlos y hacer más competitivo el producto frente a los productos internacionales. El trasplante mecanizado de arroz es muy usado en los países asiáticos, y se ha incrementado exponencialmente en los últimos años en Japón, China y Corea del Sur, que para el 2002 sembró 10,53 millones de hectáreas, 8,13 millones de ha (el 77 por ciento) empleando trasplante mecanizado (Alvarez 2011).

El uso de esta técnica en Perú, permitirá bajar los costos de producción e incrementar la rentabilidad, esto es buscado por los productores que están regresando otra vez a la siembra del voleo en su búsqueda por bajar costos, pero esta técnica a largo plazo genera problemas como la excesiva aplicación de herbicidas y la aparición de la maleza denominada arroz negro.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Dimensionar los beneficios económicos y sociales por el uso del trasplante mecanizado de arroz (*Oryza sativa L.*), en Arequipa.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

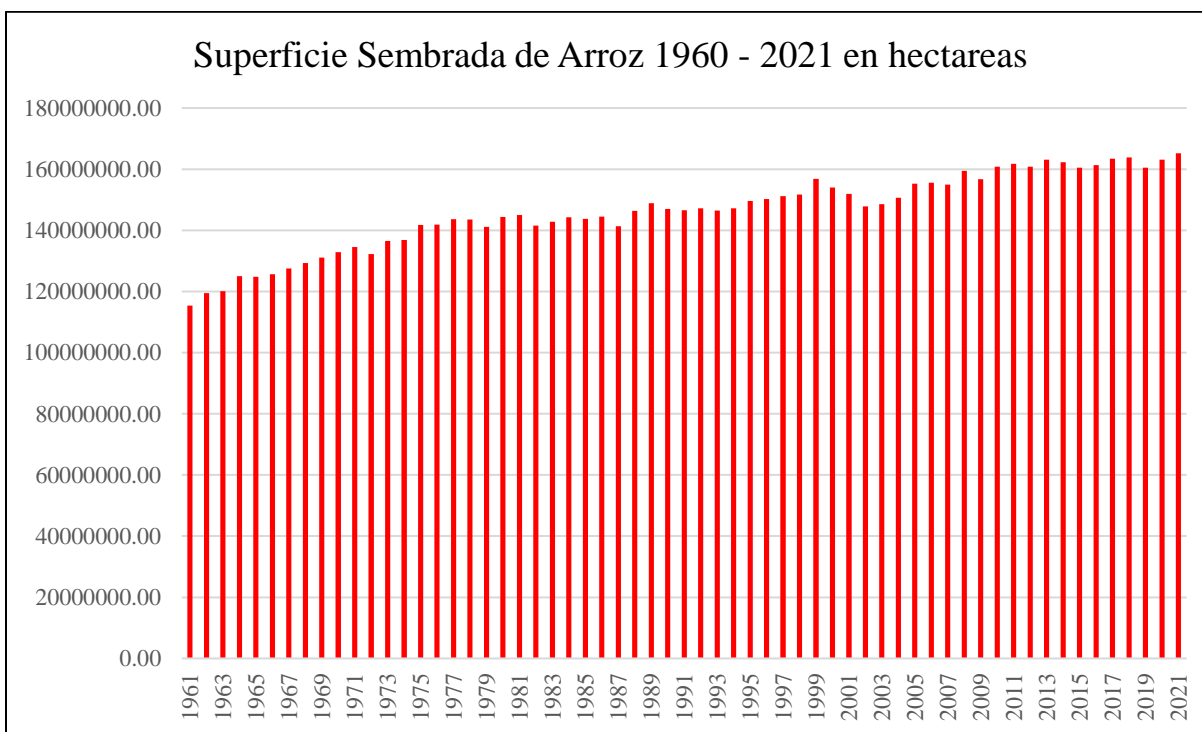
- Cuantificar los beneficios económicos a corto plazo para los productores arroceros de Arequipa que usen el trasplante mecanizado.
- Establecer las mejoras en el bienestar de la sociedad por el uso del trasplante mecanizado en el cultivo de arroz en Arequipa.
- Cuantificar la mejora en la competitividad de los agricultores por el uso del trasplante mecanizado en el cultivo de arroz en Arequipa comparado con precios internacionales.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. EL CULTIVO DE ARROZ A NIVEL REGIONAL, NACIONAL Y MUNDIAL

#### 2.1.1. Panorama mundial del arroz

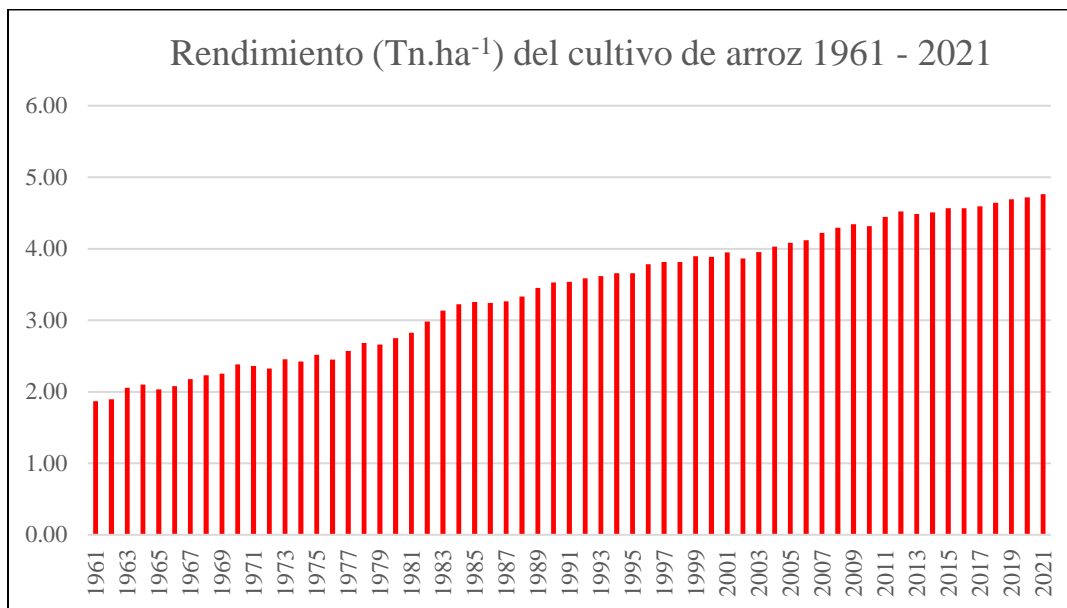
Numerosas fuentes, entre ellas el Instituto Internacional de Investigaciones del Arroz (IRRI) y la FAO, catalogan al arroz como el cereal más importante en términos de consumo humano. Globalmente, este cultivo, proporciona el 20 por ciento de las calorías consumidas como alimento. En todo el mundo el arroz se produce en fincas de pequeños agricultores, en superficies de menos de dos hectáreas con rendimientos promedio de 4 t.ha<sup>-1</sup> (INTAGRI 2021). Según la FAO (2022), la superficie del cultivo se ha incrementado de 115.36 millones en 1961, a 165.25 millones de hectáreas en 2021, según se muestra en la Figura 1.



**Figura 1: Superficie sembrada de arroz 1961 – 2021**

**Fuente:** FAO (2022)

Durante ese periodo de tiempo (1961 -2021) los rendimientos de arroz en el mundo se han incrementado de 1.87 t.ha<sup>-1</sup> a 4.76 t.ha<sup>-1</sup>, como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2: Rendimiento de arroz en Tn.ha<sup>-1</sup> 1961 – 2021**

**Fuente:** FAO (2022)

Para el 2021, según FAO (2022), los países que lideran la superficie cosechada de arroz a nivel mundial son la India con 46,37 millones de hectáreas, China con 30,14 millones de hectáreas, demostrando el liderazgo de los países asiáticos en este cultivo, ver en la Tabla 1.

**Tabla 1: Superficie cosechada por países año 2021**

Orden	País	Superficie cosechada (ha)
1	India	46,379,000
2	China	30,145,222
3	Bangladesh	11,700,939
4	Tailandia	11,244,000
5	Indonesia	10,411,801
6	Vietnam	7,219,797
7	Myanmar	6,536,690
8	Filipinas	4,805,077
9	Nigeria	4,320,100
10	Pakistán	3,537,369

Fuente: FAO (2022)



En cuanto a rendimientos, los países que lideran son Egipto, Uruguay y Australia, los cuales superan las 9 t.ha<sup>-1</sup>, como se muestra en la Tabla 2. El Perú esta quinto con un rendimiento de 8.3 t.ha<sup>-1</sup>.

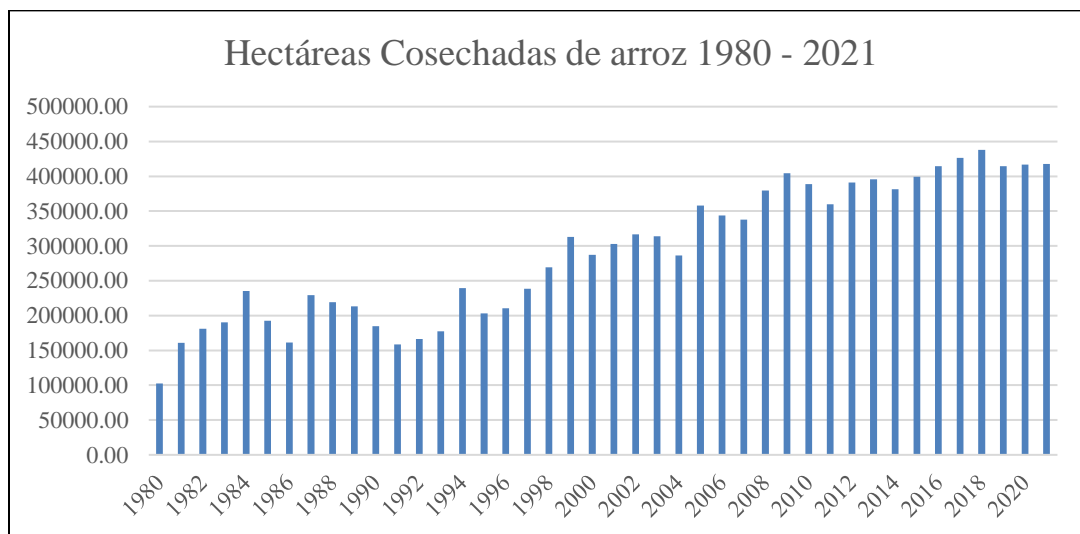
**Tabla 2: Promedio de rendimiento t.ha<sup>-1</sup> por países año 2021**

Orden	País	Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> )
1	Egipto	10.2
2	Uruguay	9.3
3	Australia	9.3
4	Estados Unidos	8.6
5	Perú	8.3
6	Turquía	7.7
7	Japón	7.4
8	España	7.2
9	Kenia	7.2
10	Argentina	7.2

Fuente: FAO (2022).

### 2.1.2 Panorama del arroz a nivel nacional

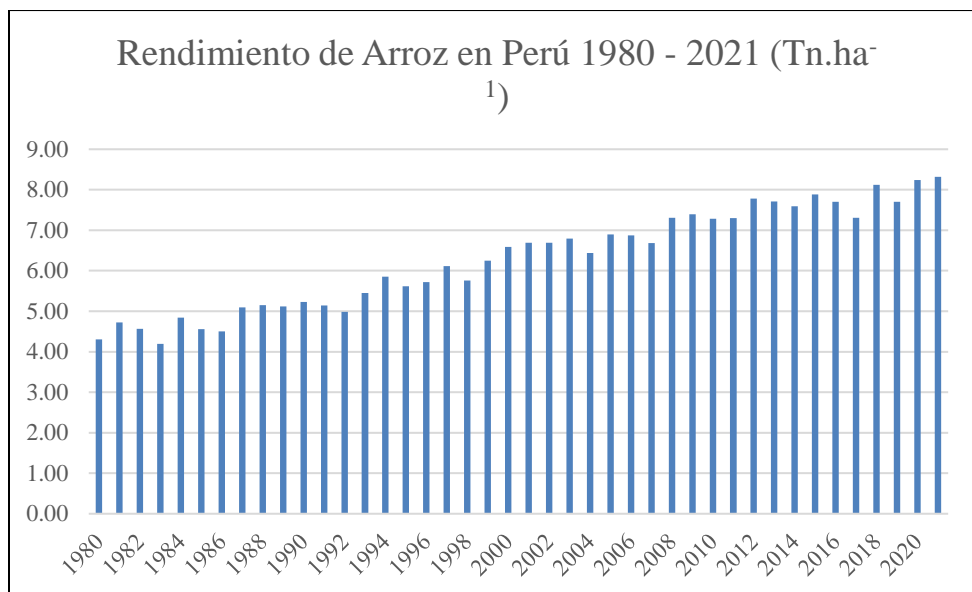
En el Perú, en el período 1980-2021 la superficie cosechada ha crecido de 102 mil hasta 417.8 mil hectáreas como se muestra en la Figura 3, según los datos de FAO (2022).



**Figura 3: Hectáreas cosechadas de arroz cascara 1980 -2021**

Fuente: FAO (2022)

El rendimiento del cultivo en 1980 fue de 4.3 t.ha<sup>-1</sup>, y por los diferentes proyectos de mejora genética se ha incrementado a 8,3 t.ha<sup>-1</sup> en el 2021 como se muestra en la Figura 4.



**Figura 4: Rendimiento t.ha<sup>-1</sup> Arroz cascara 1980 – 2021**

**Fuente:** FAO (2022)

En los últimos cinco años, la producción de arroz en el Perú ha crecido, pero, existe una movilización de inversiones hacia negocios agrícolas más rentables, junto con la incidencia de El Niño Costero, ha hecho crecer las importaciones en los últimos años ante una demanda interna insatisfecha (MINCETUR 2018).

Perú es el tercer país en cuanto a producción y rendimiento de arroz de América después de Estados Unidos y Brasil, siendo el cultivo más importante del país. La producción de este cultivo ha crecido notablemente en las últimas décadas por la mejora de sus rendimientos, sin embargo, en el último lustro se desaceleró.

En el Perú, según el MINAGRI (2017), en las últimas 11 campañas agrícolas la superficie sembrada creció alrededor de 1,9 por ciento por año, llegando en la campaña agrícola 2017 -2018 a 437,1 mil ha.

La superficie cosechada creció al dos por ciento anual, en el 2017 se cosechó 422 mil hectáreas.

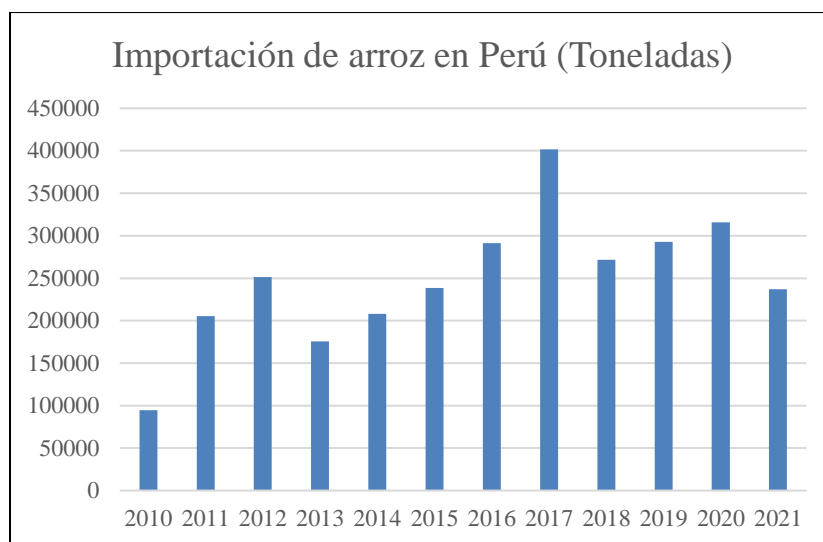
El rendimiento promedio pasó de 6,76 t.ha<sup>-1</sup> en 2001 a 8,3 t.ha<sup>-1</sup> en 2021 siendo la tasa de crecimiento anual de 0,4 por ciento.

**Tabla 3: Regiones con mayor producción de arroz 2018**

<b>Región</b>	<b>Área cosechada (ha)</b>	<b>Producción (t)</b>	<b>Rendimiento (kg/ha)</b>	<b>Precio en chacra (Soles/kg)</b>
Nacional	422 434,00	3 038 766	7 365	1,13
San Martín	110 422,00	822 885	7 451	0,99
Lambayeque	50 012,00	400 575	8 010	1,30
Piura	51 566,00	378 864	7 347	1,23
Amazonas	44 474,00	327 568	7 365	1,08
Arequipa	20 225,00	281 393	13 913	1,25
La Libertad	31 425,00	206 995	6 587	1,36
Cajamarca	23 681,00	186 759	7 886	1,08
Tumbes	14 557,00	123 537	8 486	1,29
Loreto	34 700,00	101 205	2 917	0,61
Ucayali	18 092	66 198	3 659	0,84
Ancash	5 432	64 425	11 860	1,30
Huánuco	10 980,00	63 157	5 752	0,98
Madre de Dios	2 467,00	5 598	2 270	1,49
Junín	1 248,00	4 255	3 410	1,11
Pasco	2 055,00	3 169	1 542	1,20
Cusco	920,00	1 827	1 986	1,02
Puno	100,00	183	1 830	1,80
Ayacucho	60,00	173	2 883	1,51
Otros	23 261,00	142 788	6 139	1,15

**Fuente:** MINAGRI – DIGESEP (2018)

A nivel de exportaciones el Perú el 2018 exportó 392 toneladas y en el 2019, 36 932 toneladas (1,22 por ciento de la producción nacional), pero la importación de arroz creció nueve por ciento del año 2019 al 2020, pasando de 292 a 315 mil toneladas (equivalente al 10,37 por ciento de la producción nacional); de Uruguay provino el 60 por ciento del total importado, y de Brasil 34 por ciento (AGRODATA 2022).



**Figura 5: Importación de arroz en Perú 2010 - 2021**

**Fuente:** FAO (2022)

Arequipa es el mayor productor con  $13,9 \text{ t.ha}^{-1}$ , con una superficie cosechada de 20 225 hectáreas. La cantidad de productores que lo realizan es de 3 634 representando el cinco por ciento del total nacional (MINAGRI, 2017, MINAGRI 2018 e INEI 2017). En el año 2021, cuenta con una superficie cosechada de 19 597 hectáreas con un rendimiento de  $13,87 \text{ t.ha}^{-1}$  la cantidad de productores continua igual como se muestra en las Tablas 4 y 5.

**Tabla 4: Cultivo de arroz en Arequipa 2015 -2020**

Año	Área cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (tn/ha)	Precio en chacra (Soles/kg)	Productores
2015	20 339	263 434	12.95	1.19	3 634
2016	19 939	250 051	12.54	1.24	3 634
2017	20 225	281 393	13.91	1.23	3 634
2018	20 190	276 594	13.70	1.21	3 634
2019	20 147	278 894	13.84	1.03	3 634
2020	21 153	284 336	13.44	1.27	3 634
2021	19 597	271 800	13.87	1.25	3 634

**Fuente:** MINAGRI – SIEA (2022)

En la campaña 2021, según el MIDAGRI - SIEA (2022), en la Tabla 5 se observa que los principales valles productores son Camaná, Ocoña (ambos de la provincia de Camaná), Majes (de la provincia de Castilla) y Tambo (provincia de Islay).

**Tabla 5: Cultivo de arroz por valles en Arequipa - campaña 2021**

<b>Valle</b>	<b>Área cosechada (ha)</b>	<b>Producción (t)</b>	<b>Rendimiento (tn/ha)</b>	<b>Precio en chacra (Soles/kg)</b>	<b>Productores</b>
Camaná	7 090	97 931	13.83	1.33	2 019
Majes	6 527	97 036	14.87	1.30	876
Tambo	4 500	56 273	12.51	0.98	235
Ocoña	1 480	20 559	13.89	1.33	504

**Fuente:** MINAGRI – SIEA (2022)

### **2.1.3. Importancia de los factores productivos**

Según Infante (2016), “La actividad agrícola [...] se puede analizar y medir tomando como referencia los tres objetivos de la producción a) maximizar la producción minimizando los costos -principio de rendimientos decrecientes-; b) la máxima eficacia económica cuando combina de manera eficaz sus factores fijos y variables en el corto y largo plazo; y c) la máxima ganancia cuando la razón ingresos/costos es positiva y grande. Recurriendo a indicadores que midan la productividad, la rentabilidad y la eficiencia entre otros”.

Los factores de producción influyen en la producción agrícola y es necesario su identificación, según indican Pasquel *et al.* (2019), sobre su estudio de los factores de producción de la papa amarilla, que el factor mano de obra es lo que más influenciaba, haciendo uso de fuentes primarias y secundarias. Bajo un nivel de estudio descriptivo–explicativo, se evaluó la relación significativa a través de indicadores y para concretar los resultados se utilizó los métodos deductivos, inductivo, de síntesis y analítico. Los resultados determinan que los factores de producción de papa amarilla si influyen en el desarrollo agrícola de Huácar en el 2018, con un valor correlacional de 0.419 siendo una relación directa y positiva.

Cuevas *et al.* (2018), indican que “Existen tres enfoques distintos para su medición basados en las funciones de costos, beneficios y función de producción. El método más utilizado ha sido el de la función de producción, el cual mide la relación entre insumos y productos utilizados en la empresa.

Diversos autores han estudiado el uso eficiente de los recursos con el enfoque de función de producción a través del análisis tanto de variables físicas como monetarias”.

### **2.1.3 Trasplante mecanizado en arroz, impactos económicos**

Ortiz *et al.* (2016), expresan que, “Desde su surgimiento, la agricultura ha sido dinámica y está expuesta a cambios, resultado de las invenciones, adopciones, adaptaciones e innovaciones de las tecnologías hechas por el hombre con el fin de mejorar la productividad. Dentro de la actividad agrícola se utilizan tres fuentes de energía principalmente, la fuerza humana, animal y mecánica. Sin embargo, el uso de la fuerza mecánica es reciente. Esta se empezó a desarrollar a finales del siglo XIX y se generalizó después de la segunda guerra mundial en la mayoría de los países, teniendo su intensificación con la Revolución verde. Esto generó un cambio tecnológico e impacto social”.

Amponsah *et al.* (2012) denominan la mecanización agrícola como “el uso de equipos o maquinaria que ayuda a reducir o reemplazar la mano de obra en el proceso de mejora y modernización de las explotaciones agrícolas. Bajo esta concepción también abarca la fabricación, distribución y operación de todo tipo de herramientas, utensilios, máquinas y equipos para el desarrollo agrícola”

Miranda *et al.* (2021), en sus estudios sobre el trasplante mecanizado de arroz en Cuba, indican primeramente que el trasplante del arroz es una de las operaciones tecnológicas más laboriosas e importantes dentro de este cultivo, actividad que se realiza de forma manual generalmente; por lo que la labor requiere de un alto grado de mecanización, por la complejidad de su tecnología, y las extensiones que se destinan para su explotación, por lo que los procesos de mecanización del arroz están sometidos a constantes estudios e investigaciones. Finalmente, el autor indica que el trasplante mecanizado de arroz cuenta con una mayor efectividad en tiempo de siembra que es de tres hectáreas por jornada de 8 horas de trabajo. Esto es complementado por Islam *et al.* (2016) y Vélez (2020) quienes en su investigación indican que la cantidad de mano de obra en el cultivo de arroz disminuyó del 19 por ciento de mano de obra al dos por ciento en el proceso de trasplante en los costos de producción, además de ello se aumentó el rendimiento en que va del 3 al 14 por ciento. Por tanto, el beneficio-costo sube de 1.03 a 1.06 con trasplante tradicional a 1.18 – 1.19 con trasplante mecanizado.

## **2.2. FACTORES PRODUCTIVOS Y ECONÓMICOS**

### **2.2.1. Factores que influyen en la producción agrícola del cultivo de arroz**

Figuroa (2019), cita a 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 lo indicado por Velázquez (2016), los factores que influyen en la producción agrícola del arroz, son los siguientes:

- Tecnificación del cultivo (no tecnificado, semi tecnificados y tecnificados).
- Disposición de agua (sequía y exceso de agua)
- Sistema de riego (flujo continuo, estático y mediante recuperación de agua).
- Semilla (registrada, certificada, mejorada común e híbrida).
- Incidencia de plagas.
- Fertilización y control químico.
- Preparación y calidad del suelo.
- Capital de trabajo.

Todos estos factores influyen en diferente manera en la producción del cultivo de arroz. Según el INIA – Uruguay (2019). “Internacionalmente se considera que la productividad del arroz irrigado se ha estabilizado en rendimientos máximos teóricos de 10 t.ha<sup>-1</sup> en regiones tropicales, a 13-15 t.ha<sup>-1</sup> en regiones templadas [...]. Estos rendimientos potenciales fueron estimados utilizando diversos modelos, en base a la radiación fotosintéticamente activa (PAR) y a la eficiencia de conversión de radiación solar a biomasa”.

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

Figuroa (2019) citando a la FAO (2018), indican que los costos de producción 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.

Para Franco *et al.* (2018), los elementos básicos de los costos empresariales son la materia prima directa, mano de obra y costos indirectos de producción, por alquiler de equipos, tarifa de agua, depreciación de maquinaria y equipos, servicios varios y otros.

Malean y Ferrer (2019) indican que las empresas han desarrollado mejor el análisis de los costos de producción que los entes gubernamentales, mediante el análisis de las estructuras de costos, se hace la fijación del porcentaje máximo de ganancia, y el control efectivo de la actividad económica y comercial del sector agrícola.

### **2.2.3 Análisis de riesgos en las actividades agrícolas**

Rodríguez y Fusco (2017), definen al riesgo agropecuario como la posibilidad de que un evento incierto ocurra e impacte negativamente al productor, empresa y cadena productiva. Ruiz (2009) indica además que el riesgo agropecuario depende de eventos locales e internacionales, por ende, agricultores y gestores de la economía nacional deben prestar atención a la evolución de precios de sus rubros de producción en el mercado internacional. Se indica que los riesgos agrícolas más comunes son:

- Riesgo climático: que representa a los eventos naturales.
- Riesgo de precio: relacionado con la volatilidad en los precios de ventas de productos agrícolas.
- Riesgo del proceso productivo: es la presencia de plagas y enfermedades que atacan al factor de producción (animal/cultivo).
- Riesgo de financiamiento: poco o nulo acceso a créditos bancarios o cooperativas.
- Riesgos institucionales: derivados de las restricciones que son generadas por instituciones y organismos nacionales e internacionales y que interactúan con el sector.

Estas decisiones tienen impacto en los costos y beneficios a nivel público y privado, las cuales pueden reducir o incrementar la vulnerabilidad de un individuo y de toda la cadena de producción. Algunas decisiones son: acciones ex - ante vs. Ex - post y estrategias formales vs. informales. Los costos de las acciones ex - ante están relacionadas con el costo de oportunidad (dentro del campo) o costo de cobertura (en el caso de instrumentos). Por el contrario, las acciones ex - post se toman únicamente cuando el evento riesgoso ocurre, pero pueden acarrear un costo real más grande que el de oportunidad.



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

Molina (2017), identifica como rentabilidad financiera convencional al beneficio que se obtiene de una inversión en la gestión de una empresa o negocio dedicado a cualquier actividad económica. También citando a Contreras (2005) define a la rentabilidad como “la relación entre ingresos y costos, generada por los activos circulantes y fijos de la empresa utilizados en el proceso productivo”. Por lo que concluye citando a Spencer (1993) que, en el negocio agrícola, para calcular la rentabilidad de la producción de un determinado rubro es preciso establecer la diferencia existente entre ingresos y costos, de lo que resulta un beneficio ( $\text{Beneficio} = \text{Ingresos} - \text{Costos}$ ). Pero este es un beneficio económico o privado, el cual se define como la compensación que recibe un individuo, familia o empresa como resultado de un acto particular. En el caso de una empresa, el beneficio económico se obtiene restando del ingreso total todos los costos en la producción de los bienes y servicios vendidos.

Para Minaya (2013), 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.)

Finalmente, Figueroa (2019), indica “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. Bienestar económico: metodología de medición de su impacto en los agentes por aplicación de un cambio tecnológico**

Mora (2017), indica que la Teoría Económica estándar indica que el incremento del bienestar se da cuando los niveles de utilidad (felicidad) de los individuos se incrementan con los ingresos

(reflejado directamente a través de la función de utilidad indirecta de la Teoría Neoclásica). Esto nos indica que al incrementar la utilidad de las familias estarán más felices. Los individuos aspiran a mayores logros económicos y sociales cuando se percatan de que se encuentran en desventaja frente a sus pares, por lo que, al lograr una determinada posición económica y social, están en mejor situación. Es por ello que el cambio tecnológico para mejorar la eficiencia del gasto, mejorando la utilidad llevaría consigo a un mejor bienestar económico de los productores y consumidores.

En cuanto al excedente económico Gudynas (2019) menciona que “un concepto ampliado y extendido [...] es la diferencia entre la producción real generada por la sociedad y su consumo efectivo corriente. Esto lo hace igual al ahorro y la inversión, e incluye a la idea de plusvalía de Marx, sin suplantarla”.

El avance y cambio tecnológico a lo largo de la historia ha “transformado nuestro mundo en un lugar mejor, por medio de la invención o descubrimiento de bienes y servicios con el objetivo de satisfacer necesidades. Estos avances se implementan día a día” (González y Romero, 2018), teniendo como objetivo que el productor tenga una mejor eficiencia en el proceso productivo y el consumidor tenga mejor calidad de producto a un menor precio.

Diez *et al.* (2017), emplean métodos de evaluación de tecnologías validados por Diez *et al.* (2013), que combinan el presupuesto parcial y el modelo de excedentes para evaluar la conveniencia de liberar semilla de papa transgénica resistente a insectos y nematodos en el distrito de Huasahuasi, Región Junín, en Perú. En los casos del cultivo de papa y maíz amarillo duro, obtuvo una reducción de costo por kilogramo producido por el abandono de semilla tradicional que condujo a mayor rendimiento por hectárea, pero, a diferencia de Diez *et al.* (2013) que emplean un método determinístico, Diez *et al.* (2017) utilizan 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.

### **2.2.6 Presupuesto Parcial**

Braúl y Diez (2018), indican que se usa el presupuesto parcial cuando se trata de calcular el efecto de un cambio sobre los costos y la ganancia de la organización existente en la explotación, estos autores, citando a Vásquez, 1992; Horton, 1982; indican que cuando se requiere hacer un análisis de la bondad de un plan alternativo en relación al plan actual, determinando efectos en los cambios que registran los ingresos y los gastos. Se denominan presupuestos parciales porque no necesita que se incluyan todos los costos y retribución de la producción, sino sólo aquellos que cambian entre las prácticas tradicionales de los agricultores y las nuevas alternativas de evaluación.

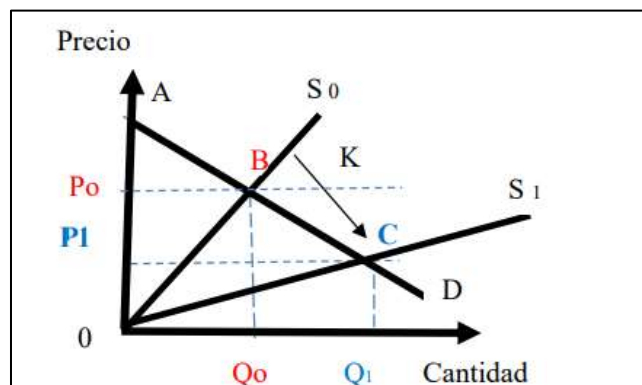
Figueroa (2019) reporta que, el modelo de presupuesto parcial en condiciones de riesgo, emplea una versión probabilística, generando una simulación de Montecarlo. No presentando un solo valor sino una gama de posibles valores; brindando un coeficiente de Beneficio Costo Marginal comparando la suma ingreso nuevo con los costos abandonados y los costos que resultan de la suma del ingreso abandonado con los costos nuevos, 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**

Braúl y Diez (2018), citan a Alston *et al.* (1998), que señalan que la mayoría de los métodos para evaluar los impactos de los cambios tecnológicos en el bienestar social se basan en el enfoque de los excedentes económicos. El total de excedente económico es la suma de los excedentes de productores y consumidores, los cambios causados por la innovación tecnológica medidos en el bienestar, causados por tal innovación. El autor citado propone un modelo donde las funciones de demanda y oferta se suponen linealmente dependientes en el precio. Las innovaciones de la tecnología agrícola, tales como los cultivos transgénicos o las nuevas semillas, actúan como cambios en la oferta. Esto también puede considerarse un modelo de desplazamiento de equilibrio del mercado. El precio de equilibrio se encuentra en el punto donde la demanda es igual a la oferta

Diez *et al.* (2013), 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).

Figuroa (2019), cita a Alston *et al.* (1998), señalan que, en este modelo sobre la distribución de los excedentes, debido a un cambio tecnológico. Se aprecia en la Figura 6 que  $D$  = 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, respectivamente. 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 6: Cambio tecnológico que origina el incremento (K) de la productividad**

**Fuente:** Diez *et al.* (2013)

### 2.2.8. Competitividad

Flores y Guillen (2020), definen competitividad como el conjunto de instituciones, políticas y otros factores que determinan el nivel de productividad de un país. De esta manera, para llegar a un resultado que tome en cuenta la amplitud del concepto, se analizan variables relacionadas con la infraestructura que posee el país, la solidez de las instituciones, la eficiencia de los mercados, la estabilidad macroeconómica, la calidad de la educación superior, entre otros.

Según lo indicado por Huber y Mungaray (2017) en los últimos veinte años, un entorno mundial crecientemente interconectado y de progresiva especialización y desarrollo tecnológico en casi

todas las áreas del conocimiento está transformado el ámbito económico y de los negocios. Esto da paso a un proceso de intensa competencia global en los países de renta media y media alta, que además de mostrar importantes progresos económicos y sociales reflejados en los distintos índices de competitividad internacional, han ganado también un lugar protagónico en el mapa geopolítico y geoeconómico. La competitividad es un tema que preocupa tanto a las agencias de gobiernos y organismos multilaterales como a los sectores empresariales y académicos de todo el mundo.

Cualquiera que sea el ámbito de análisis, existe consenso de que la productividad y las oportunidades de comercio representan elementos fundamentales de la competitividad y el bienestar de un país. Así, mientras para Porter (1990) la competitividad no se hereda, sino que se crea y está en función de la capacidad de su sector industrial para adoptar innovaciones tecnológicas que se traducen en un incremento en la productividad.

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

**Valor actual neto (VAN)** es un criterio de evaluación de rentabilidad que en función de su resultado se toma la decisión de llevar a cabo un proyecto de inversión, también se lo denomina valor presente neto. Así el VAN es el importe económico resultado de la diferencia entre la suma de flujos de dinero descontados y la inversión inicial del proyecto (Poma 2019).

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

Ft = Flujos de dinero en cada periodo t

n = Número de periodos de tiempo

Io = Inversión en el momento inicial (t = 0)

k = Tasa de interés

**Tasa interna de retorno (TIR)** es la tasa de rentabilidad que otorga un proyecto de inversión, donde iguala el valor actual neto de la inversión a cero (esto se da porque el valor actual de los ingresos de dinero es igual al total de la inversión principal). La TIR enseña la tasa de rédito máxima que un empresario puede tomar al momento de adquirir un crédito financiero, mantiene una diferencia con el VAN porque este último utiliza una tasa de descuento de acuerdo a opciones

de inversión vigentes en el mercado, debido a que la TIR procede del VAN, antes se debe encontrar el al valor actual neto. (Vásquez *et al*, 2017). También para determinar que el proyecto de inversión si resulta viable económicamente el resultado de la TIR debe ser mayor a la tasa de descuento o expectativa esto significa que los ingresos son necesarios para cubrir los gastos adicionalmente genera ganancias (Mete 2014).

$$\text{TIR} = t_n + (t_m - t_n) \left[ \frac{(\text{VAN}+)}{(\text{VAN}+) - (\text{VAN}-)} \right]$$

Donde:

$t_n$ = Tasa descuento menor.

$t_m$ = Tasa de descuento mayor.

$\text{VAN} +$  = Valor presente neto positivo.

$\text{VAN} -$  = Valor presente neto negativo.

$K$  = tasa de descuento elegida.

Si  $\text{TIR} > k$ , 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  $\text{TIR} = k$ , 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  $\text{TIR} < k$ , el proyecto se rechaza. No se alcanza la rentabilidad mínima.

## **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO**

El estudio se realizará en los valles arroceros de Arequipa: Majes, Camaná, Ocoña y Tambo. Estos se encuentran ubicados en tres provincias de Arequipa el Valle de Majes corresponde a la provincia de Castilla, Camaná y Ocoña pertenecen a la provincia de Camaná y el Tambo pertenece a la provincia de Islay. La región cuenta con casi 20 mil ha de arroz con rendimientos en su mayoría superiores a 13 t. ha<sup>-1</sup>.

### **3.2. UNIVERSO Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN**

Se considerará como universo a los productores de los valles arroceros de la región Arequipa, que son Camaná, Valle de Majes, Valle de Tambo y Ocoña. El universo cuenta con 3 412 productores distribuidos en los diferentes valles. Por motivo de la pandemia Covid – 19, se buscó a los agricultores más representativos, haciendo entrevistas por teléfono o de forma presencial respetando los protocolos de seguridad suministrados por el Ministerio de Salud (MINSA 2019), también se recolectó información de las instituciones como Agencias Agrarias, Comités de productores de arroz de los cuatro valles, estadísticas de la Gerencia Regional de Agricultura de Arequipa e INIA.

### **3.3. TIPO DEL ESTUDIO**

Se aplicará un estudio inductivo – cuantitativo.

### **3.4. HIPÓTESIS**

#### **3.4.1. Hipótesis general**

- Los beneficios económicos y sociales por el uso de trasplante mecanizado de arroz (*Oryza sativa L.*) serían mayores que con el trasplante tradicional.

### 3.4.2. Hipótesis específicas

- Los productores arroceros al usar el trasplante mecanizado obtendrían mayores beneficios que con trasplante tradicional.
- La sociedad peruana se beneficiaría con significativos incrementos de consumidores y productores al emplear el trasplante mecanizado de arroz.
- Se obtendrá un costo de producción menor por lo que aumentará la competitividad de los productores de arroz.

## 3.5. MÉTODOS Y MODELOS EMPLEADOS

Se aplicará el método del presupuesto parcial y se obtiene el coeficiente de Beneficio – Costo Marginal del reemplazo de tecnología para la producción de arroz en la Región Arequipa aplicando el software @Risk. Evaluación de la rentabilidad económica probable con el modelo de excedentes económicos en @Risk. Diferencial de rentabilidad estimada (Precio internacional - Costo con trasplante mecanizado) – (Precio internacional - Costo con trasplante mecanizado).

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

Aplicando el presupuesto parcial, empleado por Figueroa (2019), Braul y Diez (2018), Matta (2016) y Ramírez (2016), citan a Horton (1982) en entorno probabilístico, incorporando la simulación de Montecarlo. Se calcula el Índice de Beneficio Costo Marginal, de reemplazar el trasplante tradicional con trasplante mecanizado en el ámbito de estudio. Es decir, al emplear el método de Presupuesto Parcial en entorno probabilístico con el software @Risk, se compara la rentabilidad del arroz con trasplante tradicional y con trasplante mecanizado.

Como primer paso, se obtiene el presupuesto esperado de producción de arroz y los rendimientos esperados de arroz considerando como insumos los datos de los valles de Camaná, Majes Ocoña y Tambo.

El segundo paso, es obtener el beneficio costo marginal de la masificación de uso de trasplante mecanizado de arroz en toda la región Arequipa. El índice de beneficio costo marginal se obtiene con la ecuación (Diez *et al.* 2018):



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

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.

### 3.5.2. Modelo de cambio de excedentes económicos

Se emplea el modelo de excedentes económicos de Alston *et al.* (1998), citados por Falck Zepeda (2010) y Diez *et al.* (2017), en un entorno probabilístico, que permitirá evaluar la rentabilidad económica probable causada por la inserción de trasplante mecanizado en la producción del arroz. Las fórmulas para los cambios del productor nacional y del consumidor, utilizados, son las siguientes:

$$\begin{aligned}\Delta CS &= P_0 Q_0 Z (1 + 0.5Z\eta) \\ \Delta PS &= (K - Z) P_0 Q_0 (1 + 0.5Z\eta) \\ \Delta TS &= \Delta PS + \Delta CS \\ K &= \left[ \frac{\Delta Y}{\varepsilon_a} - \frac{\Delta C}{(1 + \Delta Y)} \right] \times A \times R \times D \\ Z &= \frac{K\varepsilon}{(\varepsilon + \eta)}\end{aligned}$$

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.

$K$  = Tamaño proporcional del desplazamiento de la oferta.

$Z$  = Variación de precios relacionados con la adopción de la nueva tecnología.

$\Delta Y$  =  $Y_{\text{Mecanizado}} - Y_{\text{Tradicional}}$

$Y_{\text{Mecanizado}}$  = Rendimiento esperado de arroz con semilla certificada

$Y_{\text{Tradicional}}$  = Rendimiento de arroz con semilla común.

$\Delta C$  =  $C_{\text{Mecanizada}} - C_{\text{Tradicional}}$

$C_{\text{mecanizada}}$  = Costo de producción esperado de arroz con semilla certificada

$C_{\text{tradicional}}$  = Costo de producción de arroz con semilla común.

$\epsilon_a$  = Elasticidad de oferta del arroz.

$\eta$  = Elasticidad de demanda del arroz.

$R$  = Es la probabilidad de éxito de la producción con trasplante mecanizado.

Las simulaciones se llevan a cabo en un horizonte de 12 años, se considera además un año de inversión en investigación para introducir el trasplante mecanizado y cuatro 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 oferta y demanda se toma del estudio de Bravo *et al.* (2018). La tasa de adopción sigue la evolución de Rogers *et al.* (1997) que parte de una tasa de adopción inicial de 2.8 por ciento 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 cuatro años se lograría un 80 por ciento. La Tasa de descuento en la investigación es de ocho por ciento 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).

### **3.5.3 La simulación de Montecarlo y el *Software @Risk***

Lobos *et al.* (2015), mencionan como 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 y la estimación de las relaciones entre resultados desfavorables y favorables, que si se puede realizar con la simulación de Monte Carlo. Estos modelos pueden desarrollarse en hoja de cálculo de Excel y con complementos, como los *softwares @Risk, Model Risk y Risk Simulator*, donde se pueden desarrollar modelos de simulación

de Montecarlo. Mogollón (2014) indica que 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 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 su probabilidad de ocurrencia.

### **3.5.4 Análisis de la variación de la competitividad**

Figuroa (2019) y Figuroa *et al.* (2019) proponen la siguiente fórmula para hallar la mejora de la competitividad:  $Var R = (P_i - C_{tm}) - (P_i - C_{tt})$

Donde:

Var R = Variación de competitividad

P<sub>i</sub>= Precio en chacra esperado actual.

C<sub>tt</sub>= Costo de producción esperado con trasplante tradicional.

C<sub>tm</sub> Costo de producción esperado con trasplante mecanizado

P<sub>i</sub> =Precio internacional en el mercado.

## **3.6. VARIABLES**

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

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

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

#### **Variables de entrada:**

- Cambio en insumos (semilla).
- Cambio de costo de trasplante y replante
- Precio al consumidor
- Costos de inversión en la adquisición de maquinaria.
- Cambio en el rendimiento.

#### **Variables de salida:**

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

### **3.6.2. 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, adopción y transferencia del trasplante mecanizado.

#### **Variables de salida**

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

- Valor Actual Neto.
- Tasa Interna de Retorno.

##### **B. De la eficiencia social de la inversión en desarrollar el trasplante mecanizado de arroz:**

- 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 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 trasplante tradicional.
- Costo de producción con trasplante mecanizado.

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

- Margen de trasplante tradicional
- Margen de trasplante mecanizado
- Diferencial de márgenes.

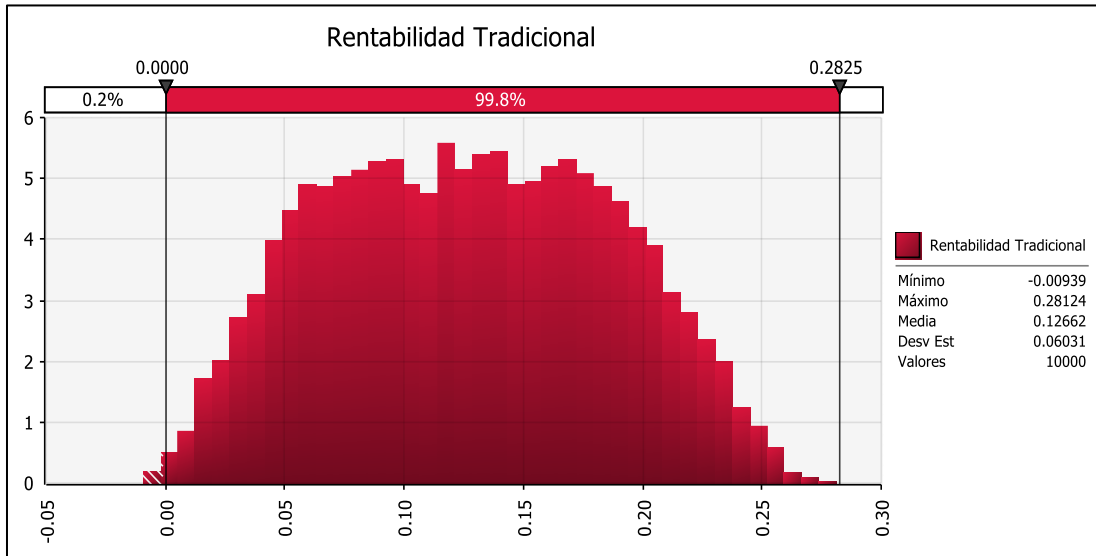
## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

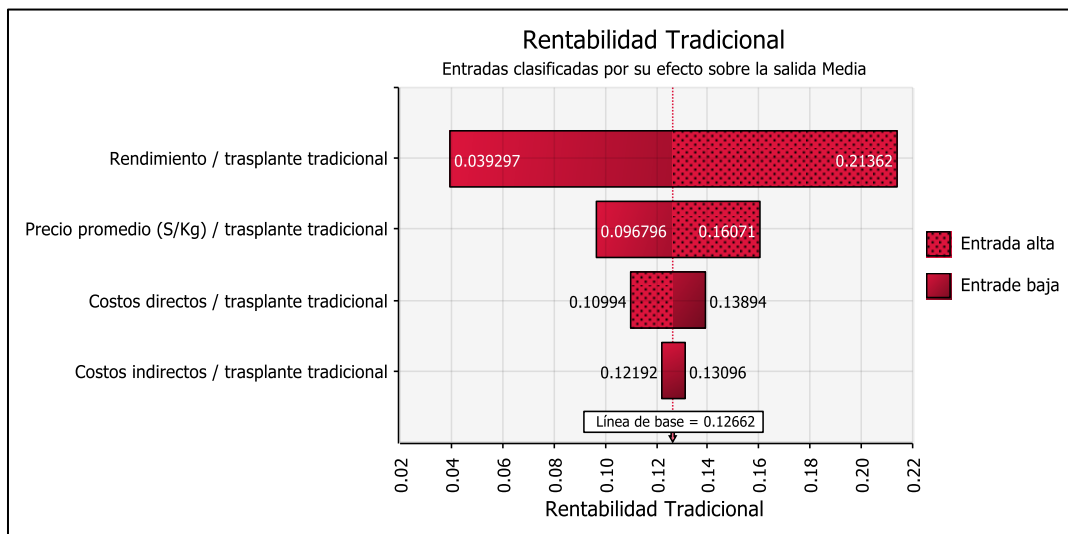
#### 4.1.1. Rentabilidad de trasplante mecanizado de Arroz

Para los cálculos, se obtuvo en primer lugar los estadísticos de las variables de costo de producción con trasplante tradicional, (Anexo 3 al 6) obtenidos a partir de los presupuestos de producción de los valles de Camaná, Majes, Ocoña y Tambo, recogiendo datos de las entrevistas a agricultores, especialistas, comités de productores y agencias agrarias, se tomó en consideración el alquiler de la tierra, actividad muy común entre los agricultores de la zona, según las encuestas realizadas. En caso de costos de producción en el trasplante mecanizado se toman los datos que ofrecen al público los autores Álvarez (2011), Rajendran *et al.* (2018), Islam *et al.* (2017), Balasubramanian *et al.* (2003), Chu *et al.* (2008) y Ortiz (2016).

Como se observa en la Figura 7 el cultivo de arroz en trasplante tradicional es rentable en el 99,8 por ciento de los casos con una rentabilidad media del 12 por ciento un máximo de 28,12 por ciento y se espera una rentabilidad negativa de 0,93 por ciento, esto coincide por lo indicado por los agricultores que indican que el arroz no les genera una pérdida considerable pero tampoco les brinda una ganancia importante, siendo un cultivo que les da cierta tranquilidad. Esta situación se da por los altos rendimientos del cultivo en las zonas es la que más influye en la rentabilidad (Figura 8). El arroz es un cultivo masificado en el ámbito que demanda mucha mano de obra cuando se realiza el trasplante, al subir el costo de mano de obra local los agricultores están optando por la siembra directa al voleo, que es menos costoso, pero, trae como consecuencias en los predios arroceros una mayor presencia de malezas y aparición del “arroz rojo”, por lo que cada cierto número de campañas deben de regresar al trasplante.



**Figura 7: Rentabilidad del arroz en Trasplante tradicional**



**Figura 8: Efecto de los costos sobre el trasplante tradicional**

Al aplicar la nueva tecnología, y como se observa en la Tabla 6, encontramos diferencias en el almacigo para el caso del trasplante tradicional este se hace en melgas en el suelo, posteriormente se volea la semilla a razón de  $300 \text{ gr.m}^{-2}$  y se entierra con ramas, se riega y tapa con plástico, a la semana se destapa y se realizan riegos de inundación, luego se realiza la instalación en campo definitivo, los datos recabados indican que se requiere 140 – 160 kg de semilla para trasplantar una hectárea en campo definitivo en el trasplante tradicional; en el trasplante mecanizado, hay

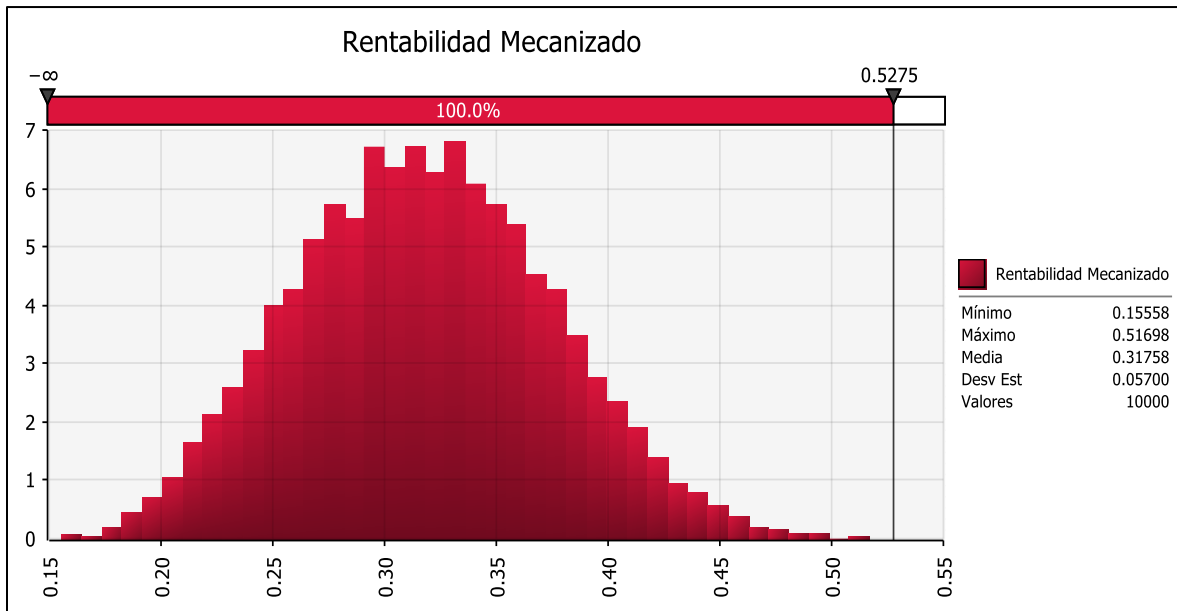
reducciones en el costo de la semilla, según los autores hay una reducción en la cantidad de semilla usada (20 a 50 kg.ha<sup>-1</sup>) por motivo que se siembra una plántula por golpe, por lo que el costo disminuye en un 65.91 por ciento, al reducir la cantidad de semilla de la almaciguera ya no se requiere tanto uso de plásticos, pero en su defecto se usa almacigueras de plásticos (charolas) las cuales se pueden conseguir por alquiler, pero se calcula que el costo se incrementaría en un 50 por ciento. En caso de la mano de obra por las labores realizadas esta se reduciría en 16.6 por ciento al disminuir la mano en obra en preparar el almacigo y en las labores culturales. En el uso de maquinaria agrícola en el almacigo en trasplante mecanizado se reduciría en 54.24 por ciento, debido al uso de charolas, menor cantidad de espacio y semilla para preparar el almacigo.

Para la labor de trasplante y replante, el tradicional se realiza con mano de obra, para todos los valles esta labor se hace por contrata que va de 1 500.00 a 1 650.00 soles.ha<sup>-1</sup> ( la labor incluye la sacada de almacigo, transporte y trasplante), y posterior se realiza un replante, donde se usan de seis a ocho jornales, para el caso del mecanizado, según los autores, se prefiere al alquiler de la máquina, este según los datos puede estar de 450 a 600 soles.ha<sup>-1</sup>, además cuenta con la presencia de tres a seis jornales para el trabajo de transporte del almacigo y abastecimiento de la máquina, finalmente por la efectividad de la máquina el replante es menor, usando de 3 a 6 jornales por hectárea. El diferencial de esta labor es de 47.41 por ciento menor en el trasplante mecanizado.

Durante el cultivo, la diferencia se vería en el uso de mano de obra en 6.4 por ciento a favor del trasplante mecanizado por la reducción de las labores de deshierbo y menor aplicación de herbicidas en un 50 por ciento como indican los autores, por hacerse en presencia de agua que evita salgan malezas en el campo, esto ocasiona que los costos directos se reduzcan en 10,4 por ciento y en total de costos en 9,15 por ciento.

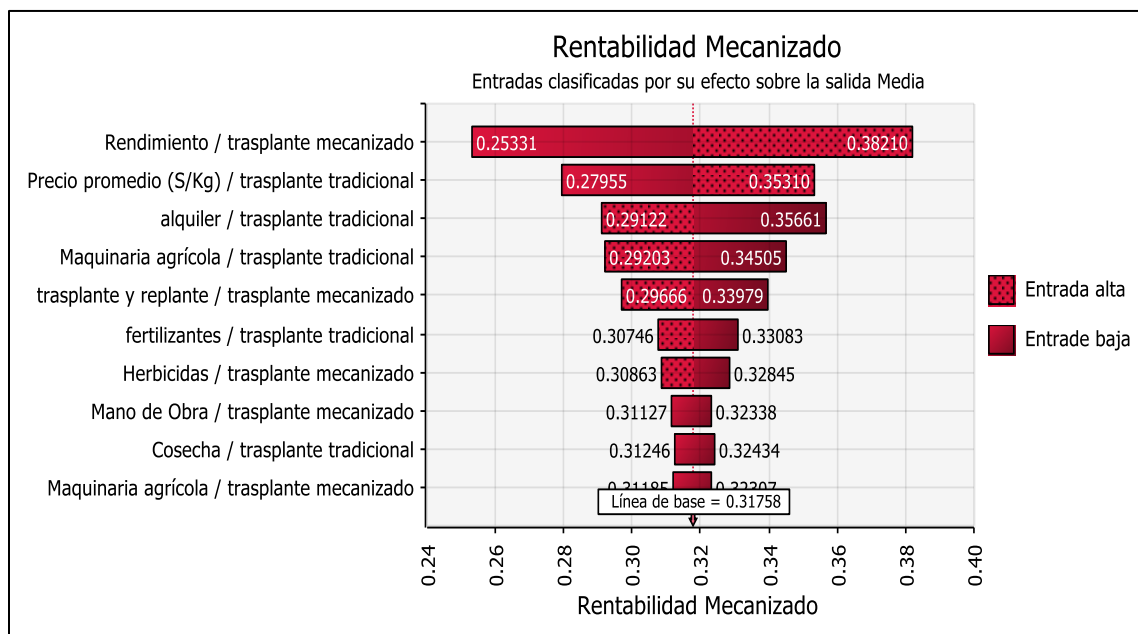
Finalmente, el rendimiento, como indican los autores en todos los casos se ve favorecido entre el tres y 14 por ciento, por lo que con el conocimiento y experiencia de los agricultores arequipeños los ubicaríamos en 13,7 hasta 15,3 t.ha<sup>-1</sup>, lo cual nos daría un incremento del 6,2 por ciento (Figura 9), Arequipa cuenta con rendimientos promedio del 13,7 t.ha<sup>-1</sup>, pero datos de campo indican que llegan a superar las 16 t.ha<sup>-1</sup>. En los cálculos los demás rubros se consideran igual por motivo que la tecnología no modifica la cantidad o el uso de las mismas. El presente estudio se considera el costo del alquiler de la tierra para todos los escenarios.





**Figura 9: Rentabilidad del cultivo de arroz en trasplante mecanizado**

En la Figura 9 se muestra la rentabilidad del arroz con trasplante mecanizado, con una rentabilidad del 31,75 por ciento, obteniendo un mínimo de 15,55 por ciento y un máximo de 51,69 por ciento. En la Figura 10 se observa que más factores influyen, pero sigue siendo el rendimiento su factor principal. Y en la Tabla 6 se observa la comparación entre mecanizado y tradicional.

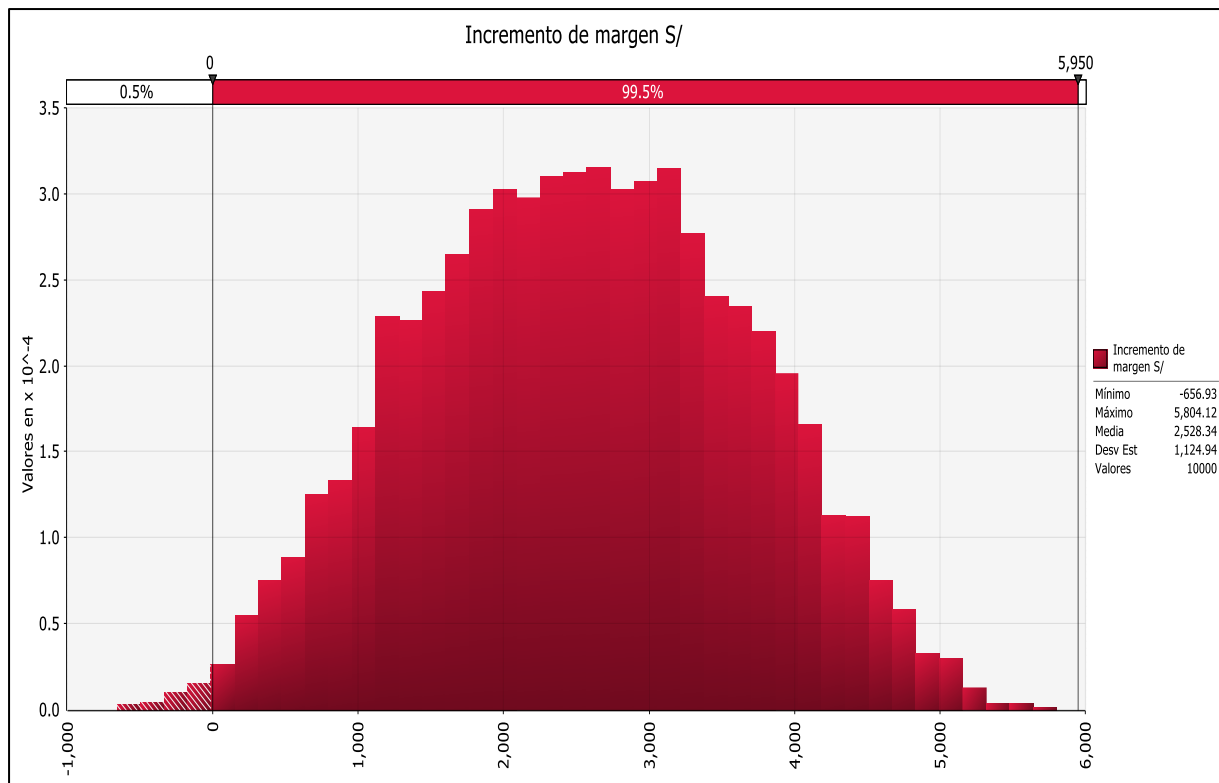


**Figura 10: Efecto de las entradas en la rentabilidad del trasplante mecanizado**

**Tabla 6: Comparación de costos de producción por hectárea de arroz**

<b>Rubro</b>	<b>trasplante tradicional</b>	<b>trasplante mecanizado</b>	<b>Diferencial (Porcentaje)</b>
<b>Almacigo</b>			
Semilla	513.33	175.00	-65.91
Plástico	320.00	480.00	50.00
Mano de Obra	360.00	300.00	-16.67
Maquinaria agrícola	98.33	45.00	-54.24
Fertilizantes	39.60	39.60	0.00
<b>Trasplante y replante</b>			
Trasplante y replante	2 025.00	1 065.00	-47.41
<b>Cultivo</b>			
Mano de obra	2 030.00	1 900.00	-6.40
Fertilizantes	1 201.50	1 201.50	0.00
Agroquímicos	252.73	252.73	0.00
Herbicidas	237.00	118.50	-50.00
Maquinaria agrícola	1 345.00	1 345.00	0.00
Cosecha	495.00	495.00	0.00
Agua	144.50	144.50	0.00
Alquiler	4 500.00	4 500.00	0.00
Otros	290.25	290.25	
Costos directos	13 785.95	12 352.08	-10.40
Costos indirectos	1 890.42	1 890.42	0.00
<b>Total de costos</b>	<b>15 676.37</b>	<b>14 242.49</b>	<b>-9.15</b>
<b>Rendimiento</b>	<b>13 690.00</b>	<b>14 538.55</b>	<b>6.20</b>
<b>Precio promedio (S/Kg)</b>	<b>1.29</b>	<b>1.29</b>	<b>0.00</b>
<b>Ingresos brutos</b>	<b>17 660.10</b>	<b>18 754.73</b>	<b>6.20</b>
<b>Margen de utilidad</b>	<b>1 983.73</b>	<b>4 512.23</b>	<b>127.46</b>

En la Figura 11, se muestra el incremento del margen de utilidad en soles por hectárea cultivada de arroz, se observa un incremento en el 99,5 por ciento de los casos, con un valor medio de 2 528,5 soles, y un máximo de 5 804,12 soles. El riesgo de sembrar arroz con trasplante mecanizado es de 0,5 por ciento, por lo que la implantación de la tecnología es viable, para las condiciones de los valles arequipeños. El valor mínimo es de una pérdida de 656,93 soles.



**Figura 11: Incremento del margen de utilidad**

### **El índice del beneficio costo marginal**

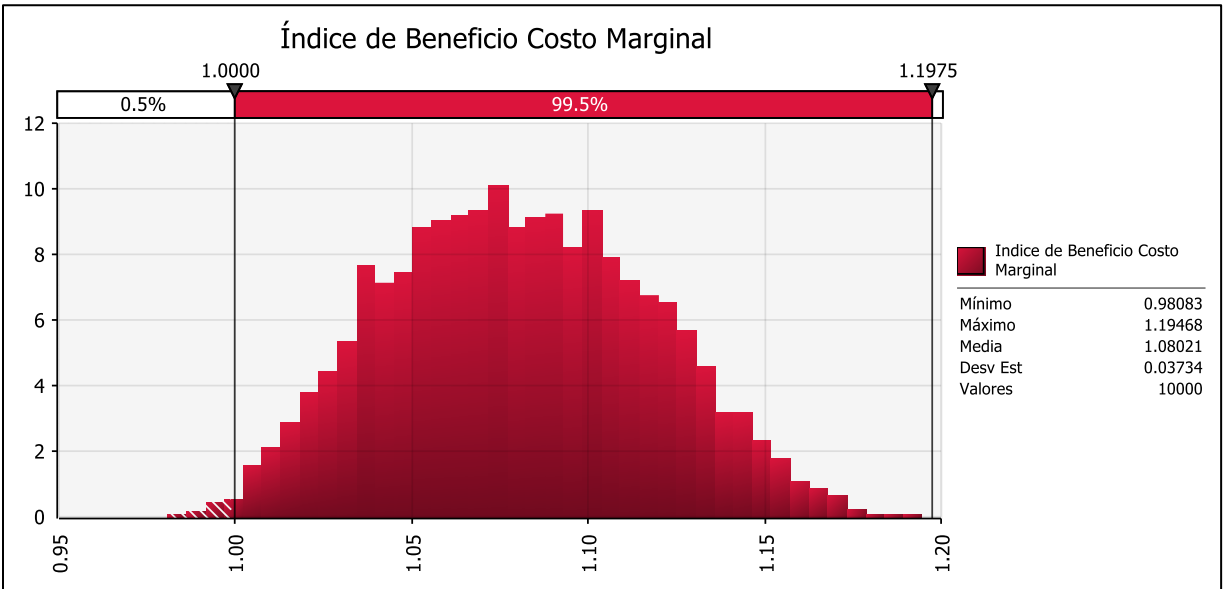
Los beneficios del trasplante mecanizado de arroz, indica la Tabla 7, ascienden en cuanto a ingresos nuevos (por trasplante mecanizado) se tiene un promedio de 18 754,73 soles, mientras que los costos abandonados (trasplante tradicional) son en promedio de 15 676,37 soles por lo que el beneficio total de implementar esta tecnología es de 34 431,10 soles por hectárea.

**Tabla 7: Beneficio / costo del cambio tecnológico**

<b>Concepto</b>	<b>Monto (S/)</b>
<b>Beneficios</b>	
Ingresos nuevos (trasplante mecanizado) S/	18,754.73
Costos abandonados (trasplante tradicional) S/	15,676.37
Total beneficios S/	34,431.10
<b>Costos</b>	
Ingreso abandonado (trasplante tradicional) S/	17,660.10
Costos nuevos (trasplante mecanizado) S/	14,242.49
Total costos	31,902.59
<b>Beneficio Costo Marginal</b>	1.08
Incremento de margen	2,528.50
Incremento de margen (porcentaje)	127.46

En cuanto a los costos de implementar el trasplante mecanizado, como indica la Tabla 7, en cuanto a los ingresos abandonados (trasplante tradicional) se tiene un promedio de 17 660.10 soles, mientras que los costos nuevos (trasplante mecanizado) ascienden a un promedio de 14 242.49 soles, por lo que el total de costos en promedio fue de 31 902.59 soles por hectárea. El cociente Beneficio / Costo que arroja la simulación nos da el índice de beneficio Costo Marginal de 1.08, es decir, por cada 1 sol de inversión del cultivo de arroz utilizando el trasplante mecanizado el agricultor tendrá 8 centavos de ingreso adicional.

Respecto al valor de los beneficios económicos del cambio de trasplante tradicional a trasplante mecanizado, la rentabilidad de la inversión del productor de arroz con esta técnica es evidente por el Índice de Beneficio Costo Marginal que se muestra en la Figura 8, y que llega en promedio a 1.08 con un mínimo de 0.98 y un máximo de 1.19, con escenarios positivos en un 99.5 por ciento de los casos, es decir, que por cada sol invertido en la nueva semilla hay un retorno marginal de 8 centavos de sol.



**Figura 12: Índice 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 Figueroa (2019) Figueroa *et al.* (2019), Diez *et al.* (2017), Matta (2016), Ramírez (2016), que usan el modelo de cambio de excedentes de Alston *et al.* (1998), en una hoja de cálculo Excel, aumentada con el software @Risk, con las siguientes características y criterios (Tablas 9, 10, 11, 12 y 13)

- **Columna 1:** El dato de la elasticidad de la demanda de arroz cascara para Perú está tomada de datos de Bravo *et al.* (2018) con un valor de - 0.074, en valor absoluto para el modelo de Alston *et al.* (1998).
- **Columna 2:** El dato de la elasticidad de oferta es tomada de Bravo *et al.* (2018) con un valor de 0.636.
- **Columna 3:** Cambio en el rendimiento esperado ( $\Delta Y$ ) por el uso de la nueva tecnología la cual es del 6.3 por ciento.

$$\Delta Y = Y_{\text{Mecanizado}} - Y_{\text{Tradicional}}$$

Y<sub>Mecanizado</sub> = Rendimiento esperado de arroz con semilla certificada

Y<sub>Tradicional</sub> = Rendimiento de arroz con semilla común.

- **Columna 4:** Cambio equivalente del rendimiento.

$$\frac{\Delta Y}{\epsilon_a}$$

$\Delta Y$  = Cambio en el rendimiento esperado (columna 3)

$\epsilon_a$  = Elasticidad de oferta del arroz (columna 2)

- **Columna 5:** Cambio de costos de insumos ( $\Delta C$ ), es la variación en costos de producción al del trasplante tradicional al trasplante mecanizado el cual es de -10.4 por ciento.

$\Delta C = C_{Mecanizada} - C_{Tradicional}$

$C_{mecanizada}$  = Costo de producción esperado de arroz con semilla certificada

$C_{tradicional}$  = Costo de producción de arroz con semilla común.

- **Columna 6:** Cambio equivalente de costos.

$$\frac{\Delta C}{(1 + \Delta Y)}$$

$\Delta C$  = Cambio de costos de insumos (columna 5).

$\Delta Y$  = Cambio en el rendimiento esperado (columna 3).

- **Columna 7:** K potencial, muestra el cambio (incremento) de los costos de producción en caso de cultivar con trasplante mecanizado. Resulta de restar el cambio equivalente de rendimiento menos el cambio equivalente del costo (columna 4 – columna 6).

$$K = \left[ \frac{\Delta Y}{\epsilon_a} - \frac{\Delta C}{(1 + \Delta Y)} \right]$$

- **Columna 8:** Probabilidad de éxito promedio de 85 por ciento, 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 tecnología el 2.8 por ciento de los agricultores (los más arriesgados

innovadores), al segundo año llegan a 16 por ciento, el tercer año a 50 por ciento de los productores y el cuarto año se llegaría a un tope de 80 por ciento. 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 0,0047 (adopción de 2.8 por ciento) y llega hasta 0.1339 (adopción de 80 por ciento).

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

K = Tamaño proporcional del desplazamiento de la oferta

K potencial (columna 7).

A = Tasa de adopción (columna 9)

R = Es la probabilidad de éxito de la producción con trasplante mecanizado (columna 8)

D = Tasa de depreciación (columna 10).

- **La Columna 12:** Z, variación de precios por uso del trasplante mecanizado desde el primer año.

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

K = Tamaño proporcional del desplazamiento de la oferta (columna 11).

$\varepsilon$  = Elasticidad de oferta del arroz (columna 2)

$\eta$  = Elasticidad de demanda del arroz. (columna 1)

- **La columna 13:** Precio, es el precio del arroz al consumidor por tonelada. Se ha calculado en 2125 soles la tonelada.
- **La columna 14:** Cantidad, es la cantidad total de producción de arroz en Arequipa en el año 2021 según Minagri (2022) señala que fue 271 800 toneladas.
- **Columna 15:** Cambios en excedentes del productor.

$$\Delta PS = (K - Z)P_0Q_0(1 + 0.5Z\eta)$$

$\Delta PS$  = Cambio en el excedente del productor.

$K$  = Tamaño proporcional del desplazamiento de la oferta (columna 11).

$Z$  = Variación de precios relacionados con la adopción de la nueva tecnología (columna 12).

$P_0$  = Precio sin la innovación (columna 13)

$Q_0$  = Cantidad sin la innovación (columna 14)

$\eta$  = Elasticidad de demanda del arroz. (columna 1)

- **Columna 16:** Cambio en excedente del consumidor.

$$\Delta CS = P_0Q_0Z (1 + 0.5Z\eta)$$

$\Delta CS$  = Cambio en el excedente del consumidor.

$Z$  = Variación de precios relacionados con la adopción de la nueva tecnología (columna 12).

$P_0$  = Precio sin la innovación (columna 13)

$Q_0$  = Cantidad sin la innovación (columna 14)

$\eta$  = Elasticidad de demanda del arroz. (columna 1)

- **Columna 17:** Cambio en excedente social.

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

$\Delta TS$  = Cambio en el excedente total.

$\Delta PS$  = Cambio en el excedente del productor (columna 15)

$\Delta CS$  = Cambio en el excedente del consumidor (columna 16).

- **Columna 18:** Costo de investigación y difusión de la maquinaria agrícola se vería reflejado en la compra de las mismas para abastecer las 19 569 hectáreas. Los costos de la maquinaria van de 14 300 a 19 300 dólares según ALIBABA (2022) incluyendo flete, y la capacidad de trabajo va de dos a cuatro hectáreas por jornada de 8 horas (Álvarez 2011). El tipo de

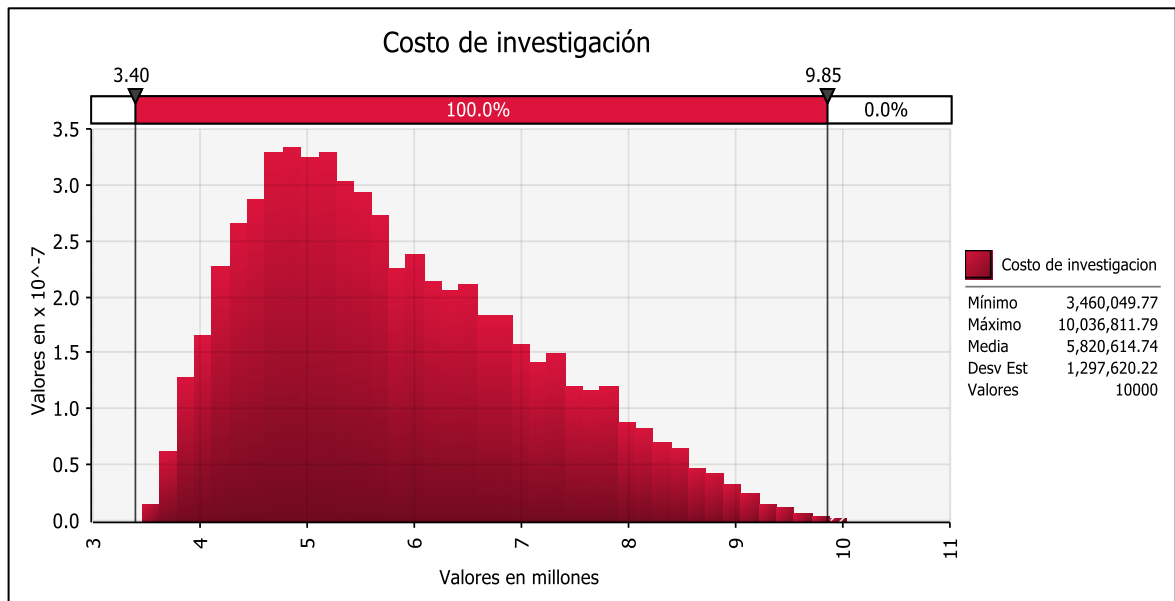


cambio usado según el BCRP (2022) para el 2021 fue de 3.645 a 4.0164 y se considera un 19.5 por ciento por gastos de importación y desaduanaje (SUNAT 2022).

**Tabla 8: Costos de investigación y difusión**

Costos de Investigación (S/)	
Hectáreas	19 569.00
Has. con la tecnología	15 655.20
Capacidad de trabajo maq./campaña	180.00
Cantidad de máquinas necesarias	86.97
Costo por máquina (US\$)	16 800.00
Tipo de cambio	3.83
Costo de investigación y difusión (S/)	5 820 614.74

Como se observa en la Figura 13 los costos de investigación que arroja el modelo, cuentan con un promedio de S/. 5.82 millones, con un gasto máximo de 10.04 millones de soles y un mínimo de 3.46 millones de soles antes de impuestos, al pagar el 19.5 por ciento de arancel el costo promedio sería de 6.95 millones de soles con un máximo de 11.99 millones de soles y un mínimo de 4.13 millones de soles.



**Figura 13: Costos de Investigación**

- **Columna 19:** Costos de transferencia de tecnología, donde consideraremos asistencia técnica (200 mil soles) y mantenimiento (50 mil primer año y 100 mil a partir del segundo) con lo cual se tendría un costo de 250 mil el primer año y 300 mil nuevos soles a partir del segundo año, esto en los cuatro primeros años de la difusión de la tecnología.

**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 ocho por ciento, según la Directiva N 002-2017-EF/63.01, Anexo N 03.
- Se usa la simulación de Montecarlo en el software @Risk.
- Se usará (...) para datos iguales durante los años del 2026 al 2032.

**Tabla 9: Evolución de las variables de Arroz con trasplante mecanizado 2021 – 2033**

Año	Elasticidad de la Demanda (n)	Elasticidad de la Oferta	Cambio en el rendimiento	Cambio equivalente del rendimiento	Cambio de costos de insumos	Cambio equivalente de costos
	1	2	3	4 = 3 / 2	5	6 = 5 / (1+3)
2021						
2022	0.07	0.64	0.06	0.10	-0.10	-0.10
2023	0.07	0.64	0.06	0.10	-0.10	-0.10
2024	0.07	0.64	0.06	0.10	-0.10	-0.10
2025	0.07	0.64	0.06	0.10	-0.10	-0.10
...	...	...	...	...	...	...
2033	0.07	.64	0.06	0.10	-0.10	-0.10

**Tabla 10: Evolución de las variables de arroz con trasplante mecanizado 2021 – 2033 (2)**

Año	Cambio neto costos insumos (K potencial)	Probabilidad de éxito	Tasa de adopción	Tasa de depreciación	Kmax	Z
	7 = 4 - 6	8	9 (Rogers)	10	11= 7*8*9*10	12= ((11*2) / (1+2))
2021						
2022	0.20	0.85	0.028	1	0.0047	0.0042
2023	0.20	0.85	0.16	1	0.0266	0.0238
2024	0.20	0.85	0.5	1	0.0831	0.0744
2025	0.20	0.85	0.8	1	0.1329	0.1191
...	...	...	...	...	...	...
2033	0.20	0.85	0.8	1	0.1329	0.1191

**Tabla 11: Evolución de las variables de Arroz con trasplante mecanizado 2021 – 2033 (3)**

Año	Precio (S/.) 13	Cantidad (t) 14
2021		
2022	2 125.00	271 800.00
2023	2 125.00	271 800.00
2024	2 125.00	271 800.00
2025	2 125.00	271 800.00
...	...	...
2033	2 125.00	271 800.00

Proyectando los resultados en el Excel usando el *software @Risk* se realiza la simulación de Montecarlo y se obtiene los excedentes del productor, consumidor, excedente social y beneficios netos. Como se ve en la Tabla 12, los productores se benefician en un inicio con 279 696.70 soles, cuando recién se está adoptando la tecnología, y en el año de su máxima implementación es de 8'025 234.27 soles, en cuanto al excedente del consumidor al inicio sería 2'407 472.21 soles y un máximo de 69'076 713.51 soles; finalmente el excedente social iniciaría con 2'687 168.91 soles y su máximo sería 77'101 947.78 soles.

**Tabla 12: Cambio de excedentes del productor, consumidor y social**

Año	Cambio excedente del productor $15=(11-12)*13*14*$ $(1+(0.5*12*1))$	Cambio excedente consumidor $16= 13*14*12*$ $(1+0.5*12*1)$	Cambio en excedente social $17= 15 + 16$
2021			-
2022	279 696.70	2'407 472.21	2'687 168.91
2023	1'599 426.11	13'766 962.48	15'366 388.59
2024	5'007 537.91	43'102 076.48	48'109 614.38
2025	8'025 234.27	69'076 713.51	77'101 947.78
...	...	...	...
2033	8'025 234.27	69'076 713.51	77'101 947.78

En la Tabla 13 se aprecian los beneficios netos se observa que para el inicio de la inversión sería de 6.68 millones de soles en negativo, pero una vez implementado alcanzaría los 77.10 millones de soles.

**Tabla 13: Costos de investigación, transferencia y beneficios netos para trasplante mecanizado**

<b>Año</b>	<b>Costos de investigación 18</b>	<b>Costos de transferencia 19</b>	<b>Beneficios netos 20=17+18-19</b>
2021	6'689 219.61	-	-6'689 219.61
2022	-	250 000.00	2'437 168.91
2023	-	300 000.00	15'066 388.59
2024	-	300 000.00	47'809 614.38
2025	-	300 000.00	76'801 947.78
2026	-	-	77'101 947.78
...	...	....	...
2033	-	-	77'101 947.78

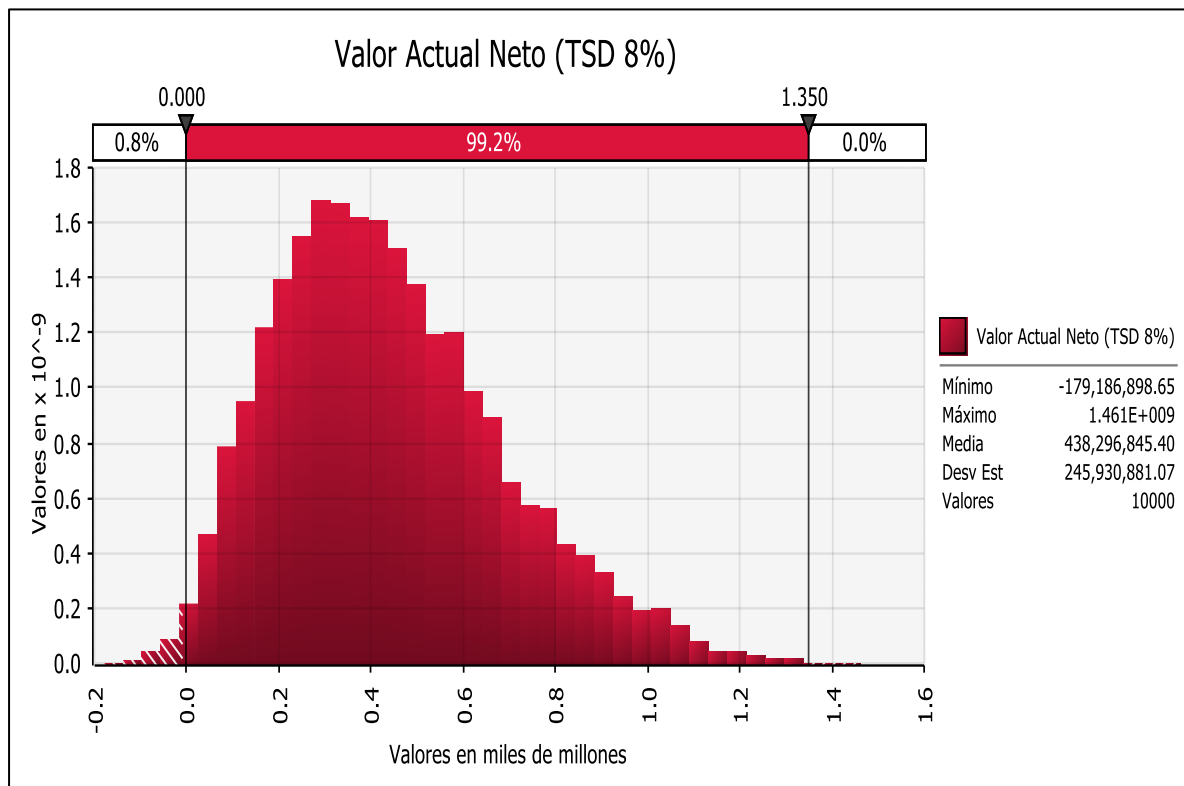
En la Tabla 14 se presenta la evolución de las variables significativas derivadas de la aplicación del trasplante mecanizado, con una proyección de 12 años, en un escenario de riesgo usando la hoja de cálculo Excel complementada con el Software @Risk. Podemos observar que los excedentes crecen al bajar los costos y aumentar ligeramente la productividad, y los productores arequipeños obtienen un incremento en sus excedentes muy superior con respecto al de los consumidores.

**Tabla 14: Resultados del modelo de cambio de excedentes con trasplante mecanizado**

<b>Impactos económicos</b>	<b>Valores</b>
Valor Actual Neto (TSD 8%)	S/. 428'563 818.86
Valor Actual Neto (TSD 20%)	S/. 213'185 880.34
Tasa Interna de Retorno	183%
Cambio de Excedente de Consumidor	S/. 390'798 022.17
Cambio de Excedente de Productor	S/. 45'402 358.06
Cambio de Excedente Social	436'200 380.22
Población total Arequipa (INEI 2017) (hab.)	1'316 761.00
Total, de productores de arroz (hab.)	3 416.00
Total, superficie Arequipa año 2021 (ha)	19 569.00
Cambio de excedente por productor (12 años)	13 291.09
Cambio de excedente por persona	331.27
Cambio de excedente por hectárea	2 320.12

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/ 428.5 millones. Así mismo el cambio de excedente por cada productor de arroz es 13 291.09 soles acumulado en el periodo de análisis, por

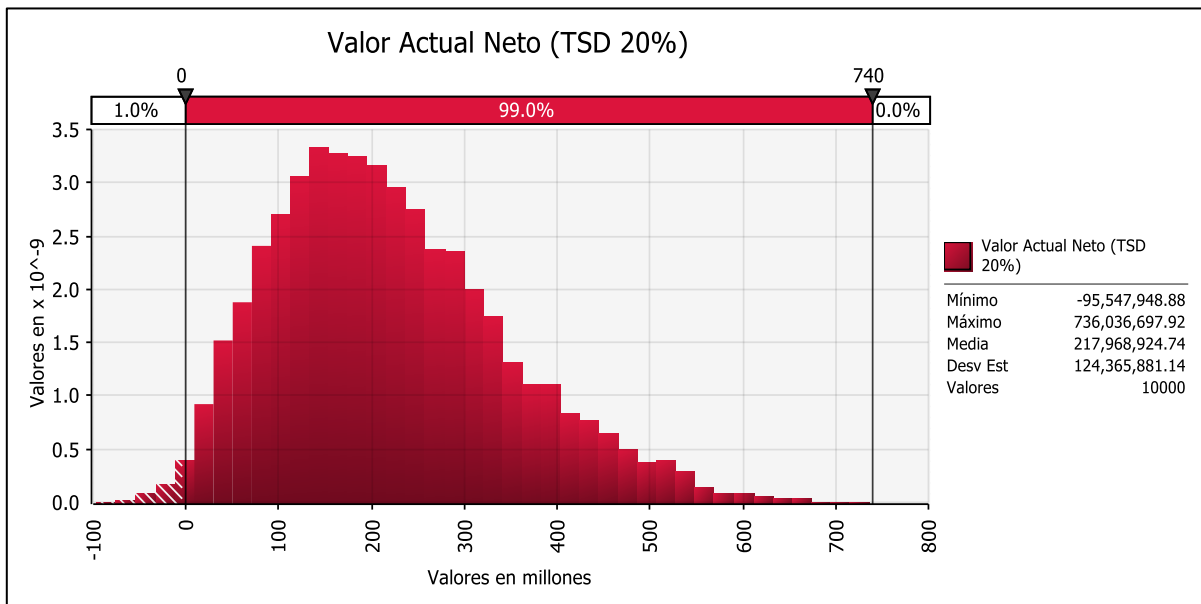
cada persona es de 331.27 soles, el cambio de excedente por hectárea acumulado para el período es 2 320.12 soles. En la Figura 14, se ve que, al adoptar el trasplante mecanizado, el VAN es positivo en 99.2 por ciento de los escenarios, con una tasa de descuento de ocho por ciento. El VAN esperado medio asciende a S/ 438.29 millones (36.52 millones de soles anuales en promedio), siendo el máximo S/1 461 millones. Los valores negativos se dan en 0.8 por ciento de escenarios, con una pérdida máxima de 179.18 millones de soles.



**Figura 14: Valor Actual Neto (TSD 8 por ciento)**

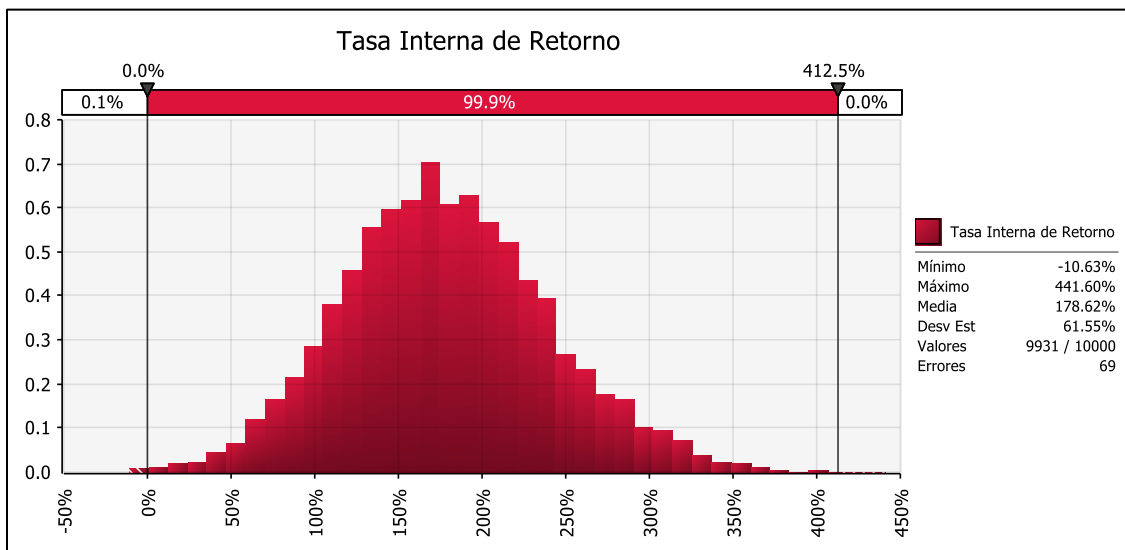
En la Figura 15 se muestra el Valor Actual Neto a una hipotética Tasa de Descuento Social de 20 por ciento: el VAN es positivo en 99.0 por ciento de los escenarios. El VAN esperado medio es S/ 217.96 millones (18,16 millones de soles anuales en promedio), con un máximo de S/ 736.03

millones. Los valores negativos se dan en 3,1 por ciento de escenarios, con pérdida máxima de S/ 95,54 millones.



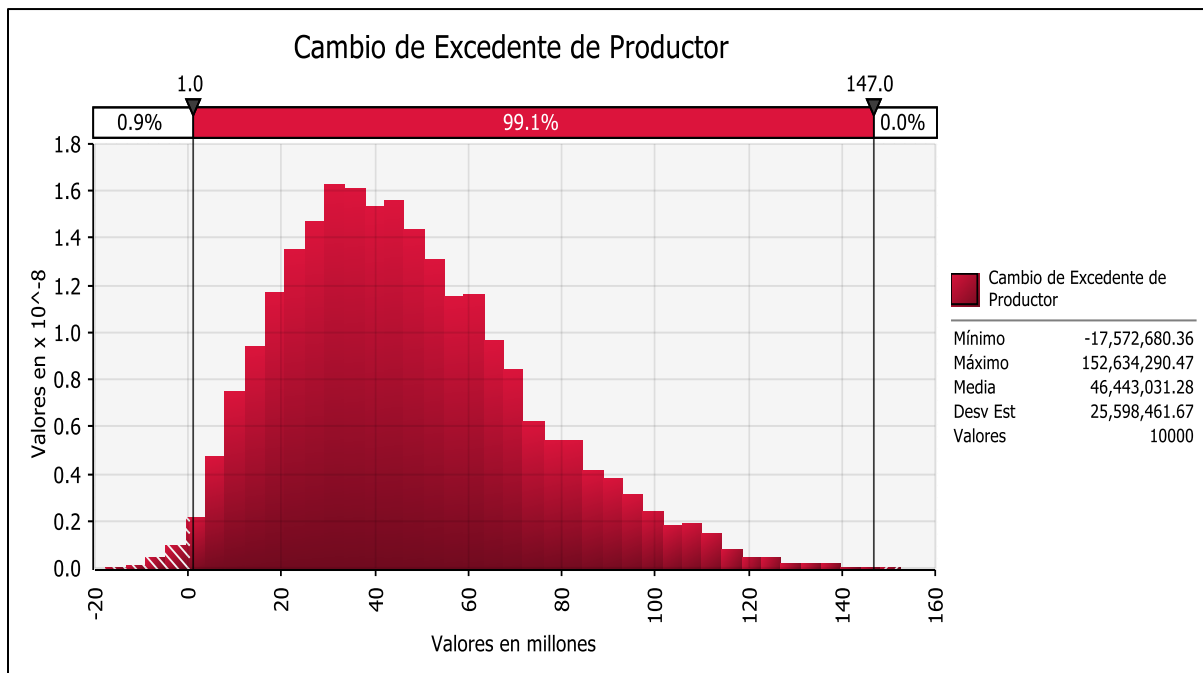
**Figura 15: Valor Actual Neto (TSD 20 por ciento)**

En la Figura 16 se muestra el comportamiento de la Tasa Interna de Retorno en un entorno de riesgo es positivo en 99.9 por ciento de los escenarios en la simulación de 10 mil interacciones obteniéndose un valor medio de 178.62 por ciento y un máximo de 441.6 por ciento. La probabilidad de pérdida sólo se da en un 0.1 por ciento de escenarios con un valor mínimo de -10.63 por ciento, lo que quiere decir que el riesgo de pérdida es muy remoto.

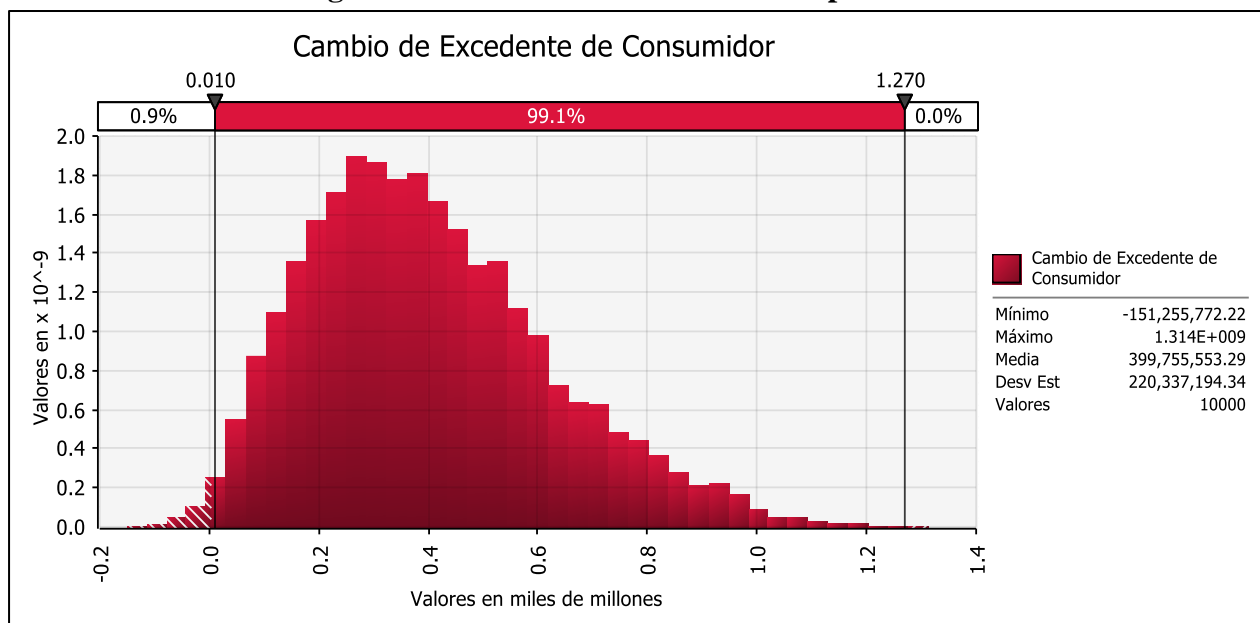


**Figura 16: Tasa Interna de Retorno**

En la Figura 17 se observa que el excedente del productor es positivo en 99.1 por ciento de los escenarios de lo que se deduce que es conveniente el uso del trasplante mecanizado, puesto que aumentará el excedente de los productores en un promedio de S/46,44 millones, con un máximo de S/ 152.63 millones. Hay 0.9 por ciento de escenarios negativos con pérdida máxima de S/ 17.57 millones.



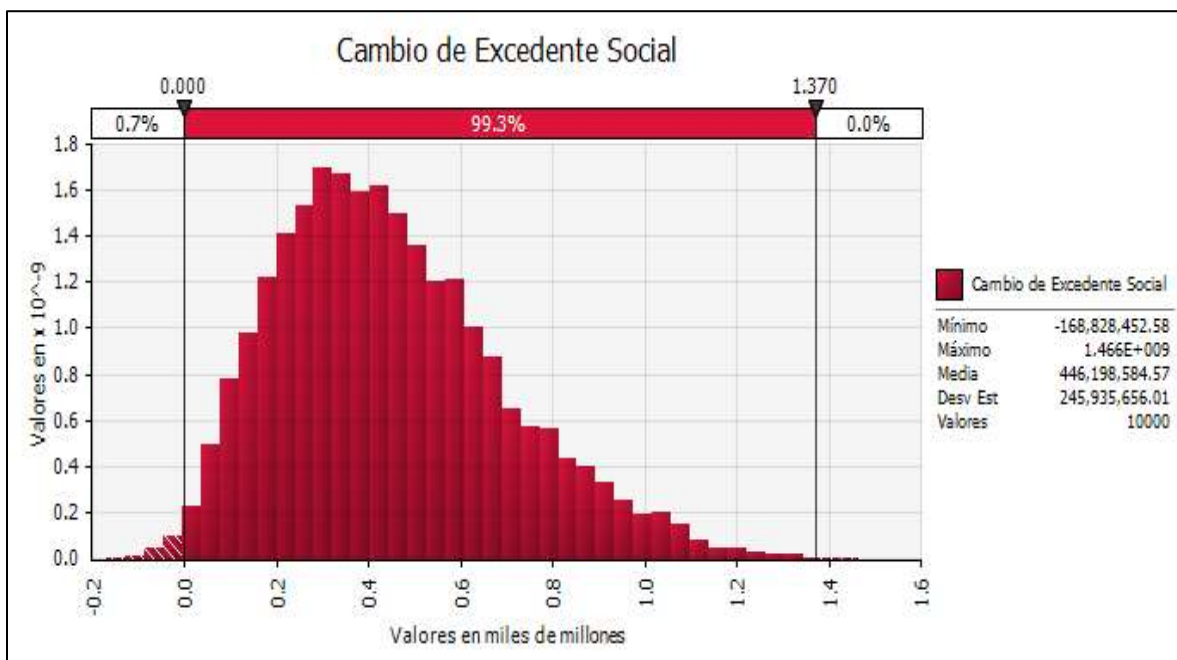
**Figura 17: Cambio en el excedente del productor**



**Figura 18: Cambio en el excedente del consumidor**

En la Figura 18 se muestra que el excedente del consumidor es positivo en 99.1 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 y, por ende, una baja en el precio. El valor medio alcanza los S/ 399.75 millones, y un valor máximo de S/ 1 314 millones. Las pérdidas se dan en un 0.9 por ciento de los escenarios con pérdida máxima S/ 151.25 millones.

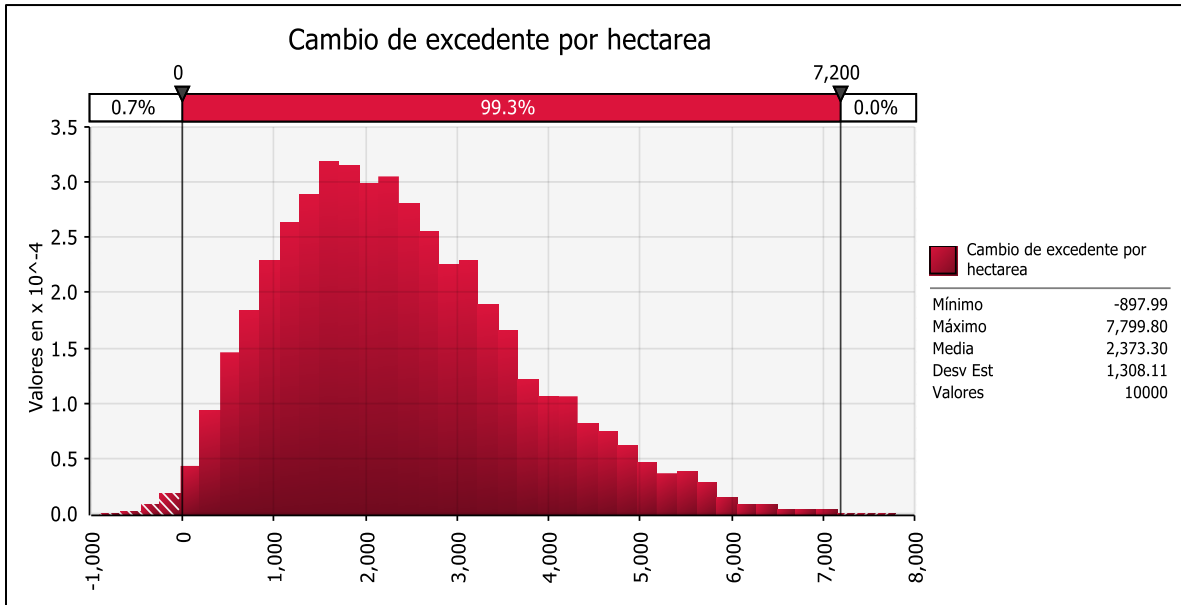
En la Figura 19 se observa que el cambio del excedente social en 12 años es positivo en 99.3% de los escenarios, un valor medio de S/ 446,19 millones, y un máximo de S/1 466 millones. Los escenarios negativos se dan en 0.7 por ciento de los escenarios mostrando una pérdida máxima de S/ 168.82 millones. Estos cambios positivos en los excedentes significan que los beneficios económicos aumentan con el uso del trasplante mecanizado de arroz tanto para los productores, los consumidores y la sociedad en su conjunto por una mejora en los niveles de bienestar.



**Figura 19: Cambio de excedente social**

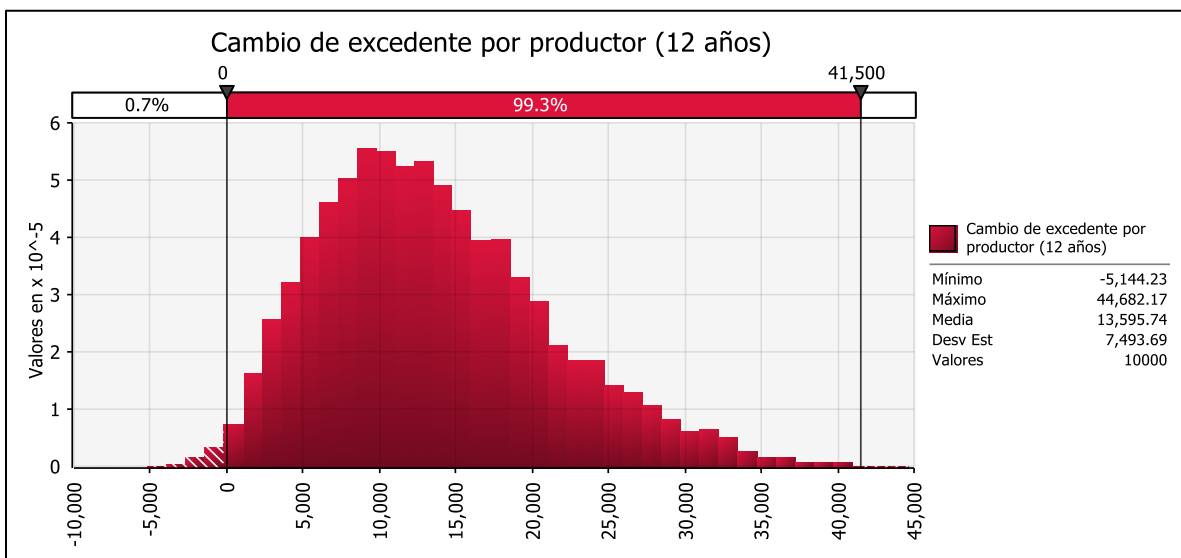
En la Figura 20, se ve que el cambio de excedente por hectárea es positivo en un 99.3 por ciento de los escenarios, con un valor medio de 2 373.30 soles, con un 0.7 por ciento de valores negativos con pérdida máxima de 897.99 soles. Existen valores extremos positivos, menos probables, con un máximo de 7 799.80 soles, lo que significa que los beneficios aumentan con el uso del trasplante mecanizado de arroz para los productores.





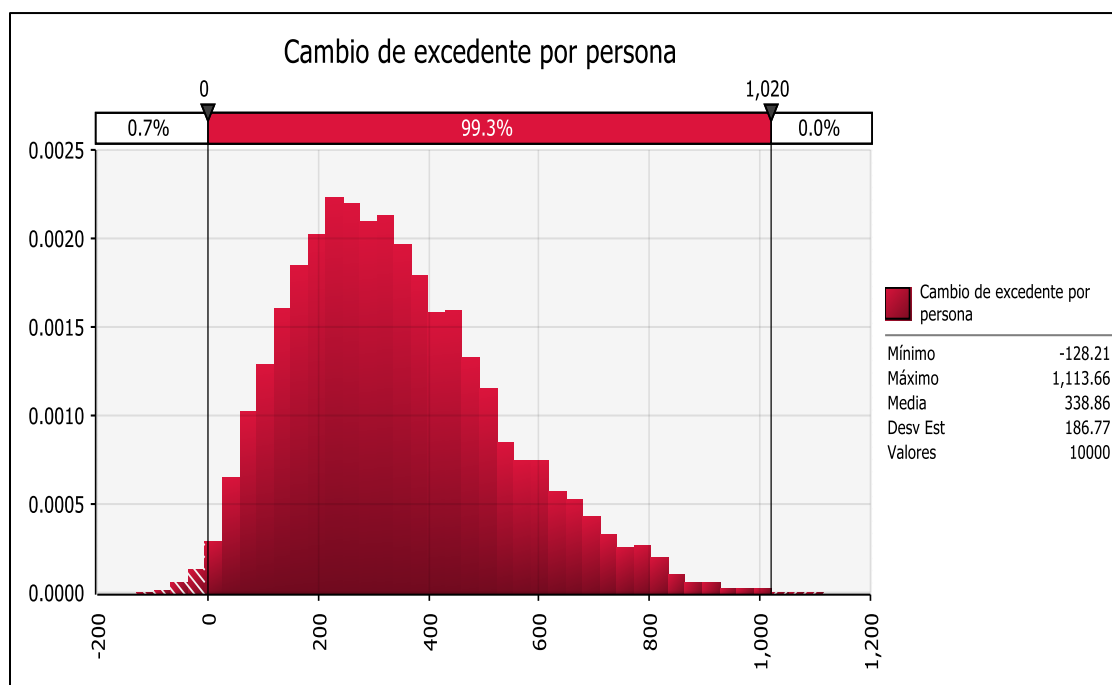
**Figura 20: Cambio de excedente por hectárea**

En la Figura 21 el cambio de excedente por productor acumulado en 12 años es positivo en un 99.3 por ciento con un valor medio de 13 595.74 soles. Es decir, hay grandes probabilidades de que los beneficios para los productores aumenten con el uso del trasplante mecanizado. Existe un mínimo de escenarios negativos que asciende a 0.7 por ciento con una pérdida máxima 5 144.23 soles. La ganancia menos probable es de 44 682.17 soles.



**Figura 21: Cambio de excedente por productor**

En la Figura 22, el cambio del excedente social per cápita en 12 años es positivo en un 99.3 por ciento de los escenarios con un valor medio de 338.86 soles y un valor máximo de 1 113.66 soles. El riesgo de una caída en el excedente por cada ciudadano se da únicamente en un 0.7 por ciento de los escenarios con una pérdida máxima de 128.21 soles. Esto quiere decir, los beneficios económicos aumentan con el uso del trasplante mecanizado de arroz.



**Figura 22: Cambio de excedente por persona**

#### 4.1.3 Mejora de la competitividad del arroz arequipeño

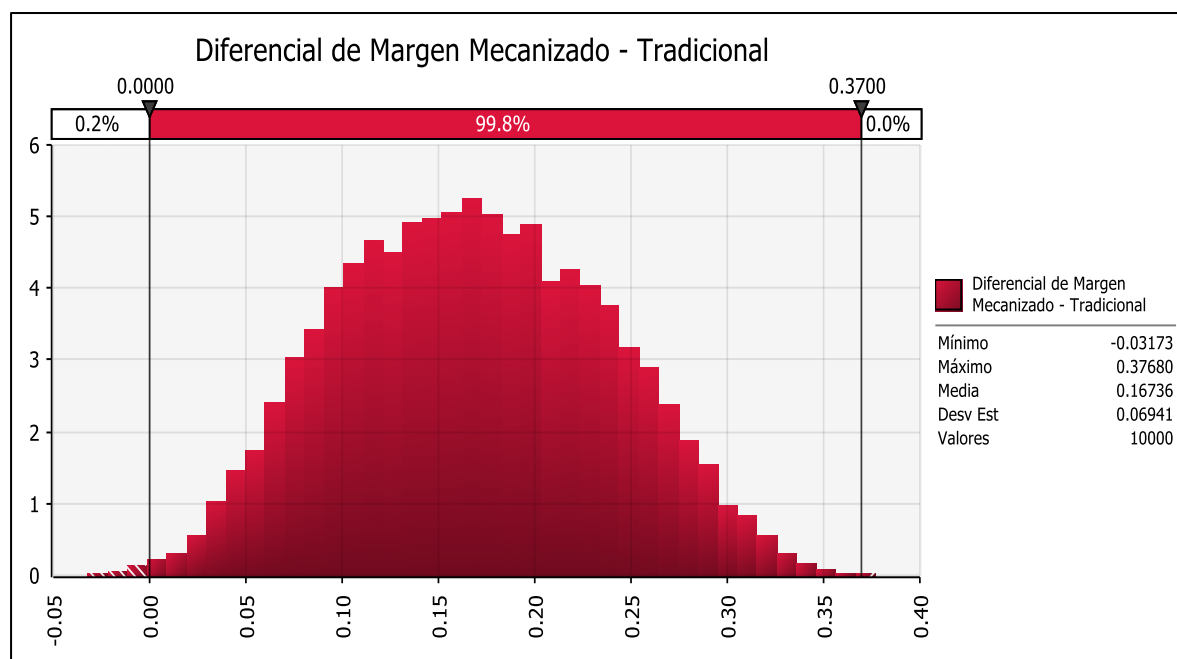
La mejora de la competitividad se da a partir de la comparación de los costos de producción por kilo del arroz entre trasplante tradicional y con trasplante mecanizado, comparándolo con el precio de arroz importado y el precio en el mercado interno y la incidencia de estos costos ante el precio de arroz importado.

Los datos obtenidos por AGRODATA.COM (2022) indican la Tabla 15, que las importaciones de arroz del noviembre del 2020 a octubre del 2021, cuentan con un precio de 0.60 a 0.72 US\$.kilo<sup>-1</sup>. El Tipo de cambio va de 3.625 hasta 4.037. para el caso del arroz en el mercado interno se toma el precio de la calidad superior, extra y super extra, pues ese es el más importado, por lo que su precio es de 2.5 a 3 soles.

**Tabla 15: Modelo de competitividad de arroz año 2021**

Concepto	soles
Tipo de cambio	3.83
Precio de arroz importado US\$	0.66
Precio de arroz importado S/.	2.53
precio de arroz en mercado interno	2.75
Costo con trasplante tradicional	1.15
Costo con trasplante mecanizado	0.98
Margen con trasplante tradicional	1.38
Margen con trasplante mecanizado	1.55
Diferencial de margen Tradicional – Mecanizado	0.17

El precio de producción por kilo en trasplante tradicional tiene un mínimo de 1.03 soles.kg<sup>-1</sup> y un máximo de 1.27 soles.kg<sup>-1</sup> el promedio es de 1.15 soles.kg<sup>-1</sup>; mientras que con trasplante tradicional un mínimo de 0.86 hasta 1.09 soles.kg<sup>-1</sup> aplicando siendo el promedio es de 0.98 soles.kg<sup>-1</sup> en el software @Risk.



**Figura 23: Diferencial del Margen Mecanizado - Tradicional**

El margen del trasplante tradicional es de 1.38 soles.kg<sup>-1</sup> frente al 1.55 soles.kg<sup>-1</sup> del trasplante mecanizado lo cual nos genera un margen de 0.17 soles.kg<sup>-1</sup>. Haciendo la comparación final esto nos indica que el trasplante mecanizado tiene una reducción promedio 14.78 por ciento del costo de respecto al trasplante tradicional. 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 en el periodo 2020 alcanzó 315 mil toneladas con un valor de 181 millones de dólares americanos, nueve por ciento de crecimiento con respecto al 2019, El porcentaje de importación podría reducirse a medida que mayor porcentaje de agricultores adopte el trasplante mecanizado.

En la Figura 23 se observa que el diferencial de margen de precios de arroz por kilo con uso de trasplante mecanizado y trasplante tradicional es positivo en 99.8 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/ 0.167, con un valor máximo de 0.376 soles. Aunque existe un 0.2 por ciento de probabilidad de escenarios negativos con una pérdida de S/ 0.031.

## **4.2. Discusión de resultados**

### **4.2.1. Sobre la eficiencia técnica del cultivo de arroz en Arequipa.**

Se determinó que el rendimiento de la producción de arroz con trasplante tradicional es de 13.7 t.ha<sup>-1</sup>, en la región Arequipa según Minagri (2022), pero las encuestas mostraron un trabajo diferenciado por valles por lo que el nuevo promedio con el que trabajamos fue de 14.5 t.ha<sup>-1</sup>, al aplicar el trasplante mecanizado el rendimiento aumentaría por el distanciamiento y efectividad de la máquina, esto es también es indicado por Alvarez (2011), Rajendran *et al.* (2018), Islam *et al.* (2017), Balasubramanian *et al.* (2003), Chu *et al.* (2008) y Ortiz (2016), según las suposiciones usadas en la presente investigación el rendimiento promedio de Arequipa se incrementaría en 6.3 por ciento incrementándose a 14.5 t.ha<sup>-1</sup>. y bajando los costos totales de producción en 9.15 por ciento.

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

El uso del trasplante mecanizado genera un mayor rendimiento y menor costo de producción, tendría beneficios para los consumidores, productores y sociedad. Para los productores, la rentabilidad obtenida por hectárea es de 31.8 por ciento (mínimo 15.5 por ciento y máximo de 51.6 por ciento) comparado con el tradicional de 12.6 por ciento (mínimo cero por ciento y máximo 28.1 por ciento) esto también es encontrado por Rajendran *et al.* (2018), Islam *et al.* (2017),

Balasubramanian *et al.* (2003) y Chu *et al.* (2008), y los consumidores tendrían una mayor oferta del producto beneficiándose con el precio, a parte habría un menor uso de herbicidas, esto también en indicado por Figueroa para el caso de semilla certificada de arroz.

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

Las cifras económicas señalan que el trasplante mecanizado es una buena alternativa para el productor, pues el índice de beneficio costo marginal asciende a 1.08 y el incremento del margen de utilidad asciende a 2 528.50 S/ha<sup>-1</sup>. Con el trasplante tradicional los productores dejan de percibir 13 291.09 S/ha<sup>-1</sup>, por no usar el trasplante mecanizado. Para la sociedad el beneficio es evidente por el incremento de excedentes que asciende a más de 436.2 millones de soles, la mayor parte a los consumidores con 390.79 millones de soles, y para los productores más de 45.40 millones de soles. Para el estado es rentable la inversión, pues lograría un VAN positivo de más de 428.56 millones de soles con una tasa de descuento de 8 por ciento, obteniéndose una Tasa de Interna de Retorno de 183 por ciento. Actualmente Arequipa cuenta con uno de los mejores rendimientos mundiales por hectárea por lo que el uso del trasplante mecanizado lograría un importante beneficio para la sociedad por el cambio tecnológico, este tipo de beneficios es encontrado por Figueroa (2019) y Figueroa *et al.* (2019) en la semilla certificada de arroz.

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

El costo por kilogramo de arroz con el trasplante tradicional es de 1.15 soles.kg<sup>-1</sup>, reduciéndose a 0.98 soles.kg<sup>-1</sup>de arroz con trasplante mecanizado, lo cual mejora la competitividad del arroz peruano, permitiendo la posible reducción de las importaciones y también posibilita las exportaciones de este producto alimenticio.

## V. CONCLUSIONES

1. A corto plazo, emplear trasplante mecanizado en la producción de arroz en la región Arequipa, genera ventajas económicas para el productor, por el incremento en el rendimiento en 6.2 por ciento por hectárea, y una reducción de 10.2 por ciento en los costos directos, que lleva a que los productores tengan mayores beneficios económicos, generando un incremento de margen de utilidad de 127.46 por ciento y se confirma con el Índice Beneficio Costo Marginal de 1.08.

2. En el largo plazo, la inversión en el trasplante mecanizado 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 S/ 390.79 millones, del excedente social de S/ 436.20 millones esto equivale a 331.27 soles por persona; el excedente del productor de S/ 45.40 millones de soles, esto corresponde a un excedente de S/ 13 291.09 por productor y S/ 2 320.12 por hectárea. A nivel gubernamental, la inversión en este producto muestra una importante rentabilidad para la inversión de implementar el trasplante mecanizado, en el largo plazo (12 años) pues el Valor Actual Neto es de S/ 428.56 millones y es positivo en el 99.2 por ciento de los escenarios, y la Tasa Interna de Retorno es de 183 por ciento siendo positivo en el 99.9 por ciento de los escenarios, estos resultados indican que la inversión es rentable socialmente.

3. De acuerdo al análisis rápido de cambio en la competitividad con el uso del trasplante mecanizado, mejora la competitividad de los productores de arroz arequipeños al reducir el costo por kilo de S/ 1.15 a S/ 0.98.

## **VI. RECOMENDACIONES**

El Estado Peruano debe poner mayor énfasis en adoptar políticas y estrategias dirigidas a la adaptación y uso del trasplante mecanizado en la región Arequipa, esto beneficiaría a los productores y a las instituciones involucradas con el agro que fomentan políticas de mecanización, 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 en la mecanización de las labores culturales del cultivo, los cuales influyen directamente en los costos de producción por hectárea y la calidad del producto en la región Arequipa, 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 MIDAGRI, INIA, y Gerencias Regional de Agricultura y las Agencia Agrarias refuercen sus investigaciones, proyectos y políticas de mecanización agrícola las cuales son inexistentes en la actualidad.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrodataperu. 2022. Importaciones y exportación de arroz en el Perú, página web: [Arroz Perú Importación 2019 Diciembre - Agrodataperu](#) (visitada 07/01/2022).
- Alibaba. 2022. Rice transplanter Kubota, 6 hileras, pagina web Rice Transplanter 6-Rice Transplanter 6 Manufacturers, Suppliers and Exporters on Alibaba.comSeeders & Transplanters visitada (23/01/2022).
- Álvarez, J. 2011. Manual técnico del sistema de siembra de trasplante mecanizado del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*). Programa de maestría en gestión de recursos naturales y tecnologías de producción, Instituto tecnológico de Costa Rica.
- Amponsah, S.K; Oteng-Darko, P; Kumi, F. 2012. Potential and constraints of agricultural mechanisation in Ghana—A review. *International Agricultural Engineering Journal*, 21 (2), 38–43.
- Balasubramanian, V; Ladha, J. K; Gupta, R. K; Naresh, R. K; Mehla, R. S; Singh, B; Singh, Y. 2003. Technology options for rice in the rice–wheat system in South Asia. Improving the productivity and sustainability of rice–wheat systems: issues and impacts, (improvingtheagro), 115-147.
- BCRP (Banco Central De Reserva Del Perú). 2022, BCRPDATA: tipo de cambio, gerencia central de estudios económicos. Página web: [Interbancario - Promedio \(bcrp.gob.pe\)](#). visitada 23/01/2022.
- Braúl, W; Diez, R. 2018. Efectos socio-económicos de la liberación del cultivar “INIA 616 UCAYALI” de maíz amarillo duro (*Zea mays*) en Ucayali. *Cultura Viva Amazónica*, 2(2). <https://doi.org/10.37292/riccva.v2i02.54>



- Bravo, J; Hermosilla, CY; & Tolentino, T. 2018. Elasticidades de oferta y demanda de los principales productos agropecuarios en el Perú-2016. Tesis para optar el título de economista. Universidad Nacional Hermilio Valdizan – Huánuco.
- Chu, Y; Jian-Fang, L. 2008. Practice and Enlightenment of Popularizing Rice Mechanic Breeding and Planting Technology. *Chinese Agricultural Mechanization*, 4.
- Cortés M.; Álvarez M.; González S. 2009, La mecanización agrícola: gestión, selección y administración de la maquinaria para las operaciones de campo. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, vol. 4, núm. 2, julio-diciembre 2009, pp. 151-160 Universidad CES Medellín, Colombia.
- Cuevas, V; Loaiza, A; Astengo, H; Moreno, T; Borja, M; Reyes J; González, D. 2018. Análisis de la función de producción de leche en el sistema bovinos doble propósito en Ahome, Sinaloa. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 9(2), 376-386. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i2.4545>.
- Diez, R; Gómez, R; Guillén, L; Falck-Zepeda, J. 2017. Evaluación ex-ante de la liberación de alternativas transgénicos en el cultivo de maíz amarillo duro en el Perú. proyecto Lac – Biosafety – Universidad Agraria La Molina Lima – Peru.
- Diez, R; Gómez, R.; Varona, A. 2013. Análisis de metodologías de evaluación antes y después de cambios tecnológicos: el caso de la liberación de los organismos genéticamente modificados en Perú. *Revista Fórum Empresarial*, San José de Puerto Rico: Centro de Investigaciones Comerciales e Iniciativas Académicas de la Universidad de Puerto Rico.
- Diez, R; Gómez, R; 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.
- 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.

- Figuroa, L. 2019. Beneficios económicos del uso de semilla certificada en la producción de arroz (*Oryza sativa L.*) en el Perú. Tesis de Maestría de Economía Agrícola de La Universidad Agraria La Molina.
- Figuroa, L; Diez, R.; Gomez, R; Linares, A. 2019. Beneficios económicos de la semilla certificada en la producción de arroz (*Oryza sativa L.*) en Perú. *Anales Científicos*, 80(2): 431-445.
- Flores, G; Guillen, L. 2020. Análisis de competitividad para cultivo de palta peruana. Periodo 2000 a 2017. *Anales Científicos* 81(1): 58-70.
- FAO (Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Italia). 2022. FAOSTAT statistical database. [Rome] :FAO pagina web: [www.fao.org/faostat](http://www.fao.org/faostat) (visitada julio 2022).
- Franco, M; Leos, J; Salas, J; Acosta, M; García, A. 2018. Análisis de costos y competitividad en la producción de aguacate en Michoacán, México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(2), 391-403. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i2.1080>
- Gómez, L; Soplín, H; Sosa, G; Heros, E. 2017. Siembra directa: una alternativa para mejorar la sustentabilidad del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) en el Perú. *Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible*, 6, 13-26. <https://doi.org/10.5377/payds.v6i0.5716>.
- González, J; Romero, Y. 2018: La innovación tecnológica en las empresas y su impacto positivo dentro del Ecuador, *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, (marzo 2018). En línea: <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/03/innovacion-empresas-ecuador.html/hdl.handle.net/20.500.11763/oel1803innovacion-empresas-ecuador>.
- Gudynas, E. (2019). Excedente en el desarrollo: revisión y nueva conceptualización desde los extractivismos. *Estudios Críticos del Desarrollo*, IX (17), 25-56. En línea: [\\_ECD 9-17.indd \(buap.mx\)](#)
- Huber, G; Mungaray, A. 2017. Los índices de competitividad en México. *Gestión y política pública*, 26(1), 167-218. Recuperado en 15 de enero de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S140510792017000100167&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S140510792017000100167&lng=es&tlng=es).

- Infante, F. 2016. La importancia de los factores productivos y su impacto en las organizaciones agrícolas en León Guanajuato México. *Revista El Agora USB*, 16(2), 393-406. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-48526-7>
- INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Uruguay). 2019. Rompiendo el techo de rendimiento del cultivo de arroz. *presencia*, 10, 3. Serie técnica 251ISSN: 1688-9266
- INEI (Instituto Nacional De Estadística e Informática, Perú) 2017. Arequipa alberga a 1 millón 316 mil habitantes, nota de prensa página web: Arequipa alberga a 1 millón 316 mil habitantes ([inei.gob.pe](http://inei.gob.pe)). visitada 01/01/2022.
- INTAGRI (Instituto para la Investigación Tecnológica en Agricultura, México) 2021, Rompen récord mundial de rendimiento de arroz, página web Extraído de <https://www.intagri.com/articulos/noticias/rompen-record-mundial-rendimiento-arroz> (Visitada el 28/07/2021).
- Islam, A; Rahman, M.A; Rahman, A; Islam, M.T; Rahman, M.I. 2016. Techno-economic performance of 4-row self-propelled mechanical rice transplanter at farmers field in Bangladesh. *Progressive Agriculture*, 27(3), 369–382. <https://doi.org/10.3329/pa.v27i3.30834>
- Llonto, Y. 2015. Enfoque microeconómico del cultivo de arroz: problemas y desafíos, análisis del cultivo con énfasis en la región Lambayeque – Perú. Instituto de Economía y Desarrollo. [www.inedes.com](http://www.inedes.com).
- 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*, 37. Sao Paulo: Sociedade Brasileira de Fruticultura.
- Malean, R; Ferrer, M. 2019. Gestión de costos de producción en ganadería bovina del Municipio Valmore Rodríguez, Zulia-Venezuela. *Revista de ciencias sociales*, 25(4), 250-264.

- Matta, J. 2016. Efectos económicos de la liberación de semilla de algodón Bollgard II en Cañete, Región Lima. (Tesis para obtener el Título de Economista. Universidad Nacional Agraria La Molina).
- Mazuera, C. y Neira, J. 2009. Análisis de costos de producción de arroz en el municipio de Saldaña, Tolima. Método Pulver vs Método tradicional de manejo. Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. 44p.
- Mete, M. R. (2014). Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. *Fides et Ratio-Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 7(7), 67-85.
- Ministerio De Comercio Exterior Y Turismo, Peru. 2018. Reporte comercial de productos: Arroz-marzo 2018. Dirección general de investigación y estudios sobre comercio exterior. 21986\_Reporte\_Comercial\_de\_Productos\_Arroz2017.pdf20180706-19116-1nlawyv.pdf (www.gob.pe)
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Perú); AGRORURAL (Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural, Peru). 2019. Cultivo de Arroz, Ficha técnica. Ministerio de Agricultura y Riego. <http://repositorio.minagri.gob.pe:80/jspui/handle/MINAGRI/284>.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Perú). 2017. Informe del Arroz. Dirección general de políticas agrarias, Dirección de estudios económicos e información agraria- abril 2017.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, Perú). 2018. Informe del Arroz. Dirección general de seguimiento y evaluación de políticas, Dirección de estudios económicos e información agraria- agosto 2018.
- MIDAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Perú). 2022. Sistema de información y estadística agropecuaria, página web: [SIEA - BI \(midagri.gob.pe\)](http://siesa-bi.midagri.gob.pe) (visitada 7/01/2022).
- MEF (Ministerio de Economía y Finanzas, Perú). 2017. Directiva N° 002-2017-EF/63.01, anexo N° 03.

MINSA (Ministerio de Salud, Perú) 2022. Documentos normativos MINSA y decretos de salud en contexto covid-19. Página web : REUNIS:. Repositorio Único Nacional de Información en Salud - Ministerio de Salud (minsa.gob.pe). visitada (18/01/2022).

Minaya, GC. 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

Miranda, A; Domínguez, C; Ruiz, M; Díaz, G; Paneque, P. 2020. Impacto de la tecnología de trasplante mecanizado de arroz. Revista Cubana De Administración Pública Y Empresarial, 4(3), 334–349. Recuperado a partir de <https://apye.esceg.cu/index.php/apye/article/view/143>

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). Universidad Nacional Agraria La Molina.

Molina, J; Sikora, M; Garud, N; Flowers, J; Rubinstein, S; Reynolds, A; Huang, P; Jackson, S; Schaal, B; Bustamante, C; Boyko, A; Purugganan, M. 2011. Evidencia molecular de un único origen evolutivo del arroz domesticado. Actas de la Academia Nacional de Ciencias de mayo de 2011, 108 (20) 8351-8356; DOI: 10.1073 / pnas.1104686108 <https://doi.org/10.1073/pnas.1104686108>.

Molina, O. 2017. Rentabilidad de la producción agrícola desde la perspectiva de los costos reales: municipios Pueblo Llano y Rangel del estado Mérida, Venezuela *Visión Gerencial*, núm. 2, pp. 217-232, 2017. Universidad de los Andes.

Montero, L. 1930. El cultivo de arroz en el Perú, Boletín de la compañía administradora del guano noviembre – diciembre. Boletín 6; N° 11-12, p. 577-665, <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/2928>.

Mora, CD. 2017. El impacto de los programas sociales focalizados sobre el bienestar económico subjetivo de los hogares rurales en el Perú 2012-2015. (Tesis para optar el título de Magister en economía, Escuela de Postgrado Pontificia Universidad Católica del Peru).

- Ortiz, G; Palacios, M; Cervantes, F. 2016, Mecanización agrícola. V congreso nacional de ciencias sociales, Universidad Autónoma de Chapingo, marzo del 2016, resumen pagina web [\(PDF\) La mecanización agrícola \(researchgate.net\)](#).
- Ortiz, J. 2016. Comparación técnica – económico del trasplante tradicional vs el trasplante en hileras del arroz (*Oryza sativa* L.) en Bellavista – San Martín. (Tesis para optar título de ingeniero agrícola, Universidad Agraria La Molina).
- Pasquel, L ; Ramos, E; Quispe, T; Ortiz, D; Cajas, V. 2019. Producción de papa amarilla. Un estudio desde sus factores para el desarrollo agrícola, Huánuco. Universidad Nacional Hermilio Valdizán Localización: Investigación Valdizana, ISSN 1994-1420, ISSN-e 1995-445X, Vol. 13, N°. 2, 2019 (Ejemplar dedicado a: Abril-Junio), págs. 67-76.
- Poma, A. 2019. Van y Tir como métodos de valoración de inversiones financieras para el estudio del arrendamiento de una camaronera. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14962>
- Porter, M. 1990, “The Competitive Advantage of Nations”, *Harvard Business Review*, 2, pp. 73-91.
- Rajendran, T; Kavitha, L; Prasathbalaji, S; Mathivanam, A. 2018. Economic Analysis of machine trasnplanted rice in Thoothukudy Distric. International journal of tren in scientific research and development, 2(4): 1576 – 1579.
- Ramírez, OH. 2016. Rentabilidad de la quinua (*Chenopodium quinoa Willd.*) asociada a la implementación del riego tecnificado en el Callejón de Huaylas. (Tesis para optar el Grado de Magister Scientiae en Economía Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina).
- Rodriguez, D; Fusco M. 2017. Gestión de riesgos agropecuarios en el sector del cacao en ecuador. Revista de Investigación en Modelos Financieros –Año 6 Vol.1 (2017 -I).57-74 Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires. ISSN: 2250 - 687X - ISSN (En línea): 2250 – 6861.
- Rogers, EM. 2003. Diffusion of innovations. 5a ed. New York: The Free Press.

Ruiz, C. (2009). Gestión del riesgo agropecuario. Instituto de investigaciones agropecuarias, <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR36350.pdf>.

SUNAT (Superintendencia nacional de administración tributaria, Perú). 2022. Partidas arancelarias para importación, página web :: SUNAT - Tratamiento Arancelario por Subpartida Nacional :: (aduanet.gob.pe) visitada el 23/01/2022).

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 Grado de Magister Scientiae en Economía Agrícola). Universidad Nacional Agraria La Molina.

Vásquez, A; Matus, J; Cetina, V; Sangerman, D; Rendón, G; Caamal, I. (2017). Análisis de rentabilidad de una empresa integradora de aprovechamiento de madera de pino. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 8(3), 649-659.

Velásquez, VA. 2016. Análisis económico, social y político de la cadena agroalimentaria del arroz en el Ecuador, periodo 2005-2014 (Bachelor's thesis, PUCE).

Vélez, S. 2020. Análisis costo beneficio de la siembra de arroz por trasplante vs. siembra directa Caso finca Las Tres Marías municipio de Fuente de Oro departamento del Meta. Retrieved from [https://ciencia.lasalle.edu.co/administracion\\_agronegocios/829](https://ciencia.lasalle.edu.co/administracion_agronegocios/829)

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Importaciones de Arroz 2020 – 2021

IMPORTACIONES ARROZ			10			
MES	2,021			2,020		
	CIF	KILOS	PREC. PROM.	CIF	KILOS	PREC. PROM.
ENERO	13,645,891	19,885,314	0.69	11,079,380	19,993,245	0.55
FEBRERO	12,522,134	18,273,120	0.69	9,757,243	17,810,801	0.55
MARZO	17,168,974	24,125,586	0.71	18,165,020	32,429,087	0.56
ABRIL	14,614,415	20,765,859	0.70	13,985,268	25,393,194	0.55
MAYO	10,432,698	14,829,753	0.70	14,307,059	25,682,293	0.56
JUNIO	20,024,307	28,948,536	0.69	17,209,579	30,906,930	0.56
JULIO	11,840,103	16,621,670	0.71	21,841,554	38,845,428	0.56
AGOSTO	9,133,299	12,770,579	0.72	12,475,341	22,176,748	0.56
SEPTIEMBRE	7,073,307	9,685,108	0.73	7,425,782	13,007,566	0.57
OCTUBRE	22,659,962	31,553,475	0.72	13,399,297	23,182,948	0.58
NOVIEMBRE				19,383,444	32,147,578	0.60
DICIEMBRE				22,079,928	34,019,203	0.65
<b>TOTALES</b>	<b>139,115,091</b>	<b>197,458,999</b>	<b>0.70</b>	<b>181,108,894</b>	<b>315,595,021</b>	<b>0.57</b>
<b>PROMEDIO MES</b>	<b>13,911,509</b>	<b>19,745,900</b>		<b>15,092,408</b>	<b>26,299,585</b>	
<b>%CREC. PROM.</b>	<b>-8%</b>	<b>-25%</b>	<b>23%</b>	<b>9%</b>	<b>8%</b>	<b>1%</b>

Fuente: AGRODATA 2022



## Anexo 2. Encuesta aplicada

### ENCUESTA DE COSTOS DE PRODUCCION DE ARROZ

#### DATOS GENERALES:

1. Edad:
2. Ubicación del predio agrícola:
3. N de personas que viven en su hogar:
4. El jefe de hogar sabe leer y escribir:
5. Grado de instructor del agricultor:
6. Tiene otra ocupación aparte de la producción agrícola:
7. Extensión del terreno: para cultivo de arroz:
8. Tipo de riego:

#### DEL PRODUCTO:

9. Cuanta estima usted que gasta en la producción de arroz
10. Para los siguientes ítems cuales son los principales gastos que realiza:

#### Preparación de terreno:

- Costo:
- Costo:
- Costo:

#### Siembra:

- Costo:
- Costo:
- Costo:
- Costo:

#### Labores culturales:

- Fertilización de fondo: costo:
- Fertilización : costo:
- trasplante costo:
- Riego: costo:
- Fumigación: costo:
- Desmalezado: costo:
- Otros: costo:

11. Aproximadamente cuánto gasta en mano de obra durante el cultivo de arroz:

Costo de jornal por día:

- Preparación de terreno:
- Siembra
- Trasplante
- retrasplante:
- Fertilización:
- Riego:
- Desmalezado:

- Otros:
- 12. Aproximadamente cuánto gasta en maquinaria en las labores de cultivo de arroz:  
Costo de hora/maquina:
- Preparación de terreno:
- laser:
- Fertilización:
- cosecha:
- Otros:
- 13. Según el riego:
  - Tipo de riego
  - Cada cuanto tiempo realiza el riego:
- 14. Según la fertilización:
  - Cuantas veces fertiliza:
  - Que productos suele utilizar:
    - 
    - 
    -
- 15. Cada cuanto tiempo fumiga:
- 16. Contra que fumiga generalmente y que productos utiliza:
  - 
  - 
  - 
  -
- 17. Que variedades de arroz produce:
  - 
  - 
  -
- 18. Cuanto es la producción de arroz promedio al año:
  -
- 19. De esto cuanto destina para:

Venta: \_\_\_\_\_ autoconsumo: \_\_\_\_\_

20. De la producción que usa para venta de arroz cuál es su destino:

Mercado local: \_\_\_\_\_ mercado regional: \_\_\_\_\_ mercado nacional: \_\_\_\_\_ internacional: \_\_\_\_\_

Otros: \_\_\_\_\_

NIVEL DE INGRESOS:

INGRESOS ANUALES OBTENIDOS POR EL CULTIVO DE ARROZ:

21. por venta de arroz (precio de arroz) .....

### Anexo 3. Costos de Producción de Arroz Valle de Majes

ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL SOLES	COSTO TOTAL DOLARES						
<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>14,787.43</b>	<b>3,819.80</b>						
<b>MANEJO DEL ALMACIGO</b>				<b>1,082.20</b>	<b>254.41</b>						
<b>Preparación del terreno Almácigo (300M2)</b>											
Cuspa Junta y Quema	JH	0.5	60.00	30.00	8.26						
Remojo y Fanguero	JH	0.5	60.00	30.00	8.26						
Arada, Gancho y Nivelada	Hs/Tr.	1.5	80.00	120.00	22.52						
Bordeadura y arreglo de Meigas	JH	0.5	60.00	30.00	8.26						
<b>Semilla</b>	Kgrs.	150	3.50	525.00	105.11						
Fertilizantes - Urea, Diamonico	Kgrs.	30	1.24	37.20	11.17						
Remojo, desparrame y tapada de Semilla	JH	1	70.00	70.00	8.26						
Abonamiento, Deshierbo y Fumigada	JH	2	60.00	120.00	16.52						
Riegos	JH	4	30.00	120.00	56.07						
<b>TERRENO DEFINITIVO</b>				<b>13,385.23</b>	<b>3,565.38</b>						
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>3,780.00</b>	<b>801.80</b>						
<b>Preparación de Terreno Definitivo</b>		<b>3.0</b>	<b>420.00</b>	<b>1,260.00</b>	<b>49.55</b>						
<b>Incorporación de Materia Organica</b>	Jomal		60.00	0.00	0.00						
Cuspa, Junta y Quema	Jomal	3	60.00	180.00	16.52						
Limpieza de Acequias, Desagues y Drenes	Jomal	3	60.00	180.00	16.52						
Arreglo de Bordos y Tomas	Jomal	0.5	60.00	30.00	8.26						
Riego de Machaco	Jomal	0.5	60.00	30.00	8.26						
Otras Actividades				0.00	0.00						
<b>Transplante - Siembra</b>		<b>2.0</b>		<b>1,860.00</b>	<b>438.44</b>						
<b>Saca Traslado y Plantación</b>	Contrato por Ha.			<b>1,500.00</b>	<b>405.41</b>						
Replante a Mano	Jomal	6	60.00	360.00	33.03						
Otras Actividades				0.00	0.00						
<b>Labores Culturales</b>		<b>15.0</b>		<b>1,320.00</b>	<b>247.75</b>						
Aplicación de Herbicidas	Jomal	1.0	60.00	60.00	8.26						
Aplicación de Fertilizantes (2)	Jomal	3.0	60.00	180.00	49.55						
Deshierbos (1)	Jomal	8.0	60.00	480.00	24.77						
Control Fitosanitario o Biologico	Jomal	3.0	100.00	300.00	8.26						
Aplicación de Fungicidas	Jomal	0.5	60.00	30.00	8.26						
Riegos	Jomal	9	30.00	270.00	148.65						
Otras Actividades				0.00	0.00						
<b>Cosecha</b>		<b>4.0</b>		<b>180.00</b>	<b>66.07</b>						
Orillado o Cantoneo	Jomal	0.5	60.00	30.00	8.26						
Ayudante de Maquina - Chirhuador	Jomal	1.0	60.00	60.00	8.26						
Guardiana	Jomal	1	90.00	90.00	49.55						
Otras Actividades				0.00	0.00						
<b>MAQUINARIA E INSTRUMENTOS AGRICOLAS</b>		<b>6 + 3</b>	<b>9.00</b>	<b>1,520.00</b>	<b>335.59</b>						
<b>Rastrosiada</b>	Hora / Maquina		80.00	0.00	0.00						
Aradura	Hora / Mac	2	80.00	160.00	0.00						
polidisco	Hora / Mac	4.0	100.00	400.00	67.57						
Nivelación	Hora / Mac	3.0	120.00	360.00	33.78						
Batida en Agua	Hora / Mac	1.5	80.00	120.00	36.04						
Cosecha y Trilla	Hora / Mac	3.0	160.00	480.00	198.20						
Otras Actividades				0.00	0.00						
<b>INSUMOS</b>				<b>1,765.85</b>	<b>530.29</b>						
<b>Semillas</b>				<b>0.00</b>	<b>0.00</b>						
<b>Semillas - siembra al Voleo</b>	kg. / Ha.		210.00	3.50							
<b>Mixta</b>	Unid. / Ha.			1.00							
<b>Fertilizant</b>	N	P	K	N	P	K					
Urea	238	138	30	46	0	0	kg. / Ha.	751.5	400	1,087.50	326.58
Fosfato Diamonico				18	46	0	kg. / Ha.	300	1.24	496.00	148.95
Superfosfato de Calcio Triple				0	46	20	kg. / Ha.	300	1.68	504.00	151.35
Cloruro de Potasio				0	0	60	kg. / Ha.	50	1.80	0.00	0.00
				0	0	60	kg. / Ha.	50	1.36	68.00	20.42
Abono Foliar							kg. / Ha.	1.5	13.00	0.00	0.00
Otros										19.50	5.86
										0.00	0.00
<b>Insecticidas</b>											
cipermetrina							kg. O Lts	0.60	58.00	34.80	10.45
Otros										34.80	10.45
<b>Fungicidas</b>											
Folicur							kg. O Lts	0.60	248.00	148.80	44.68
Otros										148.80	44.68
<b>Herbicidas</b>											
pendimentalhin							kg. O Lts	60.00	60	252.00	75.68
Otros										252.00	75.68
<b>Adherentes</b>											
break thru							kg. O Lts	0.25	35.00	8.75	2.63
Otros										8.75	2.63
<b>Agua</b>											
Canon de Agua							M3	25,000.00	25,000	0.0064	160.00
Otros										160.00	48.05
<b>Otros Insumos</b>											
<b>Materia Organica</b>											
Herramientas (Lampas)							Kg	9,009.10	9,000	7.00	22.22
Control Biológico - Barreno (Avispitas)							Unidad	0.10	110.00	11.00	3.30
Otros							Pulgadas	9	7.00	63.00	18.92
<b>VARIOS</b>										<b>6,319.38</b>	<b>1,897.71</b>
Alquiler de Terreno ( Ha.)	M2	10,000	0.6	4,800.00	1,801.80						
Alquiler de Motofumigadora ( Ha.)	Unidades	1	40.00	40.00	12.01						
Flete Traslado de Insumos	Viajes	1	80.00	80.00	24.02						
Flete Traslado de Producción	Kilos	14,500	0.015	217.50	59.87						
Otros				0.00	0.00						
<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>1,938.29</b>	<b>846.59</b>						
Imprevistos	1	% de Costos Directos		147.87	38.20						
Gastos Administrativos	2	% de Costos Directos		295.75	76.40						
Asistencia Tecnica	1.0	% de Costos Directos		147.87	19.10						
Leyes Sociales	7	% de la Mano de Obra		264.60	104.23						
Intereses Bancarios por el Prestamo Total	30	% En 5 Meses (3)		1,082.20	608.66						

## Anexo 4. Costo de Producción de Arroz Valle de Tambo

II.-	ACTIVIDADES	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL SOLES	COSTO TOTAL DOLARES
<b>A.-</b>	<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>13,906.60</b>	<b>3,819.80</b>
<b>A.1</b>	<b>MANEJO DEL ALMACIGO</b>				<b>922.00</b>	<b>254.41</b>
	<b>Preparación del terreno Almacigo (300M2)</b>					
	Cuspa, Junta y Quemado	JH	0.5	60.00	30.00	8.26
	Remojo y Fangueo	JH	0.5	60.00	30.00	8.26
	Arada, Gancho y Nivelada	Hs/Tr.	1	90.00	90.00	22.52
	Bordeadura y arreglo de Melgas	JH	0.5	60.00	30.00	8.26
	<b>Semilla</b>	<b>Kgrs.</b>	<b>140</b>	<b>3.50</b>	<b>490.00</b>	<b>105.11</b>
	Fertilizantes - Urea, Diamonico	Kgrs.	30	1.48	42.00	11.17
	Remojo, desparrame y tapada de Semilla	JH	0.5	60.00	30.00	8.26
	Abonamiento, Deshierbo y Fumigada	JH	1	60.00	60.00	16.52
	Riegos	JH	4	30.00	120.00	66.07
<b>A.2.-</b>	<b>TERRENO DEFINITIVO</b>				<b>12,664.60</b>	<b>3,565.38</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>		<b>24.0</b>		<b>4,330.00</b>	<b>801.80</b>
<b>1</b>	<b>Preparación de Terreno Definitivo</b>		<b>3.0</b>		<b>240.00</b>	<b>49.55</b>
	<b>Incorporación de Materia Organica</b>	Jornal			<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
	Cuspa, Junta y Quema	Jornal	1	60.00	60.00	16.52
	Limpieza de Acequias, Desagues y Drenes	Jornal	2	60.00	120.00	16.52
	Arreglo de Bordos y Tomas	Jornal	1.0	60.00	60.00	8.26
	Riego de Machaco	Jornal	0.0	60.00	0.00	8.26
	Otras Actividades					0.00
<b>2</b>	<b>Transplante - Siembra</b>		<b>2.0</b>		<b>2,190.00</b>	<b>438.44</b>
	<b>Saca Traslado y Plantación</b>	Contrato por Ha.			<b>1,800.00</b>	<b>405.41</b>
	Replante a Mano	Jornal	6	65.00	390.00	33.03
	Otras Actividades					0.00
<b>3</b>	<b>Labores Culturales</b>		<b>15.0</b>		<b>1,750.00</b>	<b>247.75</b>
	Aplicación de Herbicidas	Jornal	2.0	60.00	120.00	8.26
	Aplicación de Fertilizantes (2)	Jornal	3.0	60.00	180.00	49.55
	Deshierbos (1)	Jornal	8.0	60.00	480.00	24.77
	Control Fitosanitario o Biologico	Jornal	4.0	100.00	400.00	8.26
	Aplicación de Fungicidas	Jornal	0.5	60.00	30.00	8.26
	Riegos	Jornal	9	60.00	540.00	148.65
	Otras Actividades					0.00
<b>4</b>	<b>Cosecha</b>		<b>4.0</b>		<b>150.00</b>	<b>66.07</b>
	Orillado o Cantoneo	Jornal	0.5	60.00	30.00	8.26
	Ayudante de Maquina - Chirhuador	Jornal	1.0	60.00	60.00	8.26
	Guardiana	Jornal	1	60.00	60.00	49.55
	Otras Actividades					0.00
<b>C.-</b>	<b>MAQUINARIA E INSTRUMENTOS AGRICOLAS</b>		<b>9.00</b>		<b>2,175.00</b>	<b>335.59</b>
	Rastrogada	Hora / Maquin	3	80.00	240.00	0.00
	Aradura	Hora / Maquin	3	80.00	240.00	0.00
	polidisco	Hora / Maquin	6.0	120.00	720.00	67.57
	Nivelación (laser)	Hora / Maquin	3.0	150.00	450.00	33.78
	Cosecha y Trilla	Hora / Maquin	3.0	175.00	525.00	198.20
	Otras Actividades					0.00
<b>D.-</b>	<b>INSUMOS</b>				<b>1,979.60</b>	<b>530.29</b>
<b>1</b>	<b>Semillas - siembra al Voleo</b>	kg. / Ha.	<b>210.00</b>	<b>3.50</b>	<b>735.00</b>	<b>151.35</b>
	<b>Mixta - 20% Urea, 80% P y K</b>	Unid. / Ha.	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>0.00</b>
<b>2</b>	<b>Fertilizantes</b>				<b>751.5</b>	<b>326.58</b>
	Urea	238	138	30		
	Fosfato Diamonico	46	46	0	200	1.24
	Superfosfato de Calcio Triple	18	46	0	300	1.68
	Cloruro de Potasio	0	46	20	0	1.80
	Abono Foliar	0	0	60	400	1.36
	Otros					0.00
					1.5	15.00
						19.50
						0.00
<b>3</b>	<b>Insecticidas</b>				<b>0.60</b>	<b>34.80</b>
	cipermetrina	kg. O Lts	0.6	70.00	42.00	10.45
	Otros					0.00
<b>4</b>	<b>Fungicidas</b>				<b>0.60</b>	<b>148.80</b>
	Folicur	kg. O Lts	0.6	248.00	148.80	44.68
	Otros					0.00
<b>5</b>	<b>Herbicidas</b>				<b>60.00</b>	<b>250.00</b>
	butaclor	kg. O Lts	2	25.00	50.00	75.68
	pendimetalhin	kg. O Lts	4	50.00	200.00	75.68
	Otros					0.00
<b>6</b>	<b>Adherentes</b>				<b>0.25</b>	<b>17.50</b>
	brak tru	kg. O Lts	0.50	35.00	17.50	2.63
	Otros					0.00
<b>7</b>	<b>Agua</b>		<b>25,000.00</b>		<b>129.00</b>	<b>48.05</b>
	Canon de Agua	M3	25,000	0.0064	129.00	48.05
<b>8</b>	<b>Otros Insumos</b>		<b>9,009.10</b>		<b>84.00</b>	<b>22.22</b>
	<b>Materia Organica</b>	Kg	9,000	0.00	0.00	0.00
	Control Biológico - Barreno (Avispitas)	liberaciones	3	28.00	84.00	18.92
	Otros					0.00
<b>E.-</b>	<b>VARIOS</b>				<b>4,180.00</b>	<b>1,897.71</b>
	Alquiler de Terreno ( Ha.)	M2	10,000	0.6	3,900.00	1,801.80
	Alquiler de Motofumigadora ( Ha.)	Unidades	1	40.00	40.00	12.01
	Flete Traslado de Insumos	Viajes	1	80.00	80.00	24.02
	Flete Traslado de Producción	Viajes	2	100.00	200.00	59.97
	Otros					0.00
<b>II.</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>1,883.30</b>	<b>846.59</b>
A	Imprevistos	1 % de Costos Directos			139.07	38.20
B	Gastos Administrativos	2 % de Costos Directos			278.13	76.40
C	Asistencia Tecnica	1.0 % de Costos Directos			139.07	19.10
D	Leyes Sociales	7 % de la Mano de Obra			303.10	104.23
E	Intereses Bancarios por el Prestamo Total	30 % En 5 Meses (3)			1,023.93	608.66

## Anexo 5. Costo de Producción de Arroz Valle de Camaná

II.-	ACTIVIDADES	UNID AD DE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL SOLES	COSTO TOTAL DOLARES
<b>A)-</b>	<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>14,016.35</b>	<b>3,819.80</b>
<b>A.1-</b>	<b>MANEJO DEL ALMACIGO</b>				<b>1,015.50</b>	<b>254.41</b>
	<b>Preparación del terreno Almácigo ( 300M2 )</b>					
	Cuspa Junta y Quema	JH	0.5	60.00	30.00	8.26
	Remojo y Fanguero	JH	0.5	60.00	30.00	8.26
	Arada,Gancho y Nivelada	Hs/Tr.	1.2	75.00	90.00	22.52
	Bordeadura y arreglo de Melgas	JH	0.5	60.00	30.00	8.26
	<b>Semilla</b>	<b>Kgrs.</b>	<b>150</b>	<b>3.50</b>	<b>525.00</b>	<b>105.11</b>
	Fertilizantes - Urea, Diamonico	Kgrs.	30	1.35	40.50	11.17
	Remojo, desparrame y lapada de Semilla	JH	0.5	60.00	30.00	8.26
	Abonamiento, Deshierbo y Fumigada	JH	2	60.00	120.00	16.52
	Riegos	JH	4	30.00	120.00	66.07
<b>A.2.-</b>	<b>TERRENO DEFINITIVO</b>				<b>12,680.85</b>	<b>3,565.38</b>
	<b>MANO DE OBRA</b>		<b>24.0</b>		<b>4,218.00</b>	<b>801.80</b>
	<b>1 Preparación de Terreno Definitivo</b>		<b>3.0</b>		<b>228.00</b>	<b>49.55</b>
	Incorporación de Materia Organica	Jornal		60.00	0.00	0.00
	Cuspa, Junta y Quema	Jornal	1	60.00	60.00	16.52
	Limpieza de Acequias, Desagues y Drenes	Jornal	2	60.00	120.00	16.52
	Arreglo de Bordos y Tomas	Jornal	0.3	60.00	18.00	8.26
	Riego de Machaco	Jornal	1.0	30.00	30.00	8.26
	Otras Actividades				0.00	0.00
	<b>2 Transplante - Siembra</b>		<b>2.0</b>		<b>2,130.00</b>	<b>438.44</b>
	<b>Saca Traslado y Plantación</b>	Contrato por Ha.			<b>1,650.00</b>	<b>405.41</b>
	Replante a Mano	Jornal	6	80.00	480.00	33.03
	Otras Actividades				0.00	0.00
	<b>3 Labores Culturales</b>		<b>15.0</b>		<b>1,620.00</b>	<b>247.75</b>
	Aplicación de Herbicidas	Jornal	0.5	60.00	30.00	8.26
	Aplicación de Fertilizantes (2)	Jornal	3.0	60.00	180.00	49.55
	Deshierbos (1)	Jornal	6.0	60.00	360.00	24.77
	Control Fitosanitario o Biologico	Jornal	0.5	60.00	30.00	8.26
	Aplicación de Fungicidas	Jornal	6.0	80.00	480.00	8.26
	Riegos	Jornal	9	60.00	540.00	148.65
	Otras Actividades				0.00	0.00
	<b>4 Cosecha</b>		<b>4.0</b>		<b>240.00</b>	<b>66.07</b>
	Orillado o Cantoneo	Jornal	0.5	60.00	30.00	8.26
	Ayudante de Maquina - Chirhuador	Jornal	0.5	60.00	30.00	8.26
	Guardiana	Jornal	3	60.00	180.00	49.55
	Otras Actividades				0.00	0.00
<b>C)-</b>	<b>MAQUINARIA E INSTRUMENTOS AGRICOLAS</b>		<b>6 + 3</b>	<b>9.00</b>	<b>1,610.00</b>	<b>335.59</b>
	Rastrogiada	Hora /	2	80.00	160.00	0.00
	Aradura	Hora /	2	80.00	160.00	0.00
	polidisco	Hora /	3.0	120.00	360.00	67.57
	Nivelación (baser)	Hora /	4.0	120.00	480.00	33.78
	Cosecha y Trilla	topo	3.0	150.00	450.00	198.20
	Otras Actividades				0.00	0.00
<b>D)-</b>	<b>INSUMOS</b>				<b>1,818.85</b>	<b>530.29</b>
	<b>1 Semillas</b>				<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
	Semillas - siembra al Voleo	kg. / H		210.00	3.50	
	Semillas - siembra mecanica a Ha.	Unid /			1.00	
	<b>2 Fertilizant</b>			<b>751.5</b>	<b>1,179.50</b>	<b>326.58</b>
	Urea	kg. / H	200	1.24	248.00	148.95
	Fosfato Diamonico	kg. / H	300	1.68	504.00	151.35
	Superfosfato de Calcio Triple	kg. / Ha.		1.80	0.00	0.00
	Cloruro de Potasio	kg. / H	300	1.36	408.00	20.42
	Abono Foliar	kg. / H	1.5	13.00	19.50	5.86
	Otros				0.00	0.00
	<b>3 Insecticidas</b>			<b>0.60</b>	<b>34.80</b>	<b>10.45</b>
	cipemetrina	kg. O L	0.6	58.00	34.80	10.45
	Otros					
	<b>4 Fungicidas</b>			<b>0.60</b>	<b>148.80</b>	<b>44.68</b>
	triazoles	kg. O L	0.6	248.00	148.80	44.68
	Otros					
	<b>5 Herbicidas</b>			<b>60.00</b>	<b>222.00</b>	<b>75.68</b>
	butaclor	kg. O L	2	21.00	42.00	75.68
	pendimetalin		4	45.00	180.00	
	Otros					
	<b>6 Adherentes</b>			<b>0.25</b>	<b>8.75</b>	<b>2.63</b>
	BRAK TRHU	kg. O L	0.25	35.00	8.75	2.63
	Otros					
	<b>7 Agua</b>			<b>25,000.00</b>	<b>150.00</b>	<b>48.05</b>
	Canon de Agua	M3	25,000	0.0064	150.00	48.05
	<b>8 Otros Insumos</b>			<b>9,009.10</b>	<b>75.00</b>	<b>22.22</b>
	Materia Organica	Kg		9,000	0.00	0.00
	Herramientas (Lampas)	Unidad		110.00	0.00	3.30
	Control Biológico - Barreno (Avispitas)	liberac	3	25.00	75.00	18.92
	Otros					
<b>E)-</b>	<b>VIARIOS</b>				<b>5,034.00</b>	<b>1,897.71</b>
	Alquiler de Terreno ( Ha.)	M2	10,000	0.6	4,800.00	1,801.80
	Alquiler de Motofumigadora ( Ha.)	Unidad	1	0.00	0.00	12.01
	Flete Traslado de Insumos	Viajes	1	60.00	60.00	24.02
	Flete Traslado de Producción	Kilos	14,500	0.012	174.00	59.87
	Otros				0.00	0.00
<b>II.-</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>1,881.16</b>	<b>846.59</b>
A	Imprevistos	1 %	de Costos Directos		140.16	38.20
B	Gastos Administrativos	2 %	de Costos Directos		280.33	76.40
C	Asistencia Tecnica	1.0 %	de Costos Directos		140.16	19.10
D	Leyes Sociales	7 %	de la Mano de Obra		295.26	104.23
E	Intereses Bancarios por el Prestamo Total	30 %	En 5 Meses (70% de CD)		1,025.25	608.66
	Interes mensual 2.41%			0.1155		

## Anexo 6. Costos de Producción Valle De Ocoña

II.-	ACTIVIDADES	UNID AD DE	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL SOLES	COSTO TOTAL DOLARES	
<b>A)-</b>	<b>COSTOS DIRECTOS</b>				<b>13,825.75</b>	<b>3,819.80</b>	
<b>A.1</b>	<b>MANEJO DEL ALMACIGO</b>				<b>1,071.40</b>	<b>254.41</b>	
	<b>Preparación del terreno Almacigo (300M2)</b>						
	Cuspa Junta y Quema	JH	0.5	60.00	30.00	8.26	
	Remojo y Fanguero	JH	0.5	60.00	30.00	8.26	
	Arada,Gancho y Nivelada	Hs/Tr.	1	85.00	85.00	22.52	
	Bordeadura y arreglo de Melgas	JH	0.5	60.00	30.00	8.26	
	<b>Semilla</b>	<b>Kgrs.</b>	<b>150</b>	<b>3.50</b>	<b>525.00</b>	<b>105.11</b>	
	Fertilizantes - Urea, Diamonico	Kgrs.	30	138	41.40	11.17	
	Remojo, desparrame y tapada de Semilla	JH	0.5	60.00	30.00	8.26	
	Abonamiento, Deshierbo y Fumigada	JH	2	60.00	120.00	16.52	
	Riegos	JH	3	60.00	180.00	66.07	
<b>A.2.-</b>	<b>TERRENO DEFINITIVO</b>				<b>12,434.35</b>	<b>3,565.38</b>	
	<b>MANO DE OBRA</b>		<b>24.0</b>		<b>4,060.00</b>	<b>801.80</b>	
<b>1</b>	<b>Preparación de Terreno Definitivo</b>		<b>3.0</b>		<b>210.00</b>	<b>49.55</b>	
	<b>Incorporación de Materia Organica</b>				<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	
	Cuspa, Junta y Quema	Jornal	1	60.00	60.00	16.52	
	Limpieza de Acequias, Desagues y Drenes	Jornal	2	60.00	120.00	16.52	
	Arreglo de Bordos y Tomas	Jornal	0.5	60.00	30.00	8.26	
	Riego de Machaco	Jornal	0.0	60.00	0.00	8.26	
	Otras Actividades				0.00	0.00	
<b>2</b>	<b>Transplante - Siembra</b>		<b>2.0</b>		<b>1,990.00</b>	<b>438.44</b>	
	<b>Saca Traslado y Plantación</b>				<b>1,600.00</b>	<b>405.41</b>	
	Replante a Mano	Contrato por Ha.	6	65.00	390.00	33.03	
	Otras Actividades				0.00	0.00	
<b>3</b>	<b>Labores Culturales</b>		<b>15.0</b>		<b>1,740.00</b>	<b>247.75</b>	
	Aplicación de Herbicidas	Jornal	1.0	100.00	100.00	8.26	
	Aplicación de Fertilizantes (2)	Jornal	3.0	60.00	180.00	49.55	
	Deshierbos (1)	Jornal	6.0	60.00	360.00	24.77	
	Control Fitosanitario o Biologico	Jornal	3.0	120.00	360.00	8.26	
	Aplicación de Fungicidas	Jornal	2.0	100.00	200.00	8.26	
	Riegos	Jornal	9	60.00	540.00	148.65	
	Otras Actividades				0.00	0.00	
<b>4</b>	<b>Cosecha</b>		<b>4.0</b>		<b>120.00</b>	<b>66.07</b>	
	Orillado o Cantoneo	Jornal	0.5	60.00	30.00	8.26	
	Ayudante de Maquina - Chirhuador	Jornal	0.5	60.00	30.00	8.26	
	Guardiana	Jornal	1	60.00	60.00	49.55	
	Otras Actividades				0.00	0.00	
<b>C)-</b>	<b>MAQUINARIA E INSTRUMENTOS AGRICOLAS</b>		<b>9.00</b>		<b>1,680.00</b>	<b>335.59</b>	
	<b>Rastrosiada</b>	Hora /	6 + 3	1	90.00	90.00	0.00
	Aradura	Hora /	3	90.00	270.00	0.00	
	plodisco	Hora /	3.0	120.00	360.00	67.57	
	Nivelación (laser)	Hora /	3.0	140.00	420.00	33.78	
	Cosecha y Trilla	Hora /	3.0	180.00	540.00	198.20	
	Otras Actividades				0.00	0.00	
<b>D)-</b>	<b>INSUMOS</b>				<b>1,847.85</b>	<b>530.29</b>	
<b>1</b>	<b>Semillas</b>				<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	
	<b>Mezclas</b>	<b>kg. / Ha.</b>			<b>1.00</b>		
		<b>Unid /</b>			<b>1.00</b>		
		<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
		238	138	30			
<b>2</b>	<b>Fertilizant</b>				<b>751.5</b>	<b>1,241.50</b>	<b>326.58</b>
	Urea	kg. / Ha.	250	1.24	310.00	148.95	
	Fosfato Diamonico	kg. / Ha.	300	1.68	504.00	151.35	
	Superfostato de Calcio Triple	kg. / Ha.	0	1.80	0.00	0.00	
	Cloruro de Potasio	kg. / Ha.	300	1.36	408.00	20.42	
	Abono Foliar	kg. / H	1.5	15.00	19.50	5.86	
	Otros				0.00	0.00	
<b>3</b>	<b>Insecticidas</b>		<b>0.60</b>		<b>34.80</b>	<b>10.45</b>	
	varios	kg. O L	0.6	70.00	34.80	10.45	
	Otros						
<b>4</b>	<b>Fungicidas</b>		<b>0.60</b>		<b>148.80</b>	<b>44.68</b>	
	triazoles	kg. O L	0.6	248.00	148.80	44.68	
	Otros						
<b>5</b>	<b>Herbicidas</b>		<b>60.00</b>		<b>246.00</b>	<b>75.68</b>	
	butaclor	kg. O L	2	23.00	46.00	75.68	
	pendimentalin		4	50.00	200.00		
	Otros						
<b>6</b>	<b>Adherentes</b>		<b>0.25</b>		<b>8.75</b>	<b>2.63</b>	
	break thru	kg. O L	0.25	35.00	8.75	2.63	
	Otros						
<b>7</b>	<b>Agua</b>		<b>25,000.00</b>		<b>140.00</b>	<b>48.05</b>	
	Canon de Agua	M3	25,000	0.0064	140.00	48.05	
<b>8</b>	<b>Otros Insumos</b>		<b>9,009.10</b>		<b>28.00</b>	<b>22.22</b>	
	Herramientas	Kg	9,009		0.00	0.00	
	Herramientas (Lampas)	Unidad	1	110.00	0.00	3.30	
	Control Biológico - Barreno (Avispitas)	liberac	1	28.00	28.00	18.92	
	Otros						
<b>E)-</b>	<b>VIARIOS</b>				<b>4,846.50</b>	<b>1,897.71</b>	
	Alquiler de Terreno ( Ha.)	M2	10,000	0.6	4,500.00	1,801.80	
	Alquiler de Motofumigadora ( Ha.)	Unidad	1	40.00	0.00	12.01	
	Flete Traslado de Insumos	Viajes	1	100.00	100.00	24.02	
	Flete Traslado de Producción	Kilos	14,500	0.017	246.50	59.87	
	Otros				0.00	0.00	
<b>II.</b>	<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				<b>1,842.55</b>	<b>846.59</b>	
A	Imprevistos	1	% de Costos Directos		138.26	38.20	
B	Gastos Administrativos	2	% de Costos Directos		276.52	76.40	
C	Asistencia Tecnica	1.0	% de Costos Directos		138.26	19.10	
D	Leyes Sociales	7	% de la Mano de Obra		284.20	104.23	
E	Intereses Bancarios por el Prestamo Total	30	% En 5 Meses (3)		1,005.32	608.66	

## Anexo 7. Costos de Producción Probabilístico de Trasplante Mecanizado

<b>Detalle</b>	<b>caso uno</b>	<b>caso 2</b>
<b>almacigo</b>		
Semilla	140	210
plastico	110	250
Mano de Obra	240	360
Maquinaria agrícola	-	90.00
Fertilizantes	40	
<b>trasplante y replante</b>	810	1320
mano de obra	180	360
replante	180	360
alquiler maquina	450	600
<b>Cultivo</b>		
mano de obra	1900.00	1900.00
fertilizantes	1472.95	1472.95
Agroquímicos	387.84	387.84
Herbicidas	224.50	224.50
Maquinaria agrícola	1057.50	1057.50
Cosecha	450.00	540.00
Agua	145.00	145.00
alquiler	3900.00	4800
Otros	500.00	500.00
Costos directos	11377.79	13257.79
Costos indirectos	2599.30	2599.30
Total de costos	14787.08	17177.08
Rendimiento	13761.00	15316.10
Precio promedio (S/Kg)	1.30	1.30
Ingresos brutos	17889.3	19910.93
Margen de utilidad	3102.2175	2733.8475
<b>rentabilidad</b>	0.2097924	0.15915668

## Anexo 8. Material Fotográfico



**Fotografía 1.** Almacigo de arroz Tacuarí- Valle de Ocoña



**Fotografía 2.** Trasplante tradicional – Valle de Tambo





**Fotografía 3.** Toma de datos a los agricultores – Valle de Camaná



**Fotografía 4.** Arroz en crecimiento – Valle de Majes