

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN



**“RENTABILIDAD Y RIESGOS EN LA PRODUCCIÓN DE
PAPA BLANCA COMERCIAL. LOS CASOS DE
AYACUCHO Y LIMA”**

Presentado por:

PETHER LOPEZ GARCIA

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
ECONOMISTA**

Lima – Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN
“RENTABILIDAD Y RIESGOS EN LA PRODUCCIÓN DE
PAPA BLANCA COMERCIAL. LOS CASOS DE
AYACUCHO Y LIMA”

Presentado por:

PETHER LOPEZ GARCIA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
ECONOMISTA

SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO:

.....
Mg. Sc. Agapito Linares Salas
PRÉSIDENTE

.....
Mg. Sc. Ramón ~~Alberto~~ Diez Matallana
ASESOR

.....
Mg. Sc. Silvia Rosa Pérez Huamán
MIEMBRO

.....
Eco. Luis Alberto Chaparro Guerra
MIEMBRO

Lima – Perú

2019

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres Serapio López Huamaní y María García Tineo quienes fueron un gran apoyo emocional durante el tiempo en que escribía esta tesis.

A mi amigo Carlos Alberto Minaya Gutiérrez por su generoso apoyo.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clases, a ellos que continuaron depositando su esperanza en mí.

AGRADECIMIENTO

A los profesores del Departamento Académico de Economía y Planificación por sus valiosos consejos y motivación para poder realizar la presente investigación, en especial a mi asesor Ramón Alberto Diez Matallana por incondicional apoyo y su valioso tiempo. Agradezco también a los miembros del jurado por sus acertados comentarios y sugerencias tanto para la presente tesis como para mi desarrollo profesional.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Objetivos de la investigación	4
1.1.1.	Objetivo general	4
1.1.2.	Objetivos específicos.....	4
1.2.	Justificación de la investigación.....	4
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1.	Marco teórico	6
2.1.1.	Metodologías de evaluación económica ex-post.....	6
2.1.2.	Costos de producción en la agricultura	10
2.1.3.	Análisis probabilístico o de riesgo	10
2.2.	El análisis de rentabilidad económica en agricultura	12
2.2.1.	Antecedentes de análisis económico en agricultura.....	12
2.2.2.	Medidas monetarias de bienestar social	17
2.2.3.	Descripción socioeconómica de las regiones en estudio.....	19
2.2.4.	Dinámica del cultivo de papa en ambas regiones	22
2.2.5.	Características del cultivar Canchan	24
2.2.6.	Generalidades sobre el tizón tardío	25
2.2.7.	Manejo de la ranca o tizón tardío	26
2.2.8.	Cisgénesis.....	29
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	32
3.1.	Características de la investigación	32
3.2.	Formulación de hipótesis.....	32
3.2.1.	Hipótesis general	32
3.2.2.	Hipótesis específicas	32
3.3.	Metodología.....	32
3.3.1.	Procesos de simulación	32
3.3.2.	Simulación de Montecarlo	37
3.4.	Procedencia y captación de la información.....	38
3.5.	Variables en estudio	38
3.5.1.	Tratamiento de las variables.....	38
3.5.2.	Descripción de las variables	39
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43

4.1.	Costos de producción comparados en papa blanca comercial	43
4.2.	Aplicación de la simulación de Montecarlo	44
4.2.1.	Parámetros de las distribuciones de probabilidad de las variables.....	45
4.2.2.	Resultados obtenidos.....	46
4.2.3.	Análisis de sensibilidad.....	50
4.3.	Cambios esperados en el nivel de bienestar social en Ayacucho frente a la hipotética liberación de una semilla cisgénica resistente a racha o tizón tardío causada por <i>Phytophthora infestans</i>	52
4.3.1.	Otros indicadores de rentabilidad social:	60
V.	CONCLUSIONES	64
VI.	RECOMENDACIONES	66
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
VIII.	ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Metodologías de evaluación de impactos de acuerdo a distintos enfoques	6
Tabla 2: Estructura de costos de producción en el sector agrícola	10
Tabla 3: Ingreso mensual de papa blanca comercial al Mercado Mayorista N°1, según procedencia.....	23
Tabla 4: Oferta de papa blanca comercial desde diversas regiones a Lima Metropolitana (últimos 7 días)	24
Tabla 5: Resultados esperados con el uso de semillas cisgénicas	31
Tabla 6: Parámetros de la distribución Uniforme.....	34
Tabla 7: Parámetros de la distribución Normal	35
Tabla 8: Parámetros de la distribución Triangular	35
Tabla 9: Variables de entrada y de salida	39
Tabla 10: Costos de producción total para ambas regiones al año 2017	44
Tabla 11: Parámetros de las distribuciones de probabilidad de variables del modelo	45
Tabla 12: Medidas estadísticas del margen bruto por hectárea	46
Tabla 13: Percentiles de riesgo del margen bruto por hectárea para ambas regiones	50
Tabla 14: Factores que conforman la sensibilidad en el margen bruto por hectárea.....	51
Tabla 15: Rendimientos (región Ayacucho), tasa de descuento, probabilidad de éxito y tasa de adopción asociadas a una semilla cisgénica en el cultivo de papa blanca.....	54
Tabla 16: Cálculo del tamaño proporcional del Desplazamiento de la Oferta (K) y la Variación de los Precios relacionados con la nueva Tecnología (Z).....	55

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Pérdidas de producción en papa blanca comercial.....	2
Figura 2: Evaluación económica en proyectos de inversión.	8
Figura 3: Cambios esperados en el precio y producción agrícola por una mejora tecnológica.....	14
Figura 4: Desplazamientos de la función de oferta en función a la tasa de adopción y probabilidad de éxito de una innovación tecnológica en el sector agrícola.	15
Figura 5: Excedente del consumidor como medida monetaria del bienestar que obtienen las familias por comprar y consumir bienes y servicios en el mercado.....	17
Figura 6: Excedente del productor como medida monetaria del bienestar que obtienen las familias por comprar y consumir bienes y servicios en el mercado	18
Figura 7: Mapa político de Ayacucho	19
Figura 8: Cultivar Canchan.....	25
Figura 9: Lesiones en tubérculos infectados con <i>P. Infestans</i>	26
Figura 10: Manejo Integrado del tizón tardío.....	28
Figura 11: Características de los cultivos transgénicos y cisgénicos	30
Figura 12: Distribución Uniforme	34
Figura 13: Distribución Normal	35
Figura 14: Distribución Triangular.....	35
Figura 15: Distribución de probabilidad para los beneficios económicos (margen bruto por hectárea) en la región Ayacucho.....	47
Figura 16: Distribución de probabilidad para los beneficios económicos (margen bruto por hectárea) en la región Lima.	48
Figura 17: Distribución de probabilidad para los beneficios económicos (margen bruto por hectárea) comparados: Región Lima (guinda) y Ayacucho (azul)	49
Figura 18: Coeficientes de correlación lineal entre dos variables	52
Figura 19: Cambios en el excedente del productor (en Ayacucho) a consecuencia de la liberación de una semilla cisgénica resistente a ranchar.....	56
Figura 20: Variables explicativas que influyen en la magnitud del excedente del productor en Ayacucho a consecuencia de la liberación hipotética de una semilla cisgénica resistente a ranchar.....	57

Figura 21: Cambios hipotéticos en el excedente del consumidor (en Lima) a consecuencia de la liberación hipotética de una semilla cisgénica resistente a racha (en Ayacucho).....	58
Figura 22: Variables explicativas del excedente del consumidor en Lima a consecuencia de la liberación hipotética de una semilla cisgénica resistente a racha	59
Figura 23: Cambios hipotéticos en el excedente social a consecuencia de la liberación hipotética de una semilla cisgénica resistente a racha en Ayacucho	59
Figura 24: Función de densidad del VAN de la alternativa tecnológica (semilla cisgénica en papa blanca) como indicador de la rentabilidad social	61
Figura 25: Sensibilidad del VAN asociado a la implementación de una alternativa tecnológica: semilla cisgénica de papa blanca	62
Figura 26: Función de densidad de la TIR asociada a la implementación de una alternativa tecnológica: semilla cisgénica de papa blanca.....	63

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia	72
Anexo 2: Variables del modelo	73
Anexo 3: Reporte de los beneficios económicos (margen bruto por hectárea) en la región Lima mediante el software @Risk	74
Anexo 4: Reporte de los beneficios económicos (margen bruto por hectárea) en la región Lima mediante el software @Risk	75
Anexo 5: Reporte de los resultados (funciones de distribución de probabilidad) de las variables input mediante el software @Risk	76
Anexo 6: Reporte del análisis de sensibilidad y correlación de las variables input mediante el software @Risk.....	78
Anexo 7: Reporte de los resultados de las variables output: margen bruto por hectárea, mediante el software @Risk.....	79
Anexo 8: Costos de producción por hectárea en la región Ayacucho	80
Anexo 9: Costos de producción por hectárea en la región Lima.....	82
Anexo 10: Abastecimiento y precios de papa blanca comercial en Lima Metropolitana (Setiembre de 2017).....	86

RESUMEN

El objetivo de la investigación es comparar los niveles de rentabilidad de los productores de papa blanca comercial en las regiones de Ayacucho y Lima, considerando un entorno probabilístico o de riesgo. Se utilizó el método de simulación estocástica de Montecarlo, empleando el *software* @Risk. La hipótesis central del estudio, la región Lima tiene más probabilidades de obtener altos niveles de rentabilidad y menor riesgo en esta actividad productiva pues presenta un mayor número de escenarios positivos (valor esperado de la rentabilidad por hectárea) que la región Ayacucho, se comprobó. También se verificó, que las principales fuentes de riesgo en producción de papa blanca comercial, en ambas regiones, son el precio en chacra y la productividad por hectárea. En el caso del rendimiento, hay diferencia sustancial entre ambas regiones, lo cual conduce a que los agricultores de Ayacucho tengan más probabilidades de lograr resultados económicos negativos. Luego se evaluó, en la región Ayacucho, los efectos en el bienestar social de la posible liberación de una semilla cisgénica de papa blanca resistente a racha causada por *Phytophthora infestans*. Esta innovación tecnológica arroja resultados positivos y significativos, ya que el excedente del consumidor aumenta en S/. 988 765, mientras que el excedente del productor crece en S/. 1 998 456. El valor actual neto (VAN) de la inversión pública en la semilla cisgénica (con tasa de descuento de 9 por ciento) asciende a S/. 12 634 125; mientras que la tasa interna de retorno (TIR), en un período de 10 años, asciende a 18.3 por ciento.

Palabras clave: Papa blanca, simulación estocástica, riesgo, semilla cisgénica, bienestar social.

ABSTRACT

The objective of the research is to compare the profitability levels of commercial white potato producers in the regions of Ayacucho and Lima, considering a probabilistic or risk environment. The Montecarlo stochastic simulation method was used, with the @Risk software. The central hypothesis of the study, the Lima region is more likely to obtain high levels of profitability and lower risk in this productive activity because it presents a greater number of positive scenarios (expected value of profitability per hectare) than the Ayacucho region, it was proven. It was also verified that the main sources of risk in production of commercial white potatoes, in both regions, are the farm price and the productivity per hectare. In the case of yield, there is a substantial difference between the two regions, which means that farmers in Ayacucho are more likely to achieve negative economic results. Then, in the Ayacucho region, the effects on the social welfare of the possible release of a cisgenic seed of white potato resistant to late blight caused by *Phytophthora infestans* were evaluated. This technological innovation yields positive and significant results, since the consumer surplus increases by S/ 988 765, while the surplus of the producer grows by S/ 1 998 456. The net present value (NPV) of the public investment in the cisgenic seed (with a discount rate of 9 per cent) amounts to S / . 12 634 125; while the internal rate of return (IRR), in a period of 10 years, amounts to 18.3 per cent.

Key words: White potato, stochastic simulation, risk, cisgenic seed, social welfare.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, la papa (*Solanum tuberosum*) es uno de los principales cultivos del país en cuanto a superficie cosechada (316 mil hectáreas en el 2015). La papa es la base de la alimentación de la zona andina y es producida por unas 600 mil unidades agrarias (MINAGRI, 2017). El Perú cuenta con la mayor diversidad de papas en el mundo: 8 especies nativas domesticadas y 2 301 de las más de 4 000 variedades de Latinoamérica. Perú posee 91 de las 200 especies que crecen en forma silvestre en casi todo nuestro continente (generalmente no comestibles) (Minaya, 2014).

Según Torero (2018), la papa es el tubérculo con la mayor superficie cultivada en el mundo y es el tercero en importancia como alimento de consumo humano. Crece en más de 100 países en el mundo. La producción mundial de papa ha crecido de 267 millones de toneladas en 1990 a 373.83 millones de toneladas en 2016, cubriendo en este año el área cosechada de papa unas 19.25 millones de hectáreas. Los productores más grandes son China, India, Rusia, Ucrania, Estados Unidos de Norteamérica, Alemania, Bangladesh, Polonia, Francia y Belarus. El comercio internacional de papa se ha duplicado en volumen y creció casi cuatro veces en valor desde la mitad de la década de los 1980s. Este crecimiento se explica por la gran demanda de productos procesados, congelados (\$50,755 millones en 2016 y se proyecta a 66 mil millones US\$ en 2017, a una tasa de 3.9 por ciento) y deshidratados de papa.

La riqueza en nutrientes de la papa (en 100 gramos, 18.5 gr. de almidón, 560 mg de Potasio y 20 mg de vitamina C), la ha llevado a convertirse en un alimento básico para la población peruana pues el consumo per cápita de este producto alcanza los 90 Kg por año, además la papa es un cultivo competitivo del trigo y el arroz en la dieta alimentaria del consumidor peruano (Diez *et al.*, 2013). De ahí la importancia de la papa pues sólo en Lima Metropolitana el consumo de este tubérculo en el 2015 contribuía a satisfacer las necesidades alimentarias de 9 834 631 habitantes (31.57 por ciento población nacional, según el INEI (2017) con un consumo de 2,424 toneladas por día y 885 mil toneladas por año.

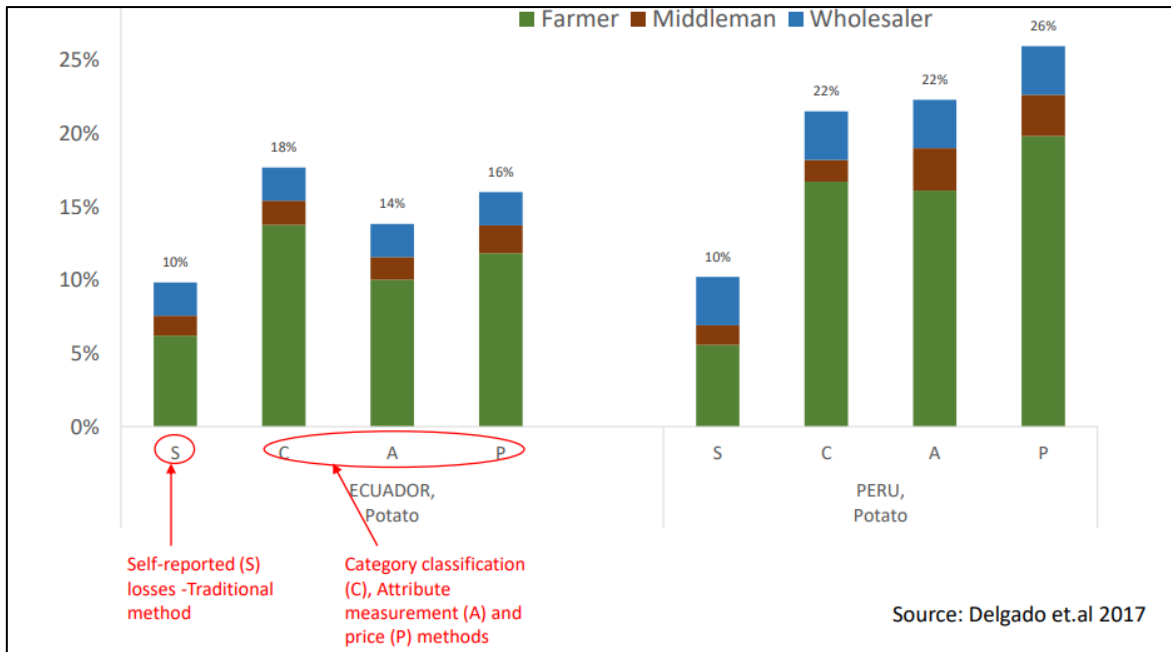


Figura 1: Pérdidas de producción en papa blanca comercial

FUENTE: Adaptado de Torero (2018)

Como se ve en la Figura 1, en Perú se dan mayores pérdidas de producto en chacra, intermediarios y venta al consumidor que, en Ecuador, debido a la rancha, enfermedad causada por *Phytophthora infestans* que daña la producción en chacra y a la *Phthorimaea operculella Zeller* o polilla de la papa, cuyas larvas se comen a la papa en almacén, lo cual está asociado al escaso empleo de semilla certificada, que apenas llega al 0.4 por ciento según Devaux et al. (2010). Dada la importancia del cultivo para productores y consumidores, es necesario estimar los beneficios económicos para los agricultores de esta actividad productiva en dos regiones tan disímiles como Ayacucho y Lima. Según SIEA (2017), Ayacucho en los últimos años, se ha posicionado como uno de los primeros abastecedores de papa blanca comercial en nuestro país, con una producción en el año 2015 de 324 mil toneladas (6.9% de la producción nacional) mientras que Lima, muestra un gran dinamismo en productividad, presentando uno de los mayores rendimientos por hectárea a nivel nacional (23.74 t/ha. en el año 2014 versus 14.8 t/ha. a nivel nacional), obteniendo, en promedio – en los últimos cinco años-, un rendimiento mayor en 60 por ciento al rendimiento por hectárea promedio nacional. La mayor oferta de Ayacucho, respecto a Lima, no está acompañada de mayores beneficios económicos (rentabilidad); pues, en la región Lima son mayores que los obtenidos por los productores de la región Ayacucho; es decir, hay un mayor riesgo de fracaso económico en Ayacucho que en Lima en la producción de papa blanca.

La interrogante que surge es ¿por qué se da este resultado? ¿Es que en la Región Ayacucho son más caros los insumos, la mano de obra, los servicios de maquinaria agrícola que en la Región Lima y esto les reduce la rentabilidad? ¿O más bien, es que en Lima los rendimientos son más altos, porque en Lima se usa las semillas de mayor rendimiento y se usa mejor los paquetes tecnológicos y esto compensa sobradamente los costos mayores de producción generados porque en Lima el mercado de factores está más desarrollado? ¿Qué ocurre con los precios en chacra en Lima y en Ayacucho? ¿Dónde son más altos? ¿Esto influye en la rentabilidad diferenciada entre ambas regiones?

Siguiendo a Minaya (2014), se propone analizar y evaluar los niveles de rentabilidad que obtienen los agricultores de papa blanca comercial en ambas regiones, determinando los factores que influyen en dichos niveles de beneficio económico, así como la importancia de sus efectos incidiendo en la generalización de estos resultados; es decir, evaluando cuáles son las probabilidades de que estos escenarios se mantengan o cambien en posteriores campañas de producción, a partir de la variabilidad de las fuentes de riesgo para los agricultores. En el Perú, la actividad productiva de papa tiene gran importancia económica y social, por ser fuente principal de ingresos y de generación de beneficios económicos para los casi 600 mil productores a nivel nacional, y también por el abastecimiento u oferta hacia los mercados mayoristas, que finalmente benefician a los consumidores (MINAGRI, 2013).

En ese sentido, el análisis y comparación, de la dinámica en la producción y rentabilidad del cultivo de la papa blanca comercial en estas dos regiones, servirá para hacer un diagnóstico y descripción consistente de esta actividad productiva, lo cual nos permitirá determinar la incidencia de los factores que generan variabilidad en los beneficios económicos por hectárea para los agricultores. En ese contexto, surge la necesidad de responder la siguiente interrogante: ¿Qué región, Ayacucho o Lima, es más competitiva en la producción de papa blanca comercial, lo que permite obtener mayores niveles de rentabilidad en un entorno de bajo riesgo?. Esta pregunta implica las siguientes preguntas específicas:

- a. ¿Qué factores (variables) inciden en los niveles diferenciados de rentabilidad-en ambas localidades- de este producto agrícola?
- b. ¿La introducción de alguna alternativa que mejore las condiciones, en productividad y volumen, de productores y consumidores de papa blanca comercial conllevará a un mayor nivel de bienestar social neto, considerando financiamiento público?

1.1. Objetivos de la investigación

1.1.1. Objetivo general

Evaluar la rentabilidad económica de los agricultores de papa blanca comercial en Lima y Ayacucho, y comparar la incidencia de los factores explicativos de ésta en ambas localidades.

1.1.2. Objetivos específicos

- a. Comparar la incidencia de los factores explicativos (variables) de la rentabilidad en ambas localidades.
- b. Estimar el cambio en las medidas monetarias de bienestar social: excedente del consumidor y excedente del productor debido a la aplicación de una innovación tecnológica en la producción de papa blanca comercial en la región Ayacucho.

1.2. Justificación de la investigación

El continuo crecimiento económico en los últimos años, ha reducido los índices de pobreza y una creciente clase media en el grueso de la población peruana. A esta dinámica de crecimiento económico en nuestro país, se suma el hecho de que la población de nuestro país crecerá a tasas anuales del 0.75 por ciento en los próximos 40 años (INEI, 2009) y se espera que para el año 2050, nuestra población sea de 40.1 millones de personas, lo que evidentemente causará el incremento autónomo de la demanda por alimentos, y que en contraste, la oferta de productos agrícolas como la papa, no acompañen este ritmo de crecimiento o presenten serios problemas que imposibilitan esta tendencia creciente (Diez *et al.* 2013; Minaya, 2014).

Este panorama, generaría brechas entre la producción y el consumo de este producto, distorsionándose su mercado y generando desequilibrios en otros mercados, como el trigo, por ejemplo; aumentando la dependencia del trigo, que es un producto casi, en su totalidad importado e inseguridad alimentaria en nuestra población. En esta dinámica, para los agricultores paperos, conocer la variabilidad e influencia de variables como los precios de su producto, así como el precio de sus insumos, rendimiento por hectárea, etc.; no hacen sino incidir en la toma de decisiones relacionadas al volumen de producción, tipo de producto a

cosechar, etc.; lo que finalmente repercutirá en los beneficios económicos que ellos pueden obtener. En ese sentido, es pertinente analizar y evaluar el comportamiento de las variables que determinan los diferentes niveles de beneficios económicos, en un entorno probabilístico o de riesgo, es importante, pues permite orientar la producción de la papa blanca comercial en estas dos regiones en estudio.

Resumiendo, se justifica la presente investigación por las siguientes razones:

- Obtener un panorama (diagnóstico y descriptivo) de la situación actual en el sector agrícola de la papa, así como sus implicancias relaciones sociales y económicas en dos regiones específicas del Perú.
- Conocer y comparar los principales factores de riesgo en la producción de papa blanca comercial en dos regiones importantes (en producción y rendimiento) de este cultivo.
- Esta investigación será un aporte en el proceso de toma de decisiones y así poder orientar la producción agrícola de diversos cultivos (no sólo la papa).
- El presente trabajo será un antecedente para futuras investigaciones y así establecer políticas públicas para el sector agrícola en general (apoyo técnico, subvenciones, capacitaciones, etc.).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Metodologías de evaluación económica ex-post

Según Martínez (2010), la palabra “evaluación” engloba: priorizar entre distintas alternativas, seleccionar una opción, definir escenarios, analizar resultados y tomar decisiones. El proceso de evaluación es una actividad cotidiana en nuestras vidas. Lo que se necesita para evaluar son: Alternativas, criterios de análisis, patrones de comparación, indicadores y métodos e instrumentos. Dentro de las metodologías de evaluación se tienen distintos enfoques, que se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1: Metodologías de evaluación de impactos de acuerdo a distintos enfoques

Criterio	Enfoques
Costos y beneficios	Economía
Presupuesto y ejecución financiera	Contabilidad
Logro de objetivos sustantivos (impacto)	Ciencias sociales, Educación, salud
Logro de objetivos y metas operativas (productividad)	Administración
Diagnosticar una situación	Educación, salud, psicología

FUENTE: Gestión de programas sociales en América Latina, CEPAL (1998)

Elaboración propia

Se puede apreciar en la Tabla 1 que la evaluación es aplicada por distintos campos de estudio. Cada uno enfocándose en diversos criterios de decisión ya que evaluar significa distintas cosas según la tradición de estudio.

a. La evaluación ex-post

Con dicha evaluación se examina en forma analítica, acciones pasadas relacionadas con objetivos bien definidos, los recursos utilizados y los resultados obtenidos, y

derivar las experiencias necesarias para guiar a los responsables de tomar decisiones con el fin de mejorar las actividades futuras (DNP, 2004).

A través de ella se pretende varios propósitos:

- Conocer la eficacia del programa o proyecto, es decir, si las metas propuestas se realizaron en la cantidad y oportunidad con que fueron programadas. Con esta actividad además de conocer si el programa ha sido realizado con éxito, se verifica la capacidad de programación y previsión de los ejecutores.
- Precisar el impacto en el nivel económico a donde apunte el programa o proyecto.
- Medir la calidad en el cumplimiento de objetivos.
- Evaluar si los grupos beneficiados eran los previstos y si el beneficio alcanzó la dimensión programada.
- Analizar el proceso de toma de decisiones con relación al programa o proyecto desde la identificación hasta el momento de la evaluación.

Enfoque general y conceptualización del proceso de evaluación

La evaluación es la apreciación y valoración sistemática y objetiva sobre el diseño, la ejecución, la eficiencia, la efectividad, los procesos y los resultados de un proyecto en ejecución o completado. La evaluación se realiza normalmente durante todo el ciclo de proyectos, incluyendo varios años después de completada la ejecución, en el caso de evaluación de impacto o sostenibilidad. En la evaluación se pregunta si un proyecto está “funcionando satisfactoriamente”, en particular a la luz de los resultados planificados o ya obtenidos.

Algunos ejemplos de evaluación son:

- Evaluación ex-ante (antes de la ejecución del proyecto, mide costos y beneficios de un proyecto y permite tomar la decisión de implementar o no el Proyecto (MEF, 2014).
- Seguimiento (anual, por fases, etc.)
- Evaluación ex-post.

Objetivos de la evaluación ex-post.

- Derivar acciones correctivas para mejorar los procesos.
- Verificar el grado de cumplimiento de los objetivos.
- Determinar los impactos reales del proyecto.
- Generar memoria para aprender de la experiencia hacia futuros proyectos.

En la evaluación ex-post, se analizan los resultados, beneficiarios y metas obtenidas; es decir se realiza un análisis profundo del proyecto con valorización de las metas e indicadores alcanzados. El punto de referencia para llevar a cabo la evaluación ex-post de un proyecto es el resultado obtenido en el proceso de la evaluación ex-ante, mediante el que fue conceptualizado viable y posteriormente financiado.

Para lograr éxito en la evaluación ex-post de una iniciativa de inversión, se requiere:

- Un buen y completo diagnóstico de la situación inicial.
- Efectuar un registro sistemático de información en las distintas fases para establecer los avances y los logros.
- Una clara identificación del problema a resolver, de las acciones requeridas en términos de tiempos y montos involucrados, basado en un registro de datos oportuno y confiable, así como los resultados esperados de su ejecución.
- Debe comprender el ciclo completo de la iniciativa de inversión e indagar la forma en que se ha desarrollado la pre - inversión, inversión y operación.

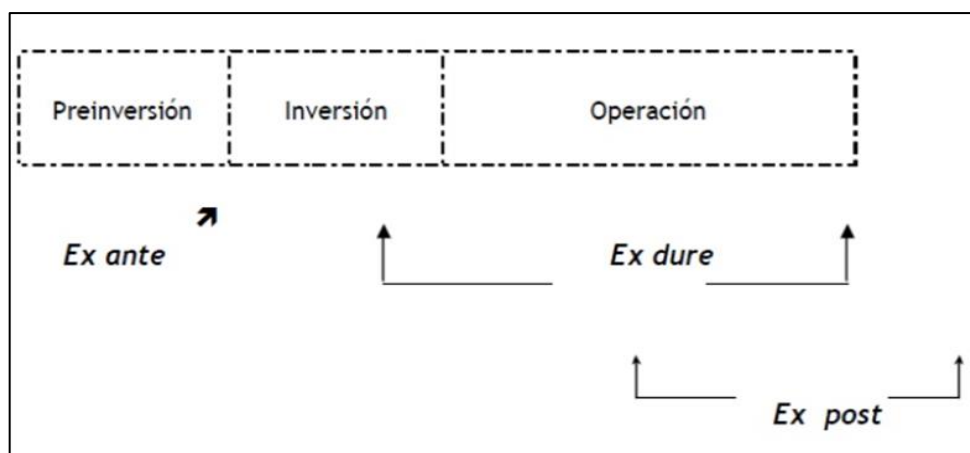


Figura 2: Evaluación económica en proyectos de inversión.

FUENTE: GOOGLE (2017)

Como se puede apreciar en la Figura 2, la evaluación ex-post, aplicada a actividades económicas, permite calcular los beneficios económicos de dicho proyecto mediante el análisis costo-beneficio. Se estiman los costos y beneficios resultantes de la actividad económica y se obtienen indicadores económicos sobre la rentabilidad en una actividad productiva o proyecto (Martínez, 2010).

a. El análisis costo beneficio

El análisis de costo-beneficio es importante en el ámbito de la teoría de la decisión. Sirve para determinar la conveniencia de un proyecto mediante la valoración en términos monetarios de todos los costos y beneficios derivados directa e indirectamente de dicho proyecto, para evaluar su rentabilidad. Se aplica a obras sociales, proyectos colectivos o individuales, empresas privadas, planes de negocios, etc., dando atención a la importancia y cuantificación de sus consecuencias sociales y/o económicas. La evaluación empieza hallando la proyección de los beneficios y costos netos del proyecto para un periodo de tiempo determinado, posteriormente convertimos los costos y beneficios a un valor actual actualizándolos con una tasa de descuento y luego se halla la relación beneficio – costo (B/C) dividiendo el valor actual de los beneficios entre el valor actual de costos del proyecto. Así:

$$\frac{B}{C} = \frac{VABT}{VACT} = \frac{VABT}{I + VA(OyM)}$$

Donde:

VABT: Valor actual de los beneficios sociales del proyecto

VACT: Valor actual de los costos totales del proyecto

I : Inversión inicial del proyecto

O y M: Costos de operación y mantenimiento del proyecto

Si el valor del ratio es mayor que 1 el proyecto es rentable, pero si es menor que 1 no es viable pues significa que la rentabilidad es menor que la inversión. Utilizando estos criterios se puede realizar una evaluación privada o social (evaluación de la provisión de servicios y bienes públicos). Pero hay diferencias importantes en los cálculos de los flujos de ingresos y egresos causadas por el hecho del uso de precios de mercado (empresa privada) y precios sociales (sector público) (Luna, 2013).

2.1.2. Costos de producción en la agricultura

Según Fellner (2004), los costos de producción en el sector agrícola, y en las demás actividades productivas, se clasifican en costos directos y costos indirectos.

- a. Costos directos:** Son las unidades monetarias empleadas en retribuir y/ o adquirir todos aquellos factores e insumos de producción que fueron usados en la producción de bienes agrícolas. Entre los principales se tiene:
- **Mano de obra:** Son los pagos a trabajadores para las actividades de preparación del terreno, siembra, labores culturales y cosecha.
 - **Maquinaria Agrícola:** Son el gasto en servicios de maquinaria para las siguientes actividades: rayado de machaco, aradura, gradeo y nivelado, rayado para siembra, trazado de cortadera, abonado y tapado, cultivo y aporque, corte de hojas, cosecha, y demás, dependiendo del cultivo a producir.
 - **Insumos:** Gastos en semillas, fertilizantes, pesticidas, herbicidas, y en algunas ocasiones, dependiendo del cultivo y región, se incluye el costo del agua.
- b. Costos indirectos:** Son los no asociados al nivel de producción, no incluyen el valor de los insumos o factores productivos. Entre los principales costos se tiene a: Gastos administrativos y gastos en imprevistos, así como los costos financieros. Por tanto, los costos de producción en el sector agrícola tienen la siguiente estructura:

Tabla 2: Estructura de costos de producción en el sector agrícola

Costo total de producción	=	Costos directos	+	Costos indirectos
		* Mano de obra		* Imprevistos
		* Maquinaria agrícola		* Gastos administrativos
		* Insumos		* Costos financieros

FUENTE: MINAGRI (2013); SEIA (2017).

Elaboración propia

2.1.3. Análisis probabilístico o de riesgo

Concepto de Riesgo. Para Francischetti *et al* (2014), el término riesgo hace referencia a la variabilidad de los retornos relacionados con un activo. Puede definirse como la obtención de retornos distintos a los esperados. El autor señala también que es evidente que bajo esa definición, un inversor (empresario) queda satisfecho cuando obtiene un retorno mayor que

el esperado. En ese sentido, la literatura económica muestra que la rentabilidad en la producción agrícola es una actividad riesgosa por naturaleza, pues las cosechas dependen de factores ambientales y de acción humana. Se sabe que en una campaña se pueden obtener buenos o malos rendimientos, dependiendo de factores tales como el número de hectáreas que posee el agricultor, acceso a recursos, nivel tecnológico, mercados, costos de producción, etc.

Análisis del Riesgo. El análisis del riesgo implica métodos, cualitativos o cuantitativos, para evaluar el impacto del riesgo en la toma de decisiones (Fiorito, 2006). Existen numerosas técnicas, para ayudar a quien debe decidir, a seleccionar un curso de acción, una vez que se comprenden los resultados posibles que pueden ocurrir. Reconocida una situación riesgosa, se cuantifica el riesgo que involucra esa situación. Cuantificar el riesgo significa determinar todos los valores posibles que una variable riesgosa puede tomar y determinar la probabilidad relativa de cada uno de esos valores. Cuantificado el riesgo, es decir, determinados los posibles resultados y la probabilidad respectiva de ocurrencia, se puede usar distribuciones de probabilidad para describir la situación. Una distribución de probabilidad presenta de modo resumido la cuantificación del riesgo para una variable. Hay básicamente dos enfoques para el análisis cuantitativo del riesgo:

- Analítico, que requiere que todas las distribuciones para las variables inciertas del modelo sean descritas matemáticamente. Estas ecuaciones se combinan matemáticamente para derivar otra ecuación que describa la distribución de resultados posibles. Este enfoque no es práctico para la mayoría de los casos. No es simple describir matemáticamente en términos de ecuaciones las distribuciones aún para un modelo no muy complejo. Demanda habilidades matemáticas y analíticas muy fuertes para ejecutarlo.
- El otro enfoque descansa en la posibilidad y velocidad de las computadoras para realizar muchos cálculos complejos en segundos. Es la llamada simulación, e implica resolver una hoja de cálculo muchas veces empleando las diversas combinaciones posibles de los valores que pueden adoptar las variables que alimentan el modelo, lo cual se puede aplicar con programas como el Crystal Ball, Simular, Model Risk y el @Risk.

2.2. El análisis de rentabilidad económica en agricultura

2.2.1. Antecedentes de análisis económico en agricultura

Minaya (2014) comparó la rentabilidad en la producción de papa blanca comercial en las regiones de Huánuco y Lima, empleando la información de costos, rentabilidad y riesgos de la producción de papa; concluyó que la rentabilidad posible, medida a partir del indicador: margen bruto por hectárea, es superior en Lima. La rentabilidad en Huánuco es mayormente negativa, los ingresos de los agricultores no cubren sus costos de producción, y presentan mayores riesgos, pues los cambios en las variables independientes afectan en mayor medida la variabilidad del margen bruto por hectárea, esto ocasiona que sea riesgosa para los agricultores. La principal fuente de riesgo para ambas regiones es el precio en chacra que cobran los productores por kilo de papa blanca comercial (señales del mercado que incidirán finalmente en las decisiones de producción de los agricultores precio-aceptantes).

Spada *et al.* (2011) analizaron los costos, rentabilidades y riesgos de la soya transgénica en Brasil y Argentina; evaluaron el desempeño de este cultivo y hallaron que la soya transgénica argentina es mucho más competitiva que la de Brasil, en diversos aspectos, principalmente por los menores costos de fertilizantes, menores costos de control de plagas y menores costos logísticos. El objetivo principal de ese estudio fue evaluar un parámetro adicional de competitividad, que son los niveles de rentabilidad asociados a riesgos enfrentados por los productores de los dos países. La metodología empleada fue la simulación de Montecarlo, además del análisis de sensibilidad para las variables respectivas, para medir la variación de los factores determinantes en la rentabilidad de la producción de soya transgénica.

Ayala-Garay *et al.* (2013) analizan la rentabilidad en la producción de maíz en Tulancingo, México. Aplicaron una encuesta a 55 productores, buscando información de variables cuantitativas y cualitativas, de la campaña agrícola de 2010 y clasificaron a los productores, según rendimiento: categoría I: rendimiento < 1 ton/ha. (24 por ciento de los productores); categoría II: de 1.1 a 2 ton / ha. (72 por ciento) y categoría III: ≥ 2.1 ton / ha. (4 por ciento). Identificaron los principales problemas o variables que determinan la rentabilidad por hectárea: sequía (96 por ciento mencionó que la falta de agua limita la producción); reducido uso de semilla mejorada (28 por ciento la utiliza); control fitosanitario deficiente (sólo 4 por ciento lo realiza); 24 por ciento aplica herbicidas; y 60 por ciento fertiliza, evidenciando un

bajo nivel tecnológico. La rentabilidad por hectárea en cada grupo de productores fue de – 2416.5 (categoría I); 83.15 (categoría II); y 1067.8 (categoría III) pesos mexicanos. Los costos de producción promedio fueron de 7209.2 pesos mexicanos. La falta de capacitación y asesoría técnica justifica la realidad anterior.

Respecto a la evaluación de innovaciones tecnológicas en el cultivo de papa blanca comercial (canchán) y su impacto en la rentabilidad de los productores, Echevarría (2011), evaluó el impacto económico del uso de semilla certificada de papa (*Solanum tuberosum l.*) cultivar canchán en el distrito de Huasahuasi en la región Junín, usando el análisis de presupuesto parcial, comparando la producción de semilleros con similares condiciones productivas y tecnológicas, sólo diferenciados por el uso o no de semilla certificada y encontró que los semilleros que usan semilla certificada tienen un beneficio bruto mayor que el del grupo de agricultores que usan semilla no certificada y un ratio beneficio-costo de 3.77. Respecto a evaluaciones de rentabilidad en cultivos agrícolas en Perú, Tarazona (2016), evaluó la rentabilidad a corto y largo plazo de una variedad transgénica de maíz amarillo duro (MAD Bt) y Mogollón (2015) hizo un ejercicio semejante para la producción de maíz amarillo duro en el distrito de Jayanca en Lambayeque. Para las evaluaciones de corto plazo emplearon el método de presupuesto parcial de Horton (1982) y para las evaluaciones de largo plazo el modelo de cambio de excedentes de Alston *et al.* (1995).

Anteriormente, se efectuó trabajos para el cultivo de papa blanca comercial en Huasahuasi, cuyos resultados están en el artículo de Diez *et al.* (2013), que valida el uso combinado del Presupuesto Parcial para el corto plazo y el Modelo de Excedentes de Alston *et al.* (op cit) y el Modexc para el largo plazo.

El modelo de excedentes de Alston, Norton y Pardey (1995). En el modelo de excedentes (del consumidor y productor), la nueva tecnología genera cambios en costos que se traducen en desplazamientos de la curva de oferta hacia la derecha, o sea la oferta aumenta. En el caso de una mejora tecnológica, en el Perú, Diez *et al.* (2013) y Guillén (2013) muestran que la curva de oferta se desplaza hacia la derecha y abajo, pues la tecnología que se usa en los procesos de producción reduce los costos de producción unitarios al incrementar los rendimientos (y la calidad del producto) por hectárea. Ambos señalan que la expansión final de la oferta dependerá de cuanta difusión y aceptabilidad tendrá la mejora tecnológica.

Respecto del beneficio para los consumidores, la teoría económica indica que la reducción del precio de venta y probablemente la mejora de la calidad del productor, favorecerán a los consumidores, incrementando sus excedentes. En línea con lo anterior, siguiendo a Diez, Gómez y Varona (2013), el concepto de excedente económico subyace a muchos de los métodos utilizados por los economistas para estimar los costos y beneficios de investigaciones agrícolas o evaluar las prioridades de tales investigaciones. Como señalan Alston *et al.* (1995), la mayoría de los métodos para evaluar los impactos de los cultivos transgénicos en el bienestar social se basan en el enfoque de los excedentes económicos.

Un enfoque básico es el cálculo de los beneficios de la introducción de una nueva tecnología que pueda aumentar la productividad en un k % (una reducción del costo unitario (S) / tonelada) o un aumento en la producción (ΔQ / hectárea), expresándose de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Valor de la producción} &= P \cdot Q \\ \text{Beneficio potencial} &= k(P \cdot Q) \\ \text{Beneficio esperado} &= (p \cdot k)(P \cdot Q) \\ \text{Beneficio realizado} &= A(p \cdot k)(P \cdot Q) \end{aligned}$$

Donde: K = Reducción de costo (mayor productividad), $k = K/p$, P = Probabilidad de éxito
 A = Nivel de adopción

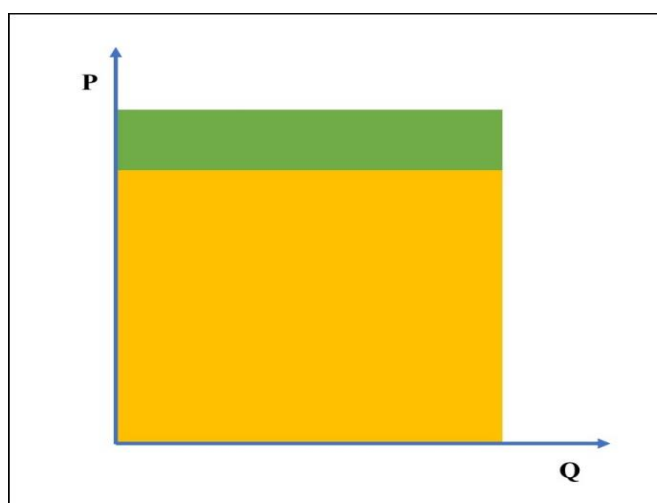


Figura 3: Cambios esperados en el precio y producción agrícola por una mejora tecnológica.

Elaboración propia.

La figura anterior refuerza la idea respecto de que el beneficio económico que se pueda lograr va a estar en función de la probabilidad de éxito y el nivel de adopción que se dé para el uso de una nueva tecnología (innovación) en el sector agrícola. Es decir que, debido a la investigación y desarrollo en el sector agrícola, un cambio tecnológico provocará excedentes en el bienestar social, ya sea por una disminución en los costos (y también el precio de venta del productor) o por el aumento de la producción, desplazando la curva de oferta en una proporción (K), tal como se observa en las siguientes figuras:

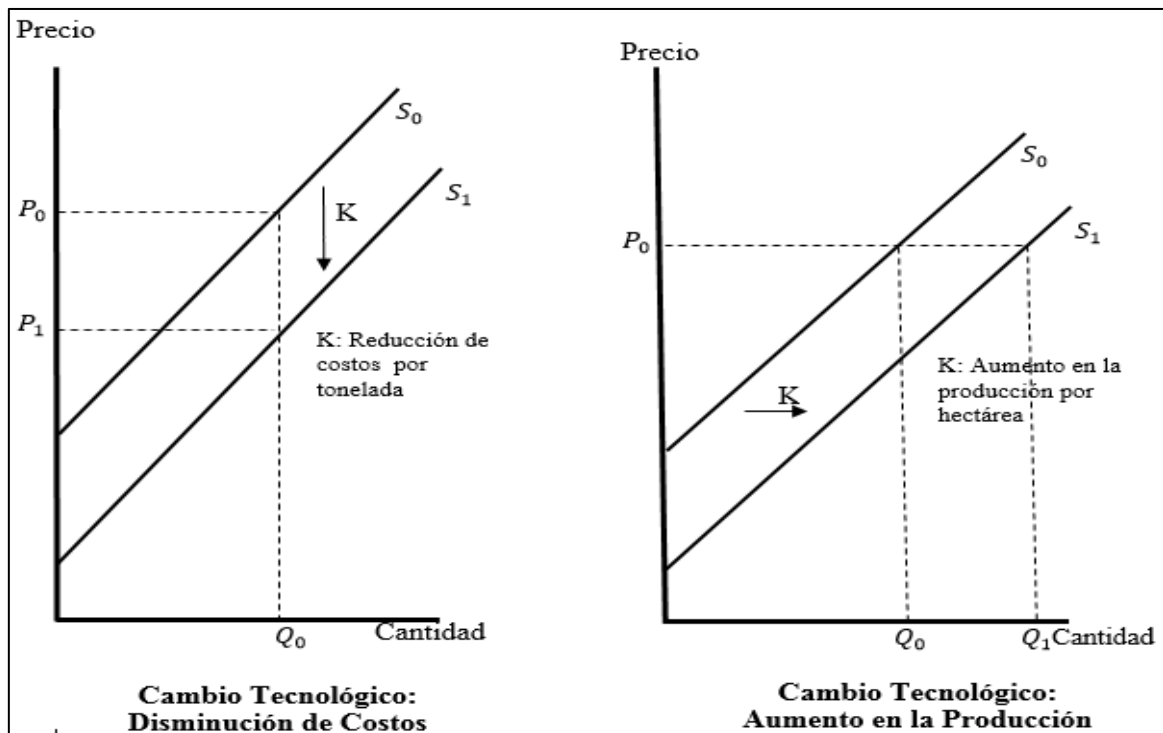


Figura 4: Desplazamientos de la función de oferta en función a la tasa de adopción y probabilidad de éxito de una innovación tecnológica en el sector agrícola.

FUENTE: Zepeda (2010)

Para una mejor descripción sobre la distribución de los excedentes gráfica y algebraicamente debido a un cambio tecnológico Alston *et al.*, (1995), señalan que, en este modelo, D representa la demanda de un producto homogéneo y S_0 y S_1 representan, respectivamente, la oferta del producto antes y después de los cambios tecnológicos debido a las investigaciones. Todas las curvas son definidas como flujos por unidad de tiempo, generalmente anual, como también los son las medidas del excedente económico. El equilibrio inicial es P_0 y Q_0 ; el final, P_1 y Q_1 . Los beneficios totales (anuales) del cambio de la oferta inducida por las investigaciones es igual al área debajo de la curva de demanda y

entre las dos curvas de oferta ($\Delta TS = \text{área}I_0abI_1$). Esta área puede ser vista como la suma de dos partes: (a) el ahorro del costo de la cantidad original (área de I_0acI_1) y (b) el excedente económico debido al incremento de producción y consumo (el área triangular abc , el valor total del incremento en consumo – área Q_0abQ_1 - menos el costo total del incremento de producción – área Q_0cbQ_1).

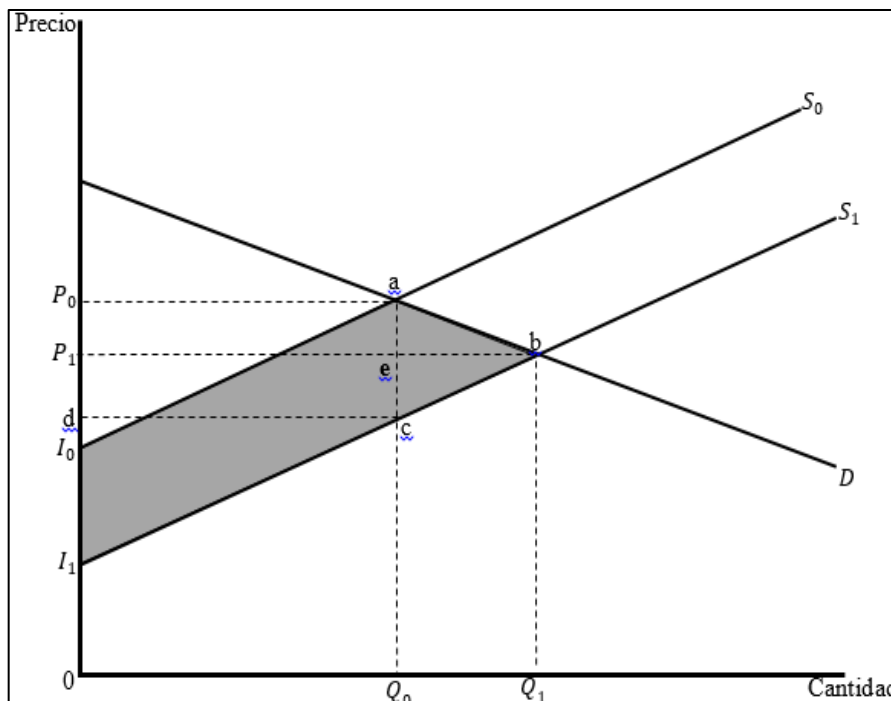


Figura 4: Beneficios económicos adicionales esperados según innovación tecnológica en el sector agrícola.

FUENTE: Zepeda (2010), adaptado de Varona (2013)

Alternativamente, podemos dividir el beneficio total entre beneficios del consumidor en forma del cambio en el excedente del consumidor ($\Delta CS = \text{área}P_0abP_1$) y beneficios del productor en forma del cambio en el excedente del productor ($\Delta PS = \text{área}P_1bI_1 - \text{área}P_0aI_0$). Bajo supuestos especiales de un cambio paralelo en la oferta, $\text{área}adI_1 = \text{área}P_0aI_0$ y el cambio en el excedente del productor es igual al beneficio neto de la producción total ($\text{área}P_1ecd$) más la ganancia del incremento de producción de Q_0 a Q_1 ($\text{área}sbce$) para una ganancias del excedente total de productor P_1bcd . Tal como se muestra en el Anexo 2, estos efectos se pueden mostrar algebraicamente como sigue:

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

$$\Delta PS = P_0Q_0 (K - Z)(1 + 0.5Z\eta) \quad (2)$$

$$\Delta TS = \Delta CS + \Delta PS = P_0 Q_0 K (1 + 0.5 Z \eta) \quad (3)$$

Donde K es el cambio vertical de la función de oferta expresado como una proporción del precio inicial, η es el valor absoluto de la elasticidad de la demanda, ε es igual a la elasticidad de la oferta y $Z = \frac{K\varepsilon}{(\varepsilon + \eta)}$ es la reducción en precio, relativo al valor inicial debido al cambio de la oferta.

2.2.2. Medidas monetarias de bienestar social

Excedente del consumidor

En teoría económica representa el bienestar, medido en unidades monetarias, que perciben los consumidores al comprar y consumir los distintos bienes y servicios provenientes del mercado. Se define como la máxima disposición a pagar y el precio de mercado que efectivamente pagan los consumidores, en ausencia de distorsiones gubernamentales (impuestos o subsidios o controles de precios): $EC = \text{MÁX DAP} - P^*$. Gráficamente se representa como el área por debajo de la función de demanda de un bien ($P_{\text{MÁX}}$ (Cuando $Q = 0$) o punto de corte con el eje de ordenadas (punto B de la figura)) hasta el precio de equilibrio de mercado (P^*) que es el precio que se determina por oferta y demanda; y que paga el consumidor y el que recibe el productor u ofertante (punto A de la figura).

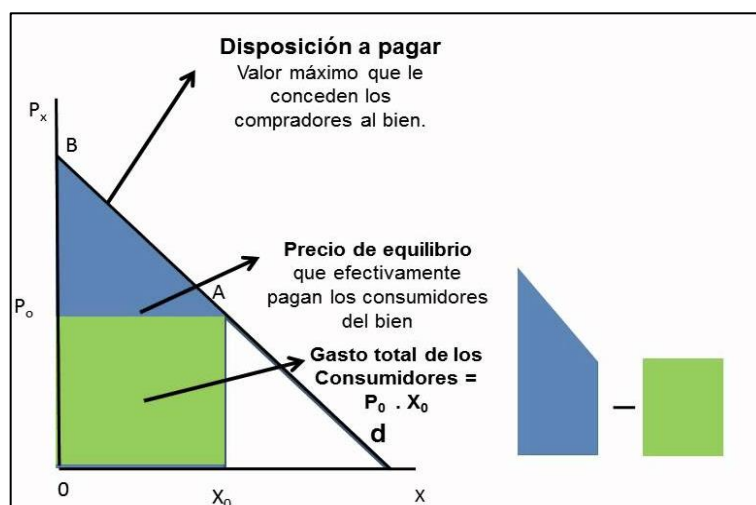


Figura 5: Excedente del consumidor como medida monetaria del bienestar que obtienen las familias por comprar y consumir bienes y servicios en el mercado

FUENTE: www.aulafacil.com

Se asume que la oferta de papa blanca comercial se incrementará (se desplace hacia la derecha) como consecuencia de la adopción de una semilla cisgénica resistente a racha. En base a ello se espera que el precio de equilibrio de mercado (P^*) se reduzca a P^{**} , donde $P^{**} < P^*$ y además la cantidad de equilibrio (consumida y producida a ese precio) también se incremente. Por lo tanto se espera que el bienestar de los consumidores aumente de todas maneras (el área del EC se incrementará).

Excedente del productor

La teoría económica señala que el excedente del productor (EP) representa el bienestar, medido en unidades monetarias, que obtienen los productores al vender sus productos en el mercado. Se define como el precio de mercado (P^*), determinado por la interacción de oferta y demanda; y el precio mínimo que están dispuestos a aceptar (DAA) por parte de este productor (basado en sus costos de producción sin considerar casos de subsidios y otras distorsiones gubernamentales): $EP = P^* - \text{MÍN DAA}$. Gráficamente se representa como el área por encima de la función de oferta de un bien ($P_{\text{MÍN}}$ (Cuando $Q = 0$) o punto de corte con el eje de ordenadas (punto F de la figura)) hasta el precio de equilibrio de mercado (P^*) que es el precio que se determina por oferta y demanda; y que recibe el productor u ofertante (punto C de la figura).

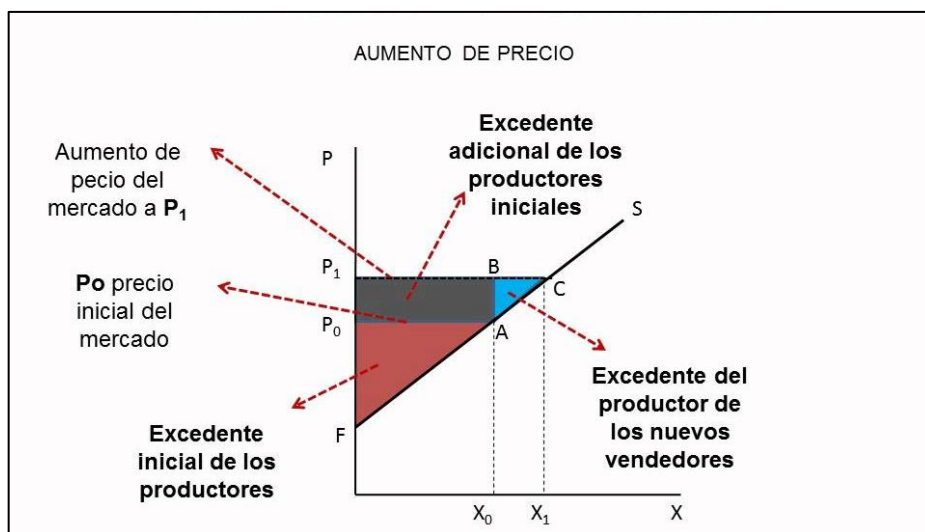


Figura 6: Excedente del productor como medida monetaria del bienestar que obtienen las familias por comprar y consumir bienes y servicios en el mercado.

FUENTE: www.aulafacil.com

La oferta de papa blanca comercial se incrementaría (se desplaza hacia la derecha) como consecuencia de la adopción de una semilla cisgénica resistente a racha. En base a ello se espera que el precio de equilibrio de mercado (P^*) se reduzca a P^{**} , donde $P^{**} < P^*$ y además la cantidad de equilibrio (consumida y producida a ese precio) también se incrementará. Por lo tanto, se espera que el bienestar de los productores cambiará debido al aumento de ventas (el área del EP se incrementará).

2.2.3. Descripción socioeconómica de las regiones en estudio

A. Región Ayacucho

- a. **Ubicación geográfica:** Ubicado en la zona sur-central de los andes peruanos, con un área total de 43 815Km², equivalente al 3,4 por ciento del territorio nacional. limita por el norte con Junín, por el noroeste con Huancavelica, por el oeste con Ica, por el sur con Arequipa, por el este con Apurímac y con el Cuzco por el Noreste.



Figura 7: Mapa político de Ayacucho.

FUENTE: GOOGLE (2017)

b. Población: Según el INEI (2017), el 2011 Ayacucho contaba con 658.4 mil habitantes (2,2 % del total nacional) siendo la provincia de Huamanga la de mayor población (38,9 % del total departamental). Su última tasa de crecimiento inter censal es de 1,5 %, con una distribución equilibrada de la población según sexo.

c. Estructura productiva

El 2011, el departamento de Ayacucho registró un crecimiento de 2,6 por ciento de su Valor Agregado Bruto (VAB), y aportó con 1 por ciento al VAB nacional. La dinámica de la economía está influenciada básicamente por el comportamiento de las actividades, agropecuaria, construcción, servicios gubernamentales, comercio y otros servicios, que en conjunto contribuyeron con el 73,7 por ciento al VAB departamental del 2011. Cabe indicar que, en el 2011 el empleo en las empresas privadas formales de 10 y más trabajadores registró un crecimiento de 8,3 por ciento en la ciudad de Ayacucho, por la mayor captación laboral del sector servicios (Minagri 2017).

Sector Agropecuario. Según el Valor Agregado Bruto (VAB) del 2011 fue el sector más importante con una participación de 16,7 % en el VAB departamental. En el subsector agrícola destacó la papa, maíz amiláceo, trigo, cebada grano, ajo y arveja verde en la zona de la sierra. En la zona de la selva fue importante la producción de cacao, café, yuca y plátano. Estos productos se orientaron al autoconsumo y consumo local, y en algunos casos para abastecer mercados regionales como Ica y Lima, el café y el cacao se destinaron principalmente para la exportación. Por el lado del subsector pecuario, destacan carnes de vacuno, ovino y porcino, y leche de vacuno, favorecida por el desarrollo del Proyecto de Irrigación Río Cachi.

Papa. Principal cultivo agrícola en la zona sierra, con más de 18,8 mil hectáreas sembradas en la campaña 2010-2011, y uno de los principales productos destinados al mercado de Lima entre enero y julio. Es el principal alimento de la población en la zona andina, llegando a sustentar el 26,7 por ciento del VBP agrícola del 2011, su producción se concentra en las provincias de Huamanga, Cangallo, La Mar, Huanta y Vilcashuamán. Por su facilidad de manejo ha crecido el área dedicada a la papa blanca en el período 2000 – 2017, a un 2.34 por ciento anual, la producción ha crecido a un 4.9 por ciento anual y

el rendimiento ha crecido 2.51 por ciento anual. Lo cual es una performance superior a la mostrada por otras regiones en mejora del rendimiento, sin embargo, en el 2017 está en un 50 por ciento por debajo del rendimiento de Lima.

Cacao. Es el principal producto en la zona selva del departamento, aporta 6.8 por ciento al VBP agrícola de 2011, destacando las provincias de La Mar y Huanta. La producción anual fluctúa alrededor de las 6 100 toneladas, y se destina a la industria nacional y a la exportación a Bélgica, Italia y Colombia.

Café. Al igual que el cacao, este cultivo de la selva es uno de los más representativos con una participación de 6,7 por ciento en el VBP agrícola, y el tercero en importancia después del cacao, con una producción promedio anual cercana a 4 400 toneladas. La producción se orienta a la exportación que en el 2011 alcanzó US\$ 5,3 millones, teniendo como principales destinos a Alemania, Suecia y Bélgica.

Sector Minero. En la producción minera destaca la producción de oro, plata, zinc, plomo y cobre, constituyéndose el oro (49%) y la plata (33%) como los de mayor contribución al VBP sectorial.

Sector Manufactura. Dominada por pequeñas empresas familiares orientadas al mercado interno. Destacan las que producen derivados lácteos, bebidas, productos de carpintería, metal – mecánica y confecciones, así como de artesanía.

Turismo. Según el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, el 2011 se registró 238 mil visitas a los establecimientos de hospedaje, correspondiendo el 97 por ciento a turistas nacionales y el 3 por ciento a extranjeros. La principal festividad religiosa es en Semana Santa, aunque gran parte de los arribos nacionales se realiza con fines de trabajo.

Servicios Financieros. El sector financiero ha acompañado el crecimiento del departamento en los últimos años hasta el punto de que el grado de profundización financiera, medido por el ratio colocaciones/VAB departamental aumentó de 3,7 por ciento en el 2005 a 12,4 por ciento en el 2015.

B. Región Lima

- a. **Ubicación geográfica:** En la parte central de la zona occidental de nuestro país, frente al océano Pacífico. Limita con Ancash por el norte, con Huánuco, Pasco y Junín por el este, con Ica por el sur y con la Provincia Constitucional del Callao por el oeste. La extensión del departamento de Lima es 34,948.57 km², un 2,7 por ciento del territorio nacional. Se ubica entre regiones de costa, de desiertos altos y de fértiles serranías ubicadas entre la vertiente occidental de la Cordillera Andina, con topografía abrupta que separa cuencas fluviales con ríos perennes y estacionales.
- b. **Población:** La región de Lima se encuentra políticamente constituida por 10 provincias: Lima (la capital), Barranca, Cajatambo, Canta, Cañete, Huaral, Huarochirí, Huaura, Oyón y Yauyos. Según el censo de 2007, la población censada al 2007 ascendió a 8'445,211 habitantes.
- c. **Estructura productiva:** La actividad agropecuaria es importante, en la que se pueden distinguir dos áreas, la primera, constituida por el eje costero, con un relativo desarrollo agrícola y agroindustrial, y la segunda, el área andina, con bajos niveles de producción y productividad. La agricultura es la actividad económica fundamental y constituye la principal fuente ocupacional en el ámbito del Gobierno regional de Lima, existiendo dos áreas bien definidas: la primera constituida por el eje costero con un relativo desarrollo agrícola y agroindustrial, y la segunda el área andina caracterizada por los bajos niveles de producción y productividad, y por carecer de una adecuada infraestructura de riego, almacenamiento, comercialización y de innovación tecnológica.

2.2.4. Dinámica del cultivo de papa en ambas regiones

En el Perú, la papa (*Solanum tuberosum*) es el principal cultivo del país en superficie cosechada (310 mil hectáreas en el 2017), con un volumen de 4.77 millones de toneladas, es la base de la alimentación andina y es producida por 600 mil unidades agrícolas. En cuanto a la producción de papa, la región Ayacucho aportó 6.72 por ciento del total nacional (304200 toneladas), y la región Lima sólo 2.36 por ciento (107 mil toneladas), es decir, en Ayacucho la producción de papa es más del triple que en Lima, tendencia que parece haberse mantenido al menos durante los últimos 20 años (Ver figura 4).

Tabla 3: Producción del cultivo de papa por principales regiones al 2016

Regiones	En toneladas	Como Porcentaje
Ayacucho	304200	6.72%
Lima	107100	2.36%
Puno (máximo)	691800	15.30%
Lambayeque (mínimo)	3900	0.086%
Total Nacional	4527600	100%

FUENTE: MINAGRI (2017)

Elaboración propia

En cuanto a superficie cosechada, la región Ayacucho maneja 6.73 por ciento del total nacional, mientras que la región Lima 2.35 por ciento.

Volúmenes de ingreso de papa comercial en el mercado mayorista de Lima

Siguiendo a Minaya (2014) y al SEIA (2017), se puede observar que el consumo de papa blanca comercial en Lima metropolitana es abastecido principalmente por las regiones de Huánuco, Junín y Lima, representando conjuntamente alrededor del 70% del volumen total que ingresa en su totalidad al mercado mayorista N° 1 (ex “La parada” y ahora Gran Mercado Mayorista de Lima). En la siguiente tabla se puede apreciar los volúmenes mensuales de ingreso de papa comercial al mercado limeño - al 2011- , según las principales regiones de procedencia

Tabla 3: Ingreso mensual de papa blanca comercial al Mercado Mayorista N°1, según procedencia

Región	Total	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Total	439714	34227	36419	39558	36400	39510	34432	37403	36720	35683	36056	34147	39159
Huánuco	15790	1606	1535	1262	1168	649	848	698	715	1090	2181	2133	1905
Junín	111450	4064	11130	15574	16724	19433	15952	10783	5199	3039	2563	3436	3553
Lima	77203	13551	1832	10	-	-	103	2401	5011	7713	14803	15582	16197

Principales variedades de papa blanca comercial: Perricholi, Canchán, Yungay y Única

FUENTE: Elaboración propia en base a los datos de la OEEE del MINAGRI (2013)

En la Tabla 3, se aprecia que Huánuco ofertó 26.11 por ciento del total y Lima 17.55% del total. Con Junín las tres regiones ofertan el 69 por ciento de la papa blanca comercial en el mercado mayorista de Lima metropolitana. En el caso de Ayacucho, el porcentaje de oferta

que abastece a Lima metropolitana es mínimo (alrededor del 5 por ciento), según la información diaria de la siguiente figura.

Tabla 4: Oferta de papa blanca comercial desde diversas regiones a Lima Metropolitana (últimos 7 días)

GRAN MERCADO MAYORISTA DE LIMA: ABASTECIMIENTO DE PAPA SEGÚN PROCEDENCIA (t)								
	dic (lun-26)	dic (mar-27)	dic (mie-28)	dic (jue-29)	dic (vie-30)	dic (sab-31)	ene (dom-01)	ene (lun-02)
Pasco	1	149	56	94	222	137		
Ayacucho	15	60	70	147	114	59	10	
Lima	15	138	419	632	452	182	20	
Huanuco	180	966	670	1169	1307	952	41	87
Junin	34	265	247	523	282	426		23
Apurimac		27					12	
Arequipa	17		27		14	29		
Otros	0	0	0	15	0	0	0	0
TOTAL	262	1605	1489	2580	2391	1785	83	110

FUENTE: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/sisap-papa-02ene17.pdf

Mención aparte merece la importancia de la papa blanca en los ingresos totales u oferta de papa comercial en el mercado mayorista limeño. Estos volúmenes de ingreso representan el 81.8 por ciento respecto de la totalidad de papa ofertada y comercializada en Lima. Se puede apreciar entonces la enorme importancia que tiene la producción de este tubérculo, no sólo en Huánuco, de esta región ingresa el 26.11 por ciento del total de papa blanca, sino en todo el país, pues se considera que la papa blanca es un alimento básico para nuestra población. De allí la importancia de analizar la rentabilidad en la producción de papa blanca comercial, por su importancia relativa en la producción y el consumo nacional.

2.2.5. Características del cultivar Canchan

La Variedad Canchan-INIAA se origina en el Centro Internacional de la Papa (CIP) en el año 1980. Esta Variedad (Clón 380389), proviene del cruzamiento de (BL-1)2 como progenitor femenino, cuya resistencia deriva de BLACK (*Solanum tuberosum* x *Solanum denisum*) y la Variedad LIBERTAS (*Solanum tuberosum*) y el progenitor masculino MURILLO III-80 que proviene del cruzamiento de dos cultivos nativos (*Solanum ajanhuiri* y *Solanum andigena*) que aporta tolerancia a heladas y resistencia de campo al tizón tardío. INIAA, 1990(44).



Figura 8: Cultivar Canchan.

FUENTE: Echevarría (2014)

Según Landeo (1998), la variedad CANCHAN-INIAA, hasta el año 1997 podía resistir el ataque del tizón tardío y sobrevivir con una mínima aplicación de químicos. Pero dicho año debido al ataque combinado de la humedad producida durante el fenómeno de El Niño y la aparición de una nueva y más agresiva forma del hongo, todo ello sumado a la incapacidad de un fungicida de controlarlo, quebró la resistencia de esta variedad. Pese al fracaso de su resistencia, además manifiesta que los agricultores peruanos la continuarán produciendo debido a su gran demanda en el mercado y su mayor rentabilidad.

2.2.6. Generalidades sobre el tizón tardío

El tizón tardío, causado por *Phytophthora infestans*, es considerada como una de las enfermedades más importantes que afecta al cultivo de la papa a escala mundial, causando significativas pérdidas de rendimiento (Mantecon, 2002). Es particularmente devastadora en zonas húmedas y templadas (Hijmans *et al.*, 2000) como los valles interandinos y costeros del Perú, especialmente cuando hay temperatura moderada durante el día y alta humedad relativa en las noches (Pérez y Forbes, 2008). En otros países se le llama lancha, candelilla, quemado, gota, mancha, ceniza, chamusco; en Perú se le denomina también rancho, hielo fungoso o seca seca (Mendoza, 1998). Para su control en los países en desarrollo, los agricultores gastan anualmente alrededor de US\$ 750 millones en fungicidas y se estima que las pérdidas bordean los US\$ 2.75 mil millones al año (CIP, 1997). El intento de control del tizón tardío explica ingentes gastos en fungicidas, sin embargo, muchos agricultores no tienen la capacidad económica para asumir este gasto. Así, las pérdidas ocasionadas por el deficiente control de esta enfermedad varían entre US\$ 140/ha y US\$ 560/ha. (Ortiz *et al.*, 1999).



Figura 9: Lesiones en tubérculos infectados con *P. Infestans*.

FUENTE: Echevarría (2014)

En el Perú, de la superficie total con papa, 160 mil has están afectadas por esta enfermedad. Las áreas con alta severidad de la enfermedad se ubican entre 1,500 a 3,000 m.s.n.m., siendo necesario de 6 a 21 aplicaciones de fungicida por campaña y su costo se estima entre 10 y 30 por ciento del costo de producción. Las áreas con severidad media, están entre los 3000 y 3500 m.s.n.m. con más de dos aplicaciones por campaña. Entre las zonas agroecológicas endémicas por el tizón tardío más importantes están Chota y Cutervo (Cajamarca), Chaglla, Pillao y Moyobamba (Huánuco), Huasahuasi y Comas (Junín), (Mendoza, 1998). En condiciones favorables para la enfermedad, el cultivo puede ser afectado, en un 100% de su área foliar y su cosecha reducida en el mismo porcentaje (Hooker, 1980).

La racha consta de dos tipos de resistencia: específica, llamada vertical u oligogénica; y general, también llamada horizontal, de campo o poligénica. (UNCP, 2010) La resistencia vertical que se logró con el cultivar Canchán, ha sido superada por la expresión de otros fenotipos de *Phytophthora infestans*, con mayor resistencia a fungicidas sistémicos (Alonso, 2008). La alternativa es una papa cisgénica mencionada por Varona, 2012, en la cual se introduce material de papa silvestre en una papa comercial de alta palatabilidad (sabor agradable) como el cultivar Canchán, más adelante se explica con más detalle el proceso de la cisgénesis.

2.2.7. Manejo de la racha o tizón tardío

Pérez y Forbes (2008), describen el empleo de diferentes métodos de control de las enfermedades con la finalidad de disminuir o evitar las pérdidas de manera que el agricultor logre mayor rentabilidad y evitar daños a la salud humana y al medio ambiente, considerando que los métodos de control no se excluyen entre sí, los principales componentes del manejo

de la rancha o Tizón Tardío comprenden controles genético, químico, cultural y biológico:

- Control Genético: Usa la habilidad de algunas variedades o especies vegetales para impedir el desarrollo de la enfermedad debido a sus características intrínsecas. La susceptibilidad del hospedante implica su incapacidad para defenderse del ataque del patógeno. Existen dos formas de expresión de resistencia de la planta de papa a *P. infestans*. La primera se caracteriza por desencadenar una respuesta de hipersensibilidad (HR) en forma de pequeñas lesiones necróticas y se denomina resistencia específica, resistencia vertical, resistencia cualitativa, resistencia no estable o resistencia completa. El segundo tipo de resistencia depende de genes menores de efecto aditivo y se denomina resistencia: general, cuantitativa, poligénica, específica, parcial, horizontal o de campo. Su herencia es de tipo cuantitativo y al ser gobernada por muchos genes es más estable y efectiva, teóricamente, contra todas las razas del patógeno.
- Control Químico: Involucra el uso de productos químicos que previenen la infección o realizan algún control posterior a la infección. Los productos son clasificados como de contacto, sistémicos y translaminares.
- Control cultural: Involucra las actividades durante el manejo agronómico del cultivo, que alteran el microclima, la condición del hospedante y la conducta del patógeno, de tal manera que evitan o reducen la actividad del patógeno.
- Control biológico: Por interacción de uno o más organismos vivos con el patógeno causante de la enfermedad. Según numerosos trabajos hay efecto antagonista de varios microorganismos contra *P. infestans*: *Serratia* spp., *Streptomyces* spp., *Pseudomonas* spp., *Bacillus* spp., *Trichoderma* spp., *Fusarium* spp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. *Myrothecium* spp. entre otros. El uso del control biológico no es común y los reportes de control exitoso son raros.

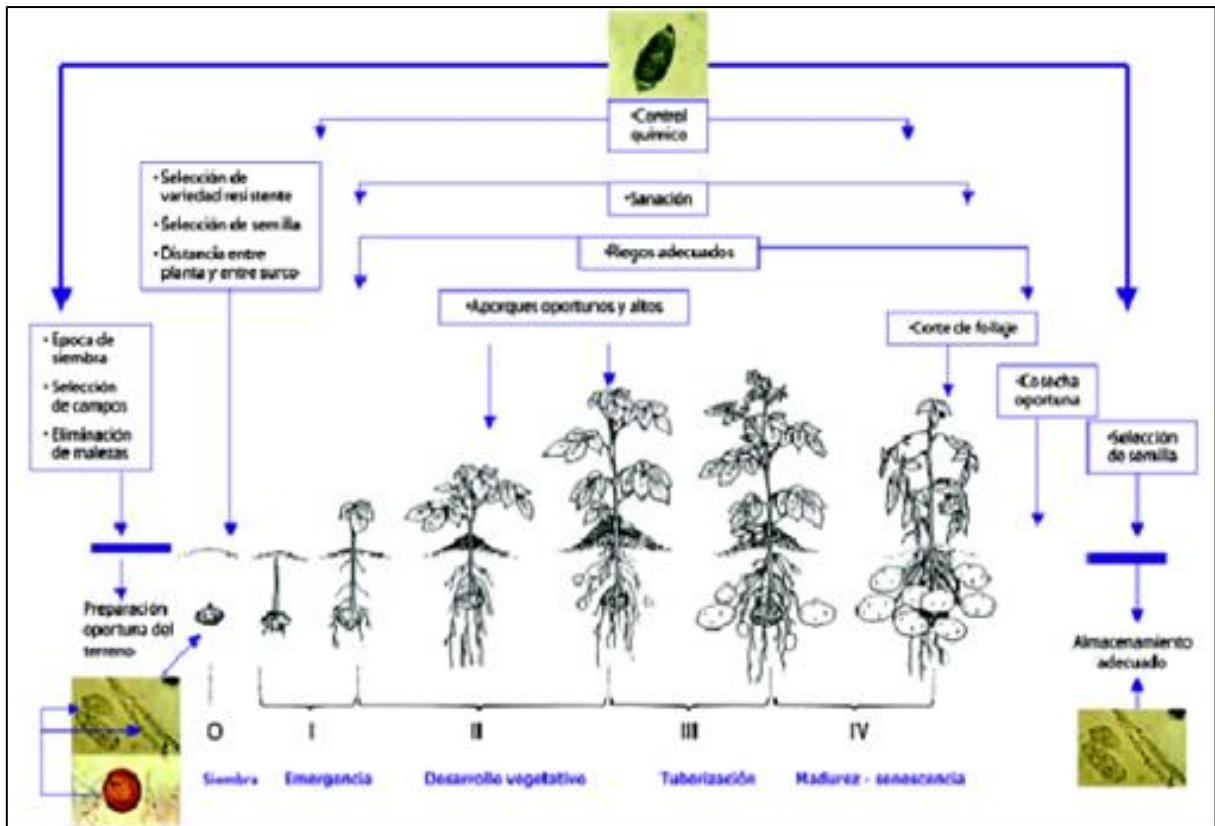


Figura 10: Manejo Integrado del tizón tardío.

FUENTE: Echevarría (2014)

Los mejoradores tratan de obtener variedades que combinen características de importancia comercial con la resistencia a tizón tardío, ya sea a través de medios convencionales o utilizando técnicas de OGM. Un obstáculo para el uso de variedades resistentes es el temor a que su efecto no sea duradero. Este riesgo podría incrementarse con la reproducción sexual de la población de *P. infestans*. La estabilidad de la resistencia es fundamental, en países europeos las variedades se prueban en su resistencia. En América Latina y el Caribe se trabaja en la evaluación de clones y variedades. En el CIP y el Instituto Nacional de Innovación Agraria del Perú (INIA) se liberaron dos variedades con resistencia horizontal elegidas a través de selección varietal participativa por comunidades alto andinas de Cusco (Gástelo, 2008). El INIA y la Universidad de Cajamarca escogieron un clon como el más estable frente a *P. infestans* (Vásquez y Cabrera, 2008). El CIP, la Universidad Nacional Agraria La Molina y el INIA determinaron resistencia horizontal de híbridos avanzados de papa (Roncal *et al.*, 2008). En Colombia ya se conoce la respuesta a tizón tardío de la colección de papa de la Universidad Nacional de Colombia y de algunos clones del CIP y variedades bolivianas y colombianas (Ñustez *et al.*, 2008). El Instituto Nacional de

Tecnología Agropecuaria de Argentina (INTA) evaluó el comportamiento de especies silvestres ante la enfermedad (Capezio *et al.*, 2008).

El Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador (INIAP) viene caracterizando variedades nativas por resistencia al tizón tardío (Cuesta *et al.*, 2008). El Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá evaluó clones con resistencia horizontal (Gutiérrez y Muñoz, 2008) y Venezuela, en la Universidad de los Andes, valoró dos escalas variables con las cuales evaluar el tizón tardío en papa (Maffei *et al.*, 2008). Por último, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de México (INIFAP) y la Universidad de Michigan (EUA) unieron sus esfuerzos para probar el efecto de la temperatura y el fotoperiodo en la expresión de la resistencia a tizón tardío en dos variedades de papa mexicanas, generadas por el INIFAP, dos clones obtenidos por el CIP y una variedad susceptible (Covarrubias y Kirk, 2008).

2.2.8. Cisgénesis

Cisgénesis es la producción de organismos genéticamente modificados, plantas, usando fragmentos de ADN de donantes de la misma especie o de una especie compatible. El fenotipo resultante de la planta cisgénica se puede lograr por la reproducción convencional también, pero, tardará más tiempo. Una de las más importantes ventajas de la cisgénesis es que se introduce sólo el gen deseado, evitando la conexión de arrastre resultado de cruzamiento convencional y también elimina el retrocruzamiento recurrente de genotipo de los padres. El término cisgénesis fue usado por primera vez en la tesis doctoral de Jan Schaart de la Universidad de Wageningen en 2004, presentando fresas menos susceptibles a *Botrytis cinerea*. En el 2006 Henk Schouten de Plant Research International Wageningen University and Research Centre de Holanda, desarrolló la primera planta cisgénica, una manzana de variedad Gala resistente a la sarna del hongo *Venturia inaequalis*.

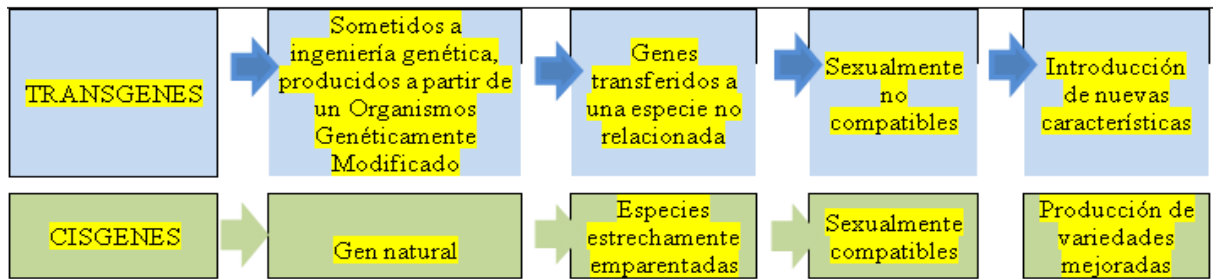


Figura 11: Características de los cultivos transgénicos y cisgénicos.

FUENTE: Echevarría (2014)

A diferencia de la transgénesis, no realiza inserción de genes entre organismos no compatibles sexualmente. Evita la aparición de características negativas. Científicos de la Universidad de Wageningen, han aplicado esta técnica donde las plantas comerciales reciben genes de plantas silvestres de la misma familia. Es un mejoramiento de cultivos, una hibridación, pero más veloz. Así, se puede desarrollar, en sólo seis años (en lugar de cuarenta años), una papa con resistencia contra las enfermedades, en este caso el tizón tardío. Además, se entiende, que esta técnica no atenta contra la naturaleza porque las plantas, cuyos genes se han combinado, también pueden hacerlo por sí mismas.

Evert Jacobsen, catedrático de Mejoramiento de Cultivos en el Plant Science Group de la Universidad de Wageningen, indica como los nuevos genes, compatibles por ser de la misma familia, son introducidos a la papa: "...Utilizamos una bacteria que aparece naturalmente en la tierra, una 'agrobacterium' y allí se incluye el gen deseado. Esa bacteria transporta el gen, que contiene la resistencia contra la enfermedad de la papa, de manera permanente a la nueva planta..." (Disponible en: <http://archivo.infojardin.com/tema/cisgenesis-alternativa-a-los-transgenicos-y-a-la-mejora-tradicional.178381/>).

La cisgénesis tiene otra ventaja puesto que la resistencia que surge contra la enfermedad es natural y no necesitará más del empleo de agrotóxicos con lo cual se enfoca la introducción de OGM desde otra perspectiva de la que ofrecen las grandes compañías vendedoras de agroquímicos.

Tabla 5: Resultados esperados con el uso de semillas cisgénicas

Resultados positivos	Resultados negativos
<p>Ventajas observadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mayor rendimiento de los cultivos - Reducción de costos por reducción de pesticidas y del costo de mano de obra asociado a la aplicación de pesticidas - Menor exposición al riesgo sanitario por aplicación de pesticidas - Menor contaminación del agua con pesticidas - Mejora económica y social sobre los productores de bajos ingresos - Incremento del conocimiento científico local, en relación al aprendizaje y difusión de la biotecnología - Incremento del capital humano con conocimiento biotecnológico - Externalidades positivas del aprendizaje tecnológico hacia otras áreas 	<p>Temores de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pérdida de variedades autóctonas - Resultados negativos sobre la salud vegetal y humana, debido a errores en la manipulación genética - Impacto en la capacidad de recuperación de los ecosistemas - Acortar los ciclos siembra – cosecha, y aumentar la intensidad del uso del suelo agrícola, podría mermar la riqueza edafológica

FUENTE: Elaborado a partir de Echevarría (2014)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características de la investigación

Tiene un carácter explicativo no experimental, orientada a evaluar la rentabilidad a corto y largo plazo de la producción de papa en las regiones de Ayacucho y Lima. La investigación también tiene un carácter descriptivo, longitudinal-retrospectivo pues estudia las características de las dos regiones y además se estudian estas variables a lo largo del tiempo, y finalmente, se dice que es prospectivo, pues la investigación indagará en los resultados futuros de posibles modificaciones tecnológicas en el cultivo de papa en ambas regiones.

3.2. Formulación de hipótesis

3.2.1. Hipótesis general

La rentabilidad económica de los productores de papa de la región Lima es mayor a la de los de la región Ayacucho, con un mayor número de escenarios negativos para los productores de Ayacucho que para los de Lima.

3.2.2. Hipótesis específicas

- a. Los precios en chacra y los rendimientos por hectárea son las principales variables que determinan los niveles de rentabilidad, así como las variaciones del nivel de riesgo.
- b. Una hipotética liberación de una semilla cisgénica de papa blanca resistente a racha causada por *Phytophthora infestans* generaría resultados positivos y significativos en bienestar para productores y consumidores.

3.3. Metodología

3.3.1. Procesos de simulación

En sentido amplio, se puede definir a la simulación como el proceso de construir un modelo lógico-matemático de un sistema o proceso de decisión, y experimentar con el modelo para comprender el comportamiento del sistema o ayudar en la toma de decisiones. La simulación

es útil en problemas o situaciones que involucran incertidumbre. Un modelo es inservible si no ayuda al usuario a comprender el problema. Por ello, el punto principal en la simulación está puesto en conducir experimentos con el modelo y el análisis de los resultados (Palisade Corporation, 2017).

a. Probabilidades y Estadística en la simulación

Un elemento importante en los procesos de simulación es identificar las distribuciones de probabilidad apropiadas para los datos. Esto normalmente requiere analizar información empírica o histórica y ajustarla a alguna distribución. En otros casos, dicha información no se encuentra disponible y quien construye el modelo de simulación debe utilizar su juicio personal para determinar que distribución utilizar. Otro uso importante de estadísticas en los procesos de simulación se relaciona con el análisis de los resultados de los experimentos de simulación. Finalmente, ciertos métodos estadísticos son utilizados para validar modelos de simulación y diseñar experimentos de simulación (Fiorito, 2006 y Francischetti et al 2014).

b. Generación de números aleatorios

La habilidad de generar una cadena de números aleatorios que sea reproducible posteriormente es crucial para el éxito en la simulación. En la actualidad, los métodos en uso se focalizan en simples algoritmos matemáticos para generar un nuevo número aleatorio en una secuencia a partir del anterior. A pesar de que un algoritmo matemático es determinístico (lo que significa que se puede predecir el próximo número en una secuencia conociendo el algoritmo), la secuencia de números parece aleatoria. Esto significa que posee tres propiedades importantes:

- Todos los números se distribuyen uniformemente entre 0 y 1.
- Los números en la secuencia no tienen correlación serial.
- La secuencia de números aleatorios tiene un ciclo largo, es decir, que existen suficientes números en la secuencia antes de que alguno se repita nuevamente.

Si estas propiedades no se cumplen, la simulación puede estar sesgada y arrojar resultados erróneos.

c. Distribuciones de Probabilidad

Existen dos tipos de distribuciones de probabilidad, continuas y discretas. Las cuales están definidas o dependen de uno o más parámetros. De acuerdo a Evans y Olson (1998), hay tres tipos básicos de parámetros:

- Un parámetro de forma, que controla la forma básica de la distribución.
- Un parámetro de escala, que controla la unidad de medida dentro del rango de la distribución. Cambiando el mismo, se logra contraer o expandir la distribución a lo largo del eje horizontal.
- Un parámetro de ubicación, que especifica la posición de la distribución relativa a cero en el eje horizontal. Puede representar el punto medio o el extremo inferior del rango de la distribución.

d. Distribuciones de probabilidad utilizadas en esta investigación

- **Distribución Uniforme:** Se caracteriza por el hecho de que todos los resultados posibles entre un cierto mínimo y máximo son igualmente probables.

Tabla 6: Parámetros de la distribución Uniforme

Densidad	$f(x) = \frac{1}{b - a}$
Distribución	$f(x) = \frac{x - a}{b - a}$
Parámetros	$a \leq b$
Dominio	$a \leq x \leq b$
Media	$\frac{a + b}{2}$
Varianza	$\frac{(b - a)^2}{12}$

FUENTE: Fiorito (2006)

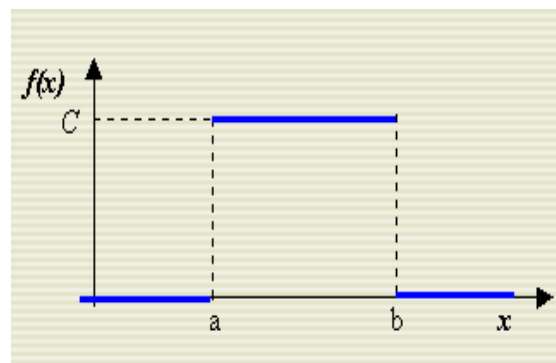


Figura 12: Distribución Uniforme

FUENTE: Aulafacil (2017)

El mínimo es el parámetro de ubicación, mientras que la diferencia entre el máximo y el mínimo es el parámetro de escala. No hay parámetro de forma. La distribución uniforme se utiliza cuando hay muy poca información disponible respecto de la variable aleatoria, los parámetros mínimo y máximo se fijan para reflejar la mejor estimación del rango de valores que puede tomar la variable aleatoria.

Distribución Normal: Acampanada. Simétrica, la mediana, la moda y la media aritmética coinciden, la mayor densidad es cercana a la media. Se caracteriza por 2 parámetros: la media, μ (parámetro de ubicación) y la varianza σ^2 (parámetro de escala).

Tabla 7: Parámetros de la distribución Normal

Densidad	$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \cdot e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}$
Distribución	No es cerrada
Parámetros	$\sigma^2 > 0, \mu$
Dominio	$-\infty \leq x \leq +\infty$
Media	μ
Varianza	σ^2

FUENTE: Fiorito (2006).

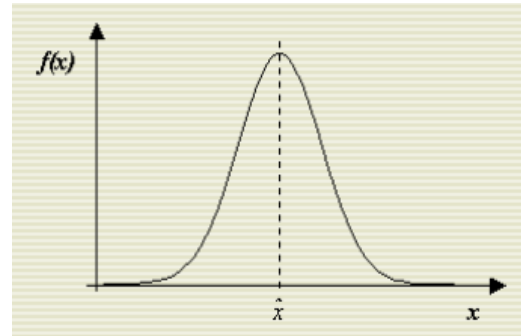


Figura 13: Distribución Normal

FUENTE: Aulafacil (2017)

Distribución Triangular: Tiene tres parámetros: mínimo a, máximo b, y más probable c; variando la posición del valor más probable con relación a los extremos.

Tabla 8: Parámetros de la distribución Triangular

Densidad	$f(x) = \frac{2(x-a)}{(b-a)(c-a)}; a \leq x \leq c$ $f(x) = \frac{2(b-x)}{(b-a)(b-c)}; c \leq x \leq b$ $f(x) = 0; x < a$
Distribución	$f(x) = \frac{(x-a)^2}{(b-a)(c-a)}; a \leq x \leq c$ $f(x) = 1 - \frac{(b-x)^2}{(b-a)(b-c)}; c < x \leq b$ $f(x) = 1; b < x$
Parámetros	$a \leq c \leq b$
Dominio	$a \leq x \leq b$
Media	$\frac{a+b+c}{3}$
Varianza	$\frac{a^2 + b^2 + c^2 - ab - ac - bc}{18}$

FUENTE: Fiorito (2006).

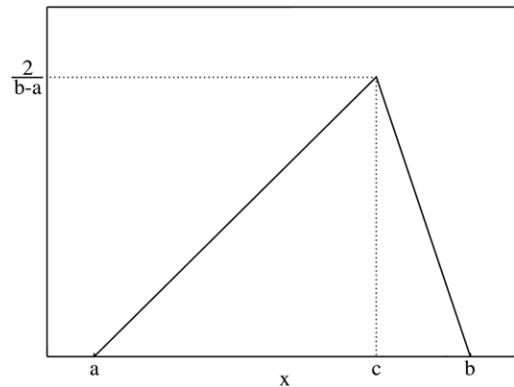


Figura 14: Distribución Triangular

FUENTE: Aulafacil (2017)

La distribución triangular se usa como aproximación de distribuciones, como la normal, o ante la ausencia de información más completa. Dado que depende de tres parámetros simples y puede tomar una variedad de formas, es muy flexible para modelizar una amplia variedad de supuestos. Una característica es que es cerrada, eliminando la posibilidad de valores extremos que quizás podrían ocurrir en la realidad.

e. Elección de una distribución que se ajuste a los inputs del modelo

No siempre es sencillo seleccionar la distribución de probabilidad adecuada. Hay distintos enfoques para elegir una distribución que se ajuste al comportamiento de la variable aleatoria en un modelo de simulación. En el presente estudio se cuenta con información estadística proveniente de fuentes secundarias, así que, en primera instancia se puede tener una idea de la distribución de probabilidad de las variables en estudio.

f. Elección de una distribución cuando existe información empírica escasa

Una manera de solucionar el inconveniente de información escasa es intentar ajustar una distribución teórica a la información disponible y luego verificar la validez del ajuste estadísticamente. En este sentido, un resumen de las estadísticas principales provee criterios adicionales o pistas para definir la naturaleza de la distribución. La media, mediana, desviación estándar y coeficiente de variación usualmente proveen información sustancial. Por ejemplo, datos distribuidos normalmente tienden a tener un coeficiente de variación relativamente bajo, sin embargo, esto podría no ser así en el caso de que la media sea pequeña. También, para datos distribuidos normalmente, esperaríamos que la media y mediana sean aproximadamente iguales. Para datos distribuidos exponencialmente, la mediana será menor que la media. Adicionalmente, esperaríamos que la media sea cercana a la desviación estándar. También se puede analizar el coeficiente de asimetría. Datos que se distribuyen normalmente presentan una distribución simétrica, mientras que datos que se distribuyen de manera exponencial o logarítmica, muestran asimetría positiva. Siguiendo este tipo de análisis se puede obtener una hipótesis de cuál sería la distribución que ajusta mejor a los datos. De todos modos, será necesario verificar esta hipótesis de manera formal, para lo cual se usarán test estadísticos en el *software* @risk ya que este programa recurre a un proceso similar al *bootstrap*, a efectos de

ajustar una determinada distribución a una muestra de datos disponibles. (Fiorito, 2006)

3.3.2. Simulación de Montecarlo

La simulación de Montecarlo es una técnica matemática computarizada que permite tener en cuenta el riesgo en análisis cuantitativos y tomas de decisiones. En ese sentido, ofrece a las personas responsables de tomar decisiones, una serie de posibles resultados, así como la probabilidad de que se produzcan según las medidas tomadas. Muestra las posibilidades extremas - los resultados de tomar la medida más arriesgada y la más conservadora - así como todas las posibles consecuencias de las decisiones intermedias. La simulación Montecarlo realiza el análisis de riesgo con la creación de modelos de posibles resultados mediante la sustitución de un rango de valores - una distribución de probabilidad para cualquier factor con incertidumbre inherente. Luego, calcula los resultados una y otra vez, cada vez usando un grupo diferente de valores aleatorios de las funciones de probabilidad. Dependiendo del número de incertidumbres y de los rangos especificados, para completar una simulación Montecarlo puede ser necesario realizar miles o decenas de miles de recálculos. La simulación Montecarlo produce distribuciones de valores de los resultados posibles. Mediante el uso de distribuciones de probabilidad, las variables pueden generar diferentes probabilidades de que se produzcan diferentes resultados. Las distribuciones de probabilidad son una forma mucho más realista de describir la incertidumbre en las variables de un análisis de riesgo. Las distribuciones de probabilidad más comunes son la normal, lognormal, uniforme, triangular, PERT, discreta, entre otras; que ya se describieron previamente. Durante una simulación de Montecarlo, los valores se muestrean aleatoriamente a partir de las distribuciones de probabilidad introducidas. Cada grupo de muestras se denomina iteración, y el resultado correspondiente de esa muestra queda registrado. La simulación de Montecarlo realiza esta operación cientos o miles de veces, y el resultado es una distribución de probabilidad de posibles resultados. De esta forma, la simulación Montecarlo proporciona una visión mucho más completa de lo que puede suceder. Indica no sólo lo que puede suceder, sino la probabilidad de que suceda.

La simulación Montecarlo proporciona una serie de ventajas sobre el análisis determinístico. Ofrece las siguientes salidas:

- **Resultados probabilísticos:** Se muestran los diversos resultados y sus probabilidades de cada uno.
- **Resultados gráficos:** Permite crear gráficos de los resultados y las posibilidades de que sucedan, ayudando a la comunicación a personas interesadas.
- **Análisis de sensibilidad:** En la simulación Montecarlo, resulta más fácil ver qué variables introducidas tienen mayor influencia sobre los resultados finales.
- **Análisis de escenarios:** Usando la simulación de Montecarlo, se puede ver exactamente los valores que tiene cada variable cuando se producen ciertos resultados. Esto resulta muy valioso para profundizar en los análisis, superando a los modelos deterministas.
- **Correlación de variables de entrada:** En la simulación Montecarlo es posible modelar relaciones interdependientes entre diferentes variables de entrada. Esto es importante para averiguar con precisión la razón real por la que, cuando algunos factores suben, otros suben o bajan paralelamente. (Palisade corporation, 2017)

3.4. Procedencia y captación de la información

La recolección de la información se realizó exclusivamente mediante el uso de fuentes secundarias y de fuentes terciarias. Para esta investigación se utilizaron los datos publicados por la Dirección Regional de Agricultura de Ayacucho (DRAA), a la vez que se utilizaron los datos publicados por el MINAGRI y el SEIA, así como también los datos de la Agencia Agraria de Cañete, Huaral y Barranca (pertenecientes a la Dirección Regional de Agricultura de Lima: DRAL), los cuales permitieron obtener estadísticas generales sobre el cultivo de la papa blanca comercial en ambas regiones. La información relacionada a la caracterización socioeconómica de las zonas de estudio se obtuvo del Gobierno regional de Ayacucho y del Gobierno Regional de Lima tales como los planes de desarrollo regional concertado, planes de desarrollo provincial y los análisis situacionales de salud, entre otros.

3.5. Variables en estudio

3.5.1. Tratamiento de las variables

Las variables utilizadas para comprobar las hipótesis y cumplir con los objetivos de la presente investigación se han dividido en dos tipos: Las que se consideran determinísticas debido a que su probabilidad de ocurrencia es del 100% (en términos relativos, ya que no son totalmente estables campaña a campaña, sino que en términos de variabilidad presentan

una baja desviación estándar o varianza respecto de su valor promedio), y aquellas variables cuya probabilidad de ocurrencia es diferente al 100% (variables que si presentan grandes niveles de variabilidad campaña a campaña y que por tanto tienen una alta desviación estándar o varianza respecto de su valor promedio).

A este último grupo de variables se les considera variables probabilísticas y para lo cual se “escogió” la distribución de probabilidad acorde a la naturaleza de los datos recolectados. Es decir, aplicando el *software* @Risk se determinó sus valores esperados (de acuerdo a la forma de la distribución de probabilidad que mejor se ajusta a los datos obtenidos), los cuales han sido utilizados como variables de entrada o inputs para la obtención de las variables de salida u outputs que son las que comprueban las hipótesis planteadas.

Tabla 9: Variables de entrada y de salida

Variables de salida (outputs)	Variables de entrada (inputs)
Rentabilidad y riesgos en la producción de papa blanca comercial por regiones:	Precios en chacra de la papa S./Kg
* Indicadores: Margen bruto por hectárea (beneficios económicos).	Rendimientos por hectárea Ton/Ha
*Rentabilidad comparada en la producción de papa blanca comercial.	Costos de los fertilizantes S./Kg
	Costos de las semillas S./ Ha
	Costos de pesticidas S./Ha
	Costos de Mano de obra S./Ha
	Costos de la maquinaria empleada S./Ha
	Otros costos de producción S./Ha

FUENTE: Elaboración propia

3.5.2. Descripción de las variables

- a. **Ingresos.** Los ingresos (soles por hectárea) que perciben los agricultores de papa blanca comercial, en ambas regiones, se definieron en base a dos variables críticas en el modelo: Los precios en chacra cobrados por los agricultores (soles por kilogramo) y los rendimientos por hectárea obtenidos en la campaña agrícola (toneladas por hectárea). Resultan de multiplicar el precio por kilogramo de papa, por los miles de kilogramos (toneladas) obtenidos en una hectárea en una campaña agrícola. Presentan un significativo grado de variabilidad campaña a campaña, por

factores de mercado (precios del producto, costos de los insumos, etc.) como por factores ambientales y de manejo de cultivo.

- b. Precio en chacra.** Es una variable probabilística debido a su exposición a las variaciones de mercado y al poder de negociación de los agricultores. Para la obtención de su valor esperado se usará una distribución de probabilidad de tipo uniforme, ya que se trabajó con una cantidad de 20 observaciones logrando obtener un valor máximo y un valor mínimo, que son los parámetros que requiere tal distribución.

- c. Rendimiento por hectárea.** Al igual que los precios cobrados por los productores, es una variable probabilística que tiene un comportamiento de alta variabilidad, ya que depende de factores ambientales y de manejo de cultivo. Para la obtención de su valor esperado se usará una distribución de probabilidad de tipo uniforme, ya que también se trabajó con una cantidad de 20 observaciones logrando obtener un valor máximo y un valor mínimo, necesarios para representar a esta variable mediante tal distribución de probabilidad.

- d. Costos de producción.** Siguiendo a Seiko *et al.* (2008), en cualquier cultivo se tienen los siguientes componentes en su relación de costos de producción: Fertilizantes, semillas, agroquímicos para control fitosanitario y de malezas, mano de obra, mecanización agrícola, gastos indirectos y otros costos. Los costos de producción totales en el sector agrícola se obtuvieron de la suma de los dos tipos de costos, los probabilísticos por estar asociado a niveles de alta variabilidad campaña a campaña y aquellos que son determinísticos por presentar cierta estabilidad en la información analizada procedente de la Dirección Regional Agraria de Ayacucho (DRAA) y de las oficinas agrarias de las provincias de Cañete, Huaral y Barranca (DRAL).

d.1. Costos Probabilísticos

Costos de los fertilizantes: Las plantas para crecer necesitan nutrientes en proporciones variables para su ciclo de vida y nutrición. En las plantas se han

encontrado 50 elementos, pero sólo 16 son esenciales. Para que un suelo produzca adecuadamente un cultivo debe abastecer a la planta de los nutrientes en cantidad necesaria y en un balance proporcional con los otros elementos. En los ambientes naturales las plantas se adaptan a las condiciones de nutrientes y las diversas formaciones vegetales tienen que ver con la disponibilidad de los mismos. En cambio, en la agricultura moderna se deben emplear técnicas de aporte de nutrientes para garantizar buenas cosechas. Entre los principales fertilizantes: Nitrato de Amonio, fosfato di amónico, cloruro de potasio. Debido a que las cantidades utilizadas por hectárea y sus precios son variables, se les considera como un costo probabilístico (detalle en anexos 8 y 9).

Costos de las semillas: Un factor de gran importancia para la producción agropecuaria son las semillas, porque, llevan al agricultor todo el potencial genético de un cultivar con características superiores. Una razón por la cual la productividad agrícola es baja, es porque las semillas no son renovadas cada año, por lo que pierden el vigor híbrido. Un gran número de productores dependen todavía del sistema tradicional o informal de producción de semillas, basado en prácticas familiares de ahorro de las mismas. La disponibilidad de semillas de calidad y/o mejoradas en el momento adecuado es un requisito para un buen nivel de rendimiento agrícola. Así, se considera al costo de este insumo como probabilístico, pues aunque sus valores no presentan tan alta variabilidad campaña a campaña, se las considera una variable de entrada para el modelo por representar un alto porcentaje de los costos totales de producción.

Costos de los pesticidas: Los pesticidas pueden ser de síntesis química, biológica o productos naturales, destinadas a matar, repeler, atraer, regular o interrumpir el crecimiento de seres vivos considerados como plagas. En la definición de plaga se incluyen insectos, hierbas, pájaros, mamíferos, moluscos, peces, nematodos, o microbios que compiten con los humanos para conseguir alimento, destruyen la propiedad, propagan enfermedades o son vectores de éstas, o causan molestias. Los plaguicidas no son necesariamente venenos, pero pueden ser tóxicos para los humanos u otros animales. Los principales: Cyfluthrin, Carbofuran, Carboxin, Mancozeb, Propineb y cymoxanil, Abono Foliar, Lissapol NX (el detalle en los anexos 8 y 9). Son probabilísticos dado que el uso de estos productos depende de factores ambientales y del manejo de los cultivos, es decir, la cantidad requerida por unidad de tierra (hectárea) variará en cada región, y dentro de ambas regiones.

Costos de la mano de obra: Estos costos están asociados a diversas actividades de la campaña agrícola, incluyen contratar personal para la preparación de terreno, siembra, abonamiento, labores culturales, control fitosanitario y la cosecha. Debido a que la tendencia de los últimos años muestra incremento de los salarios tanto en la sierra como en la costa (Velazco y Velazco, 2012) se considera que esta variable sea probabilística con respecto al costo total de producción, y consecuentemente con la rentabilidad en esta actividad productiva.

Costos de la maquinaria agrícola: Incluyen los referidos a actividades tales como rayado de machaco, aradura, gradeo y nivelado, rayado para siembra, trazado de cortadera, abonado y tapado, cultivo y aporque, corte de hojas, y cosecha. Al igual que en el caso de la mano de obra, el costo del alquiler de la maquinaria agrícola ha mantenido una tendencia alcista en los últimos años, pero en niveles diferenciados para ambas regiones. Será también una variable probabilística, según la metodología de trabajo aplicada en esta investigación.

d.2. Costos Determinísticos

En este ítem están comprendidos los demás costos de producción, pero que se suponen constantes por no estar asociados a alta variabilidad, ya que los costos de estos ítems se mantienen relativamente constantes en las campañas de producción. Entre los principales componentes de este ítem se encuentran los costos de los demás insumos como el agua, estiércol, gastos indirectos, gastos de imprevistos, etc.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se muestran los resultados de la presente investigación. Se empieza con una descripción de la estructura de costos de producción del cultivo, en ambas regiones, para tener una idea de la importancia de cada ítem en el valor del costo total de producción. Luego se pasa a la aplicación de la metodología propiamente, obteniendo los parámetros de las distribuciones de probabilidad, así como las medidas estadísticas de los resultados obtenidos, analizando los escenarios que se obtuvieron para la rentabilidad en cada una de las regiones. Posteriormente se utiliza el análisis de sensibilidad para medir los efectos de las variables más importantes en los niveles de beneficio económico (rentabilidad por hectárea) y riesgo en la producción de papa blanca comercial. Por último, en base a los resultados previos, se analizan los efectos en el bienestar social a consecuencia de la hipotética liberación de una semilla cisgénica resistente a racha causada por el oomyceto *Phytophthora infestans* en la región Ayacucho.

4.1. Costos de producción comparados en papa blanca comercial

En la tabla 10 se presenta la estructura de costos de producción para ambas regiones al 2017. Estos costos deben incluir todos los factores de producción utilizados, valorados a su precio de mercado: Por ejemplo, si una persona trabaja en su propia empresa, su trabajo es un factor y, por lo tanto, debe incluirse en los costos. Su salario sería simplemente el precio de mercado de su trabajo, es decir, lo que recibiría si vendiera su trabajo en el mercado. Lo mismo ocurre con el agricultor que posea tierra y que la utilice para su producción. Cuando se calculan los costos económicos, esa tierra debe valorarse a su valor de mercado.

Tabla 10: Costos de producción total para ambas regiones al año 2017

Ítems	Ayacucho	Lima	Ayacucho (%)	Lima (%)
Costos de fertilizantes	S/. 2 887,9	S/. 3 967,4	25,9%	29%
Costos de semilla	S/. 1 876,4	S/. 2 850	16,8%	20,8%
Pesticidas	S/. 1 400,5	S/. 1 400,2	12,6%	10,2%
Mano de obra	S/. 3 007,5	S/. 2 987,6	27%	21,8%
Maquinaria	S/. 1 078,5	S/. 1 112,3	9,7%	8,1%
Otros costos	S/. 890,4	S/. 1 375,6	8%	10%
Costo total de producción	S/. 11 141,2	S/. 13 693,1	100%	100%

FUENTE: Elaboración propia

A partir de esta información se observa que los costos más importantes en la producción de papa blanca comercial en Ayacucho son la mano de obra (27%) y los costos de pesticidas (25,9%). A su vez es importante destacar que los costos determinísticos u otros costos - se incluyen en esta categoría a los costos de los otros insumos como el agua, estiércol, los gastos indirectos, gastos de imprevistos, etc.- representan un porcentaje mínimo (8%) respecto de los costos totales. En el caso de la región Lima, los mayores porcentajes en el costo de producción se deben también a los mismos ítems: costos de los fertilizantes (29%) y mano de obra (21,8%), pero debe resaltarse el peso relativo de los costos de semillas (20,8%). En la región Lima los costos de maquinaria sean menores que en la región de Ayacucho. En ambas regiones el nivel tecnológico empleado es el de tecnología media y se considera al agricultor como propietario de la tierra, así los costos de alquiler del terreno agrícola no son tomados en cuenta para ambas regiones.

Según Echevarría (2011), por tecnología se entiende a todos los conocimientos prácticos que generalmente distinguen a un buen agricultor (eficiente, con altos rendimientos) de un agricultor deficiente que tiene rendimientos bajos. Asimismo, ésta es un pre requisito para una tecnología más alta, suponiendo que se cuenta con los recursos económicos necesarios para tal fin, claro está. En síntesis, se entiende por tecnología al conjunto de conocimientos y de procedimientos técnicos y científicos aplicados al proceso productivo para convertir los recursos disponibles (factores productivos) en bienes y servicios.

4.2. Aplicación de la simulación de Montecarlo

El indicador de la rentabilidad por hectárea (beneficio económico = Ingresos - Costos), bajo un enfoque de riesgo, en la producción de papa blanca comercial- va ser representada en esta

investigación por el margen bruto por hectárea: Y-, en ambas regiones, y será dada por la siguiente fórmula: $Y = (P)(Q) - (\sum_{i=1}^N C_i + C_f + C_s + C_p + M_o + M_aq)$

Donde:

Y	=	f(Y)	Valor esperado del margen bruto por hectárea (soles/ha.)
P	=	f(P)	Valor esperado del precio en chacra del producto (soles/ tonelada)
Q	=	f(Q)	Valor esperado de la productividad por hectárea (toneladas/Ha.)
C _i	=		Costos determinísticos (soles/Ha.)
C _f	=	f(C _f)	Valor esperado de los costos de fertilizantes (soles/Ha.)
C _s	=	f(C _s)	Valor esperado de los costos de semillas (soles/Ha.)
C _p	=	f(C _p)	Valor esperado de los costos de pesticidas (soles/Ha.)
M _o	=	f(M _o)	Valor esperado de los costos de mano de obra (soles/Ha.)
M _{aq}	=	f(M _{aq})	Valor esperado de los costos de la maquinaria agrícola (soles/Ha.)
n	=		Número de artículos de costos determinísticos.

Se consideran como costos determinísticos a los valores referidos a insumos como el agua, estiércol, sacos, y otros.

4.2.1. Parámetros de las distribuciones de probabilidad de las variables

Tabla 11: Parámetros de las distribuciones de probabilidad de variables del modelo

Ítem	Unidades	Ayacucho		Lima		
		Distribución de probabilidad	Parámetros	Unidades	Distribución de probabilidad	Parámetros
Precio en chacra	S./Kg	Uniforme	0,29;0,67	S/Kg	Triangular	0,31; 0,47;1,08
Rendimiento	Kg/ha	Uniforme	9448;16700	Kg/ha	Uniforme	18116;25605
Costos de fertilizantes	S./ha	Uniforme	2135,29;3890	S/ha	Uniforme	1890;4224
Costos de semillas	S./ha	Uniforme	960;2250	S/ha	Triangular	1750; 3000; 3000
Costos de pesticidas	S./ha	Uniforme	925;2711	S/ha	Normal	830;1400,2
Mano de obra	S./ha	Uniforme	1424,18;4585	S/ha	Uniforme	1575;2987,6
Maquinaria	S./ha	Uniforme	1078,5;1131,43	S/ha	Triangular	745; 1237,5; 1237,5

FUENTE: Elaboración propia con el @Risk.

Como se puede ver en la Tabla 16, estos parámetros son distintos de acuerdo a la distribución de probabilidad específica de cada variable del modelo, es decir, cada conjunto de parámetros representa el comportamiento estocástico de cada una de las variables en el modelo. Estos parámetros se obtuvieron con el *software* @Risk teniendo como base la naturaleza de los datos obtenidos y los conceptos de análisis de riesgo y probabilidad vistos en el capítulo 2, para así ajustar una distribución adecuada a dichas variables según los parámetros de forma, escala y de ubicación. Estos parámetros nos muestran un resumen de la distribución de cada variable, por ejemplo nos muestran el valor mínimo, el valor máximo, el valor esperado, la varianza, etcétera, que son medidas representativas de las distintas distribuciones y que determinan la probabilidad de ocurrencia del output en distintos escenarios.

4.2.2. Resultados obtenidos

Tabla 12: Medidas estadísticas del margen bruto por hectárea

Medidas Estadísticas	Región Ayacucho	Región Lima
Numero de Iteraciones	10000	10000
Media	-4802,8	2145,2
Desviación estándar	2191,4	4018,6
Mediana	-4912,9	1581,9
Moda	-5004,9	1172,2
Mínimo	-10964,5	-6911,4
Máximo	2122,8	15800,8
Coefficiente de variabilidad	0,46	1,88

FUENTE: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestran las medidas estadísticas, obtenidas mediante el *software* @Risk, sobre los beneficios económicos (rentabilidad) en la producción de papa blanca comercial en ambas regiones. En base a 10000 iteraciones, se obtuvo las distribuciones de probabilidad, y se puede apreciar la diferencia entre ambas regiones, pues mientras Lima obtiene niveles de rentabilidad promedio ascendentes a S./ha 2 145.2 , Ayacucho obtiene S./ha -4 802.8 (pérdida económica). El valor mínimo del margen bruto por hectárea, lo que implica el escenario más adverso (100% de riesgo) para la región Ayacucho es de S./ha -

10 964.5, mientras que en Lima se obtiene S./ha -6 911.4. Por otro lado, el máximo valor de margen bruto por hectárea es de S./ha 2 122 para la región de Ayacucho y de S./ha 15 800.8 para Lima. El riesgo de variación en el margen bruto por hectárea es más elevado en la producción de Lima que en Ayacucho. Esto se verifica por el valor de la desviación estándar mayor en dicha región (4018,6 vs 2191,4). El coeficiente de variación también es más elevado en el caso de la región costeña y es de 1.88 (y de 0.46 para Ayacucho), lo que indica que para obtener una unidad más de rentabilidad (S/.1 adicional) es necesario arriesgar 1.88 unidades de riesgo (o sea, es necesario arriesgar S/. 1.88, puesto que el coeficiente de variación es una medida relativa de dispersión y no tiene unidades de medida). Esta medida proporciona una base más significativa de comparación cuando los rendimientos esperados sobre dos alternativas no son los mismos.

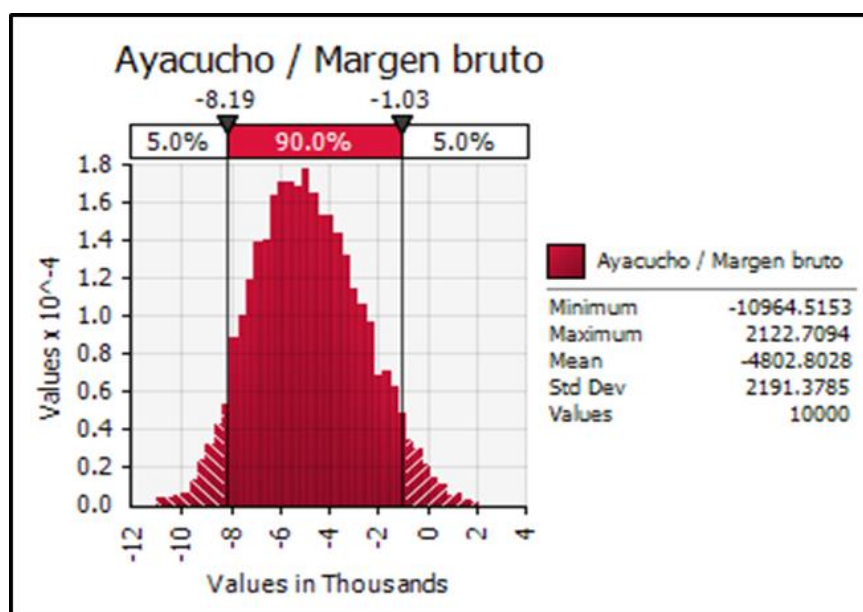


Figura 15: Distribución de probabilidad para los beneficios económicos (margen bruto por hectárea) en la región Ayacucho.

FUENTE: Elaboración propia con el @Risk

En la figura anterior, se observa que las probabilidades de ocurrencia en los beneficios económicos (margen bruto por hectárea) de la producción de papa blanca comercial en Ayacucho se encuentra distribuida entre S./ha -10 964.5 (pérdidas) y S./ha 2 122.7, con una media de S./ha -4 802.8; con lo cual, a priori, se puede comentar que en esta región los agricultores obtienen pérdidas económicas frecuentemente (ya que el *software* @Risk permite simular escenarios de acuerdo a la muestra empleada) aun cuando existen muchos

escenarios de rentabilidad posibles. Al mismo tiempo, se observa que las probabilidades de ocurrencia son altas para los resultados negativos: Las probabilidades de obtener pérdidas económicas (obtener márgenes brutos por hectárea menores a cero) se encuentran alrededor del 90%, dejando un nivel de confianza de 5% para eventos poco probables de obtener niveles de rentabilidad catastróficos de alrededor de S./ha -11 000 y niveles de beneficios económicos súper favorables del orden de S./ha 2 200. Estos resultados nos muestran que en Ayacucho es más probable que se registren pérdidas económicas para los agricultores de papa blanca comercial, de acuerdo con los posibles valores (dependiendo del statu quo respecto de políticas agrícolas orientadas a mejorar tal panorama), representados por la probabilidad de ocurrencia y distribución de probabilidad de variables importantes como los precios y rendimientos por hectárea, además de los costos de producción, como son los costos en mano de obra, maquinaria, semillas fertilizantes, entre otros.

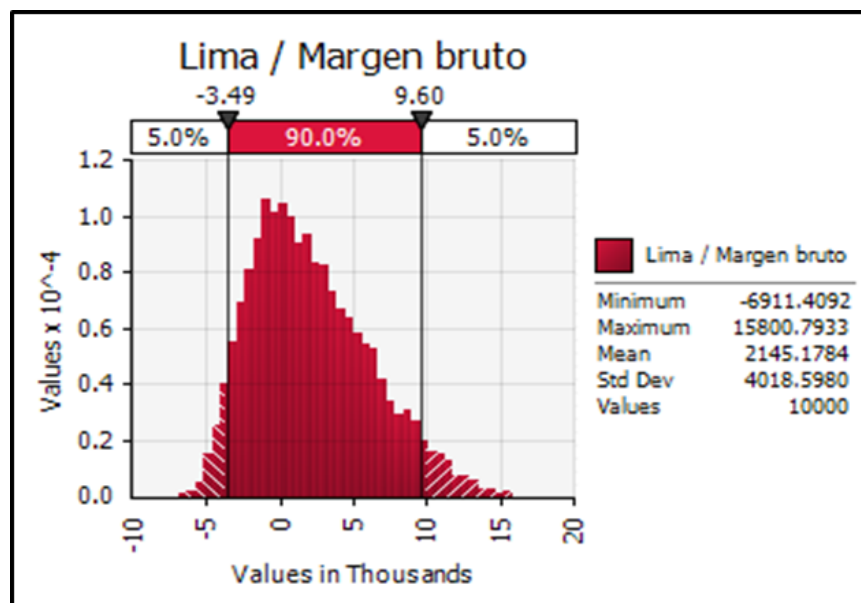


Figura 16: Distribución de probabilidad para los beneficios económicos (margen bruto por hectárea) en la región Lima.

FUENTE: Elaboración propia con el @Risk

En la figura anterior, se observa que las probabilidades de ocurrencia de los beneficios económicos (margen bruto por hectárea) de la producción de papa blanca comercial en Lima se encuentra distribuida entre S./ha - 6 911.4 y S./ha 15 800.8, con una media de S./2 145.2; con lo cual, a priori, se puede comentar que en esta región los agricultores obtienen, generalmente, beneficios económicos positivos (ya que el *software* @Risk permite simular

escenarios de acuerdo a la muestra empleada) aun cuando existen escenarios de rentabilidad negativos que también son posibles (esto se muestra en la amplia gama de escenarios de rentabilidad posibles). Del mismo modo, también se observa que las probabilidades de ocurrencia son altas para los resultados positivos. Las probabilidades de obtener ganancias (en este caso, según la figura se muestran márgenes mayores a S/./ha -3000 y van hacia alrededor de S/./ha 10000) son 90% mientras que las de obtener resultados extremos (poco probables): 5% de nivel de confianza para obtener niveles de rentabilidad hasta S/./ha – 6 900 y hasta S/./ha 16 000.

Estos resultados nos muestran que en Lima también es posible que se registren pérdidas económicas para los agricultores de papa blanca comercial, no obstante, las probabilidades de ocurrencia de pérdidas son significativamente menores en comparación con Ayacucho, además que es de esperar obtener beneficios económicos positivos en esta región de acuerdo con las fluctuaciones de variables importantes como precios y rendimientos por hectárea, además de los componentes variables (de riesgo) en los costos de producción.

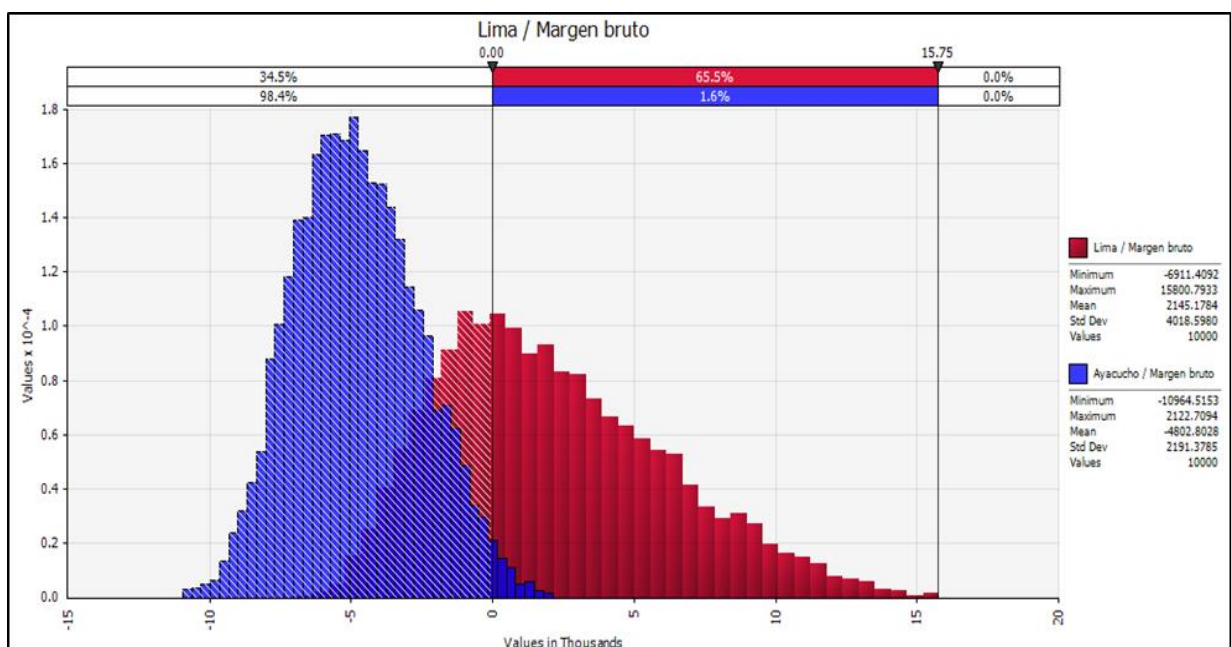


Figura 17: Distribución de probabilidad para los beneficios económicos (margen bruto por hectárea) comparados: Región Lima (guinda) y Ayacucho (azul).

FUENTE: Elaboración propia con el @Risk

4.2.3. Análisis de sensibilidad

En la siguiente tabla se correlacionan los resultados de las medidas de riesgo, es decir, la probabilidad de obtener niveles más bajos de rentabilidad correspondientes a cada uno de los 20 rangos de probabilidad de 0 a 100% divididas en clases de 5%.

Tabla 13: Percentiles de riesgo del margen bruto por hectárea para ambas regiones

Nivel de Riesgo	Margen bruto/ha	Margen bruto/ha
Región	Ayacucho	Lima
100%	-10 964.52	-6911.41
95%	-8,188.23	-3,490.88
90%	-7,575.85	-2,652.27
85%	-7,117.22	-1,977.42
80%	-6,747.01	-1,418.63
75%	-6,391.93	-943.85
70%	-6,086.82	-449.02
65%	-5,795.48	49.18
60%	-5,503.71	521.10
55%	-5,202.87	1,031.11
50%	-4,912.87	1,581.95
45%	-4,624.01	2,131.02
40%	-4,317.86	2,726.60
35%	-3,992.96	3,334.54
30%	-3,652.68	4,040.11
25%	-3,296.37	4,807.54
20%	-2,891.32	5,643.26
15%	-2,417.61	6,561.57
10%	-1,805.75	7,860.23
5%	1,029.26	9,602.42
0%	2122.71	15800.79

FUENTE: Elaboración propia con el @Risk

En la tabla anterior se puede observar que de manera general, a partir de un nivel de riesgo de entre el 65-79%, los niveles de rentabilidad para la producción de papa blanca en Lima son superiores a la región Ayacucho (a partir de este nivel se observan beneficios económicos positivos en Lima, mientras que en Ayacucho aún se mantienen pérdidas económicas, aunque van descendiendo según descende el nivel de riesgo en todas las variables que influyen en este resultado). Cabe resaltar que los niveles de rentabilidad para el caso de Lima son bastante superiores (respecto de Ayacucho), por ejemplo, cuando se

tiene un nivel de riesgo de 5% (un escenario cuasi perfecto, que representa la situación más favorable para todas las variables del modelo, incluyéndose obviamente a la variable de salida), el beneficio económico (margen bruto por hectárea) máximo que se puede obtener en Lima es de los S/. 9 602.42, mientras que en Ayacucho este mismo indicador alcanza un nivel tan solo de S/. 1 029.26.

Tabla 14: Factores que conforman la sensibilidad en el margen bruto por hectárea

Variables	Región Ayacucho		Variables	Región Lima	
	Contribución (%)	Coefficiente de Correlación		Contribución (%)	Coefficiente de Correlación
Precio en chacra	66%	0,663	Precio en chacra	91%	0,914
Rendimiento	46%	0,469	Rendimiento	33%	0,330
Costos de semillas	17%	-0,184	Costos de semillas	7,4%	-0,074
Costo de pesticidas	23%	-0,230	Costo de pesticidas	4,2%	-0,043
Costos de fertilizantes	23%	-0,213		17%	-0,174
Mano de obra	42%	-0,418	Mano de obra	10,1%	-0,110
Maquinaria	8%	-0,074	maquinaria	2,8%	-0,036

FUENTE: Elaboración propia con el @Risk

Adicionalmente al análisis de sensibilidad anterior, se pueden observar los coeficientes de correlación lineal. Recordemos que en probabilidad y estadística, la correlación indica la fuerza y la dirección de una relación lineal entre dos variables aleatorias. Se considera que dos variables cuantitativas están correlacionadas cuando los valores de una de ellas varían sistemáticamente con respecto a los valores homónimos de la otra. (Gujarati et al. 2010). Así, la correlación lineal del margen bruto por hectárea y el precio en chacra en la región de Ayacucho tiene un valor de 0.663 (un valor de +1, significa que la correlación es perfectamente positiva entre estas dos variables) lo que indica que ambas variables se mueven en el mismo sentido. Cuando aumenta el valor del precio en chacra, aumenta también el margen bruto por hectárea, o lo que es lo mismo, cuando aumenta el margen bruto por hectárea, aumenta el valor del precio en chacra; pues en el análisis de correlación no interesa el sentido de causalidad, ya que el tratamiento de las variables es simétrico. Como es de esperarse, los coeficientes de correlación lineal para el caso de las variables del ingreso por hectárea (precio en chacra y rendimiento por hectárea), son positivos, y para las variables pertenecientes al costo de producción son negativas (en ambas regiones), lo que muestra que

las variables precio en chacra, rendimiento por hectárea y el margen bruto se mueven en el mismo sentido, es decir, si una de las variables aumenta, las otras dos también aumentarán (ya que el ingreso por hectárea es la multiplicación de precio y cantidad). Para el caso de las variables referentes al costo de producción por hectárea; cuando por ejemplo, el costo de las semillas aumente su valor, el margen bruto por hectárea disminuirá o viceversa. Lo que muestra este coeficiente de -0.074 (en Lima) es simplemente el sentido en que se mueven estas dos variables sin que importe el sentido de causalidad.

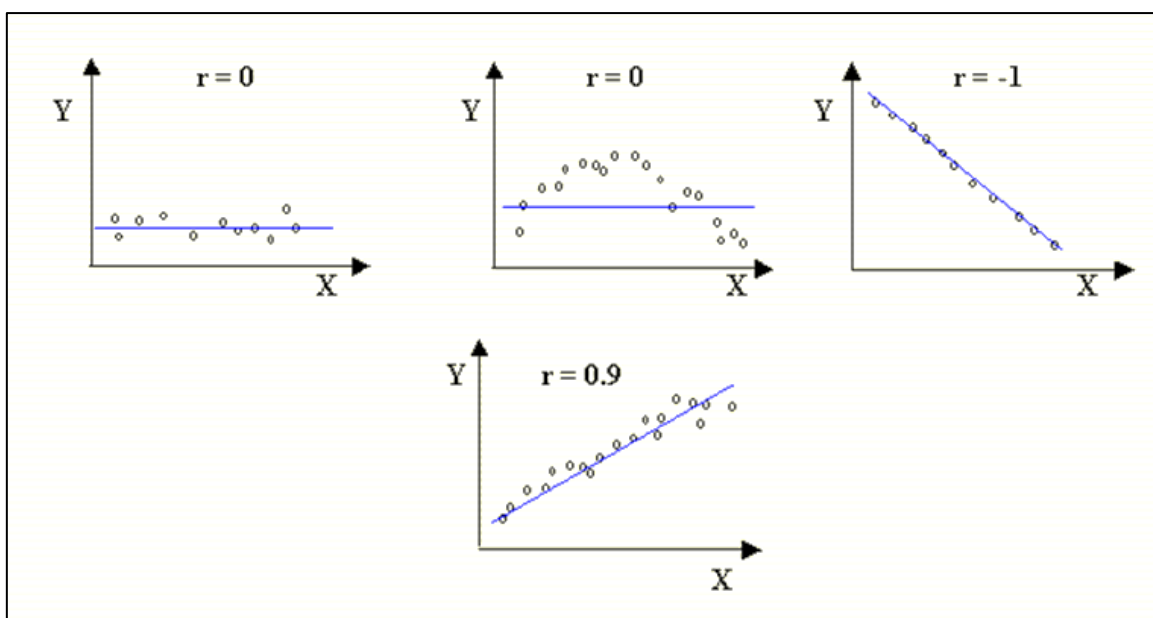


Figura 18: Coeficientes de correlación lineal entre dos variables.

FUENTE: Gujarati *et al.* (2010)

4.3. Cambios esperados en el nivel de bienestar social en Ayacucho frente a la hipotética liberación de una semilla cisgénica resistente a rancha o tizón tardío causada por *Phytophthora infestans*

Para realizar el análisis, hipotético, de introducir una semilla cisgénica de papa blanca resistente a rancha causada por *Phytophthora infestans* en la región Ayacucho, con el método de cambio de excedentes económicos de Alston *et al.* (1995), tal como se ha formulado en la metodología, el tratamiento de los datos ha considerado los siguientes criterios:

- Los datos sobre costos de producción, precios, ingresos y rendimientos por hectáreas provienen netamente de información secundaria: MINAGRI, SEIA, GORE-JUNÍN.

Cabe precisar que no se utilizó información primaria (encuestas a los productores).

- La elasticidad oferta y la elasticidad de la demanda fueron tomadas de investigaciones anteriores que tuvieron ámbito de aplicación el Perú (véase la bibliografía): 0.206; y 0.42 respectivamente.
- Para el cálculo del Valor Actual Neto (VAN), se consideró la tasa social de descuento (TSD) de 9%, dada por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) según la Resolución Directoral N° 001-211-EF/63.01. El Peruano, 19.05.2011. Adicionalmente se simuló los resultados con una TSD de 20% para corroborar la tendencia de los resultados anteriores. En un sentido amplio se trata de corroborar, *grosso modo*, la viabilidad económica de esta innovación tecnológica para el sector público.
- La probabilidad de éxito es de 85 por ciento, según expertos en este tipo de cambio tecnológico para la agricultura como Falck Zepeda, William Roca y Enrique Fernández.
- La tasa de adopción, siguiendo a Diez, Gómez y Varona (2013), que se basan en Rogers (1995), se consideró en un máximo de 80%.
- Para el monto de inversión para este tipo de innovación tecnológica se ha considerado el criterio de Diez, Gómez y Varona (2011), Guillén (2013) y Echevarría (2014) que consultaron a varios expertos de Perú y promediaron los costos que dichos expertos propusieron. Este monto asciende a cerca de 1.75 millones de soles (en este caso se ponderó de acuerdo al tamaño de superficie cosechada de la región Ayacucho, 21,199 hectáreas cosechadas de papa), durante el primer año solamente y la transferencia sería de 100 mil soles por año y se realizaría en los 3 primeros años de liberación de la semilla resistente a rancho (300 mil soles en total).
- Al ser la papa un producto destinado al consumo interno, pues sus exportaciones e importaciones no son representativas, según Maximize Consult (2008), se considera que el tipo de economía es de una economía cerrada.
- Por ser una tecnología nueva, y para evitar complicaciones en el modelo y en los cálculos, se considera en la presente investigación que este activo (tecnología de innovación) no está sujeto a depreciación.

En base a los puntos mencionados, se elaboró la siguiente tabla, referida a los datos a utilizar. Dicha información se obtuvo de información secundaria y terciaria.

Tabla 15: Rendimientos (región Ayacucho), tasa de descuento, probabilidad de éxito y tasa de adopción asociadas a una semilla cisgénica en el cultivo de papa blanca

Concepto	Semilla actual	Semilla cisgénica	Diferencia	Cambio %
Rendimiento (Kg/ha)	14500	18600	4100	30%
Precio (S/.kg)	0.45	0.45	-	-
Ingreso bruto (S/.ha)	6525	8370	1845	27%
Costos de producción (S/.ha)	7860	8052	192	2.5%
Costo de semillas (S/.kg)	1605	2247	642	36%
Ingreso neto(S/.ha)	-1335	318	1653	108%
Tasa de interés (%)*	-	0.09	-	-
Probabilidad éxito (%)	-	0.85	-	-
Tasa máxima de adopción** (%)	-	0.80	-	-

* TSD (tasa social de descuento)

** A partir del año 4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: Cálculo del tamaño proporcional del Desplazamiento de la Oferta (K) y la Variación de los Precios relacionados con la nueva Tecnología (Z)

Cantidad Inicial		21199 has (al 2017)										
Año*	Elasticidad de la demanda	Elasticidad de la oferta	Cambio rendimiento	Cambios equivalente rendimiento	Cambio costos insumos	Cambio equivalente costos	Cambio neto costos insumos (K potencial)	Probabilidad de éxito	Tasa de adopción ¹	Tasa de depreciación ²	K	Z
2018												
2019	0.42	0.206	0.464	2.252	0.091	0.062	2.189	0.85	0.028	1	0.052	0.009
2020	0.42	0.206	0.464	2.252	0.091	0.062	2.189	0.85	0.160	1	0.298	0.050
2021	0.42	0.206	0.464	2.252	0.091	0.062	2.189	0.85	0.500	1	0.930	0.157
2022	0.42	0.206	0.464	2.252	0.091	0.062	2.189	0.85	0.800	1	1.489	0.251
2023	0.42	0.206	0.464	2.252	0.091	0.062	2.189	0.85	0.800	1	1.489	0.251
2024	0.42	0.206	0.464	2.252	0.091	0.062	2.189	0.85	0.800	1	1.489	0.251
2025	0.42	0.206	0.464	2.252	0.091	0.062	2.189	0.85	0.800	1	1.489	0.251
2026	0.42	0.206	0.464	2.252	0.091	0.062	2.189	0.85	0.800	1	1.489	0.251
2027	0.42	0.206	0.464	2.252	0.091	0.062	2.189	0.85	0.800	1	1.489	0.251
2028	0.42	0.206	0.464	2.252	0.091	0.062	2.189	0.85	0.800	1	1.489	0.251

FUENTE: Elaboración propia

*Se determinó el horizonte de evaluación en 10 años.

**El valor de la elasticidad de demanda se consideró de acuerdo a Maximize Consult (2008).

***Debido a que no se cuenta con esta información en el Perú, el valor de la elasticidad de oferta se consideró de acuerdo a diversas investigaciones en el extranjero.

¹ Como es evidente, durante los primeros años la tasa de adopción es relativamente baja. Sin embargo, después de revisar literatura relevante, ésta variable se establece en 80%.

² Como se adelantó, se consideró que esta tecnología de innovación agrícola en semillas no está sujeta a depreciación. Es decir, se supone que se adquiere ésta (con los costos de inversión y transferencia) y que en el período (de evaluación) de 10 años las semillas mejoradas siguen teniendo el mismo valor.

En base a la tabla anterior se estimaron los cambios en el nivel de bienestar social asociados a la hipotética liberación de una semilla cisgénica resistente a racha en la región Ayacucho. Es importante señalar, sin embargo, que el cambio del bienestar monetario para los productores se refiere o tiene sus efectos en la superficie cosechada en esta región (21 mil has en el 2017) por parte, obviamente de los productores o agricultores en esta región. Por otro lado, las ganancias o pérdidas (monetarias) de bienestar para los consumidores de papa blanca comercial (que se producirían con semillas cisgénicas resistentes a racha en Ayacucho) serían estimadas para los consumidores limeños en su gran mayoría, pues se conoce que las mayores ventas (de los productores de Ayacucho) de este tubérculo se realizan en el mercado mayorista de Lima. Así pues, el cambio en el excedente del productor asciende a 1.99 millones de soles (con una tasa de descuento de 9%), con un mínimo de -79.2 millones de soles (con un alto grado de riesgo en la producción de papa blanca comercial para los productores ayacuchanos) y con un valor máximo de 6.17 millones de soles (cuando la tasada de adopción, probabilidad de éxito y cambios favorables en el rendimiento por hectárea).

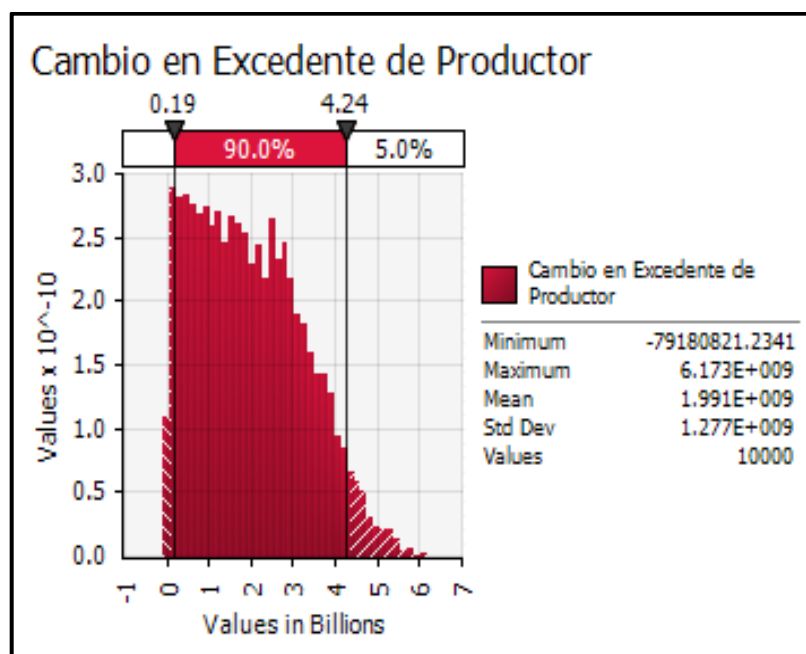


Figura 19: Cambios en el excedente del productor (en Ayacucho) a consecuencia de la liberación de una semilla cisgénica resistente a racha.

FUENTE: Elaboración propia en base al @Risk

De otro lado, la mayor variabilidad (hipotética) de esta medida de bienestar está en función de la producción (93%), rendimiento por hectárea (25%) y superficie cosechada (18%). Por ejemplo, es de esperar que ante aumentos de la producción (total, en base a la superficie sembrada y cosechada) de papa blanca comercial se incremente el bienestar de los productores ayacuchanos ya que el efecto volumen (ya que el precio se mantendría constante, según los supuestos del modelo) (ΔQ) aumentará sus ingresos y por ende el beneficio económico o rentabilidad por hectárea que estos pueden obtener. El caso de la variación positiva de los rendimientos por hectáreas indicaría que por cada 10% de aumento en esta variable, el bienestar monetario de los productores se elevaría en 25%.

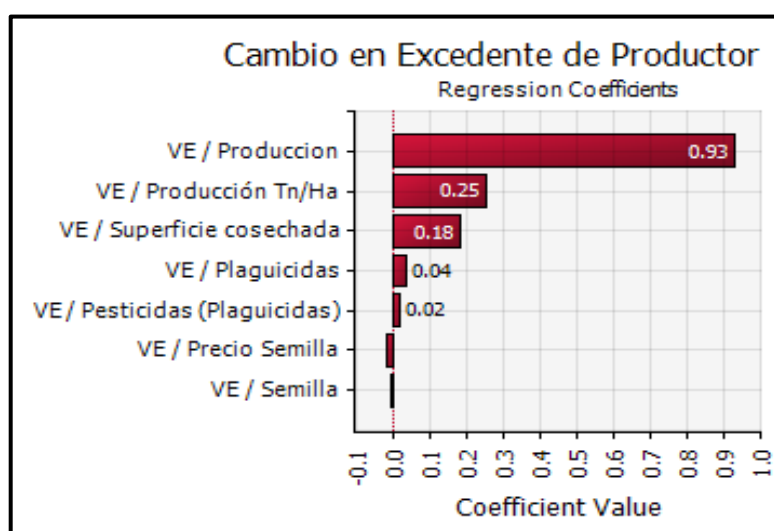


Figura 20: Variables explicativas que influyen en la magnitud del excedente del productor en Ayacucho a consecuencia de la liberación hipotética de una semilla cisgénica resistente a rancho.

FUENTE: Elaboración propia con el software @Risk

En el caso de la variación (monetaria) del bienestar que experimentarían los consumidores (en su gran mayoría limeños) de papa blanca comercial (a partir de semillas cisgénicas resistentes a rancho): excedente del consumidor; su valor ascendería, en promedio, a 0.98 millones de soles, con un valor mínimo y máximo de -38.8 y 3.03 millones de soles, respectivamente.

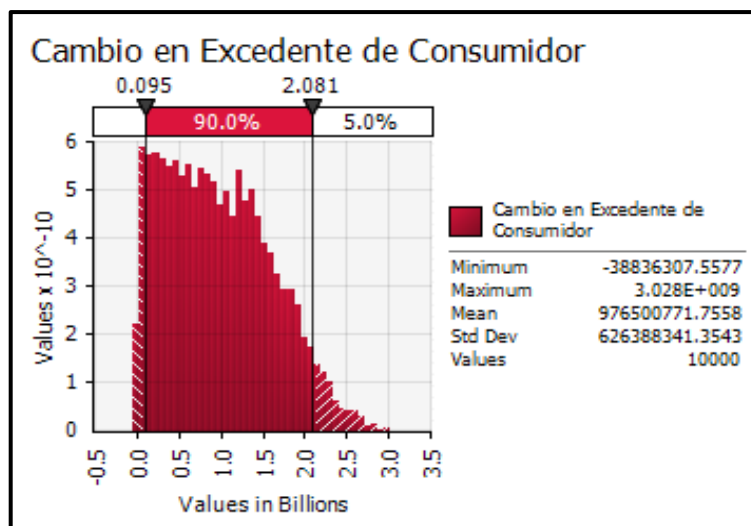


Figura 21: Cambios hipotéticos en el excedente del consumidor (en Lima) a consecuencia de la liberación hipotética de una semilla cisgénica resistente a rancha (en Ayacucho).

FUENTE: Elaboración propia con el @Risk

En adición a ello, también se puede comentar que la mayor variabilidad (hipotética) de esta medida de bienestar está en función de la producción (93%) - al igual que en el caso del excedente del productor en Ayacucho - , rendimiento por hectárea (25%) y superficie cosechada (18%). Entonces, es de esperar que ante aumentos de la producción (total, en base a la superficie sembrada y cosechada en Ayacucho) de papa blanca comercial se incremente el bienestar de las familias o consumidores de Lima, ya que el efecto volumen (ΔQ), aunado a los aumentos de productividad (rendimientos por hectárea) desplazará la función de oferta de papa blanca comercial – debido al valor de k –, con lo cual conllevaría a que el precio de este producto se reduzca (de acuerdo a la tasa de adopción y probabilidad de éxito). El caso de la variación positiva (aumentos) de la superficie cosechada (y sembrada, en Ayacucho) indicaría que por cada 10% de aumento en esta variable, el bienestar monetario de los consumidores de papa blanca comercial (en Lima principalmente) se elevaría en 18%. Esto obviamente se entiende por el mayor volumen de la oferta y la rebaja del precio al consumidor por el desplazamiento de la función de oferta, debido a k . Finalmente, en lo que respecta a los cambios en el nivel de bienestar social (medido a través de los excedentes de consumidores y productores), éstos se calculan simplemente como la sumatoria de los cambios en el excedente del consumidor y el excedente del productor: $\Delta ES = \Delta EC + \Delta EP$. Dicho valor asciende a 2.97 millones de soles, en promedio (según el valor esperado de dicha

variable de salida u output). Su valor mínimo asciende a -11.8 millones de soles, mientras que su valor máximo es de 92 millones de soles. Como es de esperar, las principales variables o factores que influyen en la variabilidad de los resultados señalados anteriormente, son la producción total, rendimientos por hectárea y superficie cosechada; las mismas que para los casos del cambio en el excedente del productor y del consumidor.

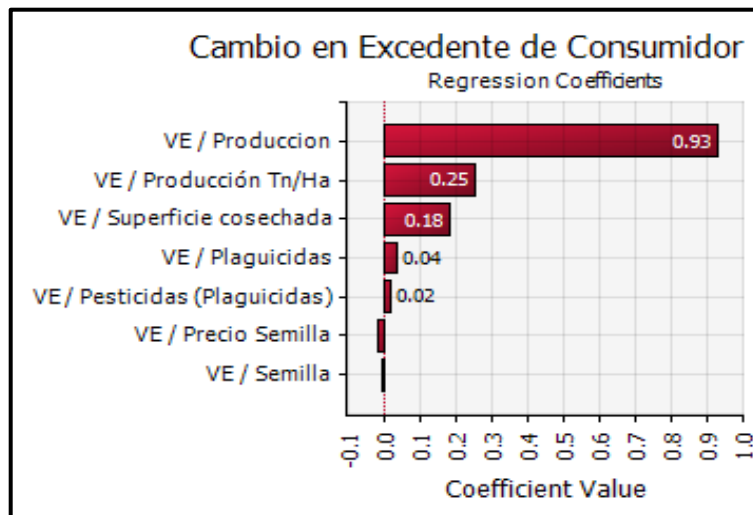


Figura 22: Variables explicativas del excedente del consumidor en Lima a consecuencia de la liberación hipotética de una semilla cisgénica resistente a rancho.

FUENTE: Elaboración propia con el @Risk

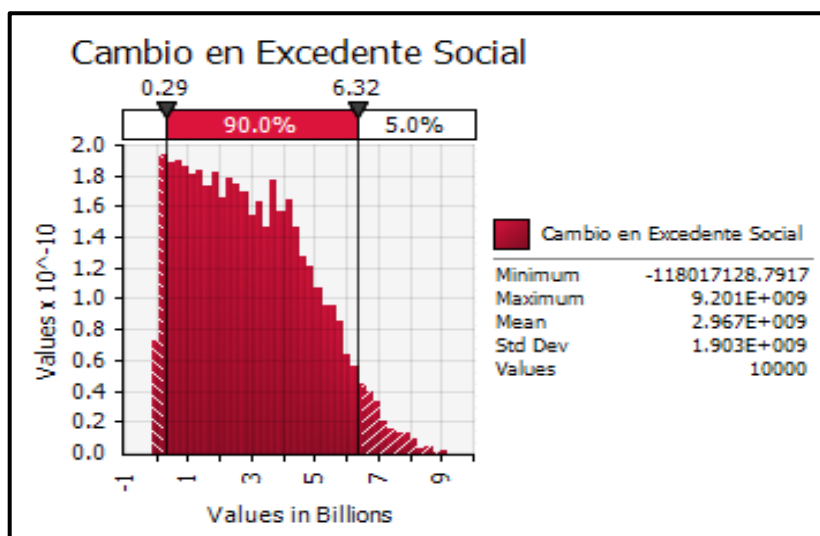


Figura 23: Cambios hipotéticos en el excedente social a consecuencia de la liberación hipotética de una semilla cisgénica resistente a rancho en Ayacucho.

FUENTE: Elaboración propia con el @Risk

4.3.1. Otros indicadores de rentabilidad social:

Valor Actual Neto (VAN): Este indicador es el valor monetario equivalente a la sumatoria descontada del beneficio neto de una determinada inversión privada (VAN privado) o medida de política pública (VAN social) durante un horizonte determinado. Formalmente el VAN se calcula:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{I_t - C_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{Q_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

I	:	Ingresos totales
C	:	Costos totales
Q	:	Beneficios totales netos
r	:	Tasa de descuento
n	:	Horizonte del proyecto
t	:	Tiempo

El término Q se refiere a la utilidad neta (excedente económico privado) o bienestar (social) que un determinado agente económico (en esta investigación: o consumidores o productores) percibe a partir de la implementación de un determinado proyecto o intervención. Los costos, C, contienen además las inversiones iniciales necesarias para iniciar dicho proyecto público o privado. En el caso del proyecto privado, se utiliza una tasa de descuento privada, r^P , la cual es la tasa de las fuentes de financiamiento del proyecto (costo de oportunidad del capital: COK) y que equivale al costo de todas las fuentes de financiación, tanto propias como externas. En el caso de un proyecto social deberá utilizarse una tasa de descuento social³, r^S , equivalente al costo de oportunidad social por la utilización de los recursos que pudieron generar distintos bienes y servicios mediante la implementación de distintas medidas de política alternativas (proyectos públicos). Nótese que la magnitud del VAN dependerá no solo de los ingresos y costos, sino también de la tasa de descuento a utilizar.

³ La tasa de descuento es una medida económico-financiera que se aplica para determinar el valor actual de cualquier flujo futuro (beneficios económicos - privados o sociales -, valor de los costos, valor del consumo, etc.). Esta tasa puede ser aplicada tanto en los ámbitos privados (proyectos de inversión) como sociales (medidas de políticas públicas).

En términos generales se puede interpretar el VAN (privado) del modo siguiente:

$VAN > 0 \Rightarrow$ La empresa genera beneficio por encima de lo exigido.

$VAN = 0 \Rightarrow$ No hay beneficio por encima de lo exigido.

$VAN < 0 \Rightarrow$ La empresa no obtiene el beneficio exigido, lo que puede generar pérdida para ella.

Se deberá rechazar cualquier inversión cuyo VAN sea negativo ya que descapitaliza la empresa. Entre varios proyectos se elegirá aquel que tenga el VAN positivo superior. En la presente investigación se calculó el VAN social, es decir, el retorno económico de la hipotética liberación de una semilla cisgénica resistente a racha en la región Ayacucho. En otras palabras, se va formalizar el hecho de que el Estado peruano financie la implementación (y costos de transferencia) de esta alternativa tecnológica. Se utilizó la tasa social de descuento⁴ del 9 por ciento y considerando un período de evaluación (horizonte temporal) de 10 años, el VAN asciende a 12.64 millones de soles.

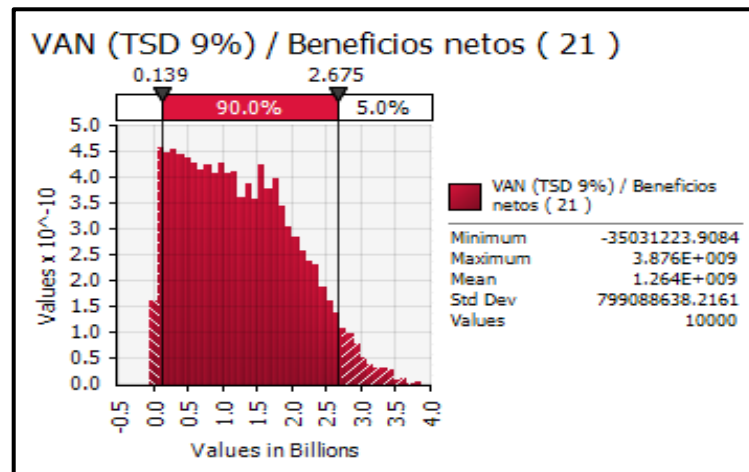


Figura 24: Función de densidad del VAN de la alternativa tecnológica (semilla cisgénica en papa blanca) como indicador de la rentabilidad social.

FUENTE: Elaboración con el @Risk

⁴También se estimó el VAN social cuando la tasa de descuento correspondía al 20%. El resultado de ello es que el VAN sigue siendo positivo y asciende a 0.59 millones de soles.

Respecto del riesgo o variabilidad del VAN social, se puede comentar que existe más de 90% de probabilidad de que este valor sea mayor que cero; es decir, se estaría garantizando (casi en el 100% de casos) la rentabilidad social de esta hipotética liberación de semilla cisgénica.

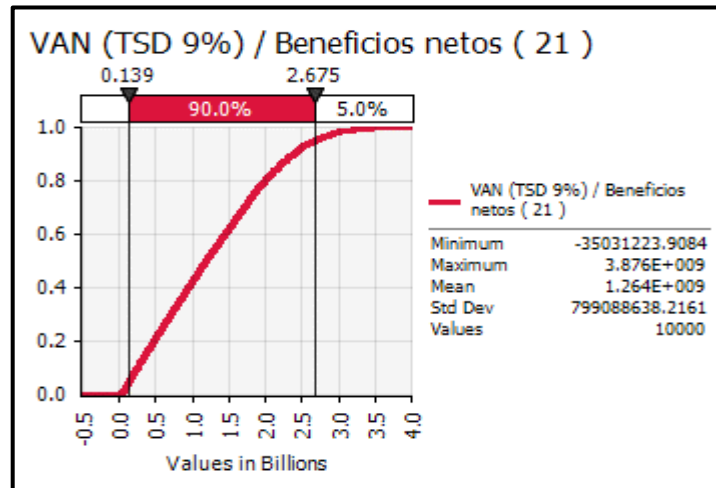


Figura 25: Sensibilidad del VAN asociado a la implementación de una alternativa tecnológica: semilla cisgénica de papa blanca.

FUENTE: Elaboración con el @Risk

Tasa interna de retorno (TIR)

Finalmente, la TIR explica la tasa de beneficio o rentabilidad de la implementación de un determinado proyecto (público o privado). En términos operativos, la TIR es una tasa específica (r^*) a la cual el VAN es cero. Concretamente, la TIR es la tasa de rentabilidad promedio (anual, semestral, etc.) que el proyecto “paga” a los inversionistas por invertir sus fondos allí. En concreto, es la tasa de rentabilidad del dinero que aún permanece en el proyecto. Esa tasa de rentabilidad, se debe comparar contra lo que se desea ganar como mínimo: COK (costo de oportunidad del capital), en el ámbito privado; y TSD (tasa social de descuento) para proyectos públicos. La TIR es comparada con una tasa de retorno de referencia (costo de oportunidad). Si esta última tasa es mayor a la TIR, entonces el VAN del proyecto sería necesariamente negativo. Lo contrario también cumple. La TIR es un indicador que se utiliza de manera conjunta con el VAN. Formalmente la TIR se calcula de

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r^*)^t}$$

En la investigación la TIR asciende a 21.3 por ciento. El resultado anterior, indica que con los fondos públicos destinados por el Estado peruano a implementar la alternativa tecnológica de las semillas cisgénicas en el cultivo de papa blanca, se estaría retribuyendo a la sociedad con una rentabilidad promedio de 21.3 por ciento. En otras palabras, el monto total de la inversión (17.5 millones) rinde, en promedio 21.3 por ciento anuales, en el horizonte temporal de los 10 años de evaluación.

Finalmente, se puede agregar que la TIR es la máxima tasa de descuento que un proyecto puede tener para ser rentable, pues una mayor tasa ocasionaría que el valor presente de los beneficios netos (VPBN) sea menor que la inversión (VAN menor que cero). Según la literatura financiera si la tasa de descuento fuese mayor que la TIR, entonces el proyecto empezaría a no ser rentable, pues el VPBN comenzaría a ser menor que la inversión. Y en caso que la tasa descuento fuera menor que la TIR, el proyecto sería cada vez más rentable, pues el VPBN sería cada vez mayor que la inversión. En base a ello, como la TIR: 21.3 por ciento > TSD: 9 por ciento; e incluso TIR: 21.3 por ciento > TSD*:20 por ciento, entonces queda demostrado que la implementación de la alternativa tecnológica de la semilla cisgénica resistente a rancho, es socialmente rentable, ya que con los fondos públicos se generaría un nivel de bienestar social significativo, tanto para los productores ayacuchanos y los consumidores de Lima metropolitana, principalmente.

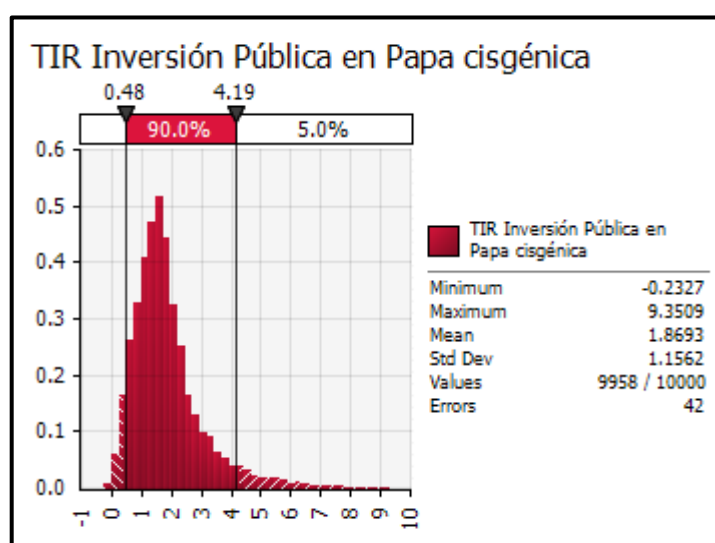


Figura 26: Función de densidad de la TIR asociada a la implementación de una alternativa tecnológica: semilla cisgénica de papa blanca

FUENTE: Elaboración con el @Risk

V. CONCLUSIONES

- Luego de la comparación, en un entorno probabilístico (de riesgo), de los beneficios económicos (rentabilidad) que se puede obtener a partir de la producción de papa blanca comercial en las regiones de Ayacucho y Lima, se puede concluir que, a partir del indicador: margen bruto por hectárea, los beneficios económicos son ampliamente superiores en Lima y, en contraste, los niveles de rentabilidad que se presentan en Ayacucho son mayormente negativos, lo que quiere decir que en Ayacucho los ingresos que perciben los agricultores no cubren sus costos de producción, pues aunque en ambas regiones el precio cobrado es similar, los rendimientos en Ayacucho son muy bajos comparados con Lima.
- La región Ayacucho presenta mayores niveles de riesgo en la producción de papa blanca comercial, pues los cambios que se pueden originar en las variables independientes afectan en mayor medida la variabilidad del margen bruto por hectárea. Además de ello, las principales fuentes de riesgo, para ambas regiones, son el precio en chacra que cobran los productores por kilo de papa blanca comercial, así como la productividad o rendimiento por hectárea, y en menor medida los costos de fertilizantes y mano de obra.
- En el caso del precio en chacra y su influencia en la rentabilidad del cultivo, el análisis de sensibilidad muestra que en ambas regiones es la variable de mayor riesgo para los agricultores, y sus niveles de impacto son de 66% y 91% para Ayacucho y Lima respectivamente, mientras que la otra fuente de mayor riesgo en ambas regiones, el rendimiento por hectárea, muestra niveles de riesgo diferenciados. En Ayacucho esta variable representa un 46% de nivel de riesgo, pero en Lima esta misma variable representa un 33% de riesgo para esta actividad productiva.

- Como conclusión final se puede decir, que la hipótesis general planteada en la presente investigación es consistente con los resultados obtenidos. En ese sentido se puede generalizar que la región Lima es más competitiva en cuanto a niveles de rentabilidad en la producción de papa blanca comercial, asociado a menores niveles de riesgo en esta actividad. Se ha evidenciado, bajo un análisis probabilístico y de simulación, que los beneficios económicos – promedio – en la región Lima son significativamente superiores que los de Ayacucho, que generalmente son negativos, y que la probabilidad de ocurrencia (concentrados en el 90% del nivel de confianza) en los distintos escenarios son de obtener pérdidas económicas en Ayacucho y de obtener ganancias en Lima.
- En el caso de la evaluación económica (método de excedentes económicos; e indicadores de rentabilidad social) respecto de una hipotética liberación de una semilla cisgénica resistente a racha (*Phytophthora infestans*) en la región Ayacucho (debido a su baja rentabilidad y elevado riesgo en la producción de papa blanca comercial) se demostró que existe una ganancia de bienestar, tanto para los productores (ayacuchanos) y los consumidores (limeños). El cambio en el excedente del consumidor asciende a 0.98 millones de soles mientras que el cambio en el excedente del productor es de 1.99 millones de soles. Finalmente el VAN (TSD = 9%) asciende a 12.6 millones de soles. Incluso el VAN calculado con una TSD del 20% es de 0.58 millones de soles. La TIR promedio anual es de 18.3%.

VI. RECOMENDACIONES

- Luego de analizar, bajo un entorno de riesgo y simulaciones, los niveles de beneficio económico (rentabilidad) en la producción de papa blanca comercial en estas regiones, se muestra claramente el impacto que tienen los rendimientos por hectárea (muy diferentes en ambas regiones) sobre esta actividad productiva en términos de bienestar para el productor (ganancias). En ese sentido se recomienda focalizar mejor las políticas del sector agrícola, orientadas a la mejora de los rendimientos agrícolas (sistema de información agraria, programas de capacitación, ayuda técnica, etc.), y del mismo modo se deben realizar estudios sobre el eficiente manejo de los insumos de producción.
- Evaluar con más rigurosidad el tema de la hipotética liberación de semillas modificadas genéticamente, en general. No sólo las cisgénicas, sino también otras alternativas de innovación tecnológicas, debido a los pobres rendimientos por hectárea de algunas regiones del Perú. Los cambios monetarios en el nivel de bienestar para productores y consumidores deberían ser los principales indicadores de la viabilidad o no de implementar ciertas medidas de política.
- Realizar estudios similares orientados a otros productos agrícolas, priorizándose de acuerdo a su importancia en términos de ingresos (VBP y VAB principalmente), ya que se podría obtener información sobre productos que podrían ser más rentables para el productor de la región Ayacucho, principalmente, debido a que esta región posee mejores condiciones climáticas, en relación a Lima, para tal fin.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alston, J.; Norton, G.; Pardey, P. 1995. Science under scarcity: principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting. Ithaca: Cornell University Press.
- Aulafacil. 2017. Curso Estadística. Distribuciones de probabilidades. (en línea). Disponible en www.aulafacil.com/CursoEstadistica
- Ayala-Garay, A.; Schwentesius-Rindermann, R.; Olán, M.; Preciado-Rangel, P.; Almaguer-Vargas, G.; Rivas-Valencia, P. 2013. Análisis de rentabilidad de la producción de maíz en la región de Tulancingo, Hidalgo, Revista Agricultura Sociedad y Desarrollo. Vol. 10: 381-395. Texcoco: Colegio de Posgraduados.
- Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). 2016. Síntesis económica de Ayacucho. Diciembre 2016.
- Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). 2014. Síntesis económica de Lima. Diciembre 2014.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 1998. Gestión de programas sociales en América Latina. Serie Políticas Sociales. Vol 25.
- Diez, R.; Gómez, R.; Navarro, O.; Varona, A.; Anderson, M. 2013. Evaluación ex ante de alternativas transgénicas en el cultivo de papa blanca comercial. Proyecto LAC Biosafety. Subproyecto Socioeconomía. Adaptación de métodos y herramientas para la evaluación de impacto socio – económico de la introducción de OVM de maíz y papa en trópicos y centros de biodiversidad – Perú)
- Departamento Nacional de Planeación (DNP) de Colombia. 2004. Metodología de Evaluación Ex post de programas y proyectos de inversión.

- Devaux, A.; Ordinola, M.; Hibon, A.; Flores, R. 2010. El sector papa en la región andina: Diagnóstico y elementos para una visión estratégica (Bolivia, Ecuador y Perú). Lima: Centro Internacional de la Papa.
- Echevarría, N. 2011. Impacto económico del uso de semilla certificada de papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Canchán, Distrito de Huasahuasi, Provincia de Tarma, Región Junín, Campaña Agrícola 2006 – 2007. Tesis Magister Scientiae en Economía Agrícola. UNALM.
- Evans, J.; Olson, D. 1998. Introduction to Simulation and Risk Analysis. EE.UU. Prentice Hall. p. 45.
- Fellner, A. 2004. Pequeño productor agrícola: Informe de costos y aplicación del tablero de control. XXVII Congreso Argentino de Profesores Universitarios de Costos.
- Falck-Zepeda, J. 2010. Socio - Economic Impact Assessments and Biotechnology: The Experience to Date. IFPRI, New York.
- Fiorito, F. 2006. La simulación como una herramienta para el manejo de la incertidumbre. Máster en Finanzas. Universidad del CEMA.
- Francischetti, C.; Bertassi, A.; Girioli, L.; Padoveze, C.; Calil, J. 2014. El análisis de riesgos como herramienta para la toma de decisiones relativas a inversiones. Argentina: Invenio, vol. 17, núm. 33. p. 73-85.
- Google. 2017. Mapa de Ayacucho. (en línea). Disponible en www.google.com.pe/search?q=MAPA+DE+AYACUCHO
- Google. 2017. Mapa de Lima. (en línea). Disponible en www.google.com.pe/search?q=MAPA+DE+LIMA
- Gujarati, D.; Porter, D. 2010. Econometría. 5 ed. McGraw-Hill Interamericana. p. 23-30, 835-845.

- Guillén, L. 2013. Análisis de la rentabilidad de una papa (*Solanum tuberosum*) resistente a ranchara (*Phytophthora infestans*) en Huasahuasi, Tarma, región Junín. Tesis Economista. UNALM.
- Gobierno Regional de Lima. 2009. Plan de Desarrollo Regional Concertado del Gobierno regional de Lima, 2008-2021.
- Horton, D. 1982. Social scientists in agricultural research: lessons from the Mantaro Valley Project, Peru.
- Hooker, W. 1980. Compendio de enfermedades de la papa. Traducido del inglés al español por Teresa Ames. Centro Internacional de la Papa. 116 p.
- Infojardín. 2010. Cisgénesis: Alternativa a los transgénicos y a la mejora tradicional. Disponible en: <http://archivo.infojardin.com/tema/cisgenesis-alternativa-a-los-transgenicos-y-a-la-mejora-tradicional.178381/>.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2009. Estado de la población peruana. Informe técnico.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2017. Disponible en: <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>
- Landeo, J. 1998. Nueva víctima del tizón tardío, en: Informe Anual 1997. CIP.
- Luna, H. 2013. Efectos económicos de liberar papa GM. resistente a fungosas en la localidad de Mayobamba, distrito Chinchao, provincia Huánuco, región Huánuco. Tesis Economista. UNALM.
- Martínez, R. 2010. Gestión de programas sociales: Del diagnóstico a la evaluación de impactos. División de desarrollo social, CEPAL.
- Maximize Consult. 2008. Factores determinantes para el incremento del consumo de papa en el Perú. Informe para uso confidencial del Ministerio de Agricultura del Perú.

- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2013. Sistemas de información. Serie de Estadísticas de Producción Agrícola (SEPA). Disponible en <http://www.minagri.gob.pe/portal/sistemas-de-informacion>
- Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI). 2017. Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias. Consultado en <http://siea.minag.gob.pe/siea/?q=actividades-estad%C3%ADsticas-del-sistema/agr%C3%ADcola>
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). 2014. Metodología para la Aplicación del Análisis Cuantitativo en la Elección de la Modalidad de Ejecución de Proyectos de Inversión Cofinanciados. (en línea). 37 p. Disponible en https://www.mef.gob.pe/contenidos/archivos-descarga/Anexo_RM249_2014EF15_2.pdf
- 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 Economista. UNALM
- Minaya, C. 2014. Análisis de la rentabilidad en la producción de papa blanca comercial. Tesis Economista. UNALM.
- Palisade Corporation. 2017. En: <http://www.palisade-lta.com/risk/simulacionmontecarlo.asp>
- Pérez, W.; Forbes, G. 2008. Manual Técnico. El Tizón Tardío de la Papa. CIP. Lima. Perú. 39 p.
- Rogers, E.M. 1995. Diffusion of innovations. New York, NY: The Free Press Macmillan.
- Spada, A.; Engler, P.; Seiko, M. 2011. Custos, rentabilidade e risco da produção de soja transgênica brasileira e argentina. 49º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural, Belo Horizonte, Brasil.

- Seiko, M.; Furlaneto, F.; Reco, P.; Ojima, A.; Yasuda, G. 2008. Retorno E Risco Econômico No Cultivo De Soja Convencional E Transgênica Na Região Paulista Do Médio Paranapanema, Safra 2006/07. In 46th Congress, July 20-23, 2008, Rio Branco, Acre, Brasil (No. 109764). Sociedade Brasileira de Economia, Administracao e Sociologia Rural (SOBER).
- Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias (SIEA). 2017. Series Históricas de Superficie cosechada, Precio, Producción; y Rendimientos de papa blanca comercial.
- Tarazona, C. 2016. Rentabilidad del maíz amarillo duro (*Zea mays*) resistente al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en la costa del Perú 2017 -2033. Tesis Economista. UNALM.
- Torero, M. 2018. Potato Technology and Economic World Trends. XXVIII Congreso de la asociación latinoamericana de la papa. Cusco, Perú.
- Velazco, J.; Velazco, J. 2012. Empleo y Protección Social Parte 3: Características del empleo agrícola en el Perú. PUCP.
- Varona, A. 2013. Adaptación de metodologías para la evaluación ex – ante de los costos y beneficios de la liberación de los organismos genéticamente modificados: El caso de la papa en el distrito de Huasahuasi, Provincia de Tarma, Región Junín. Tesis Magister Scientiae en Economía Agrícola. UNALM. Lima, Perú.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Rentabilidad y riesgos en la producción de papa blanca comercial. Los casos de Ayacucho y Lima

DEFINICION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE
¿Qué región, entre las dos en estudio, es más competitiva en la producción de papa blanca comercial, lo que permite obtener mayores niveles de rentabilidad en un entorno de bajo riesgo?	Evaluar la rentabilidad económica de los agricultores de papa blanca comercial en Lima y Ayacucho, y comparar la incidencia de los factores explicativos de ésta en ambas regiones.	La rentabilidad económica en la región Lima es significativamente mayor que la de la región Ayacucho en la producción de papa blanca comercial.	La rentabilidad en la producción de papa blanca comercial. Indicador: Margen bruto por hectárea (Y)
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLES INDEPENDIENTES
¿Qué factores (variables) inciden en los niveles diferenciados de rentabilidad-en ambas localidades- de este producto agrícola?	Comparar la incidencia de los factores explicativos de la rentabilidad económica en la producción de ppa blanca comercial en ambas regiones.	Los precios en chacra y los rendimientos por hectárea son las principales variables que determinan los niveles de rentabilidad económica, así como las variaciones en el nivel de riesgo de esta actividad productiva.	- Valor esperado del precio en chacra del producto (soles/ tonelada) - Valor esperado de la productividad por hectárea (toneladas/ha.)
¿La introducción de alguna alternativa que mejore las condiciones, en productividad y volumen, de productores y consumidores de papa blanca comercial conllevará a un mayor nivel de bienestar social neto, considerando financiamiento público?	Estimar el cambio en las medidas monetarias de bienestar social: excedente del consumidor y excedente del productor debido a la aplicación de una innovación tecnológica en la producción de papa blanca comercial en la región Ayacucho.	Los efectos en el nivel de bienestar social a consecuencia de una hipotética liberación de una semilla cisgénica de papa blanca resistente a ranchara (<i>Phytophthora infestans</i>) generan resultados positivos y significativos tanto para productores y consumidores.	- Costos determinísticos (soles/ha.) - Valor esperado de los costos sujetos a riesgos

Anexo 2: Variables del modelo

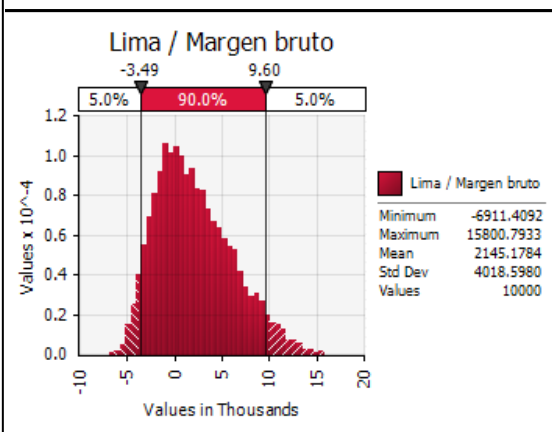
REGION LIMA													
Años	Producción	Superficie Cosechada	Rendimiento	Precio en chacra	ingreso por ha	Costos de fertilizantes	Costos de semillas	Costos de pesticidas	Mano de obra	Maquinaria	Otros costos	Costo total de produccion	Margen bruto (ha)
2007	182,882.00	7,562.00	24,184.00	0.31	7,497.04	4,224.00	1,750.00	830.00	2,785.00	780.00	1,067.83	11,436.83	-3,939.79
2008	208,008.00	8,751.00	23,770.00	0.74	17,589.80	3159.2	3000	1300.5	2632.5	1237.5	1,541.79	12,871.49	4,718.31
2009	173,395.00	8,310.00	20,866.00	0.47	9,807.02	2108	3000	1098	2314	745	1,363.10	10,628.10	-821.08
2011	207,695.00	8,689.00	23,903.00	0.67	16,015.01	2544.4	3000	1386.5	2373.5	1237.5	1,455.20	11,997.10	4,017.91
2012	165,084.00	7,730.00	21,356.00	0.66	14,094.96	1890	1800	1113.3	1575	930	1,285.29	8,593.59	5,501.37
2015	76,868.00	4,243.00	18,116.00	1.08	19,565.28	3,967.40	2850	1400.2	2987.6	1112.3	1,375.60	13,693.10	5,872.18
Mínimo	76,868.00	4,243.00	18,116.00	0.31	5,615.96	1,890.00	1,750.00	830.00	1,575.00	745.00	1,067.83	8,593.59	-3,939.79
Maximo	208,008.00	8,751.00	24,184.00	1.08	26,118.72	4,224.00	3,000.00	1,400.20	2,987.60	1,237.50	1,541.79	12,871.49	5,872.18
REGION AYACUCHO													
Años	Producción	Superficie Cosechada	Rendimiento	Precio en chacra	ingreso por ha	Costos de fertilizantes	Costos de semillas	Costos de pesticidas	Mano de obra	Maquinaria	Otros costos	Costo total de produccion	Margen bruto
2008	247,904.00	16,622.00	14,914.00	0.46	6,860.44	3,890.00	960.00	1,371.00	1,500.00	550.00	780.00	9,051.00	-2,190.56
2009	235,152.00	16,012.00	14,686.00	0.63	9,252.18	2,135.29	1,538.74	2,711.00	1,424.18	1,131.43	373.96	9,314.60	-62.42
2010	191,923.00	14,852.00	12,922.00	0.56	7,236.32	3,111.34	1,345.60	990.55	1,560.66	778.55	456.70	8,243.40	-1,007.08
2011	137,894.00	14,595.00	9,448.00	0.62	5,857.76	2,657.45	1,700.34	1,050.55	2,345.55	898.60	678.55	9,331.04	-3,473.28
2014	327,380.00	22,055.00	15,600.00	0.64	9,921.60	2,424.00	2,250.00	925.00	4,585.00	650.00	1,230.00	12,064.00	-2,142.40
2015	324,225.00	20,814.00	15,577.00	0.67	10,436.59	2,887.90	1876.4	1400.5	3007.5	1078.5	890.4	11,141.20	-704.61
Mínimo	137,894.00	14,595.00	9,448.00	0.46	4,346.08	2,135.29	960.00	925.00	1,424.18	550.00	373.96	8,243.40	-3,473.28
Maximo	327,380.00	22,055.00	15,600.00	0.67	10,452.00	3,890.00	2,250.00	2,711.00	4,585.00	1,131.43	1,230.00	12,064.00	-62.42

Anexo 3: Reporte de los beneficios económicos (margen bruto por hectárea) en la región Lima mediante el software @Risk

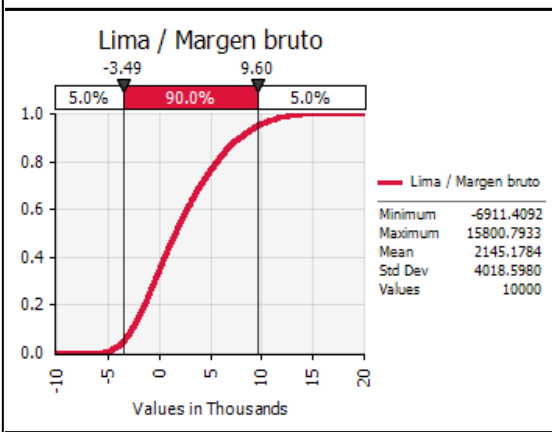
@RISK Output Report for Lima / Margenbruto

Performed By: Pether Lopez

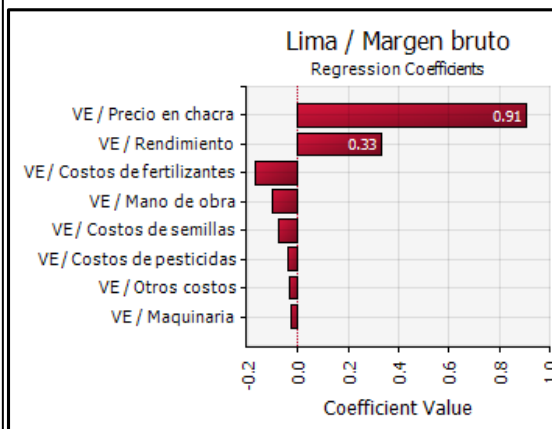
Date: jueves, 24 de agosto de 2017 11:58:32 p.m.



Simulation Summary Information	
Workbook Name	ayacucho_lima(beneficios economicos)(1).xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	10000
Number of Inputs	30
Number of Outputs	2
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	8/24/17 23:52:21
Simulation Duration	00:02:39
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	592657156



Summary Statistics for Lima / Margen bruto			
Statistics		Percentile	
Minimum	-6,911.41	5%	-3,490.88
Maximum	15,800.79	10%	-2,652.27
Mean	2,145.18	15%	-1,977.42
Std Dev	4,018.60	20%	-1,418.63
Variance	16149130.13	25%	-943.85
Skewness	0.554718902	30%	-449.02
Kurtosis	2.797365157	35%	49.18
Median	1,581.95	40%	521.10
Mode	-1,172.21	45%	1,031.11
Left X	-3,490.88	50%	1,581.95
Left P	5%	55%	2,131.02
Right X	9,602.42	60%	2,726.60
Right P	95%	65%	3,334.54
Diff X	13,093.30	70%	4,040.11
Diff P	90%	75%	4,807.54
#Errors	0	80%	5,643.26
Filter Min	Off	85%	6,561.57
Filter Max	Off	90%	7,860.23
#Filtered	0	95%	9,602.42



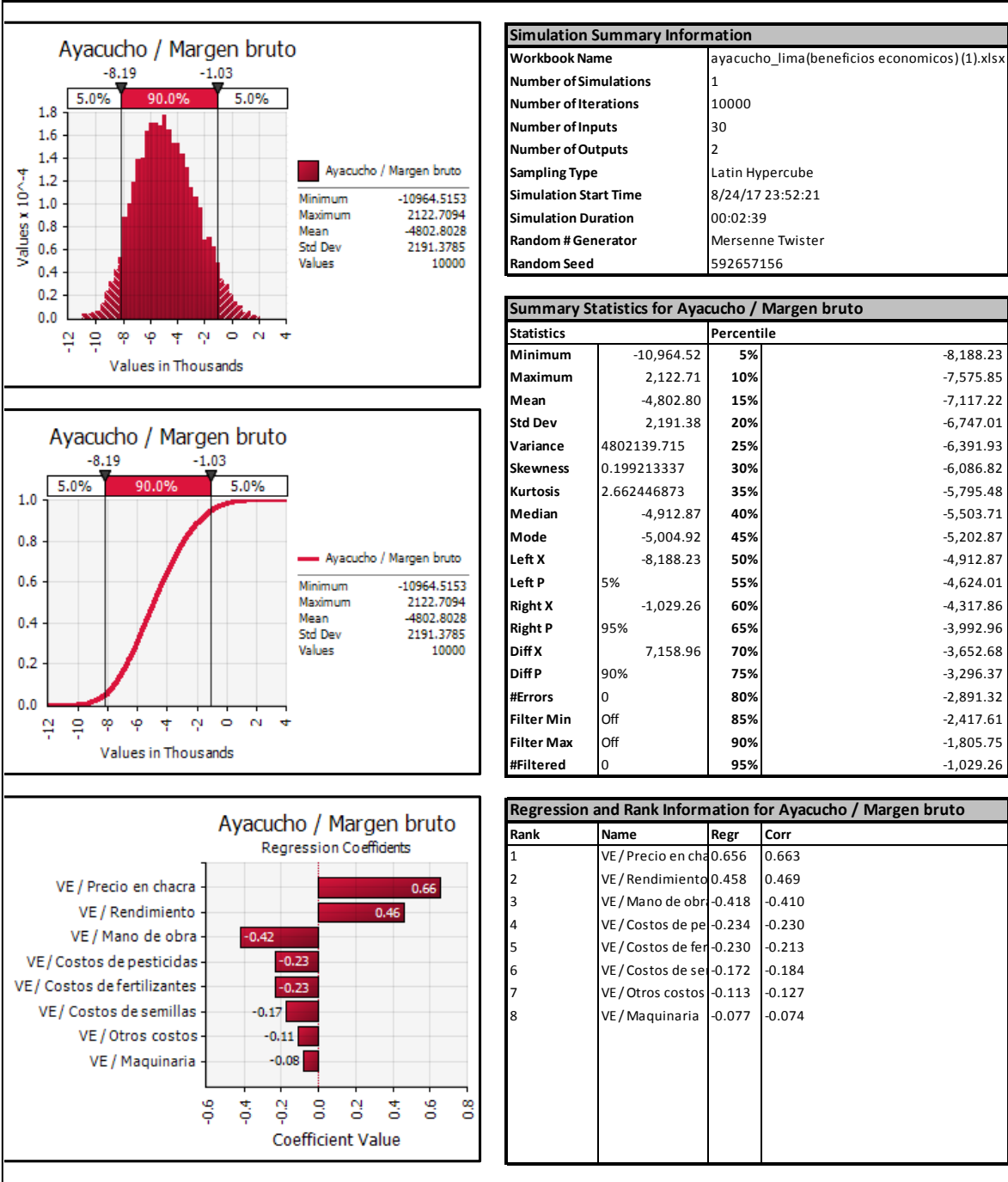
Regression and Rank Information for Lima / Margen bruto			
Rank	Name	Regr	Corr
1	VE / Precio en chacra	0.905	0.914
2	VE / Rendimiento	0.333	0.330
3	VE / Costos de fertilizantes	-0.170	-0.174
4	VE / Mano de obra	-0.101	-0.110
5	VE / Costos de semillas	-0.074	-0.074
6	VE / Costos de pesticidas	-0.042	-0.043
7	VE / Otros costos	-0.034	-0.042
8	VE / Maquinaria	-0.028	-0.036

**Anexo 4: Reporte de los beneficios económicos (margen bruto por hectárea) en la
región Lima mediante el software @Risk**

**@RISK Output Report for Ayacucho /
Margenbruto**

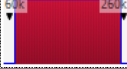





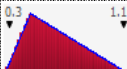







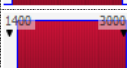



PerformedBy: PetherLopez

Date: jueves, 24 de agosto de 2017 11:58:35 p.m.















Anexo 5: Reporte de los resultados (funciones de distribución de probabilidad) de las variables input mediante el *software @Risk*

@RISK Input Results									
Performed By: Pether Lopez									
Date: jueves, 24 de agosto de 2017 11:58:37 p.m.									

VE / Producción	REGION LIMA	B17		76,871.58	163,181.40	249,493.30	85,498.60	240,861.70	0
VE / Producción	REGION LIMA	B35		131,102.10	229,788.50	328,469.50	140,950.30	318,600.00	0
VE / Superficie Cosechada	REGION LIMA	C17		4,243.32	6,993.50	9,743.80	4,518.04	9,468.61	0
VE / Superficie Cosechada	REGION LIMA	C35		11,292.45	16,673.50	22,054.87	11,829.81	21,516.08	0
VE / Rendimiento	REGION LIMA	D17		18,116.30	21,860.50	25,604.60	18,489.73	25,230.44	0
VE / Rendimiento	REGION LIMA	D35		9,448.15	13,074.00	16,699.91	9,809.88	16,336.85	0
VE / Precio en chacra	REGION LIMA	E17		0.31	0.62	1.08	0.39	0.93	0
VE / Precio en chacra	REGION LIMA	E35		0.29	0.48	0.67	0.31	0.65	0
VE / Costos de fertilizantes	REGION LIMA	G17		1,890.14	3,057.00	4,223.77	2,006.61	4,107.11	0
VE / Costos de fertilizantes	REGION LIMA	G35		2,135.40	3,012.65	3,889.85	2,222.92	3,802.13	0
VE / Costos de semillas	REGION LIMA	H17		1,759.04	2,583.33	2,999.98	2,029.34	2,968.35	0
VE / Costos de semillas	REGION LIMA	H35		960.03	1,605.00	2,249.91	1,024.44	2,185.49	0
VE / Costos de pesticidas	REGION LIMA	I17		830.05	1,115.10	1,400.18	858.47	1,371.65	0
VE / Costos de pesticidas	REGION LIMA	I35		925.13	1,818.00	2,710.88	1,014.15	2,621.61	0
VE / Mano de obra	REGION LIMA	J17		1,575.12	2,281.30	2,987.58	1,645.56	2,916.91	0
VE / Mano de obra	REGION LIMA	J35		1,424.44	3,004.59	4,584.97	1,581.98	4,426.89	0
VE / Maquinaria	REGION LIMA	K17		749.83	1,073.33	1,237.48	855.11	1,225.03	0
VE / Maquinaria	REGION LIMA	K35		550.03	840.72	1,131.42	579.06	1,102.33	0

...continuación

VE / Otros costos	REGION LIMA	L17		1,067.86	1,304.81	1,541.78	1,091.52	1,518.08	0
VE / Otros costos	REGION LIMA	L35		373.98	801.98	1,229.95	416.69	1,187.17	0
VE / Producción	REGION AYACUCHO	B17		131,106.10	229,788.50	328,480.30	140,945.00	318,595.50	0
VE / Superficie Cosechada	REGION AYACUCHO	C17		11,292.14	16,673.50	22,054.83	11,829.12	21,515.96	0
VE / Rendimiento	REGION AYACUCHO	D17		9,448.14	13,074.00	16,699.85	9,810.29	16,336.70	0
VE / Precio en chacra	REGION AYACUCHO	E17		0.29	0.48	0.67	0.31	0.65	0
VE / Costos de fertilizantes	REGION AYACUCHO	G17		2,135.43	3,012.65	3,889.97	2,222.92	3,802.24	0
VE / Costos de semillas	REGION AYACUCHO	H17		960.08	1,605.00	2,249.93	1,024.49	2,185.44	0
VE / Costos de pesticidas	REGION AYACUCHO	I17		925.02	1,818.00	2,710.95	1,014.24	2,621.64	0
VE / Mano de obra	REGION AYACUCHO	J17		1,424.26	3,004.59	4,584.76	1,582.05	4,426.66	0
VE / Maquinaria	REGION AYACUCHO	K17		550.00	840.71	1,131.38	579.04	1,102.33	0
VE / Otros costos	REGION AYACUCHO	L17		373.97	801.98	1,229.94	416.74	1,187.13	0

**Anexo 6: Reporte del análisis de sensibilidad y correlación de las variables input
mediante el software @Risk**

@RISK SensitivityAnalysis

PerformedBy:PetherLopez

Date: jueves, 24 de agosto de 2017 11:58:47 p.m.

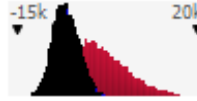

Rank For O17	Sheet	Cell	Name	Description	Lima / Margen bruto Regression Coeff. RSqr=0.992	Ayacucho / Margen bruto Regression Coeff. RSqr=0.989
#1	REGION LIM	E17	VE / Precio en chacra	RiskTriang(E14,E15,E16)	0.905	n/a
#2	REGION LIM	D17	VE / Rendimiento	RiskUniform(D14,D16)	0.333	n/a
#3	REGION LIM	G17	VE / Costos de fertilizantes	RiskUniform(G14,G16)	-0.17	n/a
#4	REGION LIM	J17	VE / Mano de obra	RiskUniform(J14,J16)	-0.101	n/a
#5	REGION LIM	H17	VE / Costos de semillas	RiskTriang(H14,H15,H16)	-0.074	n/a
#6	REGION LIM	I17	VE / Costos de pesticidas	RiskUniform(I14,I16)	-0.042	n/a
#7	REGION LIM	L17	VE / Otros costos	RiskUniform(L14,L16)	-0.034	n/a
#8	REGION LIM	K17	VE / Maquinaria	RiskTriang(K14,K15,K16)	-0.028	n/a
-	REGION AYA	L17	VE / Otros costos	RiskUniform(L14,L16)	n/a	n/a
-	REGION AYA	K17	VE / Maquinaria	RiskUniform(K14,K16)	n/a	n/a
-	REGION AYA	J17	VE / Mano de obra	RiskUniform(J14,J16)	n/a	n/a
-	REGION AYA	I17	VE / Costos de pesticidas	RiskUniform(I14,I16)	n/a	n/a
-	REGION AYA	H17	VE / Costos de semillas	RiskUniform(H14,H16)	n/a	n/a
-	REGION AYA	G17	VE / Costos de fertilizantes	RiskUniform(G14,G16)	n/a	n/a
-	REGION AYA	E17	VE / Precio en chacra	RiskUniform(E14,E16)	n/a	n/a
-	REGION AYA	D17	VE / Rendimiento	RiskUniform(D14,D16)	n/a	n/a
-	REGION AYA	C17	VE / Superficie Cosechada	RiskUniform(C14,C16)	n/a	n/a
-	REGION AYA	B17	VE / Producción	RiskUniform(B14,B16)	n/a	n/a
-	REGION LIM	L35	VE / Otros costos	RiskUniform(L32,L34)	n/a	-0.113
-	REGION LIM	K35	VE / Maquinaria	RiskUniform(K32,K34)	n/a	-0.077
-	REGION LIM	J35	VE / Mano de obra	RiskUniform(J32,J34)	n/a	-0.418
-	REGION LIM	I35	VE / Costos de pesticidas	RiskUniform(I32,I34)	n/a	-0.234
-	REGION LIM	H35	VE / Costos de semillas	RiskUniform(H32,H34)	n/a	-0.172
-	REGION LIM	G35	VE / Costos de fertilizantes	RiskUniform(G32,G34)	n/a	-0.23
-	REGION LIM	E35	VE / Precio en chacra	RiskUniform(E32,E34)	n/a	0.656
-	REGION LIM	D35	VE / Rendimiento	RiskUniform(D32,D34)	n/a	0.458
-	REGION LIM	C35	VE / Superficie Cosechada	RiskUniform(C32,C34)	n/a	n/a
-	REGION LIM	B35	VE / Producción	RiskUniform(B32,B34)	n/a	n/a
-	REGION LIM	C17	VE / Superficie Cosechada	RiskUniform(C14,C16)	n/a	n/a
-	REGION LIM	B17	VE / Producción	RiskUniform(B14,B16)	n/a	n/a

Anexo 7: Reporte de los resultados de las variables output: margen bruto por hectárea, mediante el *software* @Risk

@RISK Output Results

Performed By: Pether Lopez

Date: jueves, 24 de agosto de 2017 11:58:45 p.m.

Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
Lima / Margen bruto	REGION LIMA	O17		6,911.41	2,145.18	15,800.79	3,490.88	9,602.42	0
Ayacucho / Margen bruto	REGION LIMA	O18		10,964.52	4,802.80	2,122.71	8,188.23	1,029.26	0

Anexo 8: Costos de producción por hectárea en la región Ayacucho

VARIEDAD		: CANCHAN		
CLASE DE SEMILLA		: COMUN		
SISTEMA DE SIEMBRA		: DIRECTO		
NIVEL TECNOLÓGICO		: MEDIO		
PERÍODO VEGETATIVO		: 5 MESES		
FECHA DE COSTEO		: ABRIL-2015		
ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	Nº DE UNIDAD	VALOR UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
I.- COSTOS DIRECTOS				
A. GASTOS DE CULTIVO				
1. Mano de Obra:				
1.1 Preparación de terreno				
- Limpieza terreno y riego machaco	Jor.	6	20.00	120.00
- Incorporación materia orgánica	Jor.	4	20.00	80.00
1.2 Siembra				
- Desinfección de semilla	Jor.	2	20.00	40.00
- Distribución y tapado de semilla	Jor.	12	20.00	240.00
1.3 Abonamiento				
- 1er. Abonamiento	Jor.	4	20.00	80.00
- 2do. Abonamiento	Jor.	2	20.00	40.00
1.4 Labores Culturales				
- Deshierbo	Jor.	15	20.00	300.00
- Cultivo	Jor.	15	20.00	300.00
- Aporque	Jor.	20	20.00	400.00
- Riegos	Jor.	12	20.00	240.00
1.5 Control Fitosanitario				
- Aplicación pesticidas	Jor.	8	20.00	160.00
1.6 Cosecha				
- Corte de follaje	Jor.	2	20.00	40.00
- Desaporque	Jor.	25	20.00	500.00
- Recolección y selección	Jor.	10	20.00	200.00
- Encostado y carguío	Jor.	8	20.00	160.00
- Guardianía	Jor.	25	20.00	500.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA		170		3400.00
2. Maquinaria Agrícola:				
2.1 Aradura	Día/yunta	6	35.00	210.00
2.2 Cruza	Día/yunta	4	35.00	140.00
2.3 Rastra	Día/yunta	2	35.00	70.00
2.4 Surcado	Día/yunta	4	35.00	140.00
SUB-TOTAL DE TRACCION ANIMAL		16		560.00

...continuación

3. Insumos:				
3.1 Semilla	Kg.	1500	0.60	900.00
3.2 Fertilizantes (140-180-150)				
- Nitrato de Amonio	Kg.	210	1.50	315.00
- Fosfato Di Amónico	Kg.	390	2.18	850.20
- Cloruro de Potasio	Kg.	250	2.10	525.00
3.3 Estiércol	Kg.	4000	0.27	1080.00
3.4 Pesticidas				
- Cyfluthrin	Lt.	1	100.00	100.00
- Carbofuran	Lt.	2	81.00	162.00
- Carboxin	Kg.	1.5	140.00	210.00
- Mancozeb	Kg.	2	37.00	74.00
- Propineb+cymoxanil	Kg.	4	75.00	300.00
- Abono Foliar	Kg.	4	20.00	80.00
- Lissapol NX	Lt.	1	20.00	20.00
SUB-TOTAL DE INSUMOS				4616.20
B. GASTOS GENERALES				
1. Imprevistos (10% gastos de cultivo)				857.62
SUB-TOTAL DE GASTOS ENERALES				857.62
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				9433.82
II.- COSTOS INDIRECTOS				
A. Costos Financieros (1.58% C.D./mes)				894.33
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				894.33
III.- COSTO TOTAL DE PRODUCCION				10328.15

Anexo 9: Costos de producción por hectárea en la región Lima

COSTO DE PRODUCCION DE PAPA EN LIMA	
Cultivo	papa
Tipo de cultivo	Transitorio
Variedad	Unica
Periodo Vegetativo (meses)	4
Tipo de siembra	Directa
Periodo de siembra	Abril
Periodo de cosecha	Junio
Departamento	Lima
Provincia	Huaral
Distrito	Huaral
Centro poblado	CAU Laure
Valle	Chancay- Huaral
Nivel de fertilizacion (N-P-K)	200-160-100
Tipo de suelo	Franco
Tipo de agricultura: riego(Grav, Got, Asper.) o secano	Gravedad
Densidad (N° de plantas/Ha)	44400
Distanciamiento	0,25x0,90m
Situac.terreno (propio-alquilado) s/	2500
Rendimiento(Kg/ha)	32000
Precio e chacra	0,70
Tasa de interes mensual (%)	17%
Fecha de Actualizacion	2015

...continuación

ACTIVIDADES	PERIODO DE EJECUCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/)	SUB TOTAL (S/.)	VALOR TOTAL (S/.)
A. COSTOS DIRECTOS						S/. 11.814,25
1. Mano de Obra						S/. 11.814,25
1.1 PREPARACION DEL TERRENO					S/. 280,00	S/. 3.525,00
Riego de machaco		Jornal	4,00	S/. 35,00	S/. 140,00	
Arreglo de Bordos, Tomas y surcos		Jornal	2,00	S/. 35,00	S/. 70,00	
Limpieza y habilitacion de Acequias,Desagues y Drenes		Jornal	2,00	S/. 35,00	S/. 70,00	
1.2 Siembra o Trasplante					S/. 840,00	
colocacion de semilla		Jornal	4,00	S/. 35,00	S/. 140,00	
Tapado de semilla		Jornal	10,00	S/. 35,00	S/. 350,00	
Primer Abonamiento y fertilizacion		Jornal	10,00	S/. 35,00	S/. 350,00	
1.3 Labores Culturales					S/. 980,00	
Deshierbo quimico		Jornal	2,00	S/. 35,00	S/. 70,00	
Segundo Abonamiento y Fertilizacion		Jornal	4,00	S/. 35,00	S/. 140,00	
Control fitosanitario		Jornal	14,00	S/. 35,00	S/. 490,00	
Riegos		Jornal	8,00	S/. 35,00	S/. 280,00	
1.4 Cosecha					S/. 1.425,00	
Recogo a mano		Jornal	7,00	S/. 30,00	S/. 210,00	
Traslado y amontonado		Jornal	8,00	S/. 30,00	S/. 240,00	
calcheo de plantas		Jornal	2,00	S/. 35,00	S/. 70,00	
Selección y clasificacion		Jornal	10,00	S/. 35,00	S/. 350,00	
Enzacada/encajonamiento		Jornal	3,00	S/. 35,00	S/. 105,00	
Guardiania		Jornal	15,00	S/. 30,00	S/. 450,00	

...continuación

2. Maquinaria, Traccion animal e instrumentos Agrícolas						S/. 1.050,50
Arado/Roturado		Hora/Maq.	3,00	S/. 70,00	S/. 210,00	
Sucado(surqueo) y Rayido		Hora/Maq.	1,00	S/. 70,00	S/. 70,00	
Gradeo, Gancho y Nivelacion		Hora/Maq.	2,00	S/. 70,00	S/. 140,00	
Cosecha(deentierro de tuberculos)		Hora/Maq.	4,00	S/. 70,00	S/. 280,00	
Aporque		Hora/Maq.	4,00	S/. 70,00	S/. 280,00	
Herramientas manuales(lampa, machete,limas etc)		2% MO			S/. 70,50	
3. Insumos						S/. 7.118,75
3.1 Semillas		Kilo	2200,00	S/. 1,10	S/. 2.420,00	
3.3 Abonamiento y fertilizacion (Especificar productos)					S/. 2.828,80	
3.3.1 Abonos					S/. 800,00	
Guano de corral		Tonelada	10,00	S/. 80,00	S/. 800,00	
3.3.2 Fertilizantes					S/. 1.978,00	
Urea		saco(50Kg)	9,00	S/. 66,00	S/. 594,00	
Fosfato de calcio triple		saco(50Kg)	7,00	S/. 112,00	S/. 784,00	
Sulfato de potasio		saco(50Kg)	4,00	S/. 150,00	S/. 600,00	
3.3.3 Fertilizantes foliares					S/. 50,80	
Abono foliar		litro	2,00	S/. 25,40	S/. 50,80	
3.3.4 Agroquimicos					S/. 1.869,95	
3.4.1 Insecticidas(Especificar producto)					S/. 1.040,35	
Tamaron		litro	2,00	S/. 64,00	S/. 128,00	
Acido Giberelico		Pastilla	1,00	S/. 20,00	S/. 20,00	
Pentacloro NB (desinfectante)		Kilo	2,00	S/. 53,60	S/. 107,20	
Ciprmetrina		litro	2,00	S/. 97,30	S/. 194,60	
Abamectina		litro	2,00	S/. 225,60	S/. 451,20	
Metamidophos		litro	3,00	S/. 46,45	S/. 139,35	

...continuación

3.4.2 Fungicidas(Especificar productos)					S/. 560,00	
Curzate MB		Kilo	4,00	S/. 60,00	S/. 240,00	
Ridomil		Kilo	4,00	S/. 80,00	S/. 320,00	
3.4.3 Herbicidas(Especificar productos)					S/. 212,00	
Afalon 50PM		Kilo	2,00	S/. 106,00	S/. 212,00	
3.4.4 Adherentes (Especificar productos)					S/. 57,60	
Pantera PH		litro	3,00	S/. 19,20	S/. 57,60	
3. Agua					S/. 120,00	S/. 120,00
Agua		m ³	6000,00	S/. 0,02	S/. 120,00	
TOTAL COSTOS DIRECTOS (CD)						S/. 11.814,25
A. COSTOS INDIRECTOS						
Alquiler de terreno (ha)		Arriendo		S/. 5.000,00		S/. 5.000,00
Imprevistos(%)		%	0,02	S/. 11.814,25	S/. 236,29	S/. 236,29
Gastos Administrativos (%)		%	0,03	S/. 11.814,25	S/. 354,43	S/. 354,43
Asistencia técnica (%)		%	0,03	S/. 11.814,25	S/. 354,43	S/. 354,43
Intereses Bancarios por mes de préstamo (%)		%	0,06	S/. 11.814,25	S/. 708,86	S/. 708,86
Total costos indirectos						S/. 6.654,00
RESUMEN						
1.COSTOS DIRECTOS				S/. 11.814,25		
2 COSTOS INDIRECTOS				S/. 6.654,00		
TOTAL COSTO DE PRODUCCION						S/. 18.468,25
		AnálisisEconómico				
Precio chacra (s/ ./Kg)		0,70				
rendimiento (Kg/ha)		32000,00				
Valor Bruto de la producción		22400,00				
Costo de Producción		18428,86				
Utilidad neta de la producción		3971,14				

Anexo 10: Abastecimiento y precios de papa blanca comercial en Lima Metropolitana (Setiembre de 2017)

