

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
FACULTAD ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN**



**RENTABILIDAD DEL MAIZ AMARILLO DURO (*ZEA MAYS*)  
RESISTENTE AL GUSANO COGOLLERO (*SPODOPTERA  
FRUGIPERDA*) EN EL DISTRITO DE JAYANCA,  
DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE**

**Presentado por:**

**RAYMUNDO JESÚS MOGOLLÓN ÑÁÑEZ**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

**ECONOMISTA**

**Lima – Perú**

**2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
FACULTAD ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN**

**Rentabilidad del maíz amarillo duro (*Zea mays*) resistente al gusano  
cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el distrito de Jayanca,  
Departamento de Lambayeque**

**Tesis presentada por:**

**RAYMUNDO JESÚS MOGOLLÓN ÑÁÑEZ**

**Para optar el Título de Economista**

**Sustentado y aprobado por el siguiente jurado**

---

**Mg. Sc. Agapito Linares Salas**  
**Presidente**

---

**Dr. Oscar Fernando Navarro Angeles**  
**Miembro**

---

**Mg. Sc. Raquel Margot Gómez Ocorima**  
**Miembro**

---

**Mg. Sc. Ramón Alberto Diez Matallana**  
**Patrocinador**

**Lima – Perú**

**2015**

**COPIA DEL ACTA DE SUSTENTACIÒN**

## **DEDICATORIA**

Al increíble esfuerzo de mis padres, César y Jeanette y al apoyo de mis queridos  
hermanos, César y Benjamín

## **AGRADECIMIENTO**

A todos los profesores de la facultad de Economía y Planificación de la UNALM, especialmente al Profesor Ramón Diez, por su paciencia y valioso tiempo.

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
1.2.	OBJETIVOS	6
1.2.1.	OBJETIVO GENERAL	6
1.2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.3.	HIPÓTESIS	7
1.3.1.	HIPÓTESIS GENERAL	7
1.3.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	7
1.4.	JUSTIFICACIÓN	8
1.7.	IMPORTANCIA DEL MAIZ AMARILLO DURO	10
1.8.	ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	11
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	13
2.1.	ANTECEDENTES	13
2.1.1.	IMPACTO ECONÓMICO POR LA INTRODUCCIÓN DE TECNOLOGÍA GENÉTICAMENTE MODIFICADO (GM)	13
2.1.2.	EVALUACIÓN EX - ANTE DE RENTABILIDAD DE TECNOLOGÍAS CON ANÁLISIS DE RIESGO EN EL SECTOR AGRÍCOLA	18
2.1.3.	IMPACTO AMBIENTAL POR LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA GM	20
2.1.4.	MAÍZ AMARILLO DURO (MAD) Y EL GUSANO COGOLLERO	22
2.2.	MARCO TEÓRICO	23
2.2.1.	PRESUPUESTO PARCIAL DETERMINÍSTICO Y PROBABILÍSTICO	23
2.2.2.	RELACIÓN BENEFICIO COSTO (B/C)	26
2.2.3.	EL ENFOQUE DEL EXCEDENTE ECONÓMICO	27
2.2.4.	VALOR ACTUAL NETO (VAN)	31
2.2.5.	TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)	31
2.2.6.	EL COEFICIENTE DE IMPACTO AMBIENTAL (EIQ): METODOLOGÍA PARA MEDIR EL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS PESTICIDAS	33
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	35
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	35

3.2.	ÁMBITO	35
3.3.	PRESUPUESTO PARCIAL	36
3.3.1.	VARIABLES DE ENTRADA	37
3.3.2.	VARIABLES DE SALIDA	37
3.4.	EXCEDENTES ECONÓMICOS	37
3.4.1.	SUPUESTOS UTILIZADOS	38
3.5.	COEFICIENTE DE IMPACTO AMBIENTAL (EIQ)	41
3.6.	TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	43
IV.	RESULTADOS	45
4.1.	CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN CONVENCIONAL DE MAÍZ AMARILLO DURO	45
4.2.	PRESUPUESTO PARCIAL – EVALUACIÓN DE LA VARIACIÓN DE COSTOS Y RENDIMIENTOS EMPLEANDO SEMILLA DE MAÍZ AMARILLO DURO RESISTENTE AL GUSANO COGOLLERO	51
4.3.	CÁLCULO DE EXCEDENTES ECONÓMICOS DE PRODUCTORES Y CONSUMIDORES	63
4.4.	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	66
4.5.	COEFICIENTE DE IMPACTO AMBIENTAL (EIQ): ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA GM EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE	68
V.	CONCLUSIONES	74
VI.	RECOMENDACIONES	76
VII.	BIBLIOGRAFÍA	77
VIII.	ANEXOS	82

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Impacto en el nivel de ingreso usando Maíz GM EEUU	14
Cuadro 2: Impacto en el nivel de ingreso usando Maíz GM en Brasil	16
Cuadro 3: Impacto en el nivel de ingreso usando Maíz GM en Sudáfrica	17
Cuadro 4: Impacto en el nivel de ingreso usando Maíz GM en España	18
Cuadro 5: Impacto Ambiental: Maíz GM versus Maíz Convencional	21
Cuadro 6: Cambios en los niveles de uso de Insecticidas y el valor de EIQ por la entrada de Maíz GM en EEUU	22
Cuadro 7: Tasas de adopción	39
Cuadro 8: Costos de investigación	40
Cuadro 9: Técnicas y Área Cultivable de Maíz Amarillo Duro	45
Cuadro 10: Precio de Semilla, control fitosanitario de Maíz Amarillo Duro y Disponibilidad a pagar (DAP) por variedad mejorada	46
Cuadro 11: Costos de Mano de Obra Producción de Maíz Amarillo Duro convencional – Distrito Jayanca (Hectárea)	47
Cuadro 12: Costos de Insumos	48
Cuadro 13: Experiencia, Área total cultivada de Maíz Amarillo Duro – Distrito de Jayanca	49
Cuadro 14: Producción de Maíz Amarillo Duro, Cosecha, Descanso - Distrito Jayanca	50
Cuadro 15: Manejo y Conservación de la Semilla de Maíz Amarillo Duro – Distrito de Jayanca	51
Cuadro 16: Producción Maíz Amarillo Duro – Departamento de Lambayeque	52
Cuadro 17: Costos Referenciales de Producción de Maíz Amarillo Duro Convencional por Hectárea – Distrito de Jayanca	55
Cuadro 18: Utilidad por la producción de Maíz Amarillo Duro Convencional por hectárea	56
Cuadro 19: Supuestos sobre la Producción del Maíz Amarillo Duro genéticamente resistente a Cogollero	57
Cuadro 20: Comparación de Costos por la producción de Maíz Amarillo Duro Convencional y Genéticamente Modificado, por hectárea	59

Cuadro 21: Comparación de Utilidades por la producción de Maíz Amarillo Duro Convencional y Genéticamente Modificado por hectárea	60
Cuadro 22: Análisis Beneficio Costo de la producción Maíz Amarillo Duro	60
Cuadro 23: Principales variaciones, Precio de Semilla, Costos de Plaguicidas, Rendimiento, Costos totales, Ingresos y Utilidades – Maíz Amarillo Duro	63
Cuadro 24: Resumen de supuestos para el Análisis de Excedentes sociales, Rendimiento, Tasa de adopción y Tasa de adopción	64
Cuadro 25: Excedentes del Consumidor, Productor, Totales, Beneficios Netos y VAN	65
Cuadro 26: Impacto Ambiental: Maíz Genéticamente modificado versus Maíz Convencional - Lambayeque	70
Cuadro 27: Superficie Tratada con plaguicidas y tasa de adopción de la semilla de	71
Cuadro 28: Impacto Ambiental: Maíz Amarillo Duro GM versus Maíz Amarillo Duro Convencional - Lambayeque	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Impacto en el nivel de ingreso usando Maíz GM en Canadá	15
Figura 2: Gusano Cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> )	23
Figura 3: Lógica Formal del Presupuesto Parcial	24
Figura 4: Ventajas del Modelo de Presupuesto Parcial	26
Figura 5: Excedente del consumidor	28
Figura 6: Excedente del productor	29
Figura 7: Beneficio de la introducción de nuevas tecnologías	29
Figura 8: Distribución de los costos totales en la producción de Maíz Amarillo Duro convencional – Distrito de Jayanca	47
Figura 9: Valor Esperado del Precio de Venta del Maíz Amarillo Duro convencional	53
Figura 10: Valor Esperado del Rendimiento del Maíz Amarillo Duro convencional	54
Figura 11: Análisis de las Utilidades por la producción de Maíz Amarillo Duro resistente al Gusano Cogollero genéticamente modificado, distrito de Jayanca.	62
Figura 12: Producción total de Maíz Amarillo Duro - Lambayeque	68

## RESUMEN

El documento de investigación que a continuación se presenta, evalúa los posibles beneficios económicos y ambientales de la adopción de una semilla genéticamente modificada resistente al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en la producción de Maíz Amarillo Duro en el distrito de Jayanca, provincia de Lambayeque, departamento del mismo nombre. Se presentan bajos rendimientos del cultivo, debido a que la zona de estudio ofrece a esta plaga las condiciones necesarias para su libre propagación, lo que obliga a los productores a optar por agroquímicos (plaguicidas) para contrarrestarla; representando para ellos, mayores costos, daño al medio ambiente y posibles problemas de salud. Las metodologías empleadas a lo largo del documento son, en ese orden, el Presupuesto Parcial, Análisis de Excedentes Sociales y un análisis ambiental a través del EIQ (Environmental Impact Quotient); las mismas que permiten concluir que la adopción es beneficiosa tanto para el productor, como para el consumidor, no sólo por los beneficios económicos, sino por el menor impacto en el medio ambiente en el que se incurriría. En este sentido, un análisis realizado a nivel de hectárea, permitió verificar incrementos en las utilidades del 90%, siendo consecuencia del aumento del rendimiento del cultivo, a pesar de presentar ligeros incrementos en los costos (1.5%), debido al mayor precio de la semilla genéticamente mejorada. Asimismo, se generarían excedentes sociales (productor y consumidor) al año siguiente de adoptar la tecnología, lo que llegaría al máximo en el año 10 (año en el que se adopta la semilla en el 90% de los agricultores). Finalmente, el análisis a través del EIQ muestra que el impacto en el medio ambiente, debido al menor uso de plaguicidas se reduciría en aproximadamente 50%, en concordancia a los niveles de adopción de la nueva tecnología.

Palabras Clave: Maíz Amarillo Duro, Genética, Medio Ambiente, Lambayeque, Gusano Cogollero

## **ABSTRACT**

The research paper presented below evaluates the hypothetical economic and environmental benefits of adopting genetically modified seeds resistant to fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in the production of Maíz Amarillo Duro at Jayanca district, Lambayeque Department. Low crop arise, because the study area offers this plague the necessary conditions for free propagation, forcing producers to opt for agrochemicals (pesticides) to counter it; which translates into higher costs, environmental damage and possible health problems. The methodologies used throughout the paper are, in that order, Partial Budget, Analysis of Social Surplus, and environmental analysis through EIQ (Environmental Impact Quotient); these allow to conclude that the adoption is beneficial to both the producer and the consumer, not only for the economic benefits, but for causing the least impact on the environment in which they incurred. In this sense, an analysis at hectare level, allowed to verify profit increases of 90%, with a result of increased crop yield, despite having slight increases in costs (1.5%) due to the higher price of genetically improved seed. Likewise, social surplus (producer and consumer) would arrive the following year after adopting the technology, which would peak in the year 10 (the year in which the seed is adopted by 90% of farmers). Finally, the EIQ analysis shows that the impact on the environment due to reduced pesticide use would be reduced by about 50%, according to the levels of adoption of this new technology. Palabras Clave: Maize, Genetic, environmental, Lambayeque, armyworm

## I. INTRODUCCIÓN

El Maíz Amarillo Duro (MAD) es uno de los productos más importantes de la cadena productiva avícola y porcícola en Latinoamérica dado que es uno de los principales insumos en la fabricación de alimentos balanceados para estos sectores, y por tanto, de gran importancia para la seguridad alimentaria en el Perú. A nivel nacional, la producción del año 2012 se incrementó en 22,9% respecto al año 2011, debido principalmente a las mayores superficies sembradas empleando semillas importadas<sup>1</sup> para atender las crecientes demandas de los sectores antes mencionados; de esta manera, durante el segundo trimestre del año 2012 los departamentos de La Libertad, Lima y Lambayeque aportaron con el 60,2% de la producción trimestral del grano en el Perú (INEI, 2012).

Respecto al desempeño de la producción del cultivo a nivel departamental (INEI, 2012), durante el periodo 2011-2012 se evidenció un importante crecimiento en regiones como las de Lambayeque (140,9%), Ancash (100,5%), La Libertad (28,1%), Ica (23,9%) y Cajamarca (6,9%), que representaron el 63,9% de la producción nacional de Maíz Amarillo Duro; sin embargo, en regiones como Madre de Dios (-81,6%), Loreto (-59,0%), Moquegua (-53,2%), Piura (-45,3%), Huánuco (-28,9%), Lima (-24,1%) y Ayacucho (-23,1%), se registró una disminución de la producción, asociada principalmente a los cambios repentinos en el clima y a plagas.

---

<sup>1</sup> Las semillas más utilizadas son la Marginal 28T, única nacional, y las siguientes importadas: Cargill C-408, C-606, C-701, AGROCERES, PM -212, PM -104, Dekalb - 821-834, PIONEER 3041, Master NK, Star NK Semeali XB-8010, Semeali XB7011, AG-612, según el Ministerio de Agricultura.

Lambayeque, el departamento en el que se realiza el estudio, es el tercero con mayor producción de Maíz Amarillo Duro (11% del total), y en él se registró un Valor Bruto de la Producción (VBP) agrícola mayor en 16,2% al valor del 2011 (INEI, 2012), explicado en parte por importante aumento de la producción de Maíz Amarillo Duro, que presentó un crecimiento del 38% (en el año 2012, respecto al 2011). La superficie cosechada en el año 2012 ascendió a 21 012 hectáreas; superior en 1.5% a las 20 701 hectáreas del año anterior; sin embargo, el rendimiento de este cultivo disminuyó en 12% en este periodo, pasando de 6.6 t/h. en el año 2011 a 5.8 t/Ha para el año 2012. Finalmente, el precio promedio en chacra del Maíz Amarillo Duro (entre los años 2000 y 2012) fue de S/.0.62 por kg, teniendo un máximo de 0.8 S/kg y un mínimo 0.5 S/kg.

El Maíz Amarillo Duro es frecuentemente atacado en zonas cálidas por el gusano cogollero del maíz (gorgojo), cuyo nombre científico es *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Este insecto<sup>2</sup> ataca a la planta en todas las etapas de desarrollo (crecimiento, floración y fructificación), y al presentarse en grandes cantidades puede arruinar muchas hectáreas de cultivo (Flores, 2000).

Cabe señalar que *Spodoptera frugiperda* es una reconocida plaga causante de serios problemas en diversos cultivos (Wiseman et al., 1983; Ashley et al., 1989; Simmons y Wiseman 1993), en áreas de siembra como el Sureste de Estados Unidos, México, Centro y Sudamérica (Wiseman y Davis, 1979; Pashley, 1988). El Cogollero, nombre común del insecto, es quizá la plaga más voraz y dañina del cultivo, sobre todo en zonas subtropicales y tropicales como lo es el norte de nuestro país.

Actualmente en el Perú, el control de plagas se realiza a través de medios químicos que comprometen la salud de los agricultores y el medio ambiente. Sin embargo, con el desarrollo de tecnologías que permiten la transformación genética de cultivos mediante la tecnología de ADN recombinante<sup>3</sup>, ha sido posible la obtención de plantas con nuevas y mejores propiedades como la tolerancia a herbicidas, resistencia a plagas y aumento en

---

<sup>2</sup> *Spodoptera frugiperda* es considerada como una de las plagas más nocivas para el Maíz Amarillo Duro en la zona norte del Perú según manifiestan los Ingenieros Aragón, Chura y Castillo de la UNALM

<sup>3</sup> Se denomina ADN recombinante al que se ha formado al intercalar un segmento de ADN extraño en un ADN receptor. Por ejemplo, la integración de un ADN vírico en un ADN de una planta o en el caso del maíz amarillo duro Bt, la incorporación de ADN de *Bacillus thuringensis* en el ADN de maíz amarillo duro.

el rendimiento (Babu *et al.*, 2003). No obstante, los beneficios de los actuales productos de la biotecnología no son percibidos debido a la ausencia de información sobre el impacto positivo que este tendría sobre el medio ambiente y salud humana y aumento de los beneficios económicos de los agricultores.

De esta manera, el uso de la ingeniería genética para la producción de semillas de Maíz Amarillo Duro con propiedades de resistencia a las principales plagas podría beneficiar a los agricultores de este cultivo en la medida que su uso esté acompañada de sistemas de seguimiento y apoyo en la implementación de la tecnología y regulación de la salud pública para evaluar un potencial efecto adverso de las plantas transgénicas en la salud humana y otras variedades vegetales.

Diferentes estudios<sup>4</sup>, como el de Falck – Zepeda (2010), Mamaril y Norton (2006) y Colcha (2009), enfocados en los beneficios económicos del uso de este tipo de tecnologías (alimentos genéticamente modificados) indican que su impacto en los agricultores alrededor del mundo ha sido principalmente por su influencia en los incrementos, tanto de la productividad como de la eficiencia, evidenciando aumentos en los rendimientos y por ende de ingresos, a raíz del uso de una semilla con mayor vigor híbrido, es decir, como mayor rendimiento y resistencia a insectos, así como una disminución de los costos debido al menor uso de herbicidas.

Este documento estudio utiliza el método de Presupuesto Parcial y la evaluación de los cambios del Excedente del Consumidor y Productor empleando el software @Risk, para el análisis de la viabilidad económica de la liberación hipotética de una semilla de Maíz Amarillo Duro genéticamente modificada, resistente al Gusano Cogollero.

De otro lado, para el análisis de los beneficios a nivel del impacto ambiental, el presente estudio utiliza un indicador conocido como el Cociente de Impacto Ambiental o EIQ por sus siglas en inglés (*Environmental Impact Quotient*). Este indicador captura el efecto en la salud de distintos pesticidas en sistemas de producción agrícolas en lo que se

---

<sup>4</sup> En la sección de Revisión de Literatura se describirá a más detalle cada uno de ellos.

denomina *Field value per hectare* (valor de campo por hectárea), que en buena cuenta describe los niveles de toxicidad del ingrediente activo sobre el medio ambiente.

La tecnología que permite modificar genes (en adelante GM) ha contribuido significativamente con la reducción del impacto en el medio ambiente asociado con el uso de insecticidas y herbicidas. Brookes y Barfoot (2014), indican que el uso de pesticidas en las áreas de siembra de granos genéticamente modificados (en el periodo 1996-2012) se redujo en 503 millones de kg. Asimismo, el impacto en el medio ambiente asociado al menor uso de herbicidas e insecticidas usados en granos, medido valorado a través del cambio en el EIQ se redujo en 18.7%. Igualmente, el volumen de herbicidas utilizados, específicamente en la producción de Maíz GM, se redujo en aproximadamente 203 millones de kilogramos (1996-2012), y la reducción de su EIQ fue de 13.3%.

Dado que el análisis económico del presente estudio se realiza con el software @Risk, que permite simular los resultados en distintos escenarios, el nivel de confianza de los modelos utilizados se incrementa. Por esta razón, el uso del software es cada vez más popular en una amplia gama de problemas, tales como el presentado en el presente documento y otros de gran importancia como el cambio climático.

En el presente documento se evidencian los mayores beneficios de la liberación hipotética de una semilla de Maíz Amarillo Duro resistente al Gusano Cogollero genéticamente modificada, a raíz de la disminución de los costos en el uso de plaguicidas, aumento del rendimiento y menores impactos en el medio ambiente.

A continuación se describirá el problema de investigación, centrado principalmente en la pérdida de rendimiento del cultivo, y en consecuencia de los beneficios económicos de los agricultores, debido al Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

## 1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Jayanca es un distrito tradicionalmente agropecuario en el departamento de Lambayeque, y actualmente el cultivo de mayor producción es el Maíz Amarillo Duro con un promedio de 889,03 hectáreas cultivables, según el portal de la Municipalidad del distrito<sup>5</sup>. Menciona que, entre otros problemas que afectan a la agricultura, se encuentran la inadecuada infraestructura de riego de sus canales principales, deficiente manejo del recurso hídrico y el escaso asesoramiento técnico para el mejoramiento de sus cultivos en general.

El sector agrícola y su relación con la crisis alimentaria provocada por la escasez de granos básicos y los altos costos de producción, son evidencia suficiente para que se promueva el impulse el sector a través de medios alternativos, como la adopción de biotecnología, que aumentaría el rendimiento del cultivo, y por ende los ingresos de los pequeños y medianos agricultores.

Los agricultores de Maíz Amarillo Duro en Perú emplean semillas híbridas importadas<sup>6</sup> que les confieren ventajas respecto a los maíces híbridos locales, pero requieren del uso de agroquímicos, dado que las semillas importadas continúan presentando vulnerabilidad ante las plagas más comunes en el Perú.

En el caso del Maíz Amarillo Duro, en zonas cálidas como las de la zona de estudio, una de los principales problemas es el gusano cogollero, plaga para la cual se emplea principalmente una dosis de entre 8 y 10 kilogramos por hectárea de Diptorex 0 Diatrex, nombre comercial del principio activo denominado *trichlorfon*. El uso de este producto en el 2012 fue 56% mayor al año 2011, razón por la cual el impacto en el medio ambiente, la salud, y en los costos<sup>7</sup>, aumentarían, dada su relación directa.

---

<sup>5</sup> Consultado el día 1 de enero 2014 en [http://www.peru.gob.pe/Nuevo\\_Portal\\_Municipal/portales/Municipalidades/1262/entidad/PM\\_MUNICIPALIDAD\\_DETALLE.asp?pk\\_id\\_entidad=1262&pk\\_id\\_tema=69494&pk\\_id\\_sub\\_tema=6551](http://www.peru.gob.pe/Nuevo_Portal_Municipal/portales/Municipalidades/1262/entidad/PM_MUNICIPALIDAD_DETALLE.asp?pk_id_entidad=1262&pk_id_tema=69494&pk_id_sub_tema=6551)

<sup>6</sup> Según el Ing. Humberto Salvador Zeledón, del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) del país de El Salvador, las semillas híbridas se obtienen de la mezcla de dos o más razas puras de semillas (para este caso más), que tienen la capacidad de cruzarse y ser más productivas.

<sup>7</sup> 10 kilogramos de Diptorex, en promedio, están valorizados en S/. 38 nuevos soles, según el Ministerio de Agricultura del Perú.

El principal problema de los agricultores de Jayanca es la baja productividad, producto de las plagas y enfermedades en la producción de Maíz Amarillo Duro, que lleva a una disminución de los ingresos y beneficios que obtienen los agricultores dedicados a este cultivo. En este sentido, dado que la actividad es una de las más importantes en el distrito, reducir los riesgos por enfermedades y plagas e incrementar el rendimiento del cultivo les generaría las condiciones necesarias para hacer rentable la producción del Maíz Amarillo Duro.

En el Perú, y el mundo, la producción de cultivos genéticamente modificados genera un debate debido, principalmente, a los supuestos efectos nocivos que estos tienen sobre la salud humana y medio ambiente; frente a ello, Ramirez (2008), muestra que los cultivos transgénicos cultivados en Honduras, son más productivos y generan granos de mejor calidad, debido a la resistencia a plagas y a herbicidas

Finalmente, dada la escasa cantidad de estudios en el Perú, que confirman (o no) las ventajas de los cultivos transgénicos, desde el punto de vista económico, se hace necesario realizar más estudios que permitan tener un criterio más amplio respecto a la viabilidad y rentabilidad de la adopción de este tipo de tecnologías, con el fin de beneficiar a la sociedad.

## **1.2. OBJETIVOS**

En función al enunciado de problema, y ciñéndose a las preguntas de investigación planteadas, se establecen los siguientes objetivos.

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar ex-ante el impacto socioeconómico y ambiental de la liberación de una semilla de Maíz Amarillo Duro (*Zea mays durum*) genéticamente modificada, resistente al Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el distrito de Jayanca, provincia de Lambayeque, región Lambayeque.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar ex-ante, la rentabilidad a corto plazo de la liberación de una semilla de Maíz Amarillo Duro (*Zea mays durum*) genéticamente modificada, resistente al Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en el distrito de Jayanca, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque, empleando la Metodología del Presupuesto Parcial.
- Evaluar el impacto socioeconómico de la liberación de una semilla de Maíz Amarillo Duro resistente al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), en el distrito de Jayanca, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque, a través de la obtención de los incrementos en los excedentes para la sociedad (excedentes de consumidor y de productor) generados por dicha liberación.
- Evaluar el impacto del Coeficiente de Impacto Ambiental (EIQ) de los plaguicidas específicos para el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) a raíz de la liberación de una semilla de Maíz Amarillo Duro (*Zea mays durum*) genéticamente modificada resistente a dicha plaga, en el distrito de Jayanca, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque.

### **1.3. HIPÓTESIS**

Las hipótesis que a continuación se plantean, giran en torno a la evaluación de la rentabilidad a corto y largo plazo, económica y ambiental, de la liberación de una semilla hipotética de Maíz Amarillo Duro en el distrito de Jayanca.

#### **1.3.1. HIPÓTESIS GENERAL**

Se evidenciará un aumento en la rentabilidad (impacto económico positivo) de los agricultores del distrito de Jayanca, en la región de Lambayeque, debido al uso de una semilla (genéticamente modificada) de Maíz Amarillo Duro (*Zea mays durum*) resistente al Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en sus cultivos, a la par de una reducción en el daño al ambiente medido por el Coeficiente de Impacto Ambiental (EIQ).

#### **1.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

- Se generará una mejora en la rentabilidad a corto plazo derivada de la liberación de la semilla de Maíz Amarillo Duro resistente al Gusano Cogollero (*Spodoptera*

*frugiperda*) en los agricultores maiceros del distrito de Jayanca, en la región de Lambayeque.

- La liberación de la semilla de Maíz Amarillo Duro resistente al gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en los agricultores maiceros del distrito de Jayanca, en el departamento de Lambayeque mejorará el bienestar de consumidores y productores de Maíz Amarillo Duro, lo cual se traducirá en incrementos en los excedentes de estos agentes.
- La liberación de la semilla de Maíz Amarillo Duro resistente al Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) tendrá impactos positivos en el Coeficiente de Impacto Ambiental (EIQ), debido a un menor uso de plaguicidas específicos a dicha plaga

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN**

Según el Compendio estadístico del MINAG (2011), el aporte los cultivos tradicionales como el arroz en cáscara, palma aceitera, cacao, papa y maíz amarillo duro han sido importantes en el desempeño sólido y dinámico de la economía peruana en la última década, vinculado al incremento del aporte del sector agricultura al PBI en los últimos años, el cual en el periodo 2008-2013, mostró una tasa de crecimiento promedio anual de 3%, con un monto acumulado de S/. 134 217 millones, según información del INEI (2012).

Los altos costos de producción del Maíz Amarillo Duro en el Perú, generan precios no competitivos que significan desventajas comerciales en el mercado internacional, a ello se suman sus bajos rendimientos de producción que no logran cubrir la demanda nacional. Sobre lo último, Mesías (2010) muestra que el año 2010, por ejemplo, la producción de Maíz Amarillo Duro alcanzó las 968 mil toneladas, mientras que se importó un (1) millón de toneladas, mostrando que la producción nacional sólo cubrió el 49% del total de la demanda.

El Maíz Amarillo Duro, es empleado como insumo para la producción de alimentos balanceados; así, entre los años 2011 – 2012 se empleó en Perú aproximadamente tres millones de toneladas de grano, de los cuales los productores del

Perú generó sólo el 40%, siendo el resto importado principalmente de Argentina<sup>8</sup>, según el MINAG (2012). Otro problema evidenciado, es el avance de las siembras de maíz amarillo duro con semilla importada convencional, la cual ha llegado a cubrir unas 100 mil hectáreas de las 300 mil que se emplean en este cultivo.

Los rendimientos del Maíz Amarillo Duro en Lambayeque (y en Jayanca en dónde el principal cultivo es el Maíz Amarillo Duro) para el año 2012 (INEI, 2012) fueron de 1,5 t/Ha, menores que las presentadas en 2011 (1,7 t/Ha). Estos bajos rendimientos fueron atribuidos al estado del clima y a plagas que afectan a los sembríos en temporadas de crecimiento y cosecha (Situación Actual del Maíz Amarillo Duro, MINAG 2011); lo que en principio justificaría el uso de biotecnología para obtener un aumento de los niveles de productividad; además esto significaría menores costos asociados al menor uso de plaguicidas lo que generaría un menor impacto en el medio ambiente.

La biotecnología ofrece a la agricultura, entre otros adelantos, la incorporación de genes de resistencia a plagas y enfermedades en diferentes cultivos (soya, papa, maíz amarillo duro, algodón, colza, berenjena). Razón por la cual, el estudio se centra en la evaluación de la rentabilidad de la liberación hipotética de una semilla de Maíz Amarillo Duro resistente<sup>9</sup> al Gusano Cogollero, genéticamente modificado. En general, las principales razones por las que se opta por el uso de la biotecnología son las siguientes: i) el uso de semillas genéticamente modificadas significa el inicio de la inclusión de los agricultores a sistemas de producción agrícola más eficientes, sin alterar ni excluir a los cultivos tradicionales, ii) el acceso a las semillas genéticamente modificadas alentará el proceso de transformación hacia una agricultura con mayor productividad que asegure una mejora económica para los agricultores, así como un menor impacto en el medio ambiente, iii) y por último, la dependencia de mercados extranjeros aumenta el riesgo ante eventuales fluctuaciones internacionales.

La globalización, en términos de intercambio, si bien es fuente de oportunidades, acrecienta las brechas de desigualdad para los sectores menos competitivos, por lo que el

---

<sup>8</sup> Argentina mantuvo una participación en estas importaciones alrededor del 79.8% para el año 2011 y de 81.3% al 2012

<sup>9</sup> Entiéndase como el término utilizado para darle el mayor grado de invulnerabilidad frente a plagas.

aumento de la productividad, dada la adopción de la biotecnología, podría representar una ventana de oportunidades, no sólo para fomentar el consumo interno del maíz a nivel nacional, sino para ser más competitivos a nivel internacional.

Finalmente, la necesidad de dilucidar los impactos que el probable adopción y transferencia de la tecnología (liberación de la semilla de Maíz Amarillo Duro genéticamente modificada) tenga sobre el medio ambiente, es primordial, dado que permite incluirlos como criterios que permitan concluir sobre su adecuado uso y brindar recomendaciones en función a las características de la zona de estudio.

Por este motivo, esta investigación permite contar con información para la toma de decisiones en el sector agrícola respecto al desarrollo de políticas en torno a la liberación de semillas genéticamente modificadas.

### **1.7. IMPORTANCIA DEL MAIZ AMARILLO DURO**

El Ministerio de Agricultura en el año 2012, en su reporte denominado “Maíz Amarillo Duro, Principales Aspectos de la Cadena Productiva” presenta el estudio de la siguiente manera: “(...) *El Maíz Amarillo Duro (MAD) es el tercer cultivo en importancia a nivel nacional y constituye uno de los principales enlaces de la Cadena Agroalimentaria del país, la cual se inicia con su cultivo y termina en las cadenas e industrias de carne de aves y cerdos respectivamente. Esta cadena productiva tiene sus eslabones hacia adelante con la avicultura y porcicultura, que son cadenas importantes debido a su alta participación (pollo y cerdo) en el sector agropecuario, específicamente en la canasta familiar de las familias peruanas. Si bien en los últimos diez años la producción nacional de maíz amarillo duro, ha mostrado una tasa de crecimiento de 1.8% promedio anual, es necesario mejorar e incrementar la productividad y competitividad del cultivo, considerando el favorable comportamiento del mercado nacional e internacional para los próximos años. Evaluar y monitorear la cadena agroproductiva de MAD, va a permitir identificar por parte de la DGCA, las actividades productivas y socioeconómicas de la cadena y así poder entender los pilares que soportan el desarrollo sustentable de la misma y poder dictar políticas públicas que favorezcan a los involucrados de la cadena de maíz amarillo duro. (...)*”

Queda claro que su función de principal enlace en la cadena agroalimentaria es fundamental, pero está sujeta a la oferta internacional (el volumen importado supera al volumen aportado por los productores locales) creando dependencia directa y mayores riesgos a fluctuaciones en precios y cantidades demandadas.

## **1.8. ALCANCES Y LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

El estudio que a continuación se presenta empleó la información recolectada por una encuesta realizada a los productores de Maíz Amarillo Duro y Amiláceo en Jayanca en el año 2011 por el subcomponente Flujo de Genes del Proyecto LAC – Biosafety, realizado conjuntamente por el IBT UNALM por el Perú y otras entidades por los otros países participantes en el proyecto<sup>10</sup>. La encuesta antes mencionada comprendió un número de puntos muestrales estadísticamente representativos para la caracterización de los productores de Maíz Amarillo Duro en el Departamento de Lambayeque. Es importante resaltar que la muestra fue validada por el equipo de LAC Biosafety, así como por los expertos del CIAT y del IFPRI que como se mencionó anteriormente asesoraron la ejecución del proyecto socioeconómico.

Para la recolección de la información en el distrito de Jayanca se utilizó la técnica del sondeo, que permitió obtener la información necesaria para corroborar la presencia de problemas fitosanitarios en la producción de Maíz Amarillo Duro causados por el del Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Los datos recolectados provienen de 7 agricultores del distrito de Jayanca, y permitieron caracterizar a la unidad productiva (nombre de chacra, principales cultivos, hectáreas totales, áreas cultivadas, etc.), producción de MAD (meses de siembra, cosecha, rotaciones, descanso de tierra, etc.), agro-biodiversidad y manejo y conservación de la semilla. Asimismo, se corroboraría la

---

<sup>10</sup> El Proyecto LAC – Biosafety, financiado por el GEF – BM, involucró a Perú (IBT – UNALM), Brasil (Embrapa), Costa Rica (Universidad Central de Costa Rica), y Colombia (CIAT y Corpoica) en la investigación de las posibles implicancias de la liberación de organismos genéticamente modificados en países tropicales con gran biodiversidad y que fueran además centros de origen o difusión de cultivos importantes. Tuvo cuatro componentes de investigación: Socio economía, Flujo de Genes, Sistema de Información Geográfica y Organismos No Blanco. El Perú es un país tropical con mega biodiversidad y centro de origen de la papa, así como centro de difusión del maíz (aunque últimamente se discute que sea también centro de origen de este importante cultivo a raíz de una publicación del Dr. Grobman, presidente de la Asociación Peruana para el Desarrollo de la Biotecnología).

información brindada por los expertos<sup>11</sup> sobre la producción en los siguientes aspectos críticos:

- Principales plagas y enfermedades
- Compuestos químicos empleados para el combate de plagas y enfermedades
- Rendimientos por hectárea
- Principales semillas empleadas en Lambayeque
- Cercanía a cultivos de maíz amiláceo.

---

<sup>11</sup> Ing. Julián Chura, Ing. Jorge Castillo, Mg.Sc. Liliana Aragón, Dr. César López, profesionales de la UNALM y el Dr. Enrique Fernández, líder del Proyecto LAC – Biosafety en la parte peruana

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. ANTECEDENTES

#### 2.1.1. IMPACTO ECONÓMICO POR LA INTRODUCCIÓN DE TECNOLOGÍA GENÉTICAMENTE MODIFICADO (GM)

Trigo (2011), señala que los principales beneficios de la adopción de la biotecnología está en la prevención de las pérdidas en rendimiento causadas por el ataque de plagas como *Diatraea saccharelis* (barrenador del tallo) y *Spodoptera frugiperda* (gusano cogollero), ambas en su estado larval. Asimismo, menciona que los efectos del Maíz Amarillo Duro genéticamente modificado disminuye los costos en aproximadamente 20 US\$/Ha.

La Cámara Uruguaya de Semillas (2008), en el estudio sectorial del 2008 sobre Cultivos Genéticamente Modificados, muestra que la adopción de la semilla de Maíz Amarillo Duro genéticamente modificado en Uruguay alcanza aproximadamente el 90% del área cultivable, siendo el 10% restante el área que la ley obliga dejar para el cultivo no transgénico que serviría como refugio de fauna (insectos). Además, sostiene que las tres causas fundamentales que motivaron a la fuerte adopción y expansión de la siembra del cultivo transgénico, fueron: i) mayores rendimientos, ii) un control de plagas más sencillo y iii) cosechas flexibles.

El Maíz GM en Estados Unidos fue introducido en el año 1996, y ya para el año 2012 este representaba el 67% del total del Maíz sembrado en el país. Marra (2002) y James (2002), afirman que uno de los principales impactos del uso de la tecnología fue el aumento en los rendimientos (5% aproximadamente). Además, se evidenció inicialmente un incremento de los costos netos de entre US\$ 1 y US\$ 9 dólares por hectárea, incrementándose entre el periodo 2007-2012 entre los US\$ 7 y US\$16 dólares, debido a un considerable aumento del uso de tecnología GM; pero un incremento de 4.4% de los ingresos.

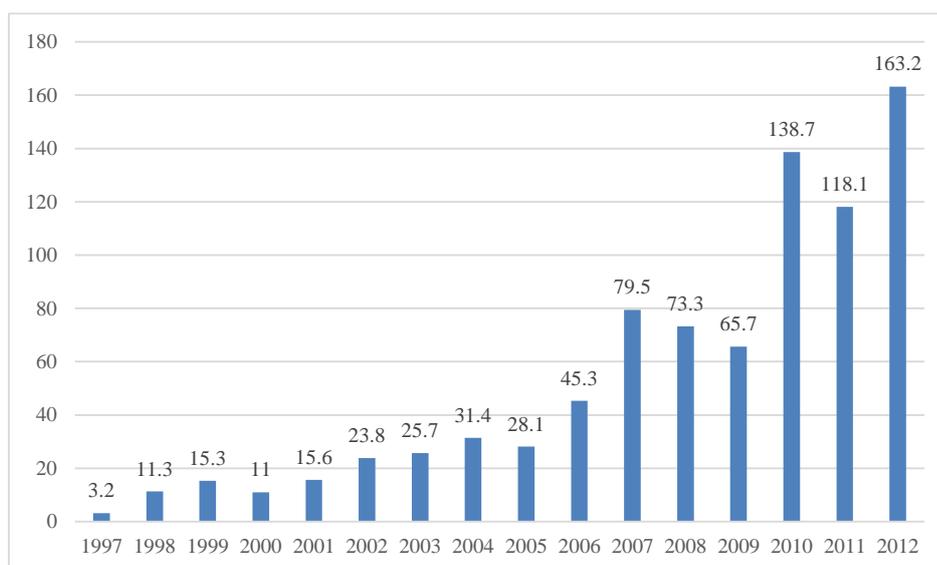
**Cuadro 1: Impacto en el nivel de ingreso usando Maíz GM, en EEUU  
1996-2012**

<b>Año</b>	<b>Ahorro en Costos (\$/ha)</b>	<b>Ahorro en Costos (Netos despues del costo de la tecnología \$/ha)</b>	<b>Incremento neto de los márgenes brutos</b>	<b>Incremento de Igreso a Nivel Nacional</b>	<b>Incremento del Ingreso como Porcentaje del Nivel del Valor de la Producción Nacional</b>
<b>1996</b>	24.71	-9.21	45.53	13.54	0.05
<b>1997</b>	24.71	-9.21	39.38	96	0.4
<b>1998</b>	20.30	-4.8	35.31	225	1.13
<b>1999</b>	20.30	-4.8	33.05	265.7	1.47
<b>2000</b>	22.24	-6.74	32.71	207.9	1.07
<b>2001</b>	22.24	-6.74	35.68	202.7	1.02
<b>2002</b>	22.24	-6.74	40.13	306.5	1.34
<b>2003</b>	22.24	-6.74	41.37	391.5	1.67
<b>2004</b>	22.24	-6.36	44.9	536.7	2.11
<b>2005</b>	17.30	-1.42	44.49	512.1	2.2
<b>2006</b>	17.30	-1.42	67.13	901.3	2.71
<b>2007</b>	17.30	-1.42	78.69	1607.6	3.47
<b>2008</b>	24.71	-8.83	95	1990.5	3.94
<b>2009</b>	28.21	-12.33	84.62	2008.5	4.67
<b>2010</b>	32.06	-16.18	92.65	1964.2	4.6
<b>2011</b>	22.50	-6.62	141.83	3188.5	3
<b>2012</b>	25.25	-9.37	126.65	3222.4	4.38

Fuente: *GM Crops, Global socio-economic and Environmental impacts 1996-2012*

Según Brookes y Barfoot (2006), Canadá, presenta las mismas características dadas en Estados Unidos, en los que el rendimiento se incrementó. A nivel nacional, los ingresos adicionales por el uso de la nueva tecnología asciende (entre el año 1996 y 2012) a aproximadamente a US\$849 Millones.

**Figura 1: Impacto en el nivel de ingreso usando Maíz GM en Canadá  
1997-2012**



Fuente: *GM Crops, Global socio-economic and Environmental impacts 1996-2012*

James (2002) identificó, en Argentina un incremento del rendimiento de entre 8% y 10%, sin embargo, sin embargo, este autor ha identificado también que en los últimos 5 años se muestran incrementos entre el 5% y 6%. En el año 2012, el impacto en la rentabilidad se incrementó en US \$114.5 millones. El Maíz GM se plantó por primera vez en este país en el año 1998.

En Brasil, país que introdujo la tecnología a principios del año 2008, hasta el 2012 ya contaba con un 69% de toda el área sembrada del producto. Galvao (2009, 2010, 2012 y 2013) señala que el beneficio acumulado desde el 2008 hasta el 2012 asciende a aproximadamente US\$2.76 billones de dólares.

**Cuadro 2: Impacto en el nivel de ingreso usando Maíz GM en Brasil  
2008-2012**

<b>Año</b>	<b>Ahorro en Costos (\$/ha)</b>	<b>Ahorro en Costos (Incluidos costos en tecnología \$/ha)</b>	<b>Incremento neto de los márgenes brutos</b>	<b>Impacto en el ingreso a nivel nacional US\$(Millones)</b>
<b>2008</b>	41.98	20.93	66.36	96.22
<b>2009</b>	44.21	-14.63	30.37	144.54
<b>2010</b>	48.60	-5.39	55.74	414.74
<b>2011</b>	23.13	-46.25	131.48	1141.4
<b>2012</b>	13.35	-38.86	88.12	964.79

Fuente: *GM Crops, Global socio-economic and Environmental impacts 1996-2012*

En el año 2000 se incrementó la comercialización de Maíz GM en Sudáfrica; siendo uno de los principales impactos el de la rentabilidad, la cual alcanzó, en promedio, entre el 2000 y 2004 de 15% y, según Van der Weld (2009) entre el 2008 y 2009, de 10.6%. Existió un incremento de los costos por el uso de la nueva tecnología que fue suplido por la disminución de ellos asociado al menor uso de insecticidas. Respecto al incremento del ingreso a nivel nacional, en el 2012 fue de US\$ 213.3 millones de dólares, mientras que el acumulado, desde el año 2000, fue de US\$ 1.1 billones de dólares.

**Cuadro 3: Impacto en el nivel de ingreso usando Maíz GM en Sudáfrica  
2000-2012**

<b>Año</b>	<b>Ahorro en Costos (\$/ha)</b>	<b>Ahorro en Costos (Incluidos costos en tecnología \$/ha)</b>	<b>Incremento neto de los márgenes brutos</b>	<b>Impacto en el ingreso a nivel nacional US\$(Millones)</b>
<b>2000</b>	13.98	1.87	43.77	3.31
<b>2001</b>	11.27	1.51	34.6	4.46
<b>2002</b>	8.37	0.6	113.98	19.35
<b>2003</b>	12.82	0.4	63.72	14.66
<b>2004</b>	14.73	0.46	20.76	8.43
<b>2005</b>	15.25	0.47	48.66	19.03
<b>2006</b>	14.32	-2.36	63.75	63.05
<b>2007</b>	13.90	0.22	182.9	225.7
<b>2008</b>	11.74	-4.55	87.07	145.2
<b>2009</b>	12.83	-2.12	62.05	148.94
<b>2010</b>	13.97	-2.3	70.58	132.61
<b>2011</b>	12.27	-2.02	56.17	102.51
<b>2012</b>	11.81	-1.95	88.15	213.33

Fuente: *GM Crops, Global socio-economic and Environmental impacts 1996-2012*

Como en otros países, España, un país que adoptó la tecnología desde inicios del año 1998, el principal impacto se verificó en el incremento de los rendimientos de aproximadamente el 10%; asimismo, una reducción en los costos de producción asociados al menos uso de insecticidas que oscila entre los US\$37 y US\$61 dólares aproximadamente, según Brookes (2003) y Alcalde (1999).

**Cuadro 4: Impacto en el nivel de ingreso usando Maíz GM en España  
1998-2012**

<b>Año</b>	<b>Ahorro en Costos (\$/ha)</b>	<b>Ahorro en Costos (Incluidos costos en tecnología \$/ha)</b>	<b>Incremento neto de los márgenes brutos</b>	<b>Impacto en el ingreso a nivel nacional US\$(Millones)</b>
<b>1998</b>	37.40	3.71	95.16	2.14
<b>1999</b>	44.81	12.8	102.2	2.56
<b>2000</b>	38.81	12.94	89.47	2.24
<b>2001</b>	37.63	21.05	95.63	1.1
<b>2002</b>	39.64	22.18	100.65	2.1
<b>2003</b>	47.50	26.58	121.68	3.93
<b>2004</b>	51.45	28.79	111.93	6.52
<b>2005</b>	52.33	8.72	144.74	7.7
<b>2006</b>	52.70	8.78	204.5	10.97
<b>2007</b>	57.30	9.55	274.59	20.63
<b>2008</b>	61.49	10.25	225.36	17.86
<b>2009</b>	8.82	-39.33	172.31	13.11
<b>2010</b>	8.80	-39.27	255.87	19.59
<b>2011</b>	8.46	-37.72	292.53	28.47
<b>2012</b>	8.24	-36.75	320.3	37.25

Fuente: GM Crops, *Global socio-economic and Environmental impacts 1996-2012*

### **2.1.2. EVALUACIÓN EX - ANTE DE RENTABILIDAD DE TECNOLOGÍAS CON ANÁLISIS DE RIESGO EN EL SECTOR AGRÍCOLA**

La evaluación “ex-ante” propone analizar y calcular a través de indicadores (como la rentabilidad en este caso) la viabilidad de un proyecto antes a su implementación. Esta herramienta económica sirve además como instrumento de toma de decisiones, y permite a los *Policy Makers*– en el caso de proyectos de envergadura nacional– sustentar cuantitativamente alternativas/opciones antes de su ejecución definitiva. Entre las principales metodologías para el cálculo de la rentabilidad ex – ante se encuentran los “Modelos de Excedentes Económicos”, empleados por Alston et al (1998) y Rivas et al (1999), que permiten simular los potenciales beneficios del uso de nuevas tecnologías, tales como la liberación de semillas (frente biológico), modificaciones en los mecanismos de riego (frente técnico) o la variación de aspectos

organizativos – sociales (frente social). Por otro lado, el “Modelo de Presupuesto Parcial”, los mismos que según Vásquez (1992) y Horton (1982), evalúan el efecto en los costos y beneficios ante la eventual (posible) implementación de un plan alternativo, utilizando el análisis de parte del presupuesto del proyecto o plan.

Con respecto a la primera metodología, Falck – Zepeda (2010) a través de la metodología de excedentes económicos reforzado con un análisis de sensibilidad para los parámetros, calculó y evaluó el impacto económico y la distribución de los beneficios y riesgos de la adopción de algodón *Bt* resistente a insectos en África occidental. Se estimaron los beneficios en diferentes escenarios (hipotéticos) en los que se utilizaba algodón *Bt*, por lo que fue necesario hacer uso y estimar la probabilidad de los parámetros. En este estudio, se muestra que, aunque los beneficios no son muy grandes, adoptar o incluir este tipo de cultivo sería la mejor alternativa. Asimismo, Mamaril y Norton (2006), en su estudio Evaluación Económica de la utilización de arroz transgénico *Bt* resistente en Filipinas y Vietnam, calcularon los beneficios económicos expresados en variaciones del Valor presente (VP) de los excedentes económicos. Aquí, se estimó que el beneficio total de la inclusión del grano transgénico ascendía a 619 millones de dólares, en donde 329 millones pertenecían a Vietnam y un total de 270 y 20 millones para Filipinas y el resto del mundo respectivamente.

Por otro lado Colcha (2009), utilizando la metodología del presupuesto parcial, realizó un análisis económico que tenía como objetivo evaluar el impacto ambiental y económico del uso de genotipos resistentes al tizón tardío (late blight) o ranchara (*Phytophthora infestans*) en la siembra de papa en la provincia de Chimborazo en el país de Ecuador. Asimismo, Diez y Echevarría (2011) calcularon el impacto económico del uso de una semilla certificada de papa canchán (*Solanum tuberosum l.*) en el distrito de Huasahuasi en la región Junín. El estudio calculó los beneficios de empresas semilleras<sup>12</sup> de iguales condiciones (productivas y tecnológicas), diferenciadas por el uso o no de semilla certificada. Los beneficios de usar semilla certificada ascendieron a S/. 10, 201 nuevos soles y un ratio beneficio – costo de 3.77, ambos por encima de las cifras de las empresas que utilizaban semillas no certificadas.

---

<sup>12</sup> Empresas encargadas de realizar el cultivo y comercio de semillas.

Por último, Diez, Gómez, Navarro, Varona, y Anderson (2013), evaluando metodologías de corto y largo plazo, concluyeron que el modelo de excedentes corrido en el software Modexc es la mejor forma de estimar y evaluar la potencial rentabilidad de la semilla de papa comercial mejorada genéticamente resistente a algunas plagas de insectos en la región Junín, en el distrito de Huasahuasi, pero este método se complementa con el presupuesto parcial, que brinda una visión a corto plazo, sencilla a la par que genera insumos para el análisis de largo plazo, sea éste realizado con el modelo de excedentes determinístico en el software Excel o con el software Modexc.

La inclusión del riesgo en el cálculo de indicadores agrícolas y económicos presupone aumentar el nivel de confianza de los resultados, pues estos adquieren un grado mayor de validez dada la inserción de variables en condiciones de riesgo. El Grupo Pesquisa, en su investigación “Costos, Rentabilidad y Riesgo de la Producción de Maíz Brasileiro y Argentino” presentado en el XLV Congreso de la Sociedad de Economía, Administración y Sociología Rural en el año 2007; calculó la rentabilidad neta bajo condiciones de riesgo en el sistema productivo, usando el método de Monte Carlo<sup>13</sup> con las variables Precio, productividad y costo de fertilizantes. Los resultados del estudio antes mencionado evidencian ventajas competitivas del maíz Argentino sobre la producción del Brasileiro.

### **2.1.3. IMPACTO AMBIENTAL POR LA ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA GM**

Brookes y Barfoot (2011), menciona que en Estados Unidos, las principales plagas para el Maíz convencional son los Gusanos en general (*stalk boring pest* y *corn rootworm*); ambas plagas son tratadas usualmente con ciertas dosis<sup>14</sup> de un pesticida denominado GfK Kynetec, cuyos EIQ/Ha son de 20/Ha (*stalk boring pest*) y 7.63/Ha (*corn rootworm*), respectivamente. El uso de la tecnología GM, redujo el uso de los pesticidas y eventualmente el valor del EIQ. Según el estudio, el menor uso de insecticida utilizado representó el 80% de total en el 2012; asimismo, el EIQ cayó en 54.7% para el

---

<sup>13</sup> Método no determinista o estadístico numérico, usado para aproximar expresiones matemáticas complejas y costosas de evaluar con exactitud

<sup>14</sup> 0.6kg/Ha y 0.216kg/Ha respectivamente

mismo año. Por otro lado, la reducción acumulada en el EIQ (entre los años 1996 y 2012) alcanzó los 38%.

**Cuadro 5: Impacto Ambiental: Maíz GM versus Maíz Convencional, en EEUU  
1996-2012**

<b>Año</b>	<b>Ingrediente Activo<sup>1</sup>/ha - Convencional (Kg)</b>	<b>Ingrediente Activo/ha - GM (Kg)</b>	<b>EIQ Convencional</b>	<b>EIQ GM</b>
<b>1996</b>	0.78	0.61	22.4	18.1
<b>1997</b>	0.76	0.59	22	17.7
<b>1998</b>	0.42	0.32	11.9	9.1
<b>1999</b>	0.40	0.39	12.1	11.5
<b>2000</b>	0.42	0.36	12.7	10.4
<b>2001</b>	0.31	0.31	10	9.6
<b>2002</b>	0.30	0.21	10.1	6.9
<b>2003</b>	0.29	0.2	9	5.7
<b>2004</b>	0.27	0.16	8.7	4.8
<b>2005</b>	0.20	0.17	6.5	5.1
<b>2006</b>	0.23	0.17	7.9	4.5
<b>2007</b>	0.20	0.14	8.3	3.8
<b>2008</b>	0.20	0.17	12.8	4.7
<b>2009</b>	0.17	0.15	12.1	4.5
<b>2010</b>	0.18	0.14	10.5	4.1
<b>2011</b>	0.14	0.11	10.2	3.2
<b>2012</b>	0.20	0.12	10.1	3.8

<sup>1/</sup> Pesticida

Fuente: *GM Crops, Global socio-economic and Environmental impacts 1996-2012*

Brookes et al (2014) señala que en Canadá, el uso de la tecnología GM, significó una reducción del uso de insecticidas del 0.43kg/Ha y una reducción del EIQ de 20.7/Ha. Por otro lado, España, entre los años 1998 y 2012, obtuvo una reducción (asociada al uso de tecnología GM en el maíz) del volumen de insecticida del 42%, y en 2012 el EIQ/Ha fue 20% menor que su equivalente convencional, por otro lado, en Brasil, país en el que el 50% del área total sembrada de Maíz es tratada con insecticidas con para combatir al Gusano Cogollero (*Armyworm*), el uso de la tecnología GM redujo el uso de pesticidas como methomyl, lufenurom, triflumurom, sponosad y triodicarb, con lo cual, en promedio, el uso de pesticidas se reduce en 0,356 kg/Ha y EIQ/Ha se redujo en 21.5/Ha.

**Cuadro 6: Cambios en los niveles de uso de Insecticidas y el valor de EIQ por la entrada de Maíz GM, en EEUU**

**1996-2012**

<b>Año</b>	<b>Menor uso de Ingrediente Activo (Kg)</b>	<b>Ahorro de EIQ (Unidades EIQ/Ha)</b>	<b>% de caída en Ingrediente activo</b>	<b>% de Ahorro de EIQ</b>
<b>1996</b>	180,000.0	6,000,000.0	2.8	2.1
<b>1997</b>	1,467,773.0	48,925,760.0	22.9	17.0
<b>1998</b>	1,946,520.0	64,884,000.0	30.3	22.5
<b>1999</b>	1,879,080.0	62,636,000.0	29.3	21.8
<b>2000</b>	1,931,640.0	64,388,000.0	30.1	22.4
<b>2001</b>	1,838,160.0	61,272,000.0	28.6	21.3
<b>2002</b>	1,915,680.0	63,856,000.0	29.8	22.2
<b>2003</b>	1,943,603.0	64,855,127.0	30.8	22.9
<b>2004</b>	2,105,594.0	70,494,074.0	34.0	25.4
<b>2005</b>	2,344,543.0	78,852,057.0	36.8	27.6
<b>2006</b>	2,776,990.0	94,275,192.0	41.5	31.3
<b>2007</b>	4,176,915.0	142,948,919.0	66.3	50.6
<b>2008</b>	3,972,994.0	136,462,730.0	61.9	47.4
<b>2009</b>	4,038,767.0	138,738,515.0	62.9	48.2
<b>2010</b>	4,113,864.0	141,321,293.0	64.1	49.1
<b>2011</b>	4,117,494.0	141,265,278.0	64.2	49.1
<b>2012</b>	4,578,825.0	157,425,949.0	71.3	54.7

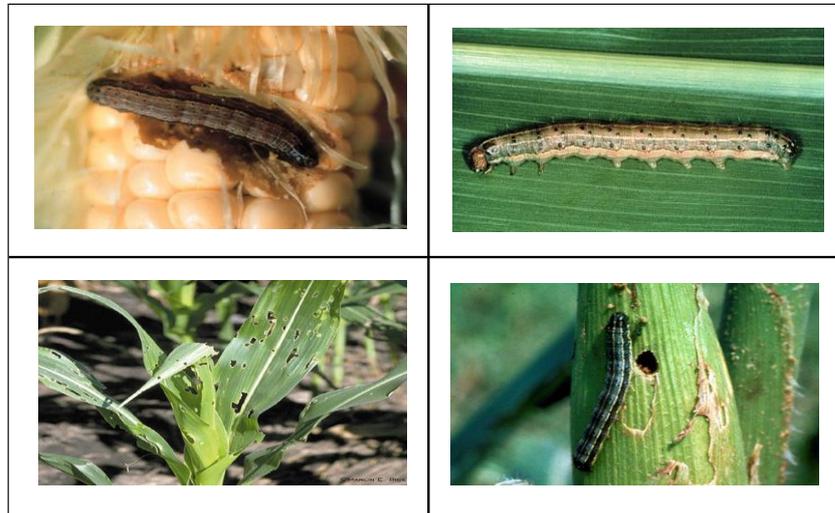
Fuente: *GM Crops, Global socio-economic and Environmental impacts 1996-2012*

#### **2.1.4. MAÍZ AMARILLO DURO (MAD) Y EL GUSANO COGOLLERO**

Según Flores (2000), *S. frugiperda* (Gusano Cogollero) es una plaga polífaga que tiene un amplio rango de hospederos cultivados y silvestres además del maíz (alfalfa, frijol, camote, papa, espinaca, tomate, algodón, caña de azúcar, grama china, yuyo, verdolaga, etc.). Los adultos son de actividad nocturna. Las hembras (polillas) son de color rojo pajizo y los machos de color rojo algo más oscuro. Ovipositan más de 1,500 huevos en la cara superior e inferior de las hojas; son de color blanco amarillento, esféricos algo achatados en uno de sus polos y están cubiertos de pelos blancos. Su ciclo vital se estima entre 27 y 30 días. Las larvas muestran canibalismo, son de color verde hasta gris oscuro y alcanzan hasta 3–4 cm. de longitud. La temperatura es un factor importante, influye en su intensidad de la plaga. En el verano ataca a las plantas desde que éstas tienen 10–15 cm. de altura. Se alimenta preferentemente en el estuche o

“cogollo”, de ahí, su nombre, pudiendo producir la muerte de las plantas tiernas. En plantas más desarrolladas sus daños producen un debilitamiento general y el crecimiento no es igual al de una planta sana.

**Figura 2: Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*)**



Tomado de [todoagro.com.ar](http://todoagro.com.ar)

## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. PRESUPUESTO PARCIAL DETERMINÍSTICO Y PROBABILÍSTICO**

Falck – Zepeda (2010) dice que este método evalúa el impacto de cambios puntuales en el proceso productivo a nivel de sus impactos sobre los costos y los ingresos. Así, el análisis de presupuesto parcial permite evaluar las variaciones tanto en los ingresos netos como en los beneficios ante la eventual adopción de una nueva tecnología (cambio tecnológico) que impacta los procesos productivos. Este modelo sólo utiliza los costos que varían directamente ante el cambio tecnológico (de ahí su nombre “Parcial”). A continuación en la Figura 3, se muestra un esquema con la descripción de las variables y a continuación la lógica formal del análisis económico (Horton, 1986).

**Figura 3: Lógica Formal del Presupuesto Parcial**



Fuente: Douglas Horton (1986), "Análisis de presupuesto parcial para investigación de papa a nivel de finca".

Elaboración Propia

Se conoce que  $BT = IT - CT$ , en dónde los beneficios totales (BT), son resultado de la diferencia entre los ingresos totales (IT) y los costos totales (CT). Para decidir sobre la adopción de la nueva tecnología, es necesario determinar la variación de los beneficios totales ( $\Delta BT$ ), a través de la diferencia entre las variaciones de los ingresos totales y costos totales, tal y como se muestra en las siguientes ecuaciones.

$$\Delta BT = \Delta IT - \Delta CT$$

Los costos totales, están compuestos por costos fijos, y variables; los primeros no varían en el corto plazo, pues están sujetos a cantidades de producción, sin embargo los costos variables, varían en función a la cantidad producida.

$$\Delta BT = \Delta IT - \Delta(CV + CF)$$

$$\Delta BT = \Delta IT - \Delta CV - \Delta CF$$

Teniendo en cuenta, que el principal supuesto es que los costos fijos son los mismos con ambas tecnologías, éstos no muestran ninguna variación  $\Delta CF = 0$ , y por lo tanto:

$$\Delta BT = \Delta IT - \Delta CV$$

Ratio beneficio-costo (B/C): Es una medida del incremento de los ingresos debido a un incremento en una unidad en los costos variables debido al cambio tecnológico.

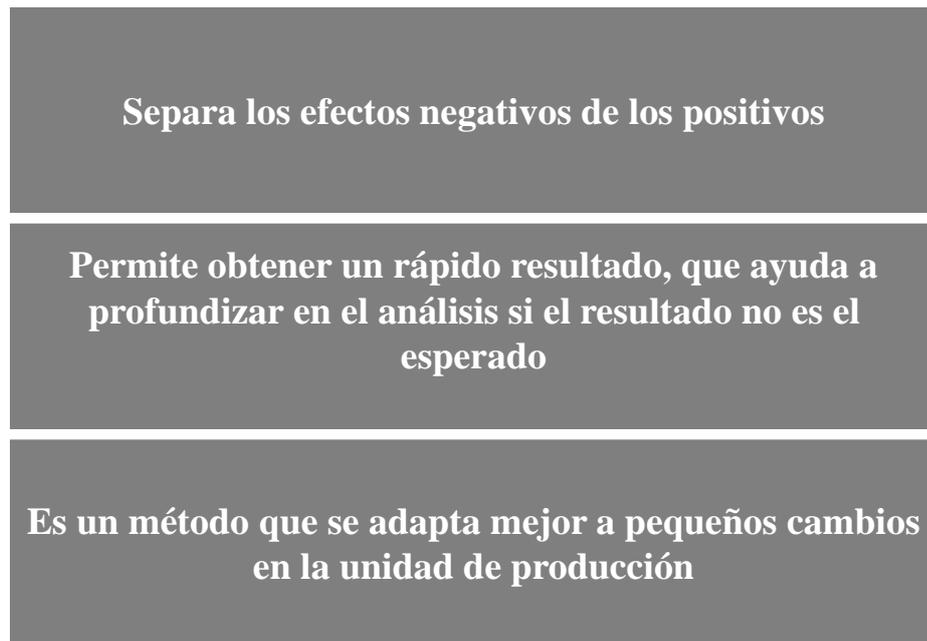
$$\frac{B}{C} = \Delta IT / \Delta CV$$

El ratio beneficio costo debe ser mayor al de otras inversiones posibles, y lo suficientemente alto para cubrir los riesgos de la adopción, si esto sucede, las nuevas se debería adoptar el nuevo proyecto.

Vásquez (1992), asegura que este método se usa cuando es necesario realizar un análisis de la bondad de un plan alternativo respecto al plan actual, determinando efectos en los cambios que registran los ingresos y los gastos. Asimismo, sirve para estimar la rentabilidad de efectuar cambios comparativamente pequeños en una organización existente.

Los presupuestos se denominan “parciales”, pues no necesitan que se incluyan todos los costos y retribución de la producción, sino solo aquellos que cambian entre las prácticas tradicionales de los agricultores y las nuevas alternativas de evaluación.

**Figura 4: Ventajas del Modelo de Presupuesto Parcial**



Fuente: Horton (1986), “Análisis de presupuesto parcial para investigación de Papa a nivel de finca”.

Elaboración Propia

El Método de Presupuesto Parcial permite analizar la variación de costos entre las alternativas, una usando la semilla convencional de Maíz Amarillo Duro y la otra implementando la semilla mejorada genéticamente. En este sentido, para la obtención de los valores esperados de las variables probabilísticas, se aplicará un análisis del Riesgo con el *software* @Risk. Para la aplicación del modelo de presupuesto parcial para el análisis de la liberación de semilla de Maíz Amarillo Duro genéticamente mejorados (GM) resistente a Cogollero, se considera, por ejemplo, un aumento de hasta 20% en el costo de la nueva semilla, sin embargo también se esperan reducciones en costos en plaguicidas de aproximadamente el 66%, información que es proporcionada por especialistas, y que más adelante se detallará.

### **2.2.2. RELACIÓN BENEFICIO COSTO (B/C)**

El Análisis Beneficio - Costo (ABC) (SERAGRO, 2008) es una metodología para evaluar de forma exhaustiva los costos y beneficios de un proyecto (programa, intervención o medida de política), con el objetivo de determinar si el proyecto es deseable desde el punto de vista del bienestar social y, si lo es, en qué medida. Para ello,

los costos y beneficios deben ser cuantificados, y expresados en unidades monetarias, con el fin de poder calcular los beneficios netos del proyecto para la sociedad en su conjunto. Esta metodología muestra además quién gana y quién pierde (y por cuánto) como resultado de la ejecución del proyecto. El ABC se utiliza en la evaluación ex ante como una herramienta para la selección de proyectos alternativos o para decidir si la implementación de un proyecto concreto es socialmente deseable. Como una herramienta Ex Post puede ser empleada para cuantificar el valor social neto de un proyecto ya ejecutado. El análisis específico en el estudio se centrará en verificar si es rentable la liberación y uso de la semilla de Maíz Amarillo Duro genéticamente modificado, resistente al gusano cogollero. Los beneficios se enfocarían en las ventas totales del Maíz Amarillo Duro menos los costos asociados a la producción del mismo, en dos escenarios de riesgo, en el que se compararía el uso y el no uso de una semilla de genéticamente modificada en los procesos de producción. Asimismo, se puede definir como la relación de los flujos de ingresos descontados entre los flujos de egresos o costos descontados de un proyecto. La regla de decisión del proyecto (llevar a cabo la producción del Maíz Amarillo Duro con la semilla genéticamente modificada) se basa en que si este ratio es mayor o menor a 1. En el primer caso se aceptaría el proyecto, y en el segundo se rechazaría.

### **2.2.3. EL ENFOQUE DEL EXCEDENTE ECONÓMICO**

Ante cualquier cambio en el sistema de producción de los agricultores, una de las preguntas que se plantea el presente estudio es, cómo es que se pueden medir los efectos de estos en los agricultores (productores) y consumidores. La sensación de bienestar es subjetiva, pero debe expresarse en algún tipo de unidad que sea fácil de entender y permita comparar la situación de distintas personas. Ante ello, el análisis económico ofrece alternativas como el i) cambio de excedentes del consumidor y productor, ii) variación compensada y la iii) variación equivalente. Sin embargo, se utilizará el primero, dado que Alston et al. (1998), señala que 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.

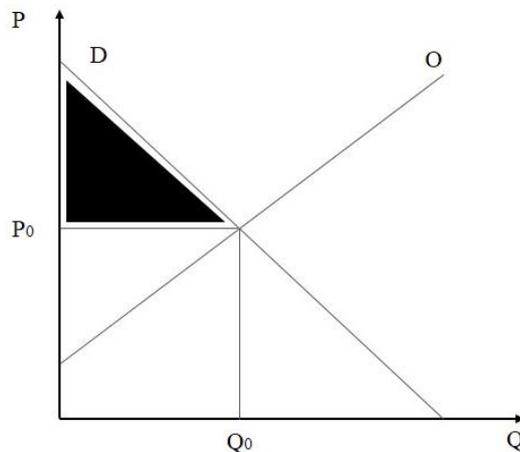
Los excedentes del consumidor y productor pueden ser interpretados geoméricamente como áreas de regiones en un plano en el que relacionan precios y cantidades.

Mankiw (2008) señala que el excedente del consumidor, es la cantidad que un comprador está dispuesto a pagar por un bien, menos la cantidad que paga realmente. En este sentido, este concepto considera la diferencia entre la cantidad máxima que un consumidor está dispuesto a pagar por una cantidad determinada de un bien y lo que en la realidad paga por esa cantidad, en este sentido, representa la ganancia total de los consumidores que están dispuestos a pagar más que el precio de equilibrio y de puede abreviar de la siguiente manera:

$$EC = \int_0^{q_0} [f(q) - p_0] dq$$

Asimismo, gráficamente, se muestra de la siguiente manera:

**Figura 5: Excedente del consumidor**



Fuente: Matemáticas para Administración y Economía

– Ernest F. Haeusster

Elaboración Propia

Por otro lado, el excedente del productor es la cantidad que percibe un vendedor por un bien, menos el coste del producto (Mankiw, 2008). Este se refiere al ingreso total que reciben los productores por un bien, menos el costo variable total que les representan producir ese bien. Dado que este representa la parte de la producción que sobra una vez

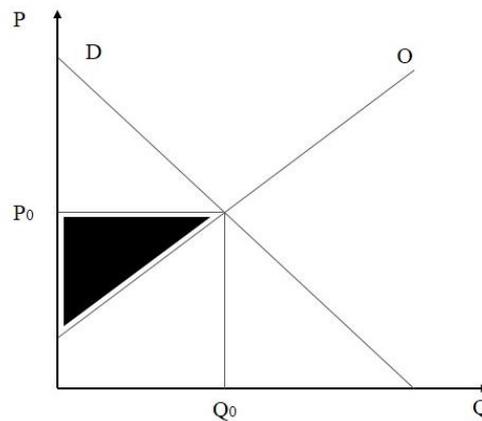
cubiertas las necesidades básicas y de consumo, este se puede acumular y convertirse en ahorro.

La ganancia total de los productores se representa de la siguiente manera:

$$EP = \int_0^{q_0} [p_0 - g(q)] dq$$

Asimismo, gráficamente:

**Figura 6: Excedente del productor**



Fuente: Matemáticas para Administración y Economía – Ernest F. Haeusster  
Elaboración Propia

Falck - Zepeda (2010) utiliza un enfoque básico para el cálculo de los beneficios de la aplicación de una nueva tecnología que en teoría aumentaría la productividad por la reducción de los costos unitarios o un aumento de la producción. En este sentido, se tiene que:

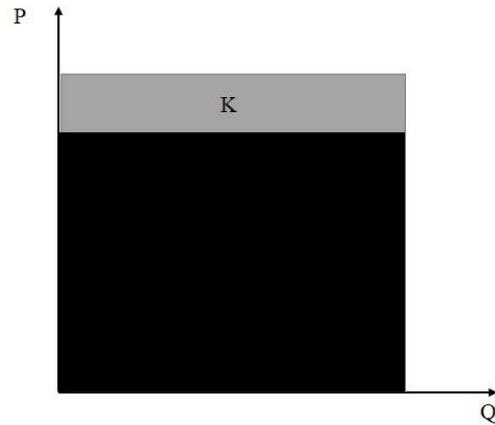
Valor de la producción =  $P \cdot Q$

Beneficio potencial =  $k (P \cdot Q)$

Beneficio esperado =  $(p \cdot k) (P \cdot Q)$

Beneficio realizado =  $A (p \cdot k) (P \cdot Q)$

**Figura 7: Beneficio de la introducción de nuevas tecnologías**



Fuente: Falck Zepeda (2010)

Elaboración Propia

En donde

K: Reducción de costos

K:  $K/p$

P: Probabilidad de éxito

A: Nivel de adopción

Finalmente, los efectos por el aumento de la productividad se pueden resumir algebraicamente en las siguientes fórmulas, cuya demostración matemática se presenta en los anexos del presente documento:

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

$$\Delta PS = P_0 Q_0 (K - Z)(1 + 0.5Z\eta) \quad (2)$$

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

Donde K es el cambio vertical de la función de oferta expresado como una proporción del precio inicial,  $\eta$  es el valor absoluto de la elasticidad de la demanda,  $\varepsilon$  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.

Para mayor detalle, se describen las variables que intervienen:

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

- $\Delta PS$  = Cambio en el excedente del productor.
- $\Delta TS$  = Cambio en el excedente total,
- $P_0$  = Precio sin la innovación,
- $Q_0$  = Cantidad sin la innovación.
- $C_0$  = Cantidad consumida sin la innovación.
- $K$  = Tamaño proporcional del desplazamiento de la oferta.
- $Z$  = Variación de precios relacionados con la adopción de la nueva tecnología.
- $\Delta Y$  = Diferencia entre rendimiento esperado de papa GM y papa convencional,
- $\Delta C$  = Diferencia de costos entre papa transgénica y papa convencional,
- $\varepsilon_a$  = Elasticidad de oferta de la papa.
- $\eta$  = Elasticidad de demanda de la papa.
- $A$  = Tasa de adopción
- $R$  = Es la probabilidad de éxito de la nueva semilla.
- $D$  = Tasa de depreciación

#### **2.2.4. VALOR ACTUAL NETO (VAN)**

El Valor Actual Neto (VAN) es el remanente neto que recibe el inversionista (en el caso del presente estudio se tratará de Agricultores que invierten en semillas de Maíz Amarillo Duro e incurren en costos adicionales en función a esta nueva tecnología) hoy, después de descontar los ingresos a una tasa de descuento y restarle la inversión inicial. La regla de decisión se basan en obtener un VAN mayor a cero, con el cual se acepta la inversión; o en su defecto uno menor a cero, en el cual se rechazaría la inversión. Sin embargo puede que el Van sea igual a cero, con lo que el agricultor sería indiferente a realizar o no la inversión. Asimismo, se conoce que el VAN es el Valor actual de los flujos de caja netos menos la inversión inicial, sin embargo, Vélez (2004) lo define como el valor resultante de descontar la inversión y la suma recibida por el inversionista por su inversión.

#### **2.2.5. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)**

Es la Tasa de Interés que hace que el VAN sea igual a cero. Baca (2001) la define, como la tasa de descuento por la cual el VAN es igual a cero o la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. Asimismo, Neira (2000) describe a la TIR

como fácil de comprender y comunicar, sin embargo, hace referencia a desventajas como, que no opera con flujos de efectivo no convencionales y que probablemente conduzca a decisiones incorrectas en las comparaciones de inversiones mutuamente excluyentes.

## **2.2.6. EL COEFICIENTE DE IMPACTO AMBIENTAL (EIQ): METODOLOGÍA PARA MEDIR EL IMPACTO AMBIENTAL DE LOS PESTICIDAS**

El EIQ propuesto, por primera vez por Kovach (1992) fue producto de una alianza entre universidades estadounidenses que desarrollaron bases de datos sobre los plaguicidas usados globalmente en las prácticas agronómicas; y tiene como fin el cálculo y la evaluación del impacto ambiental producto del uso de herbicidas y plaguicidas (Kovach et al., 1992). El EIQ de cada plaguicida o herbicida se obtiene por medio de una ecuación basada en los tres principales componentes de los sistemas de producción agrícola: i) componente de trabajadores agrícolas, ii) componente de consumo y iii) componente ecológico. Finalmente, se evalúa cada componente de la ecuación con una misma ponderación en la, sin embargo, en cada uno de los componentes, los factores individuales se ponderan de manera diferente (Kovach et al., 1992).

Para simplificar la interpretación de los datos, la toxicidad de cada ingrediente activo de los plaguicidas y el efecto sobre cada factor ambiental fueron agrupados según el nivel de toxicidad, el cual puede ser baja, media o alta toxicidad y clasificados en una escala de uno a cinco, siendo uno el valor más bajo y cinco el más alto (Kovach et al., 1992; Brookes & Barfoot, 2006).

La fórmula de EIQ se expresa a continuación:

$$\{C[(DT+5)+(DT*P)]+[(C+((S+P/2)*SY)+(L)]+[(F*R)+(D*((S*P)/2*3)+(Z*P*3)+(B*P*5)]\}/3$$

Dónde:

DT = toxicidad cutánea,

C = toxicidad crónica,

SY = sistematicidad,

P = toxicidad en peces,

L = potencial de lixiviación,

R = superficie de pérdida del potencial,

D= toxicidad en aves,

S = vida media del suelo,

Z= toxicidad en abejas,

B = toxicidad en artrópodos,

P = vida media en la planta.

Cada uno de los valores de la fórmula del cociente proviene de una amplia revisión de datos y éste índice se considera como universal. (Kovach et al, 1992; Brookes & Barfoot, 2006).

Finalmente, puesto que se conoce el EIQ de los plaguicidas comercializados y su respectivo ingrediente activo, su valor puede ser hallado, así, a partir de datos sobre dosis, número de aplicaciones y el ingrediente activo se calcula el EIQ de campo como se muestra a continuación (Kovach et al., 1992; Brookes & Barfoot, 2006):

$$\text{EIQ de campo} = \text{EIQ} * \text{Porcentaje de ingrediente activo} * \text{Dosis} * \text{No de aplicaciones}$$

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación es correlativa, explicativa y descriptiva, dado que pretende determinar, si la inclusión de una semilla genéticamente modificada que está relacionado a una eventual disminución de costos y aumento del rendimiento impacta en los beneficios de los agricultores del distrito de Jayanca. Además determinará que el nuevo producto disminuiría el impacto de la producción del Maíz Amarillo Duro al ambiente.

#### **3.2. ÁMBITO**

El estudio se realizará respecto a los productores de la localidad de Jayanca, provincia de Lambayeque, departamento del mismo nombre. La información se colectó con una encuesta realizada a productores de Maíz Amarillo Duro en esta zona en el año 2011 por el subcomponente Flujo de Genes del Proyecto LAC – Biosafety, realizado conjuntamente por el IBT UNALM por el Perú y otras entidades por los otros países participantes en el proyecto . Asimismo, se utilizó información secundaria de las estadísticas de la Dirección Regional Agraria de Jayanca, del MINAG y de otras fuentes.

En Lambayeque, el Maíz Amarillo Duro es el tercer cultivo más producido. Entre los años 1990 y 2012, la superficie cosechada ha sido en promedio 17 595 hectáreas. Respecto al rendimiento, este en promedio (para el mismo periodo) asciende a 4.5 toneladas por hectárea. Asimismo, tal y como se mencionó en párrafos anteriores, según el MINAG (2011), Lambayeque se encuentra en el tercer lugar de producción del producto, quien junto a La Libertad y Lima, tienen el 52% de la producción total.

En Jayanca, según los censos del INEI (2007), en el año 1972 existía un promedio de 9 mil habitantes (6,9 % respecto a la población provincial), para el año 1981

incrementó a 9 mil 853 habitantes (6,2 % de la población provincial) en el año 1993 a 11 mil 681 habitantes y en el año 2003 la población se ha incrementado a 12 mil 459 (4,8 % de la población provincial). Los datos del último censo de población y vivienda del 2007 muestran que Jayanca crece a 15 mil 42 habitantes (5,8% de la población provincial).

El número de agricultores del distrito de Jayanca que ascienden según INEI (2007) a 487, representando el 10.67% del total de la PEA (Población Económicamente Activa) ocupada de la zona, y los principales cultivos en la zona, según importancia son el Maíz Amarillo Duro, Maíz Amiláceo, Arroz, Caña de Azúcar y Uva.

### **3.3. PRESUPUESTO PARCIAL**

El análisis de los cambios en la producción como consecuencia de la adopción de la nueva tecnología (Maíz Amarillo Duro resistente al Gusano Cogollero genéticamente modificado) se hizo mediante el método de Presupuesto Parcial (Evaluación Ex Ante), que permite analizar los eventuales cambios en los márgenes netos para evaluar la nueva tecnología. En este sentido, en lo que respecta a innovaciones tecnológicas se tiene en cuenta lo siguiente:

- Obtención del presupuesto de la producción con la semilla de Maíz Amarillo Duro convencional
- Generación del presupuesto con la semilla genéticamente modificada, con lo que se tuvo en consideración: i) Reducciones de los costos probables en la aplicación de pesticidas, plaguicidas y otros por uso de semilla genéticamente modificada y ii) Incremento de costos probables por la aplicación de pesticidas, plaguicidas y otros por uso de semilla genéticamente modificada
- Análisis y comparación de la rentabilidad entre la semilla convencional y la genéticamente modificada.
- Impactos probables en el rendimiento por hectárea de maíz amarillo duro. Para ello, se cuenta con información de otros países, opinión de expertos en manejo de cultivos genéticamente modificados, información formalizada de los incrementos obtenidos en libros que recogen investigaciones como el de Aboites et al (2011), que señala que fluctúa entre el 0 y 30% más, respecto al convencional.
- Se generará el Beneficio – Costo como otro criterio de evaluación.

- Por último se realizará un análisis del impacto en el Excedente social.

### 3.3.1. VARIABLES DE ENTRADA

- **P<sub>i</sub>** = Precios de insumos
- **P<sub>MAD</sub>** = Precios del Maíz Amarillo Duro Cosechado (por Tonelada)
- **R<sub>MAD</sub>** = Rendimiento de cultivos de Maíz Amarillo Duro (sin la adopción de la semilla genéticamente resistente)
- **CS<sub>MAD</sub>** = Costos totales asociados a la compra de semilla de Maíz Amarillo Duro
- **dQ<sub>i</sub>** = Insumos (número) que variarían (por hectárea) ante la inclusión de la semilla genéticamente modificada

### 3.3.2. VARIABLES DE SALIDA

- **RCB** = Ratio Costo Beneficio
- **dC** = Diferencial de Beneficios

El presupuesto parcial es un método por el cual se calcula la variación en los costos y beneficios netos ante la adopción de tecnologías agrícolas experimentales; este incluye los rendimientos medios de cada tratamiento, los rendimientos ajustados y el beneficio bruto de campo (basado en el precio de campo de la cosecha). También incorpora todos los costos que varían para cada tratamiento. Asimismo, mediante el presupuesto parcial con un análisis de riesgo, predecimos los costos y aumento de los ingresos entre las dos alternativas de una semilla convencional de Maíz Amarillo Duro y la genéticamente mejorada propuesta.

### 3.4. EXCEDENTES ECONÓMICOS

Para el modelo de excedentes económicos utilizado, se tiene en cuenta lo planteado por Falck-Zepeda (2010), quien emplea las siguientes fórmulas para el cálculo de las variaciones en los excedentes del productor y del consumidor:

$$\Delta CS = P_0 C_0 Z (1 + 0.5Z\eta)$$

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

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

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

Donde:

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

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

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

$P_0$  = Precio sin la innovación,

$Q_0$  = Cantidad sin la innovación.

$C_0$  = Cantidad consumida sin la innovación.

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

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

$\Delta Y$  = Diferencia entre rendimiento esperado de Maíz Amarillo Duro Genéticamente modificado y papa convencional,

$\Delta C$  = Diferencia de costos entre papa transgénica y papa convencional,

$\epsilon_a$  = Elasticidad de oferta del Maíz Amarillo Duro.

$\eta$  = Elasticidad de demanda del Maíz Amarillo Duro.

$A$  = Tasa de adopción

$R$  = Es la probabilidad de éxito de la nueva semilla.

$D$  = Tasa de depreciación

### **3.4.1. SUPUESTOS UTILIZADOS**

#### **3.4.1.1. TASA DE ADOPCIÓN**

La velocidad de adopción de una nueva tecnología en la agricultura depende de su impacto en la rentabilidad según Griliches (1960). Por otro lado, Ruttan y Hayami (1973) plantean otros elementos complementarios, como la existencia del espíritu emprendedor de empresarios y la disponibilidad de capacidades técnicas y científicas que permitan lograr la adaptación de la nueva tecnología a las características locales. La inclusión de nuevas tecnologías (en especial de la inclusión de semillas genéticamente modificadas en la producción) en el sector agricultura requieren una serie de cambios institucionales a nivel de gobierno y a nivel empresarial que permitan obtener el máximo provecho en base a actividades que viabilicen la comercialización de productos genéticamente modificados; así como la mejora de técnicas organizativas

por parte del agricultor/empresario. Asimismo, se toma como referencia la experiencia Argentina y su explosiva incursión en el uso de semillas genéticamente modificadas, que logró obtener porcentajes de superficies cosechadas de 99% en el caso de la Soja y del 74% en el caso del Maíz Amarillo Duro, así como las opiniones vertidas en diferentes ocasiones por representantes de la Asociación Nacional de Productores de Maíz y Sorgo del Perú respecto a la necesidad de semillas que les brinden una mayor productividad, y que reduzca sus costos en plaguicidas. Finalmente, con el fin de incluirlo en el análisis de excedentes sociales, se define a la tasa de adopción con el porcentaje de agricultores aplican la innovación desarrollada.

**Cuadro 7: Tasas de adopción**

<b>Año</b>	<b>Adopción</b>
1	3%
2	16%
3	50%
4	84%
5	85%
6	86%
7	87%
8	88%
9	89%
10	90%

Fuente: A summary of Diffusion of Innovation:

[http://www.enablingchange.com.au/Summary\\_Diffusion\\_Theory.pdf](http://www.enablingchange.com.au/Summary_Diffusion_Theory.pdf)

Las tasas de adopción consideradas se muestran en el Cuadro 7, que consideran un adopción lenta en el primer año de 2.5%, 16% para el segundo, y así sucesivamente hasta llegar al año 10, en el que se estabiliza y alcanza el 90%.

### **3.4.1.2. COSTOS DE INVESTIGACIÓN, TRANSFERENCIAS Y ADAPTACIÓN**

Los investigadores difieren en los montos de inversión en desarrollo de una

semilla genéticamente modificada. Así, Salomón Pérez<sup>15</sup>, menciona que los costos de investigación podrían ascender a los US\$ 6 millones de dólares como máximo y 1 como mínimo. Marc Ghislain<sup>16</sup>, por su parte asegura que los costos de investigación alcanzarían aproximadamente la cifra de US\$ 2,4 millones de dólares. Guy Hareau<sup>17</sup>, menciona que estos costos ascenderían a un total de seis millones de dólares, y finalmente Enrique Noel Fernández Northcote<sup>18</sup>, menciona que entre la generación de pruebas de campo de inocuidad y recursos de investigación el costo podría ascender a US\$ 650 mil dólares. Por otro lado Varona (2011), asegura que los costos asociados a las transferencias de la tecnología alcanzarían los S/. 300 mil nuevos soles en los tres primeros años, de acuerdo a lo también planteado por Fernández Northcote, quien menciona que estos ascenderían a un total de US\$100,000 dólares anuales durante 3 años. Dado que las investigaciones sobre el desarrollo de cultivos genéticamente modificados ya están bastante desarrolladas, la liberación de las mismas en el Perú no implicaría mayores costos (salvo que se necesite crear una nueva variedad), por este motivo se toman los costos referenciales más conservadores, correspondientes a Enrique Fernandez y Marc Ghislain.

**Cuadro 8: Costos de investigación**

<b>Actividad</b>	<b>Costos Referencial (U\$)</b>	<b>Costos Referencial (S/.)</b>
Enrique Fernandez	650,000.00	1,820,000.00
Salomon Perez	1,000,000.00	2,800,000.00
Marc Ghislain	2,400,000.00	6,720,000.00
<b>Valor Esperado <sup>1/</sup></b>	<b>1,525,000.00</b>	<b>4,270,000.00</b>

Fuente: Investigadores mencionados en párrafo precedente

Elaboración Propia

En este sentido, los costos asociados a la investigación en los que incurrirán ascenderían a S/. 4 270 000 nuevos soles, sólo el primer año.

<sup>15</sup> Investigador de Socioeconomía del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), de nacionalidad colombiana.

<sup>16</sup> Investigador del Centro Internacional de la papa (CIP), de nacionalidad belga, actualmente en África.

<sup>17</sup> Investigador del Centro Internacional de la papa (CIP), de nacionalidad uruguaya, radicado en Perú.

<sup>18</sup> Investigador del IBT de la Universidad Nacional Agraria La Molina, de nacionalidad peruana.

### **3.4.1.3. PLAZOS DE ADOPCIÓN**

En un reciente estudio sobre la adopción de semillas transgénicas en Argentina, (Sztulwalrk y Braude, 2010) se hace referencia a la difusión de cultivos transgénicos. Según los autores, hicieron falta sólo 7 años para el cultivo transgénico de Soja alcanzará el 98% de la superficie sembrada, un crecimiento explosivo si se compara con algunos hitos tecnológicos en materia de semilla como el caso de Maíz Híbrido y Trigo con germoplasma Mexicano que tardaron entre 25 y 17 años respectivamente en alcanzar una difusión del 90% (Rossi, 2006).

Asimismo, los investigadores Dr. Econ. Salomón Pérez (Centro de Investigación en Agricultura Tropical – Colombia) y Dr. Ing. Enrique Noel Fernández Northcote (Instituto de Biotecnología – Universidad Nacional Agraria La Molina) sugieren que el plazo de adopción en el Perú ascendería a 6 años en promedio.

Experiencias pasadas en la implementación de sistemas productivos agrícolas en base a semillas genéticamente modificadas, han demostrado que son necesarios entre 10 y 15 años para lograr una total producción de cultivos en un contexto de adaptación y adopción de la semilla mejorada como tal. En este sentido, en un análisis con el software @Risk con los datos de los especialistas, se determinó que el plazo de adopción sea de 16 años.

### **3.4.1.4. TASA DE DESCUENTO Y PROBABILIDAD DE ÉXITO**

Se tomó como referencia la Tasa de Descuento (TDS) utilizada por el Ministerio de Economía y Finanzas en el SNIP. Aquí se considera que la tasa asciende a 9%. Asimismo, la probabilidad de éxito promedio para innovaciones tecnológicas en general, según Varona (2012) es del 85%.

## **3.5. COEFICIENTE DE IMPACTO AMBIENTAL (EIQ)**

Con el fin de mantener la coherencia respecto al análisis de excedentes sociales, y eventualmente el ejercicio del presupuesto parcial, se emplearán los mismos supuestos, dado que se espera que información como los plazos y tasas de adopción, probabilidad de

éxito tendrán mucha influencia en los resultados, debido a que definirían el progreso en cuanto al menor uso de agroquímicos por la liberación de la semilla de Maíz Amarillo Duro, genéticamente modificada con resistencia al gusano cogollero.

En este sentido, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- **Periodo de análisis** = 2013 al 2029,
- **Superficie cosechada (ha)** = Información de portal del Ministerio de Agricultura,
- **Dosis de Dipterex (kg/ha)** = la cantidad de ingrediente activo utilizado por hectárea y campaña productiva,
- **Aplicaciones (apl/año)** = la cantidad de aplicaciones de las dosis del ingrediente activo utilizado
- **Superficie Tratada** = superficie de la tierra tratada con los plaguicidas
- **Tasa de adopción** = proporción en la que los agricultores adoptan la nueva tecnología
- **EIQ (EIQ/ha)** = medida del impacto en el medio ambiente del ingrediente activo
- **Impacto EIQ (EIQ/ha)** = medida del impacto total en el medio ambiente causado por el uso de plaguicidas
- **Ahorro de EIQ** = disminución en el impacto por el menor uso de plaguicidas

Finalmente, como se mencionó en secciones anteriores, dado que se conoce el EIQ de los plaguicidas comercializados, a partir de datos sobre dosis, número de aplicaciones y el ingrediente activo se calcula el EIQ total o de campo se calcularía como se muestra a continuación (Kovach et al., 1992; Brookes & Barfoot, 2006):

**EIQ de campo= EIQ\* Porcentaje de ingrediente activo\* Dosis\* No de aplicaciones**

A ello, en el presente análisis, se le agregó la variable de tasa de adopción, que incluiría o tomaría en cuenta la manera en que se adopta la nueva tecnología a lo largo del periodo de análisis.

### 3.6. TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Previo al análisis de datos, toda la información pasó por un riguroso proceso de “limpieza”, que permitió eliminar errores humanos (tipeo, etc.). Los datos obtenidos de cada uno de los sistemas, a través de las encuestas, fueron ordenados en el programa MS Excel, en el que se realizó la determinación de costos determinístico, costos probabilísticos, el ingreso, el beneficio y el rendimiento, primero de manera individual por cada elemento observado y luego de manera conjunta considerando cada sistema por separado. Se determinó los promedios, medianas y la desviación estándar, de los datos obtenidos.

Asimismo, se realiza el análisis en el Software @Risk, el cual permite realizar el análisis de la distribución de frecuencia de cada una de las variables. Para el caso de los costos se realizó el análisis de la distribución de frecuencia de los costos probabilísticos y para el caso del ingreso se realizó para los factores del ingreso, que en este caso son el rendimiento y el precio. Tal y como se menciona a lo largo del estudio, el principal aliado del desarrollo de la tesis fue el MS Excel, que permitió sistematizar y evaluar la base de datos trabajada. Asimismo, permitió, a través de su complemento estadístico @Risk, evaluar los datos que permitió caracterizar la distribución de frecuencias de cada una de las variables estudiadas. De acuerdo a la literatura (Palisade, s/a), se sabe de la importancia de la simulación como una herramienta para el manejo de la incertidumbre. En este caso, se busca entender y explicar los cambios que pueden generarse en la actividad agrícola al adoptar una semilla genéticamente mejorada de Maíz Amarillo Duro.

El uso del @Risk permite realizar un análisis más completo del riesgo<sup>19</sup> que puede estar asociado a un conjunto de variables que no son controladas. Asimismo. Existen dos aspectos claves para el éxito de las simulaciones de riesgo: i) la identificación de las distribuciones de probabilidad adecuadas para cada una de las variables aleatorias del modelo (en este caso se utilizará la distribución uniforme y la

---

<sup>19</sup> Situación que involucra incertidumbre, en el sentido de que el rango de posibles resultados para una determinada acción es en cierta medida significativo.

distribución triangular), por otro lado, ii) se debe definir clara y adecuadamente la interdependencias del comportamiento esperado de dichas variables.

#### **3.6.1.1. Distribución uniforme**

Usada cuando existe poca información disponible con respecto a la variable aleatoria, o cuando cada valor de la variable tiene una misma probabilidad de ocurrencia, por ejemplo cada valor se presenta en 1/6 de las observaciones. En el caso que se trate de opiniones de expertos, tendremos 2 ó 3 valores, en consecuencia la distribución de probabilidad es uniforme, porque cada valor tendrá una probabilidad de ocurrencia semejante.

#### **3.6.1.2. Distribución triangular**

Se encuentra definida por tres parámetros, el mínimo, el máximo, y el más probable. La relación puede ser de carácter simétrico o asimétrico, dependiendo del valor más probable de la relación. La distribución triangular se usa usualmente como una aproximación de otras 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 modelar una amplia variedad de supuestos.

Una característica es que es cerrada, eliminando la posibilidad de valores extremos que quizás podrían ocurrir en la realidad.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN CONVENCIONAL DE MAÍZ AMARILLO DURO

La siguiente sección desarrolla un análisis preliminar descriptivo de la información obtenida a través del sondeo (información primaria), así como de la proporcionada por la Agencia Agraria de Lambayeque y Ministerio de Agricultura (fuentes secundarias). En este sentido, en la Cuadro 9 se muestra el total de los entrevistados. Se trata de agricultores rurales dedicados principalmente al cultivo de Maíz Amarillo Duro en el distrito de Jayanca, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Los agricultores entrevistados cuentan con chacras de entre 1 y 3 hectáreas en promedio.

**Cuadro 9: Técnicas y Área Cultivable de Maíz Amarillo Duro**

	Provincia	Distrito	Nombre chacra	Tenencia de predio	Años Exper.	Área (ha)	Área (ha) cultivable	Área con Maíz	Técnica
1	Lambayeque	Jayanca	El Carmen	Alquilada	2	0.5	0.5	0.5	Agric. Trad.
2	Lambayeque	Jayanca	El Carmen	Propia	40	4.0	4.0	1.0	Agric. Trad.
3	Lambayeque	Jayanca	San Pablo	Propia	10	3.0	3.0	3.0	Agric. Trad.
4	Lambayeque	Jayanca	Sta. Leticia	Propia	10	4.0	4.0	1.25	Nuevas/Pequeña
5	Lambayeque	Jayanca	Salvador	Propia	12	3.5	3.0	2.0	Nuevas/Pequeña
6	Lambayeque	Jayanca	Fdo. Sta. Rosa	Propia	20	3.0	3.0	2.0	Agric. Trad.
7	Lambayeque	Jayanca	Fdo. Limón	Propia	22	3.75	3.0	1.5	Agric. Tradic.

Fuente: Encuesta LAC Biosafety

Elaboración Propia

La siembra de cultivos se alterna entre Maíz híbrido, blanco (amiláceo) y lentejas. La totalidad de entrevistados aprendió sobre el cultivo del maíz a través de otro familiar, asimismo, su producción promedio es de 4.4t/Ha. Las temporadas en que usualmente se siembra se encuentra entre mayo y julio, mientras que la temporada de cosecha está entre setiembre y noviembre.

**Cuadro 10: Precio de Semilla, control fitosanitario de Maíz Amarillo Duro y Disponibilidad a pagar (DAP) por variedad mejorada**

	Precio de compra (Bolsa 25Kg) (S/.)	Gasto en control problemas (S/.)	Problemas en Cultivo Maíz Amarillo Duro	DAP por Var. Resist a Plagas (S/.)
1	150	100	Malezas, Plagas	200
2	150	150	Malezas, Plagas	
3	60	140	Malezas, Plagas	
4	150	300	Malezas, Plagas	200
5	80	200	Malezas, Plagas	200
6	360	150	Malezas, plagas	400
7	50		Malezas, plagas	150

Fuente: Encuesta LAC Biosafety

Elaboración Propia

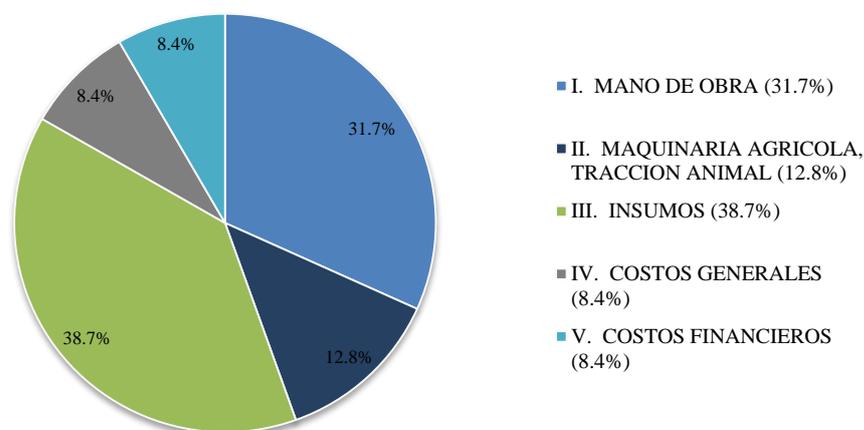
Según la información recolectada, los principales problemas a los que se enfrentan los agricultores de Jayanca son las malezas, que básicamente es el crecimiento no deseado de vegetación no productiva a los alrededores de los cultivos, y las plagas, cuyo principal actor es el Gusano Cogollero. El gasto dedicado al control de problemas (maleza y plagas) asciende S/. 170 nuevos soles en promedio. Sin embargo, sólo por combatir el problema de plagas con una variedad de semilla resistente a ella, los agricultores estarían dispuestos a pagar, en promedio, la suma de S/. 230. Finalmente, el precio promedio de compra de semillas<sup>20</sup>, que usualmente es adquirida en agroquímicas, asciende a S/. 142 nuevos soles.

Por otro lado, la caracterización del proceso de producción a nivel distrital, requirió de un análisis de información de fuentes oficiales como el Ministerio de Agricultura (MINAG<sup>21</sup>), a través de las cuales se analizaron previamente variables como la producción del Maíz Amarillo Duro. La Figura 08 muestra que la mayor proporción de costos se centran en los insumos (38.7%) que son básicamente las semillas certificadas, pesticidas, fertilizantes y agua; en segundo lugar, la mano de obra (31.7%), que incluye actividades como la preparación del terreno, siembra y cosecha.

<sup>20</sup> Las semillas más utilizadas son la Marginal 28T, Cargill C-408, C-606, C-701, PIONEER 3041

<sup>21</sup> La información Proporcionada por el MINAG utiliza datos referentes a la producción del Dekalb para un rendimiento total de 9,000 kg/has, cuya de cosecha es todo el año. cuya época de cosecha es todo el año.

**Figura 8: Distribución de los costos totales en la producción de Maíz Amarillo Duro convencional – Distrito de Jayanca (Hectárea)**



Fuente: Agencia Agraria Lambayeque 2014

Elaboración Propia

Los Cuadros 11 y 12 muestran los costos desagregados asociados a la Mano de Obra e insumos. En la primera, se observa que gran parte de los costos se concentran en las Labores Culturales, denominadas así a actividades como el primer y segundo abonamiento, aplicación de insecticida líquido y granulado y los riegos.

**Cuadro 11: Costos de Mano de Obra Producción de Maíz Amarillo Duro convencional – Distrito Jayanca (Hectárea)**

Actividad	Total (S/.)	Total (U\$)	(%)
1. Preparación de terreno	128.1	45.8	13%
2. Siembra	97.7	34.9	10%
3. Labores Culturales	432.5	154.5	45%
4. Cosecha	310.8	111.0	32%
<b>Total</b>	<b>969.1</b>	<b>346.1</b>	<b>100%</b>

Fuente: Agencia Agraria Lambayeque 2014

Elaboración Propia

Asimismo, el Cuadro 12, referida a los Costos en los insumos, muestra que estos se concentran en los fertilizantes, y en las semillas certificadas.

**Cuadro 12: Costos de Insumos**  
**Producción de Maíz Amarillo Duro convencional – Distrito Jayanca**  
(Hectárea)

<b>Insumo</b>	<b>Total (S/.)</b>	<b>Total (U\$)</b>	<b>(%)</b>
1. Semilla Certificada	333.2	119.0	28%
2. Pesticidas	126.9	45.3	11%
3. Fertilizantes	547.2	195.4	46%
4. Otros	175.6	62.7	15%
<b>Total</b>	<b>1,182.8</b>	<b>422.4</b>	<b>100%</b>

Fuente: Agencia Agraria Lambayeque 2014

Elaboración Propia

Se resalta además, que del total de costos, el 95% es representado por costos directos<sup>22</sup>, lo cual caracteriza a la producción de Maíz Amarillo Duro como intensiva en mano de obra, por lo tanto no demandaría labores calificadas.

El Cuadro 13 describe las variables correspondientes a la caracterización de la Unidad Productiva. Se emplea (como mínimo) media hectárea para el cultivo de Maíz Amarillo Duro y como máximo se cultivan 3 hectáreas. Un análisis preliminar (distribución Triangular - @ Risk) permite observar que el total del área dedicada al cultivo del Maíz Amarillo Duro (A.T.S. Maíz UCC.) representa un 73% del área cultivada (Área Cultiv.) y un 65% del área total (A. Total). Respecto a la experiencia, a esta alcanza un promedio es de 17 años.

<sup>22</sup> Costos asociados a Mano de Obra, Insumos y Maquinaria.

**Cuadro 13: Experiencia, Área total cultivada de Maíz Amarillo Duro – Distrito de Jayanca**

<b>Entrevistado</b>	<b>Experiencia (Años)</b>	<b>A. Total (Ha.)</b>	<b>Area Cultiv. (Ha.)</b>	<b>Area dedicada al Maíz Amarillo D. (Ha.)</b>
<b>1</b>	2.0	0.5	0.5	0.5
<b>2</b>	40.0	4.0	4.0	1.0
<b>3</b>	10.0	3.0	3.0	3.0
<b>4</b>	10.0	4.0	4.0	1.3
<b>5</b>	12.0	3.5	3.0	2.0
<b>6</b>	20.0	3.0	3.0	2.0
<b>7</b>	22.0	3.8	3.0	1.5
<b>Media</b>	16.57	3.11	2.93	1.61
<b>Moda</b>	10.00	4.00	3.00	2.00
<b>Desviación Std</b>	12.31	1.22	1.17	0.81
<b>Coficiente Variabilidad</b>	0.74	0.39	0.40	0.51
<b>Mínimo</b>	2.00	0.50	0.50	0.50
<b>Máximo</b>	40.00	4.00	4.00	3.00
<b>Valor Esperado <sup>1/</sup></b>	17.33	2.83	2.50	1.83

<sup>1/</sup> Se encuentra definida por tres parámetros, el mínimo, el máximo, y el más probable (distribución triangular).

Fuente: Encuesta LAC Biosafety

Elaboración Propia

El Cuadro 14 muestra que el rendimiento (producción) alcanza un total de 5766.7 Kg/Ha, teniendo como máximo 8000 Kg/Ha y un mínimo de 1300 Kg/Ha.

**Cuadro 14: Producción de Maíz Amarillo Duro, Cosecha, Descanso - Distrito Jayanca**

Entrevistado	Meses entre siembra y cosecha	Producción Kg./há U.Cic.	Descanso tierra (semanas)	Almacenamiento semilla (semanas)
1	5.0	2,000.0	6.0	6.0
2	5.0	3,000.0	6.0	5.0
3	5.0	4,000.0	24.0	10.0
4	5.0	5,000.0	4.0	12.0
5	5.0	8,000.0	4.0	12.0
6	5.0	8,000.0	3.0	8.0
7	4.0	1,300.0	6.0	8.0
<b>Media</b>	4.86	4,471.43	7.57	8.71
<b>Moda</b>	5.00	8,000.00	6.00	12.00
<b>Desviación Std</b>	0.38	2,699.82	7.35	2.75
<b>Coefficiente Variabilidad</b>	0.08	0.60	0.97	0.32
<b>Mínimo</b>	4.00	1,300.00	3.00	5.00
<b>Máximo</b>	5.00	8,000.00	24.00	12.00
<b>Valor Esperado <sup>1/</sup></b>	4.67	5,766.67	11.00	9.67

<sup>1/</sup> Se encuentra definida por tres parámetros, el mínimo, el máximo, y el más probable (distribución triangular).

Fuente: Encuesta LAC Biosafety

Elaboración Propia

Asimismo, en el siguiente Cuadro se muestra que el precio oscila entre 2 y 14 nuevos soles por kilogramo y que la Disposición a Pagar (DAP) por obtener una variedad de semilla resistente a plagas varía entre los S/.150 y S/.400 nuevos soles por Bolsa de 25 kilogramos. (Entre S/.6 y S/.16 por kilogramo).

**Cuadro 15: Manejo y Conservación de la Semilla de Maíz Amarillo Duro – Distrito de Jayanca**  
(Hectárea)

Entrevistado	Precio de compra (S./Kg)	Gasto en control problemas (S./)	DAP por Var. Resist a Plagas (S./)	DAP por Vars. Resist. A Falta Agua (S./)	DAP por Vars. Resist. a Malezas (S./)
1	6.0	100.0	200.0	150.0	100.0
2	6.0	150.0			
3	2.4	140.0			
4	6.0	300.0	200.0		150.0
5	3.2	200.0	200.0	200.0	
6	14.4	150.0	400.0		
7	2.0		150.0		100.0
<b>Media</b>	5.71	173.33	230.00	175.00	116.67
<b>Moda</b>	6.00	150.00	200.00		100.00
<b>Desviación Std</b>	4.22	69.76	97.47	35.36	28.87
<b>Coefficiente Variabilidad</b>	0.74	0.40	0.42	0.20	0.25
<b>Mínimo</b>	2.00	100.00	150.00	150.00	100.00
<b>Máximo</b>	14.40	300.00	400.00	200.00	150.00
<b>Valor Esperado <sup>1/</sup></b>	7.47	183.33	250.00	175.00	116.67

Fuente: Encuesta LAC Biosafety

Elaboración Propia

#### **4.2. PRESUPUESTO PARCIAL – EVALUACIÓN DE LA VARIACIÓN DE COSTOS Y RENDIMIENTOS EMPLEANDO SEMILLA DE MAÍZ AMARILLO DURO RESISTENTE AL GUSANO COGOLLERO**

Dadas las características de la información recolectada (limitación), y las decisiones que se tomarán en función a los resultados de la investigación, se realiza un análisis de riesgo que reduzca la incertidumbre al modelo, dado que esto mejorará las estimaciones presentadas. Para ello, se utilizará el software @Risk, que permite a través del método de simulación de Monte Carlo generar la mayor cantidad de escenarios con el fin de incrementar la fiabilidad del modelo.

El Cuadro 16 que a continuación se presenta, se elaboró en función a información sobre la producción del Maíz Amarillo Duro proporcionada por el Ministerio de Agricultura para el departamento de; esta contiene información sobre Producción,

Superficie Cosechada, Rendimiento y Precio de Venta (en chacra) en el periodo 2004 a 2012.

El valor esperado calculado para las variables Producción, Superficie Cosechada, Rendimiento y Precio Chacra (precio de venta del maíz cosechado) es producto del análisis de una distribución triangular o uniforme (según sea el caso) a través del software @Risk, que emplea, dada la restricción de información, el valor mínimo, una moda y el valor máximo para generar escenarios y generar un valor esperado producto de 1000 iteraciones.

Se observa en este sentido que el valor esperado para la variable producción es de 103 456 toneladas, la superficie cosechada es de 18 582 hectáreas, el rendimiento es 5 755 kilogramos por hectárea y el precio de chacra alcanza los S/. 0.70 nuevos soles.

**Cuadro 16: Producción Maíz Amarillo Duro – Departamento de Lambayeque  
2004-2014**

<b>Años</b>	<b>Producción (TM)</b>	<b>Superficie Cosechada (Ha)</b>	<b>Rendimiento (Kg/Ha)</b>	<b>Precio Chacra S/./Kg</b>
<b>2004</b>	56,040	11,529	4,861	0.55
<b>2005</b>	80,179	14,978	5,353	0.50
<b>2006</b>	87,754	17,666	4,967	0.53
<b>2007</b>	92,381	17,404	5,308	0.71
<b>2008</b>	109,876	19,831	5,541	0.78
<b>2009</b>	138,111	23,388	5,905	0.64
<b>2010</b>	122,726	20,083	6,111	0.68
<b>2011</b>	109,355	16,444	6,650	0.80
<b>2012</b>	150,873	25,635	5,885	0.80
<b>Media</b>	105,255.00	18,550.89	5,620.12	0.67
<b>Moda</b>	-	-	-	0.80
<b>Desviación Std</b>	29,637.11	4,274.61	573.44	0.12
<b>Coefficiente Variabilidad</b>	3.55	4.34	9.80	5.64
<b>Mínimo</b>	56,040.00	11,529.00	4,860.79	0.50
<b>Máximo</b>	150,873.00	25,635.00	6,650.00	0.80
<b>Valor esperado</b>	<b>103,456.50</b>	<b>18,582.00</b>	<b>5,755.39</b>	<b>0.70</b>

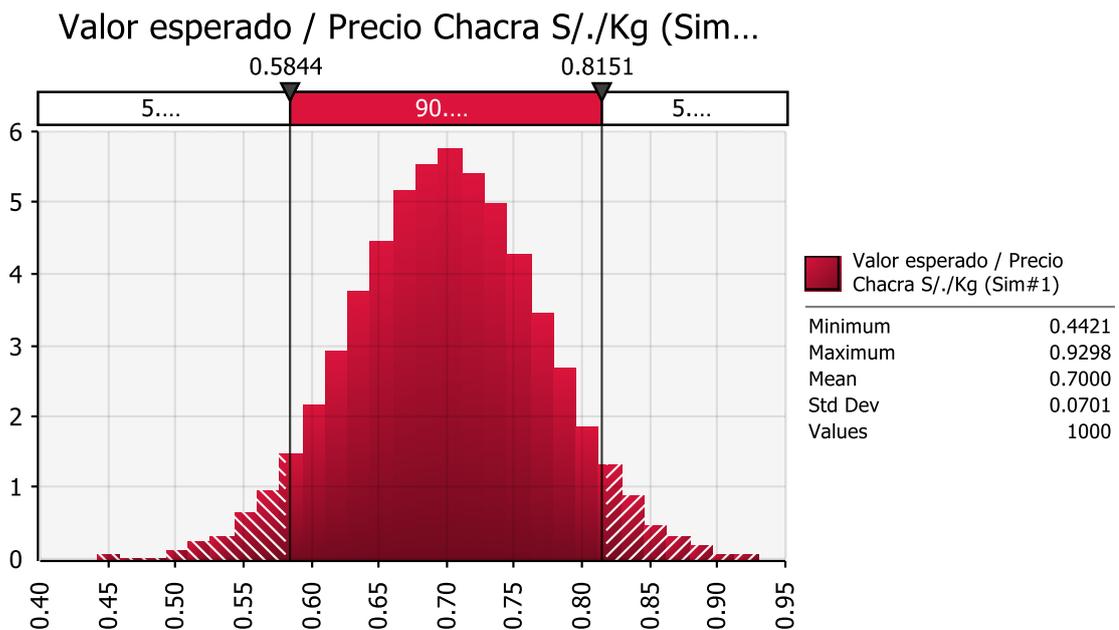
Fuente: Ministerio de Agricultura

Elaboración Propia con el software @Risk

La Figura 9 muestra un esquema de las frecuencias relativas de las probabilidades a las que están sujetas las variaciones en el precio. En este sentido se observa existe la

probabilidad del 5% de que los precios sean menores a S/. 0.58 nuevos soles, así como 5% de probabilidad de que los precios sean mayores a S/.0.82, con lo que el valor esperado que se utiliza para el modelo de presupuesto parcial S/. 0.70, dado que es la media de los resultados mostrados con una probabilidad del 90%.

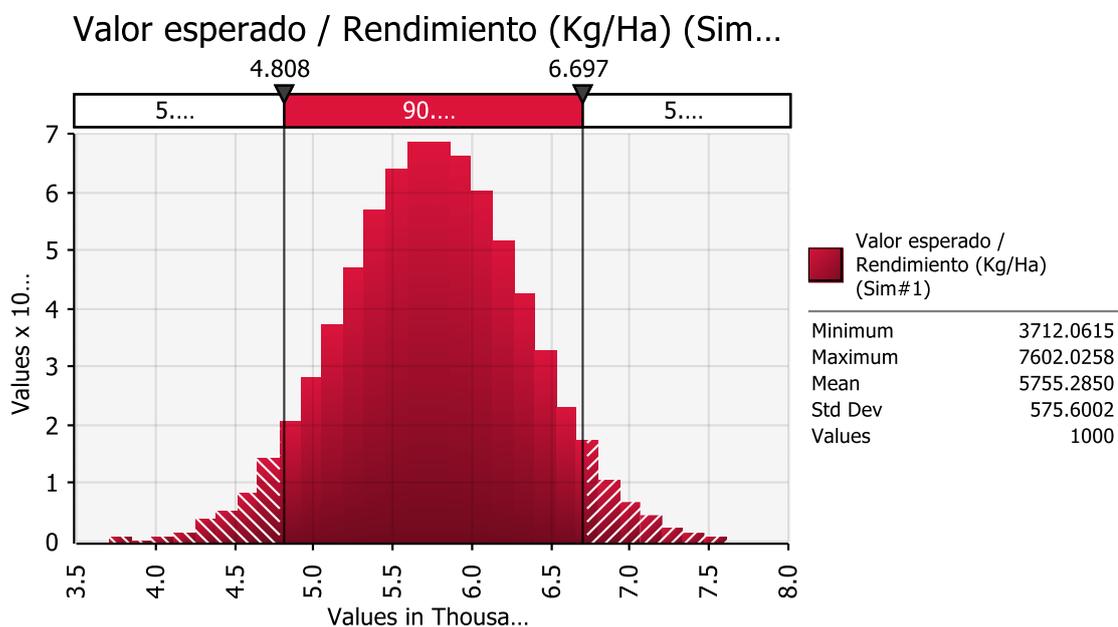
**Figura 9: Valor Esperado del Precio de Venta del Maíz Amarillo Duro convencional**



Elaboración Propia con el software @Risk

Por otro lado, la Figura 10 muestra las frecuencias relativas correspondientes los rendimientos simulados por el software @Risk; se observa que el valor esperado para en rendimiento (producción por hectárea) calculado en el Cuadro 16 (**Producción de Maíz Amarillo Duro, Cosecha, Descanso - Distrito Jayanca**) se encuentra en dentro del rango que de las frecuencias relativas con una probabilidad del 90% mostrado en este gráfico. Por este motivo se utiliza como insumo en el modelo de Presupuesto Parcial.

**Figura 10: Valor Esperado del Rendimiento del Maíz Amarillo Duro convencional**



Elaboración Propia con el software @Risk

Respecto a los costos por hectárea, estos ascienden a un total de S/. 3 065 nuevos soles, los cuales incluyen los rubros de Mano de Obra, Maquinaria Agrícola, Insumos (en los que se encuentra la semilla certificada), otros Costos como los financieros. Estos costos se obtuvieron como una proporción<sup>23</sup> de los costos referenciales para el departamento de Lambayeque proporcionados por el Ministerio de Agricultura.

<sup>23</sup> Se realizó una proporción en función al rendimiento. Mientras que Lambayeque presentaba rendimientos del Maíz Amarillo Duro de 9 toneladas por hectárea, Jayanca, según el valor esperado obtenido por @Risk asciende a 5.7 toneladas por hectárea

**Cuadro 17: Costos Referenciales de Producción de Maíz Amarillo Duro Convencional por Hectárea – Distrito de Jayanca (2014<sup>1/</sup>)**

RUBROS	VALOR (S/.)	PARTICIPACIÓN (%)
<b>I. MANO DE OBRA</b>	<b>969.12</b>	<b>32%</b>
1. Preparación de terreno	128.15	
2. Siembra	97.71	
3. Labores Culturales	432.50	
4. Cosecha	310.76	
<b>II. MAQUINARIA AGRICOLA, TRACCION ANIMAL</b>	<b>390.85</b>	<b>13%</b>
<b>III. INSUMOS</b>	<b>1,182.81</b>	<b>39%</b>
1. Semilla Certificada	333.19	
2. Pesticidas	126.87	
3. Fertilizantes	547.19	
4. Otros	175.56	
<b>IV. COSTOS GENERALES</b>	<b>255.34</b>	<b>8%</b>
1. Transporte	159.22	
2. Asistencia Técnica	96.11	
<b>V. COSTOS FINANCIEROS</b>	<b>267.10</b>	<b>9%</b>
<b>TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN</b>	<b>3,065.22</b>	

<sup>1/</sup> Actualizados al 15 de marzo del 2014

Fuente: Ministerio de Agricultura

Empleando los valores probabilísticos (valores esperados) del precio de venta del Maíz Amarillo Duro Convencional (S/.0.7 por kilogramos) y el rendimiento (S/ 5.7 toneladas por hectárea) y los costos mostrados en el Cuadro 17, ascendentes a S/. 3 065 nuevos soles, se calcula la utilidad por hectárea por la producción de Maíz Amarillo Duro convencional en el distrito de Jayanca.

El Cuadro 18 muestra que la utilidad por la producción de Maíz Amarillo Duro Convencional por hectárea en el distrito de Jayanca asciende a S/. 971 nuevos soles, con ingresos estimados que alcanzan S/. 4 036 nuevos soles.

**Cuadro 18: Utilidad por la producción de Maíz Amarillo Duro Convencional por hectárea**

**Distrito de Jayanca**

<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>
Mano de Obra	969.12
Maquinaria Agrícola	390.85
Insumos	1,182.81
Costos Generales	255.34
Costos Financieros	267.10
<b>Costos de Producción (S/.)</b>	<b>3,065.22</b>
Precio de venta (S/Kg)	0.70
Rendimiento (Kg/ha)	5,766.67
<b>Ingreso Estimado (S/.)</b>	<b>4,036.67</b>
<b>Utilidad (S/.)</b>	<b>971.45</b>

Elaboración Propia

Asimismo, las variables de estudio que sufren variaciones en el escenario en el que se adopta la semilla de Maíz Amarillo Duro resistente al Gusano Cogollero genéticamente modificada, son i) precio de semilla (cambio a una semilla Maíz Amarillo Duro Genéticamente Modificado), ii) plaguicida (disminución de agroquímicos), iii) mano de obra<sup>24</sup> y iv) rendimiento; por lo tanto se observan variaciones en la utilidades (y por tanto en la rentabilidad) explicadas por las variaciones en los costos e ingresos totales por la producción del cultivo. El Cuadro 19 resume los supuestos asumidos tras la revisión de literatura y opiniones de expertos, y que en párrafos posteriores serán precisados.

---

<sup>24</sup> A pesar de lo que los expertos asumen un incremento en la mano de obra debido a la adopción de la tecnología, para fines de estudio, este no fue considerado debido a que según criterio, este aumento estaría relacionado a la contratación de mano de obra especializada y no mano de obra dedicada a “la aplicación de insecticida granulado”. En su defecto, este monto sería menor debido a que se utiliza menos Plaguicida granulado (relacionado al Gusano Cogollero).

**Cuadro 19: Supuestos sobre la Producción del Maíz Amarillo Duro genéticamente resistente a Cogollero**

	Precio Semilla		Rendimiento		Plaguicida		Mano de Obra	
	Porcentaje	Descripción	Porcentaje	Descripción	Porcentaje	Descripción	Porcentaje	Descripción
<b>Min</b>	10%	La adopción de la semilla de Maíz Amarillo Duro resistente al Gusano	15%	La adopción de la semilla de Maíz Amarillo Duro resistente al Gusano Cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> )	40%	La adopción de la semilla de Maíz Amarillo Duro resistente al Gusano Cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ) genéticamente modificada, <u>reduce el uso de plaguicida que esté relacionado directamente con la plaga mencionada en</u>	20%	La adopción de la semilla de Maíz Amarillo Duro resistente al Gusano Cogollero ( <i>Spodoptera frugiperda</i> ) genéticamente modificada, <u>incrementa el costo en 30% de las actividades relacionadas a la contratación de personal especializado para el uso de la nueva tecnología</u>
<b>Max</b>	30%	Cogollero genéticamente modificada, <u>incrementa el valor de la Semilla en</u>	30%	genéticamente modificada, <u>incrementa el rendimiento de la semilla en</u>	92%	<u>66%</u>		
<b>Valor Esperado</b> (distribución Risk Uniforme)	20%	<u>20%</u>	23%	<u>en 23%</u>	66%	<u>66%</u>		

Elaboración Propia en el software @Risk

La evidencia disponible indica que el incremento en los costos asociados al uso de una semilla genéticamente modificada se encuentra alrededor de 10% (Gutiérrez, 2011) y 30% (Aboites y Félix, 2011). Este último aumento toma como referencia la producción de Maíz Amarillo Duro en Honduras, donde la semilla Dk 234 YGRR (Bt) de marca Dekalb, perteneciente a Monsanto<sup>25</sup> se vende a 181,8 dólares por tonelada, mientras que la misma semilla sin Bt (convencional Dk 234) tiene un precio de 140,1 dólares. En tal sentido, el valor esperado para el incremento en los costos asociados al uso de semilla genéticamente modificada sería de 20%. Sin embargo, el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA) recomienda, en el caso se pueda, venderla al mismo precio que la convencional o como máximo a un 10% por encima de su precio para cubrir costos de producción.

Respecto a los rendimientos de los cultivos genéticamente modificados, estos se encuentran por encima<sup>26,27</sup> de los tradicionales entre los 15% y 30%, siendo mayor cuando la tecnología empleada es de bajo costo (lo que ocurre en la mayoría de países en

<sup>25</sup> Compañía dedicada a la venta de semillas.

<sup>26</sup> Marcel Gutiérrez Correa, PH. D, laboratorio de Micología y Biotecnología, UNALM menciona que el aumento en la producción va desde 10% a 30%.

<sup>27</sup> Según Aboitex y Félix CEPAL, el uso de semillas genéticamente modificadas confiere ventajas económicas por concepto de incrementos en la producción, incluso entre agricultores medianos y pobres, que de acuerdo con las evidencias van desde 15% a 30%.

desarrollo como el Perú), esto trae como resultado un valor esperado que muestra un incremento del 23% en el rendimiento ante la adopción de la nueva tecnología.

Asimismo, los cultivos transgénicos demandan un menor uso de agroquímicos; en este sentido, teniendo en cuenta la experiencia de control químico en países americanos (Fernández – Northcote et al, 1999) se espera que la reducción en los costos de producción asociados al menor uso de los Plaguicidas se encuentre entre los 40% y 92%. En este sentido, la adopción de la semilla de Maíz Amarillo Duro genéticamente modificado representaría una reducción del 66% (valor esperado) en costos asociados a Plaguicidas. Es importante resaltar que el porcentaje de reducción sólo se aplica a los agroquímicos que son exclusivamente utilizados para tratar el problema de la plaga del Gusano Cogollero<sup>28</sup>.

---

<sup>28</sup> Los agroquímicos utilizados para combatir la plaga del Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) son los que cuentan con el principio activo denominado Dipterex, denominado comúnmente como trichlorfon

**Cuadro 20: Comparación de Costos por la producción de Maíz Amarillo Duro  
Convencional y Genéticamente Modificado, por hectárea  
Distrito de Jayanca**

RUBROS	CONVENCIONAL	GENETICAMENTE M.	Var (%)	Var (Abs)
	Valor (S/.)	Valor (S/.)		
<b>I. MANO DE OBRA</b>	<b>969.12</b>	<b>969.12</b>	<b>0.0%</b>	<b>-</b>
1. Preparación de terreno	128.15	128.15	0.0%	-
2. Siembra	97.71	97.71	0.0%	-
3. Labores Culturales	432.50	432.50	0.0%	-
4. Cosecha	310.76	310.76	0.0%	-
<b>II. MAQUINARIA AGRICOLA, TRACCION ANIMAL</b>	<b>390.85</b>	<b>390.85</b>	<b>0.0%</b>	<b>-</b>
<b>III. INSUMOS</b>	<b>1,182.81</b>	<b>1,228.30</b>	<b>3.8%</b>	<b>45.49</b>
1. Semilla Certificada	333.19	399.82	20.0%	66.64
2. Pesticidas	126.87	105.72	-16.7%	-21.14
3. Fertilizantes	547.19	547.19	0.0%	-
4. Otros	175.56	175.56	0.0%	-
<b>IV. COSTOS GENERALES</b>	<b>255.34</b>	<b>255.34</b>	<b>0.0%</b>	<b>-</b>
1. Transporte	159.22	159.22	0.0%	-
2. Asistencia Técnica	96.11	96.11	0.0%	-
<b>V. COSTOS FINANCIEROS</b>	<b>267.10</b>	<b>267.10</b>	<b>0.0%</b>	<b>-</b>
<b>TOTAL COSTO DE PRODUCCIÓN</b>	<b>3,065.22</b>	<b>3,110.71</b>	<b>1.5%</b>	<b>45.49</b>

Elaboración Propia

Es importante resaltar que la participación de los costos no varía en cuanto al total, sin embargo, el incremento de S/.45 nuevos soles por hectárea producida (diferencia entre insumos genéticamente modificados y convencionales) es mucho menor a los S/.250 nuevos soles (valor esperado) que los agricultores estaban dispuestos a pagar (véase Cuadro 15) por reducir los problemas respecto a plagas.

En el Cuadro 21 se observa que la rentabilidad (como una proporción de la utilidad sobre los costos) para el escenario en el que se adopta la tecnología es mucho mejor que en el escenario en el que no, asimismo, se observan las principales variaciones ante la adopción de las semillas de Maíz Amarillo Duro genéticamente modificado. Se verifica un incremento 3.8% en los insumos, debido al anunciado incremento del precio de la semilla y una pequeña reducción por el menor uso de plaguicidas, lo que en general incrementa los costos de producción en 1.5% respecto a la producción convencional. Se observan incrementos de los ingresos estimados del 23% y un incremento de las utilidades netas del 90.9%.

**Cuadro 21: Comparación de Utilidades por la producción de Maíz Amarillo Duro  
Convencional y Genéticamente Modificado por hectárea  
Distrito de Jayanca**

<b>Descripción</b>	<b>Valor<sup>1/</sup></b>	<b>Valor GM<sup>2/</sup></b>	<b>Var (%)</b>
Mano de Obra (S/.)	969.12	969.12	0.0%
Maquinaria Agrícola (S/.)	390.85	390.85	0.0%
Insumos (S/.)	1,182.81	1,228.30	3.8%
Costos Generales (S/.)	255.34	255.34	0.0%
Costos Financieros (S/.)	267.10	267.10	0.0%
<b>Costos de Producción (S/.)</b>	<b>3,065.22</b>	<b>3,110.71</b>	1.5%
Precio de venta (S/Kg)	0.70	0.70	0.0%
Rendimiento (Kg/ha)	5,766.67	7,093.00	23.0%
<b>Ingreso Estimado (S/.)</b>	<b>4,036.67</b>	<b>4,965.10</b>	23.0%
<b>Utilidad (S/.)</b>	<b>971.45</b>	<b>1,854.39</b>	90.9%
<b>Rentabilidad (%)</b>	<b>32%</b>	<b>60%</b>	

<sup>1/</sup> Maíz Amarillo Duro convencional

<sup>2/</sup> Maíz Amarillo Duro genéticamente modificado

Elaboración Propia

A continuación se realiza el análisis del indicador de beneficio costo (ABC) el cual considera las variaciones en los costos e ingresos para determinar cuál de los escenarios es el mejor.

**Cuadro 22: Análisis Beneficio Costo de la producción Maíz Amarillo Duro  
Genéticamente modificado, por hectárea.**

<b>Descripción</b>	<b>Valor<sup>1/</sup></b>	<b>Valor GM<sup>2/</sup></b>	<b>Var (Abs)</b>
Beneficios	971.45	1,854.39	882.94
Costos	3,065.22	3,110.71	45.49
Beneficio/Costo	19.41		

<sup>1/</sup> Maíz Amarillo Duro convencional

<sup>2/</sup> Maíz Amarillo Duro genéticamente modificado

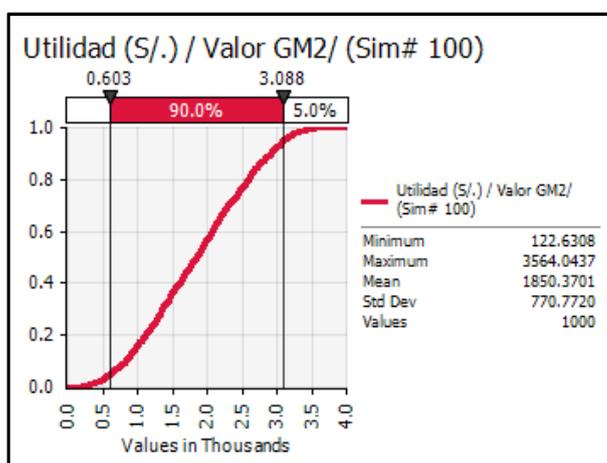
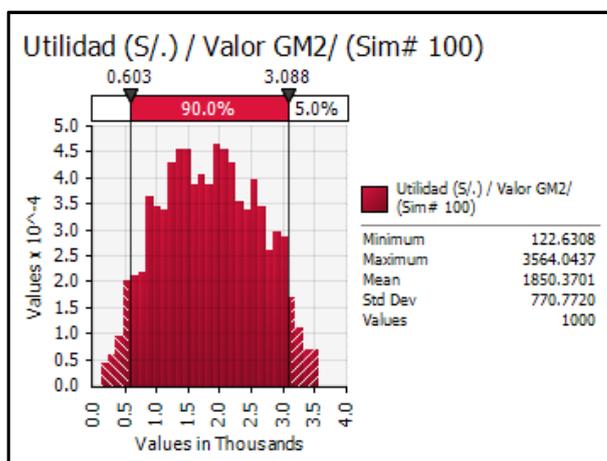
Elaboración Propia

El ratio beneficio costo, muestra un valor de 19.41, que indica que si un productor de Maíz Amarillo Duro incrementa sus gastos en S/. 1 nuevo sol por el uso de una semilla de Maíz Amarillo Duro resistente al Gusano Cogollero genéticamente modificado, se obtiene un beneficio neto de S/.19.41 nuevos soles.

Asimismo, en la Figura 11 se muestra un reporte del software @Risk que resume los principales estadísticos para la utilidad por la producción de Maíz Amarillo Duro resistente al Gusano Cogollero genéticamente modificado. Este muestra, que existe un 90% de probabilidad de que los agricultores obtengan una utilidad de entre S/. 603 nuevos soles y S/. 3088 nuevos soles por adoptar esta nueva tecnología.

**Figura 11: Análisis de las Utilidades por la producción de Maíz Amarillo Duro resistente al Gusano Cogollero genéticamente modificado, distrito de Jayanca.**

(Hectárea)



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Raymundo
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	6
Number of Outputs	1
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	6/12/14 4:31:32
Simulation Duration	00:01:10
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1318675510

Summary Statistics for Utilidad (S./) / Valor		
Statistics		Percentile
Minimum	122.63	5% 603.38
Maximum	3,564.04	10% 840.43
Mean	1,850.37	15% 968.86
Std Dev	770.77	20% 1,111.92
Variance	594089.4581	25% 1,256.35
Skewness	0.035905545	30% 1,349.91
Kurtosis	2.157832699	35% 1,476.18
Median	1,848.10	40% 1,601.32
Mode	1,347.00	45% 1,716.06
Left X	603.38	50% 1,848.10
Left P	5%	55% 1,957.84
Right X	3,088.45	60% 2,078.56
Right P	95%	65% 2,181.74
Diff X	2,485.07	70% 2,307.50
Diff P	90%	75% 2,460.14
#Errors	0	80% 2,588.02
Filter Min	Off	85% 2,727.34
Filter Max	Off	90% 2,922.68
#Filtered	0	95% 3,088.45

Elaboración Propia

El valor según percentiles, muestra que a mayor porcentaje de riesgo asumido mayores son las utilidades; en este sentido, un riesgo del 5% implicaría utilidades de S/. 603 nuevos soles, uno del 50% de S/. 1848 y uno de 95% utilidades de S/ 3088 nuevos soles.

Finalmente, se muestra un resumen de las principales variaciones y resultados del modelo, quien en principio favorece al escenario en el que los agricultores del distrito de Jayanca optarían por incluir a una semilla de Maíz Amarillo Duro resistente al Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*), genéticamente modificada en la producción.

**Cuadro 23: Principales variaciones, Precio de Semilla, Costos de Plaguicidas, Rendimiento, Costos totales, Ingresos y Utilidades – Maíz Amarillo Duro**

Variable	Producción de Maíz Amarillo Duro (1 Hectárea)		Var (%)	Descripción
	Convencional	Genéticamente Modificado		
<b>Precio de Semilla (S/Kg)</b>	333.2	399.8	20%	<i>Con un mínimo incremento del 10% (Gutierrez, 2011), y un máximo de 30% (Aboites y Félix, 2011), según la experiencia de Honduras, se espera que en promedio el incremento en el precio de la semilla sea del 20%</i>
<b>Plaguicida (S/.)</b>	126.9	105.7	-17%	<i>Los costos totales asociados a los agroquímicos (plaguicidas) se reducen en 17%. Estos son explicados por la reducción del 66% (con un mínimo de 40% y un máximo de 92%, según Fernández – Northcote et al, 1999) de Dipterex, un principio activo utilizado específicamente para combatir al Gusano Cogollero</i>
<b>Rendimiento</b>	5,766.7	7,093.0	23%	<i>Según Aboitex y Félix , el uso de semillas genéticamente modificadas confiere ventajas económicas por concepto de incrementos en la producción, incluso entre agricultores medianos y pequeños. El incremento en los rendimientos es de 23%, con un mínimo incremento del 15% y un máximo del 30%.</i>
<b>Costos Totales (S/.)</b>	3,065.2	3,110.7	1%	<i>El efecto incremento del precio de la semilla es mayor, a los menores costos asociados al menor uso de plaguicidas; sin embargo, los costos totales sólo se incrementarían en 1%.</i>
<b>Ingresos Estimados (S/.)</b>	4,036.7	4,965.1	23%	<i>Los mayores rendimientos se ven reflejados en similar proporción (23%) en los ingresos estimado, tras la adopción de la semilla genéticamente modificada.</i>
<b>Utilidad (S/.)</b>	971.4	1,854.4	91%	<i>Las utilidades que los agricultores de Jayanca podrían obtener tras la adopción de la tecnología podrían alcanzar un incremento del 91%.</i>

Elaboración Propia

#### **4.3. CÁLCULO DE EXCEDENTES ECONÓMICOS DE PRODUCTORES Y CONSUMIDORES**

A continuación se realiza el análisis de excedentes económicos tras la hipotética liberación de una semilla genéticamente modificada en la producción de Maíz Amarillo Duro en el distrito de Jayanca. Para ello, se han tomado en cuenta la información que a lo largo del presente estudio se ha ido desarrollando, tal como el rendimiento y precios del cultivo en el escenario de la adopción de la nueva tecnología. Es importante resaltar que según el Portal de la Municipalidad Distrital de Jayanca, el cultivo de mayor producción en la zona es el Maíz Amarillo Duro, con un promedio de 889,03 hectáreas cultivables.

En el siguiente cuadro se muestran los supuestos utilizados, descritos a mayor detalle en el capítulo de Materiales y Métodos.

**Cuadro 24: Resumen de supuestos para el Análisis de Excedentes sociales, Rendimiento, Tasa de adopción y Tasa de adopción**

Descripción	Semilla Convencional	Semilla Mejorada	Var (%)
<b>Costos de Producción (S/.)</b>	<b>3,065.22</b>	<b>3,110.71</b>	1.5%
Precio de venta (S/Kg)	0.70	0.70	0.0%
Rendimiento (Kg/ha)	5,766.67	7,093.00	23.0%
<b>Ingreso Estimado (S/.)</b>	<b>4,036.67</b>	<b>4,965.10</b>	23.0%
Superficie (ha) - Jayanca	889.03		
Tasa de Interés (%)	9%		
Costos de Investigación (S/. año)	4,270,000.00		
Costos de transferencia (S/. año)	280,000.00		
Probabilidad de éxito (%)	85%		
Tasa de Adopción (%)	90%		

Elaboración Propia

Asimismo, hay supuesto adicionales, como el valor de la depreciación, que es igual a 1, debido a que se trata de una nueva tecnología.

En el Cuadro 25 se realizan los cálculos correspondientes al análisis de Excedentes sociales. La columna número 8 (Cambio neto en los insumos – K), muestra el incremento de la producción en el caso hipotético en el que la nueva tecnología se adopte desde el primer año en la totalidad del área de sembrío del Maíz Amarillo Duro, y tenga un éxito rotundo, es decir que la tasa de adaptación y la probabilidad de éxito sean de 100%. Sin embargo, los supuestos apuntan a un 85% de probabilidad de éxito y a una tasa de adopción gradual, en función a como los agricultores adopten la nueva tecnología. En este sentido el Cambio real “K” (columna 14), muestra que la curva de oferta variará (se desplazará) proporcionalmente desde un valor de 0.012 (cuando la tasa de adopción es igual a 3%) a 0.422 (cuando la tasa de adopción es del 90%) conforme los agricultores de Jayanca utilicen la semilla de Maíz Amarillo Duro genéticamente mejorada, resistente al Gusano Cogollero. Por otro lado, respecto a los precios la columna 14 (Z), muestra que

estos irán disminuyendo gradualmente en función a la adopción de la nueva tecnología, con lo que presentará una disminución del 0.004 en el primer año, y alcanzaría una disminución del 0.143 en el décimo año, cuando la tecnología es adoptada en el 90% del total de la producción de Maíz Amarillo Duro. En este sentido, se espera que los precios de venta del Maíz Amarillo Duro se reduzcan 14% a partir del año 10.

**Cuadro 25: Excedentes del Consumidor, Productor, Totales, Beneficios Netos y VAN**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
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 adopcion	Tasa de depreciacion
<b>2013</b>										
<b>2014</b>	0.80	0.41	0.23	0.56	0.01	0.01	0.55	0.85	3%	1
<b>2015</b>	0.80	0.41	0.23	0.56	0.01	0.01	0.55	0.85	16%	1
<b>2016</b>	0.80	0.41	0.23	0.56	0.01	0.01	0.55	0.85	84%	1
<b>2017</b>	0.80	0.41	0.23	0.56	0.01	0.01	0.55	0.85	85%	1
<b>2018</b>	0.80	0.41	0.23	0.56	0.01	0.01	0.55	0.85	86%	1
<b>2019</b>	0.80	0.41	0.23	0.56	0.01	0.01	0.55	0.85	87%	1
<b>2020</b>	0.80	0.41	0.23	0.56	0.01	0.01	0.55	0.85	88%	1
<b>2021</b>	0.80	0.41	0.23	0.56	0.01	0.01	0.55	0.85	89%	1
<b>2022</b>	0.80	0.41	0.23	0.56	0.01	0.01	0.55	0.85	90%	1
<b>2023</b>	0.80	0.41	0.23	0.56	0.01	0.01	0.55	0.85	90%	1
<b>2024</b>	0.80	0.41	0.23	0.56	0.01	0.01	0.55	0.85	90%	1
<b>2025</b>	0.80	0.41	0.23	0.56	0.01	0.01	0.55	0.85	90%	1
<b>2026</b>	0.80	0.41	0.23	0.56	0.01	0.01	0.55	0.85	90%	1
<b>2027</b>	0.80	0.41	0.23	0.56	0.01	0.01	0.55	0.85	90%	1
<b>2028</b>	0.80	0.41	0.23	0.56	0.01	0.01	0.55	0.85	90%	1
<b>2029</b>	0.80	0.41	0.23	0.56	0.01	0.01	0.55	0.85	90%	1

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Año	Kmax	Z	Precio (S./TN)	Cantidad (TN)	Cambio en excedente total	Cambio excedente productor	Cambio excedente consumidor	Suma EC y EP	Costos de investigacion	Costos Transferencia	Beneficios netos
2013									4,270,000		(4,270,000.0)
2014	0.012	0.004	700	5,127	42,136	27,881	14,255	42,136		280,000	(237,863.8)
2015	0.075	0.025	700	5,127	271,973	179,962	92,011	271,973		280,000	(8,027.4)
2016	0.394	0.133	700	5,127	1,488,697	985,058	503,639	1,488,697		280,000	1,208,696.8
2017	0.399	0.135	700	5,127	1,507,325	997,384	509,941	1,507,325			1,507,324.7
2018	0.403	0.136	700	5,127	1,525,974	1,009,724	516,250	1,525,974			1,525,974.0
2019	0.408	0.138	700	5,127	1,544,645	1,022,078	522,566	1,544,645			1,544,644.5
2020	0.413	0.140	700	5,127	1,563,336	1,034,446	528,890	1,563,336			1,563,336.4
2021	0.417	0.141	700	5,127	1,582,050	1,046,829	535,221	1,582,050			1,582,049.6
2022	0.422	0.143	700	5,127	1,600,784	1,059,225	541,559	1,600,784			1,600,784.0
2023	0.422	0.143	700	5,127	1,600,784	1,059,225	541,559	1,600,784			1,600,784.0
2024	0.422	0.143	700	5,127	1,600,784	1,059,225	541,559	1,600,784			1,600,784.0
2025	0.422	0.143	700	5,127	1,600,784	1,059,225	541,559	1,600,784			1,600,784.0
2026	0.422	0.143	700	5,127	1,600,784	1,059,225	541,559	1,600,784			1,600,784.0
2027	0.422	0.143	700	5,127	1,600,784	1,059,225	541,559	1,600,784			1,600,784.0
2028	0.422	0.143	700	5,127	1,600,784	1,059,225	541,559	1,600,784			1,600,784.0
2029	0.422	0.143	700	5,127	1,600,784	1,059,225	541,559	1,600,784			1,600,784.0
<b>TOTAL</b>					<b>22,332,407</b>	<b>14,777,165</b>	<b>7,555,242</b>	<b>22,332,407</b>		<b>VAN BN(9%)</b>	<b>14,054,718.1</b>
										<b>TIR</b>	<b>21%</b>

Elaboración Propia

La columna 18 (Cambio en excedentes del productor) muestra que los agricultores que optan por producir con la semilla genéticamente mejorada presentan incrementos desde el primer año, que llegan a un total de S/.1 millón de nuevos soles en el décimo año, en el que la tasa de adopción es del 90%. Los consumidores también se ven beneficiados; estos presentan un incremento en sus excedentes de S/. 541 mil nuevos soles cuando la tasa de adopción alcanza el 90% en el décimo año.

Finalmente, se resalta que los productores obtienen el 66% del excedente total y los consumidores el 34% restante. Los excedentes totales alcanzan S/. 22 millones.

#### 4.4. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis económico proyectado cuenta con un elemento de incertidumbre asociado a las alternativas que se estudian y es precisamente esa falta de certeza lo que hace que la toma de decisiones sea bastante difícil. En este sentido, probables mayores precios, mayores

rendimientos, o incluso cambios en las condiciones ambientales podrían alterar los resultados en un escenario completamente distinto al que se analiza; por ello, con el objeto de facilitar la toma de decisiones respecto al uso de la semilla de maíz amarillo duro resistente al gusano cogollero, se efectuará un análisis de sensibilidad, que indicará cual será el efecto de distintas Tasas de descuentos sobre el Valor Actual Neto calculado.

Ledo (2003), detalla que, la decisión de invertir o no en este proyecto no debería basarse solamente en el cálculo del VAN realizado previamente, sino en la comprensión del origen de la rentabilidad del proyecto y del posible cambio en las variables estimadas, por lo que, La finalidad del análisis de sensibilidad consiste en mejorar la calidad de la información para que el inversor tenga una herramienta adicional para decidir si invierte o no en el proyecto.

**Cuadro 26: Análisis de Sensibilidad del Valor Actual Neto, respecto a la TSD**

<b>Tasa Social de Descuento</b>	<b>VAN</b>	<b>VAN Min</b>	<b>VAN Max</b>	<b>VAN Promedio</b>
5%	17,853,205.67	5,219,588.30	27,674,677.75	17,831,750.24
9%	14,054,718.10	4,305,714.70	22,384,555.96	14,051,530.85
20%	8,855,921.51	3,152,382.42	13,818,663.25	8,850,945.10
30%	6,908,221.99	2,717,084.88	10,897,675.28	6,906,567.84
40%	5,926,038.49	2,133,325.89	9,329,250.47	5,927,171.74
50%	5,373,563.49	2,036,791.04	8,453,029.24	5,374,927.48
60%	5,036,633.23	1,955,779.40	8,054,056.34	5,037,216.86
70%	4,818,352.90	1,897,320.17	7,778,331.35	4,938,640.11

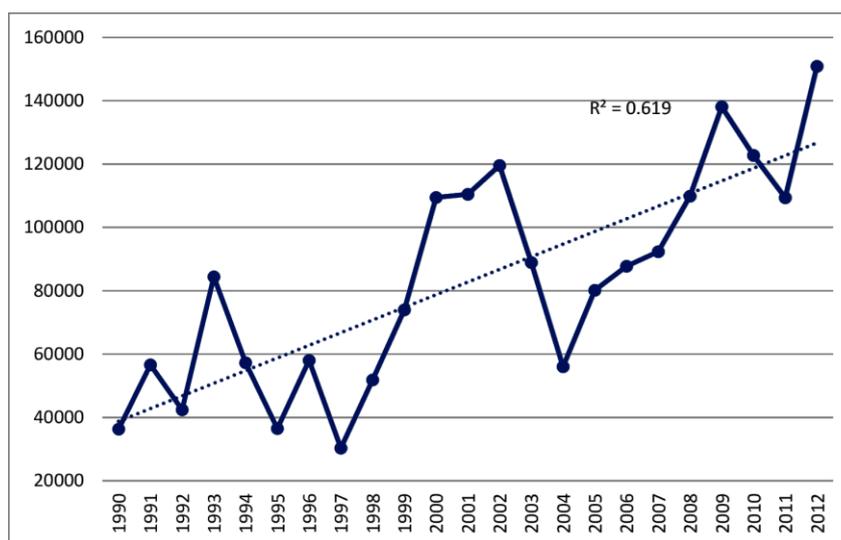
Elaboración Propia

La liberación de la semilla GM en el distrito de Jayanca, guardaría las características de un proyecto público, pues el resultado generaría beneficios a pobladores del distrito de Jayanca en la provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque; la última característica determinó que se empleara la TSD de valor 9%, tasa de referencia empleada por el Ministerio de Economía del Perú para evaluar los proyectos de inversión pública desarrollados en el territorio peruano. El ejercicio que se observa en el Cuadro 26, evalúa hipotéticas tasas de descuentos sociales que reducirían el VAN hasta, cómo mínimo S/. 4 millones, con un máximo de S/. 17 millones.

#### 4.5. COEFICIENTE DE IMPACTO AMBIENTAL (EIQ): ADOPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA GM EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE

La región Lambayeque, conocida por ser el tercer productor de Maíz Amarillo Duro en el Perú, después de La Libertad y Lima según el Ministerio de Agricultura y Riego, cuenta con un rendimiento promedio (2000-2012) de 5 330 kg/Ha, y en el 2012 reportó el 9% del total del área cosechada de Maíz Amarillo Duro en el Perú (25 635 has). Los agricultores de la zona emplean el pesticida denominado Dipterex para combatir al Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*), cuyo Coeficiente de Impacto Ambiental (EIQ) asciende a 20.2/Ha según el Programa Integrated Pest Management, ubicado en Nueva York. Asimismo, se conoce que la dosis por hectárea recomendada es de 10 kilogramos, utilizada en cada campaña, las cuales duran 5 meses cada una, con un descanso de entre 6 a 8 semanas.

**Figura 12: Producción total de Maíz Amarillo Duro - Lambayeque  
1990-2012**



Fuente: Ministerio de Agricultura. Elaboración Propia

Por otro lado, tal y como se comentó en secciones anteriores, los cultivos transgénicos demandan un menor uso de agroquímicos; por tal motivo, tomando como referencia la experiencia de control químico en países americanos (Fernández – Northcote et al, 1999), se espera que la reducción en los costos de producción asociados al menor uso de los Plaguicidas se encuentre entre los 40% y 92%. En este sentido, la adopción de la semilla de Maíz Amarillo Duro genéticamente modificado representaría una reducción del 66% (valor esperado) en costos asociados a Plaguicidas. Es importante resaltar que el

porcentaje de reducción sólo se aplica a los agroquímicos que son exclusivamente utilizados para tratar el problema de la plaga del Gusano Cogollero<sup>29</sup>.

En este sentido, teniendo en cuenta una reducción de la dosis de pesticidas, se calculó el valor del EIQ para el escenario en el que se emplea semilla de Maíz Amarillo Duro convencional y la genéticamente modificada. En el cuadro que se muestra a continuación se muestra el impacto ambiental que ha tenido el uso de los plaguicidas relacionados con la plaga del Gusano Cogollero entre los años 1996 y 2012, el cual alcanza un total de 106 millones de EIQ/Ha.

---

<sup>29</sup> Los agroquímicos utilizados para combatir la plaga del Gusano Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) son los que cuentan con el principio activo denominado Dipterex, denominado comúnmente como *trichlorfon*

**Cuadro 27: Impacto Ambiental: Maíz Genéticamente modificado versus Maíz Convencional - Lambayeque**

**1996-2012**

<b>Años</b>	<b>Superficie Cosechada (Ha)</b>	<b>Dosis Diatrex (Kg/ha)</b>	<b>Aplicaciones (Apl/año)</b>	<b>EIQ Diatrex EIQ/Ha</b>	<b>Impacto EIQ Convencional (EIQ/ha)</b>
<b>1996</b>	15,981.0	10.0	2.0	20.2	5,479,725.1
<b>1997</b>	9,592.0	10.0	2.0	20.2	3,289,000.9
<b>1998</b>	11,512.0	10.0	2.0	20.2	3,947,349.7
<b>1999</b>	15,894.0	10.0	2.0	20.2	5,449,893.7
<b>2000</b>	22,978.0	10.0	2.0	20.2	7,878,926.4
<b>2001</b>	23,734.0	10.0	2.0	20.2	8,138,151.3
<b>2002</b>	25,025.0	10.0	2.0	20.2	8,580,822.3
<b>2003</b>	19,686.0	10.0	2.0	20.2	6,750,132.5
<b>2004</b>	11,529.0	10.0	2.0	20.2	3,953,178.8
<b>2005</b>	14,978.0	10.0	2.0	20.2	5,135,806.4
<b>2006</b>	17,666.0	10.0	2.0	20.2	6,057,494.7
<b>2007</b>	17,404.0	10.0	2.0	20.2	5,967,657.6
<b>2008</b>	19,831.0	10.0	2.0	20.2	6,799,851.6
<b>2009</b>	23,388.0	10.0	2.0	20.2	8,019,511.3
<b>2010</b>	20,083.0	10.0	2.0	20.2	6,886,259.9
<b>2011</b>	16,444.0	10.0	2.0	20.2	5,638,483.2
<b>2012</b>	25,635.0	10.0	2.0	20.2	8,789,985.2

Fuente: Ministerio de Agricultura, Integrated Pest Management

Elaboración Propia

El siguiente cuadro, muestra dos puntos importantes: i) el primero tiene que ver con el porcentaje de la superficie cosechada de Maíz Amarillo Duro que es tratado con el plaguicidas, que, según los especialistas, asciende al 85%, por lo cual se toma ese dato; asimismo, el segundo punto ii) está relacionado a la tasa de adopción discutida en el capítulo de excedentes económicos (y aplicada en su cálculo). Esta tasa, que determina cual es porcentaje de la superficie que será utilizada por los agricultores para la siembra de Maíz Amarillo Duro genéticamente modificado, pasa de ser 3% en el primer año (2013) y llega al 90% en el décimo año (2022). Es importante resaltar que el cálculo del EIQ tendrá en cuenta estas tasas, por lo cual se separó la superficie que año a año adoptará la nueva tecnología (Maíz Amarillo Duro genéticamente modificado) de la que no la hará, dado que ambos tienen diferentes impactos en el medio ambiente.

**Cuadro 28: Superficie Tratada con plaguicidas y tasa de adopción de la semilla de Maíz Amarillo Duro genéticamente modificada (nueva tecnología)**

Años	Superficie Cosechada (Ha)	Superficie Tratada con Plaguicida (85%)	Convencional	Genéticamente Modificado		
			Superficie Cosechada (Ha)	Tasa de Adopción (%)	Superficie Adopta Tecnología (Ha)	Superficie No Adopta Tecnología (Ha)
2013	21,250.4	0.9	18,062.8	0%	0.0	18,062.8
2014	21,196.7	0.9	18,017.2	3%	450.4	17,566.8
2015	21,652.8	0.9	18,404.9	16%	2,944.8	15,460.1
2016	21,798.7	0.9	18,528.9	84%	15,564.3	2,964.6
2017	22,971.1	0.9	19,525.5	85%	16,596.6	2,928.8
2018	23,574.9	0.9	20,038.6	86%	17,233.2	2,805.4
2019	23,604.2	0.9	20,063.5	87%	17,455.3	2,608.3
2020	24,025.9	0.9	20,422.0	88%	17,971.4	2,450.6
2021	23,799.2	0.9	20,229.3	89%	18,004.1	2,225.2
2022	23,551.7	0.9	20,018.9	90%	18,017.1	2,001.9
2023	23,548.5	0.9	20,016.2	90%	18,014.6	2,001.6
2024	24,153.8	0.9	20,530.8	90%	18,477.7	2,053.1
2025	24,932.4	0.9	21,192.6	90%	19,073.3	2,119.3
2026	25,969.1	0.9	22,073.7	90%	19,866.3	2,207.4
2027	26,659.5	0.9	22,660.5	90%	20,394.5	2,266.1
2028	26,589.4	0.9	22,601.0	90%	20,340.9	2,260.1
2029	26,668.6	0.9	22,668.3	90%	20,401.5	2,266.8

Fuente: Ministerio de Agricultura, *Integrated Pest Management*

Elaboración Propia

Finalmente, se realiza el cálculo comparativo entre el impacto ambiental generado por el uso de plaguicidas, medido a través del EIQ, entre la producción convencional del Maíz Amarillo Duro, y la producción con la semilla mejorada genéticamente. Se observa una reducción del 50% del EIQ/Ha con el uso de la semilla genéticamente mejorada, debido, principalmente, al menor uso de plaguicidas. Esta disminución del EIQ representa un menor impacto ambiental, por lo que nuevamente se brindan argumentos que respaldan el uso de la nueva tecnología como alternativa a la convencional.

**Cuadro 29: Impacto Ambiental: Maíz Amarillo Duro GM versus Maíz Amarillo Duro Convencional - Lambayeque**

**2013-2029**

Años	Dosis Diatrex (Kg/ha)	Aplicaciones (Apl/año)	EIQ Diatrex EIQ/Ha	Impacto EIQ Convencional (EIQ/ha)	Impacto EIQ GM (EIQ/ha)	Ahorro de EIQ (Unidades EIQ/Ha)	Menor uso de Ingrediente Activo (Kg)
2013	10.0	2.0	20.2	7,286,546.7	7,286,546.7	0.0	0.0
2014	10.0	2.0	20.2	7,268,132.6	7,148,208.4	119,924.2	5,945.7
2015	10.0	2.0	20.2	7,424,542.1	6,640,510.4	784,031.6	38,871.2
2016	10.0	2.0	20.2	7,474,564.3	3,330,665.8	4,143,898.4	205,448.6
2017	10.0	2.0	20.2	7,876,572.4	3,457,815.3	4,418,757.1	219,075.7
2018	10.0	2.0	20.2	8,083,589.9	3,495,344.3	4,588,245.6	227,478.7
2019	10.0	2.0	20.2	8,093,629.0	3,446,267.2	4,647,361.8	230,409.6
2020	10.0	2.0	20.2	8,238,230.8	3,453,466.4	4,784,764.5	237,221.8
2021	10.0	2.0	20.2	8,160,511.2	3,367,026.9	4,793,484.3	237,654.2
2022	10.0	2.0	20.2	8,075,642.8	3,278,711.0	4,796,931.8	237,825.1
2023	10.0	2.0	20.2	8,074,529.0	3,278,258.8	4,796,270.2	237,792.3
2024	10.0	2.0	20.2	8,282,109.1	3,362,536.3	4,919,572.8	243,905.4
2025	10.0	2.0	20.2	8,549,085.8	3,470,928.8	5,078,156.9	251,767.8
2026	10.0	2.0	20.2	8,904,528.4	3,615,238.5	5,289,289.9	262,235.5
2027	10.0	2.0	20.2	9,141,265.2	3,711,353.7	5,429,911.5	269,207.3
2028	10.0	2.0	20.2	9,117,248.7	3,701,603.0	5,415,645.7	268,500.0
2029	10.0	2.0	20.2	9,144,397.0	3,712,625.2	5,431,771.8	269,299.5
<b>TOTAL</b>				<b>139,195,124.59</b>	<b>69,757,106.49</b>	<b>69,438,018.10</b>	<b>3,442,638.48</b>

Fuente: Ministerio de Agricultura, *Integrated Pest Management*

Elaboración Propia

Este último ejercicio evidencia una clara disminución en el uso de los plaguicidas con utilizados para contrarrestar plagas como el Gusano Cogollero, los cuales, según el Instituto de Ciencias ambientales y Salud tienen incidencia con el autismo, debido a alteraciones genéticas durante el periodo de embarazo. Este estudio encontró que las madres gestantes que vivían a menos de una milla de campos tratados con *clorpirifos* tuvieron 3 veces más probabilidades de tener un hijo autista. En cuanto a piretroides, la posibilidad de tener hijos autistas fue 87% mayor si la exposición se produjo en el tercer trimestre del embarazo.

Es realmente relevante mencionar que este tipo de plaguicidas son los utilizados en el Perú, específicamente en la zona de estudio, y madres gestantes son encontradas con mucha frecuencia trabajando en esas chacras o fundos o viviendo muy cerca de campos donde se aplican esos productos.



## V. CONCLUSIONES

- Los resultados evidencian las ventajas de utilizar una semilla de Maíz Amarillo Duro genéticamente modificada, respecto a una semilla convencional. Estas mejoras se observan tanto a nivel de productor como a nivel del consumidor. Asimismo, se presentarían menores impactos tanto en el medio ambiente como en la salud de las personas.
- El análisis económico empleando el método de presupuesto parcial muestra un incremento de la rentabilidad, debido al aumento del rendimiento (kilogramos producidos por hectárea) del cultivo del Maíz Amarillo Duro, a pesar presentar incrementos en los costos debido al uso de la semilla mejorada genéticamente (nuevos soles por hectárea). Los agricultores obtienen un incremento en la utilidad (ingresos menos costos) del 90.9%, presentando también pequeños incrementos en los costos de 1.5%.
- El Ratio Beneficio/Costo, descrito como la proporción entre las variaciones de los beneficios y costos (post adopción de la tecnología), muestra un valor de 19.41, que indica que si un productor de Maíz Amarillo Duro incrementa sus gastos en S/. 1 nuevo sol por el uso de una semilla de Maíz Amarillo Duro genéticamente modificada, resistente al Gusano Cogollero, se obtiene un beneficio neto de S/.19.41 nuevos soles.
- El análisis de excedentes sociales muestra que los agricultores que opten por producir con la semilla genéticamente modificada incrementarían su bienestar (medido por el excedente del productor). Además se presentarían incrementos en el bienestar de los consumidores (medido por excedente del consumidor).

- Los excedentes totales, que alcanzan su máximo en el décimo año, tras la adopción del 90% de la nueva tecnología, se reparte entre los productores y consumidores en la proporción del 66% y 34% respectivamente.
- El menor uso de plaguicidas tiene un efecto positivo en la salud y el medio ambiente; medido a través del EIQ. Este indicador muestra que el impacto será disminuido en 50% (entre el 2014 y 2019) debido a que la nueva semilla no incurre en el uso intensivo de plaguicidas con el principio activo Dipterex, cuyos efectos en la salud están siendo relacionados actualmente con el autismo.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Los resultados del análisis económico, respecto a la rentabilidad de Maíz Amarillo Duro resistente al gusano cogollero en el distrito de Jayanca son positivos, brindándoles ventajas sobre la semilla convencional; en este sentido, se recomienda promover la adopción de esta nueva semilla, ya que los beneficios, no sólo se muestran en el plano económicos, sino también a nivel ambiental, reduciendo o el impacto de los plaguicidas sobre, incluso la salud humana.
- Se deben financiar más investigaciones de este corte con el fin de complementar la información a nivel de todo el país respecto a los beneficios de la adopción de cultivos agrícolas transgénicos en el ámbito académico.
- El estudio muestra evidencia que le otorga ventajas a la semilla transgénica de Maíz Amarillo Duro sobre la convencional, dado que se obtendrían mayores beneficios económicos no sólo para el productor del cultivo, sino para el consumidor.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aboites, Gilberto, y Félix, Gustavo. (2011). *Centroamérica: Uso de semillas genéticamente modificadas e incremento del ingreso de los agricultores*. CEPAL. Sede Sub regional México: Naciones Unidas.
- Alcade, E. (1999) *Estimated losses from the European Corn Borer, Symposium de Sanidad Vegetal*, Seville, Spain, citado en Brookes (2002)
- Alston, Julian M. &Marra, Michele C. &Pardey, Philip G. & Wyatt, T. J., 1998. Dynamics in the creation and depreciation of knowledge, and the returns to agricultural research. EPTD Discussion Paper No. 56. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C.
- Ashley, T., Wiseman, B., Davis, F. y Andrews, K. (1989). *The fall armyworm: a bibliography. Florida. Entomologist*. 72: 152-202.
- Baca Urbina, G. (2001). *Evaluación de Proyectos 4º ed.* México: McGraw Hill.
- Babu, R. M., Sajeena, A., Seetharaman, K. y Reddy, M. S. (2003). *Advances in genetically engineered (Transgenic) plant in pest management – an overview*. Crop Prot. 22: 1071-1086.
- Brookes, G.; Barfoot, P. (2014). *GM Crops: Global socio-economic and environmental impacts 1996-2012*. PG Economics Ltd. Dorchester, UK
- Brookes G, Barfoot P. (2006). *Global impact of biotech crops: socio-economic and environmental effects 1996-2004*, AgbioForum 8 (2&3) 187-196, Disponible en World Wide Web: <http://www.agbioforum.org>
- Brookes G (2003) *The farm level impact of using Bt maize in Spain, ICABR conference paper 2003*, Ravello, Italy. Disponible en [www.pgeconomics.co.uk](http://www.pgeconomics.co.uk)
- Brookes G, Barfoot P (2011). *Global impact of biotech crops: environmental effects 1996-2009*, GM Crops, vol 2, issue 1, 34-49
- Brookes G, Barfoot P. (2014). *Global impact of biotech crops: environmental impacts 1996-2012*, , Dorchester, United Kingdom
- Colcha, E. (2009). *Evaluación del Impacto Ambiental de Tecnologías para Producción de papa (Solanum tuberosum) con alternativas al uso de*

- plaguicidas peligrosos en Tiazo San Vicente, Provincia de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.* Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Diez, R. y Echevarría, N. (2011). *Impacto económico del uso de semilla certificada de papa (Solanum tuberosum L.) cultivar Canchan, Distrito de Huasahuasi, Provincia de Tarma, Región Junín, Campaña Agrícola 2006-2007.* Anales de Economía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
  - Diez R., Gómez, R., Navarro, O., Varona, A. y Anderson, M. (2013). *Evaluación ex ante de alternativas transgénicas para el cultivo de papa blanca comercial. Boletín de difusión. 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, Lima, Perú.
  - Falck-Zepeda, J. (2010). *Socio - Economic Impact Assessments and Biotechnology: The Experience to Date.* IFPRI, New York.
  - Fernández-Northcote, E.N.; Navia, O. y A. Gandarillas, (1999). “Bases de las estrategias de control químico del tizón desarrolladas por PROINPA en Bolivia” en: *Revista Latinoamericana de la Papa* 11: 1-25.
  - Flores Hueso, R. (2000) *Efecto de la Variedad de Maíz sobre el Desarrollo y Susceptibilidad de Larvas de Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) a Bacillus thuringiensis,* Tesis de Maestría, Universidad de Colima, Tecoma, Colima, México.
  - Galvao A (2009, 2010 and 2012) *Farm survey findings of impact of insect resistant corn in Brazil,* Celeres, Brasil, disponible en [www.celeres.co.br](http://www.celeres.co.br)
  - Griliches, Z. (1960) “*Hybrid Corn and the Economics of Innovation*”, *Science*, vol. 132, N°3422, pp 275-280.
  - GRUPO PESQUISA, 2007. “Costos, Rentabilidad y Riesgo de la Producción de Maíz Brasileiro y Argentino” (XLV Congreso de la Sociedad de Economía Administración y Sociología Rural) Brasil.
  - Haeusster, E., Richard, J., Paul, S., “*Matemática para Administración y Economía.* Décima edición. México: Pearson pp 672 -673

- Horton, D. (1986), *Análisis de presupuesto parcial para investigación de papa a nivel de finca*, Lima, Perú: Editorial, Centro de Internacional de la papa (CIP).  
Programa de Innovación y Competitividad para el Agro Peruano -INCAGRO (2004), *Manual Tecnológico del Maíz Amarillo Duro y de Buenas Prácticas Agrícolas para el Valle de Huaura*, Lima, Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2007), *Censo de Población y Vivienda*, Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2012), *Informe técnico N10 – (agosto 2012) Perú: Panorama Económico Departamental*, Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2012), *Evolución de la Actividad Productiva*, Lambayeque, Perú.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI. (2012), *Informe Técnico, Comportamiento de la Economía Peruana*, Lima, Perú.
- International Food Policy Research Institute. (2005), *Strategic Environmental Assessment*. New York, EEUU.
- James C (2002) *Global review of commercialized transgenic crops 2001: feature Bt cotton*, ISAAA No 26
- Kovach, J. C. Petzoldt, J. Degni and J. Tette (1992). *A method to measure the environmental impact of pesticides*. *New York's Food and Life Sciences Bulletin*. *NYS Agricul. Exp. Sta.* Cornell University, Geneva, NY. y disponible <http://www.nysipm.cornell.edu/publications/EIQ.html>
- Mamaril, C.B. & Norton, G.W (2006): *Economic evaluation of transgenic pest-resistant rice in the Philippines and Vietnam*. *Quarterly Journal of International Agriculture*, 45(2), 127-144
- Mankiw, G. Rabasco, E. (2008) *Principios de Economía*, Cuarta Edición, Madrid-España. Cap7 pp 102-113.
- Marra M, Pardey P & Alston J (2002) *The pay-offs of agricultural biotechnology: an assessment of the evidence*, International Food Policy Research Institute, Washington, USA
- Mesías, L. (2010), *El Perú y el comercio internacional, Acuerdos comerciales*, Lima, Perú: Fondo Editorial PUCP.

- Ministerio de Agricultura - MINAG (2011), *Situación Actual del Maíz Amarillo Duro*, Perú.
- Ministerio de Agricultura – MINAG (2011). *Compendio Estadístico 2011*, Perú.
- Ministerio de Agricultura- MINAG (2012) *Maíz Amarillo Duro, Principales Aspectos de la Cadena Agroproductiva*, Perú.
- Pashley, D. P. (1988). *Current status of fall armyworm host strains*. Fla.Entomol. 71: 227-234.
- Ramírez J. (2008). Análisis del impacto económico de la introducción de maíz transgénico con resistencia a insectos en Honduras. Zamorano. Honduras
- Rivas, L., García, J., Seré, C., Jarvis, L., Sanint, L.R. and Pachico D. 1999. Economic Surplus Analysis Model (MODEXC). Palmira: International Center of Tropical Agriculture. In: <http://www.ciat.cgiar.org/impact/index.htm>.
- Rossi, D.O., 2006. *El contexto del proceso de adopción de cultivos transgénicos en la Argentina; Agro mensajes*, 20: pp16-27. Buenos Aires, Argentina.
- Ruttan, V. y Hayami, Y. (1973) *Technology transfer and agricultural development in Technology and Culture*, 14, pp. 119-151.
- Cámara Uruguaya de Semillas- SERAGRO (2008), *Estudio Sectorial, Impacto de la adopción de cultivos transgénicos en la economía y agricultura Uruguay*, Uruguay.
- Simmons, A. M., y B. R. Wiseman. (1993). *James Edward Smith, taxonomic author of fall armyworm*. Fla. Entomol. 76: 271-276.
- Sztulwalrk, S. y Braude, H. (2010), *La adopción de semillas transgénicas en Argentina. Un análisis desde la perspectiva de la renta innovación*. Desarrollo Económico Revista de Ciencias Sociales, (50, 8), Buenos Aires, Argentina.
- Trigo, Eduardo (2011), *Quince años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina*, Consejo Argentino para la información y el Desarrollo de la Biotecnología, Buenos Aires, Argentina.
- Van der Weld W (2009) *Final report on the adoption of GM maize in South Africa for the 2008/09 season*, South African Maize Trust
- Varona, A. 2011. *Análisis de metodologías de evaluación ex – ante de los costos y beneficios de la liberación de los organismos genéticamente modificados en Perú*. Tesis de titulación en Economía. UNALM.

- Varona, A. 2012, *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 para optar el diploma de Magister Scientiae en Economía Agrícola, EPG – UNALM, Lima, Perú, 2012.
- Vásquez, V. 1992. *Evaluación Económica de Alternativas Tecnológicas: Estudio de Casos*. Tesis para optar el grado de Magíster Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 120 p.
- Vásquez, Víctor. 1995. Metodología para Evaluación Económica de Tecnologías Agropecuarias. Proyecto FEAS. Lima, Perú. 39 p.
- Vélez, I. (2004), *Decisiones de inversión. Enfocado a la valoración de empresas (4ta ed.)*. Ceja, Bogotá, Colombia.
- Wiseman B. R. Y F. M. Davis. (1979). *Plant resistance to the fall armyworm*. Fla. Entomol. 62: 123-130.
- Wiseman B. R., F. M. Davis y W. P. Williams. (1983). *Fall armyworm larval density and movement as an indication of nonpreference in resistant corn protection*. Ecology 5: 135-141.

#### **Direcciones consultadas en Internet**

<http://gusano-soldado.blogspot.com/2012/02/gusano-cogollero-gusano-soldado-de.html>

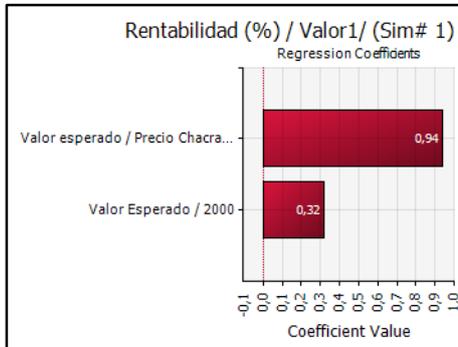
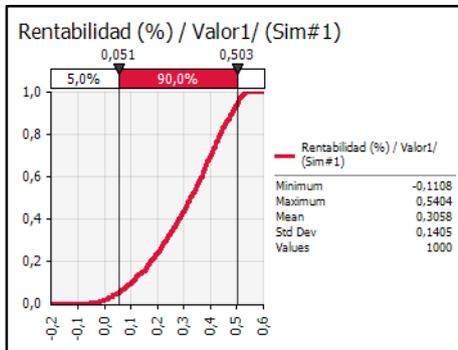
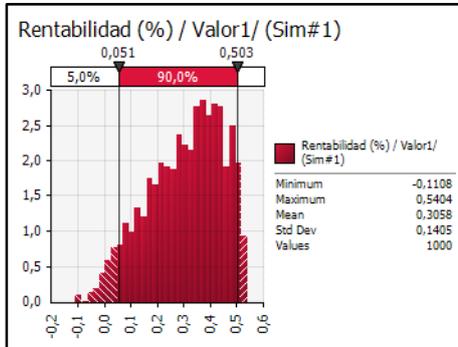
- Todoagro.com.ar (consultado 8 de Febrero 2013), “Gusano Soldado Blog spot”

## **VIII. ANEXOS**

## Anexo 1. Reporte de la Rentabilidad MAD Convencional/Ha en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk.

### @RISK Output Report for Rentabilidad (%) / Valor1/ (Sim# 1)

Performed By: Raymundo Jesús Mogollón Nájuez  
Date: lunes, 08 de setiembre de 2014



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	5
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/19/15 18:58:21
Simulation Duration	00:00:25
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1521694864

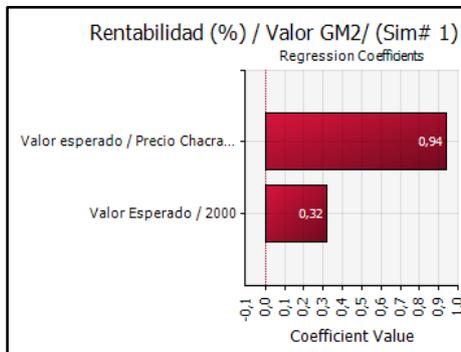
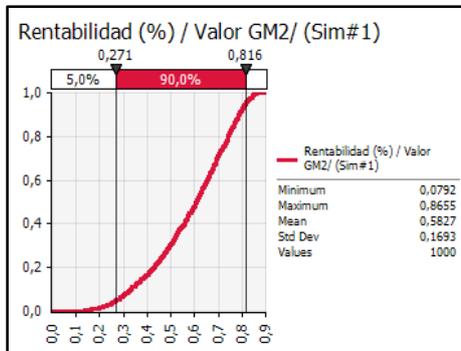
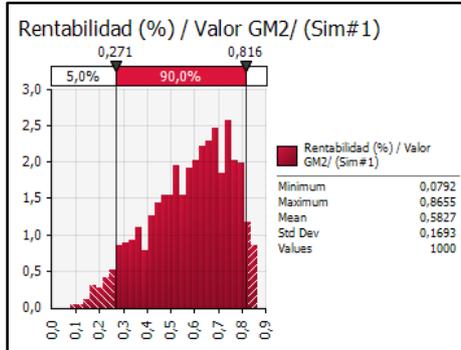
Summary Statistics for Rentabilidad (%) / Valor1/		
Statistics	Percentile	
Minimum	-11%	5%
Maximum	54%	10%
Mean	31%	15%
Std Dev	14%	20%
Variance	0,019727448	25%
Skewness	-0,460209812	30%
Kurtosis	2,386449536	35%
Median	32%	40%
Mode	38%	45%
Left X	5%	50%
Left P	5%	55%
Right X	50%	60%
Right P	95%	65%
Diff X	45%	70%
Diff P	90%	75%
#Errors	0	80%
Filter Min	Off	85%
Filter Max	Off	90%
#Filtered	0	95%

Regression and Rank Information for Rentabilidad (%) / Valor1/			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Valor esperado /	0,936	0,932
2	Valor Esperado /	0,319	0,313

## Anexo 2. Reporte de la Rentabilidad MAD GM /Ha en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk.

### @RISK Output Report for Rentabilidad (%) / Valor GM2/ (Sim# 1)

**Performed By:** Raymundo Jesús Mogollón Náñez  
**Date:** Lunes, 08 de setiembre de 2014



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	4
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/19/15 18:55:34
Simulation Duration	00:00:24
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	886821866

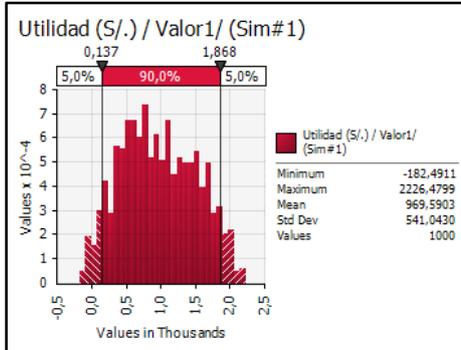
Summary Statistics for Rentabilidad (%) / Valor GM2/		
Statistics	Percentile	
Minimum	8%	5%
Maximum	87%	10%
Mean	58%	15%
Std Dev	17%	20%
Variance	0,028665814	25%
Skewness	-0,491271151	30%
Kurtosis	2,424833052	35%
Median	61%	40%
Mode	74%	45%
Left X	27%	50%
Left P	5%	55%
Right X	82%	60%
Right P	95%	65%
Diff X	54%	70%
Diff P	90%	75%
#Errors	0	80%
Filter Min	Off	85%
Filter Max	Off	90%
#Filtered	0	95%

Regression and Rank Information for Rentabilidad (%) / Valor GM2/			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Valor esperado /	0,942	0,931
2	Valor Esperado /	0,316	0,289

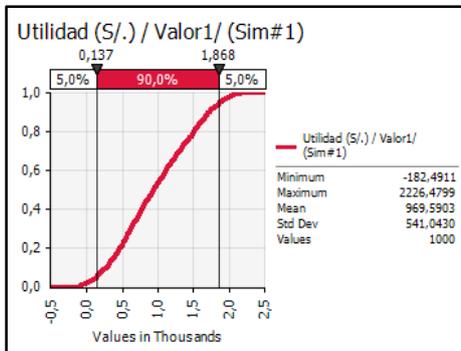
### Anexo 3. Reporte de Utilidad MAD Convencional/Ha en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk.

#### @RISK Output Report for Utilidad (S./) / Valor1/ (Sim# 1)

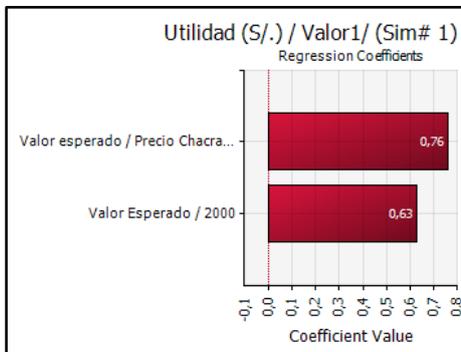
Performed By: Raymundo Jesús Mogollón Nájuez  
Date: Lunes, 08 de setiembre de 2014



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	6
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/19/15 19:01:35
Simulation Duration	00:00:24
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	133909301



Summary Statistics for Utilidad (S./) / Valor1/			
Statistics	Percentile		
Minimum	-182,49	5%	136,54
Maximum	2.226,48	10%	271,12
Mean	969,59	15%	376,52
Std Dev	541,04	20%	462,04
Variance	292727,5741	25%	544,39
Skewness	0,121306622	30%	617,67
Kurtosis	2,123417346	35%	695,82
Median	939,15	40%	774,54
Mode	777,94	45%	845,14
Left X	136,54	50%	939,15
Left P	5%	55%	1.025,50
Right X	1.867,80	60%	1.107,74
Right P	95%	65%	1.195,28
Diff X	1.731,26	70%	1.293,90
Diff P	90%	75%	1.405,65
#Errors	0	80%	1.501,31
Filter Min	Off	85%	1.598,60
Filter Max	Off	90%	1.710,85
#Filtered	0	95%	1.867,80

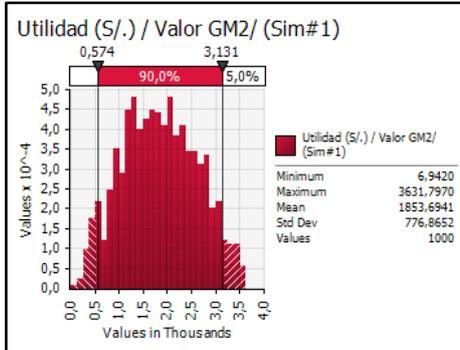


Regression and Rank Information for Utilidad (S./) / Valor1/			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Valor esperado /	0,763	0,735
2	Valor Esperado /	0,627	0,595

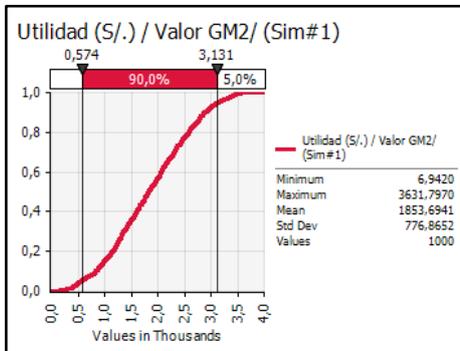
## Anexo 4. Reporte de Utilidad MAD GM /Ha en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk.

### @RISK Output Report for Utilidad (S./) / Valor GM2/ (Sim# 1)

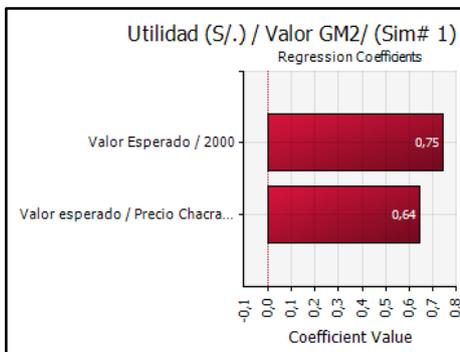
Performed By: Raymundo Jesús Mogollón Náñez  
Date: lunes, 08 de setiembre de 2014



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	6
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/19/15 19:03:12
Simulation Duration	00:00:24
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	428567269



Summary Statistics for Utilidad (S./) / Valor GM2/			
Statistics	Percentile		
Minimum	6,94	5%	573,56
Maximum	3.631,80	10%	840,23
Mean	1.853,69	15%	986,20
Std Dev	776,87	20%	1.151,57
Variance	603519,4797	25%	1.265,78
Skewness	0,055847429	30%	1.356,04
Kurtosis	2,258502496	35%	1.487,30
Median	1.835,57	40%	1.606,31
Mode	2.044,04	45%	1.725,84
Left X	573,56	50%	1.835,57
Left P	5%	55%	1.958,49
Right X	3.130,68	60%	2.068,04
Right P	95%	65%	2.176,80
Diff X	2.557,13	70%	2.318,71
Diff P	90%	75%	2.445,94
#Errors	0	80%	2.590,15
Filter Min	Off	85%	2.733,83
Filter Max	Off	90%	2.888,46
#Filtered	0	95%	3.130,68

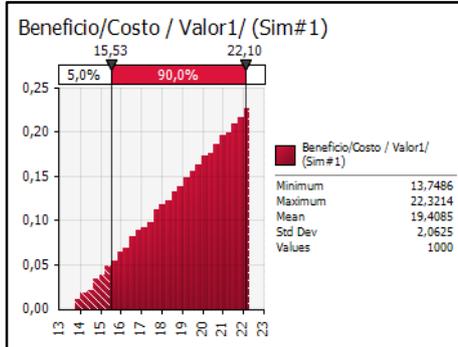


Regression and Rank Information for Utilidad (S./) / Valor GM2/			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Valor Esperado /	0,746	0,718
2	Valor esperado /	0,644	0,618

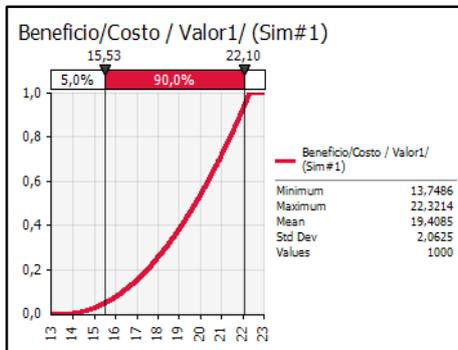
## Anexo 5. Reporte de Ratio Beneficio/ Costo (marginal MAD GM)/Ha en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk.

### @RISK Output Report for Beneficio/Costo / Valor1/ (Sim# 1)

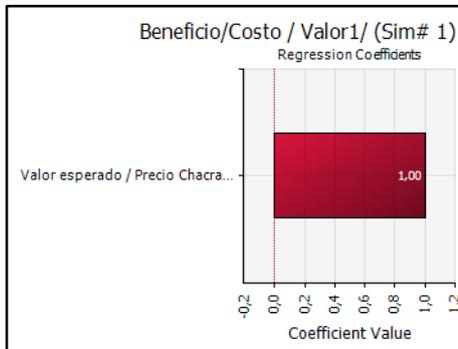
**Performed By:** Raymundo Jesús Mogollón Nájuez  
**Date:** lunes, 08 de setiembre de 2014



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	9
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/19/15 22:44:03
Simulation Duration	00:00:23
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1288395493



Summary Statistics for Beneficio/Costo / Valor1/		
Statistics	Percentile	
Minimum	5%	15,53
Maximum	10%	16,33
Mean	15%	16,96
Std Dev	20%	17,48
Variance	25%	17,95
Skewness	30%	18,36
Kurtosis	35%	18,75
Median	40%	19,11
Mode	45%	19,44
Left X	50%	19,76
Left P	55%	20,06
Right X	60%	20,35
Right P	65%	20,63
Diff X	70%	20,89
Diff P	75%	21,15
#Errors	80%	21,40
Filter Min	85%	21,64
Filter Max	90%	21,88
#Filtered	95%	22,10

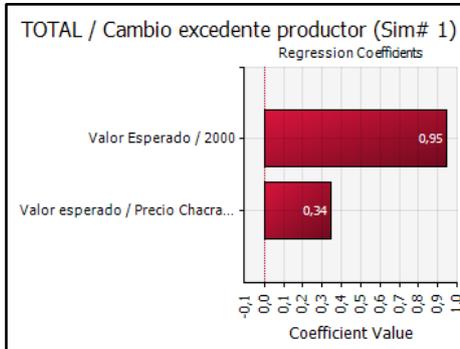
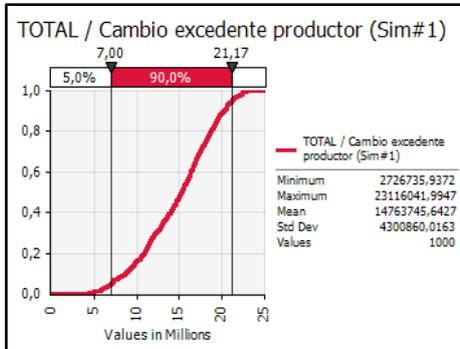
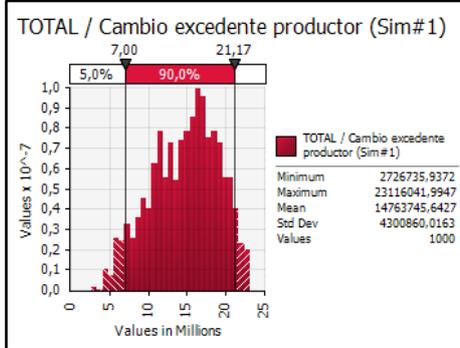


Regression and Rank Information for Beneficio/Costo / Valor1/			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Valor esperado /	1,000	1,000
2	Valor Esperado /	0,000	0,043336051

## Anexo 6. Reporte de cambio en Excedente de Productor por Hectárea en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk.

### @RISK Output Report for TOTAL / Cambio excedente productor (Sim# 1)

Performed By: Raymundo Jesús Mogollón Náñez  
Date: lunes, 08 de setiembre de 2014



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	12
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/19/15 22:57:39
Simulation Duration	00:00:22
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	842619612

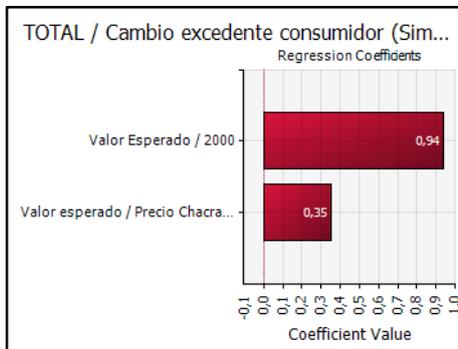
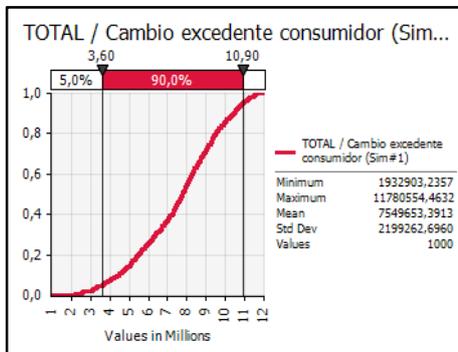
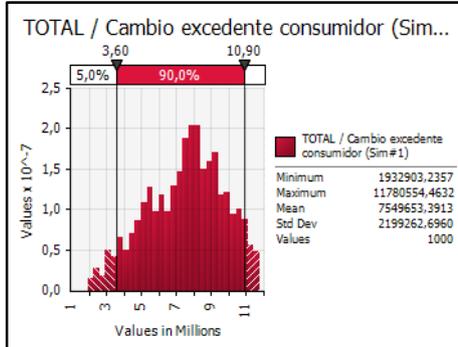
Summary Statistics for TOTAL / Cambio excedente productor			
Statistics	Percentile		
Minimum	2.726.736	5%	6.999.948
Maximum	23.116.042	10%	8.716.191
Mean	14.763.746	15%	9.812.689
Std Dev	4.300.860	20%	10.921.693
Variance	1,84974E+13	25%	11.506.575
Skewness	-0,31349325	30%	12.247.137
Kurtosis	2,327979934	35%	13.111.139
Median	15.305.924	40%	13.951.905
Mode	12.913.525	45%	14.643.371
Left X	6.999.948	50%	15.305.924
Left P	5%	55%	15.859.197
Right X	21.173.947	60%	16.369.216
Right P	95%	65%	16.899.213
Diff X	14.173.999	70%	17.447.447
Diff P	90%	75%	18.121.183
#Errors	0	80%	18.696.654
Filter Min	Off	85%	19.406.867
Filter Max	Off	90%	20.246.041
#Filtered	0	95%	21.173.947

Regression and Rank Information for TOTAL / Cambio excedente productor			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Valor Esperado /	0,945	0,919
2	Valor esperado /	0,345	0,312

## Anexo 7. Reporte de cambio en Excedente de Consumidor por Hectárea en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk.

### @RISK Output Report for TOTAL / Cambio excedente consumidor (Sim# 1)

Performed By: Raymundo Jesús Mogollón Nájuez  
Date: lunes, 08 de setiembre de 2014



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	13
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/19/15 22:58:59
Simulation Duration	00:00:23
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1575153137

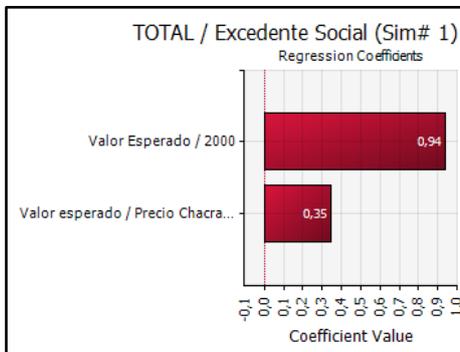
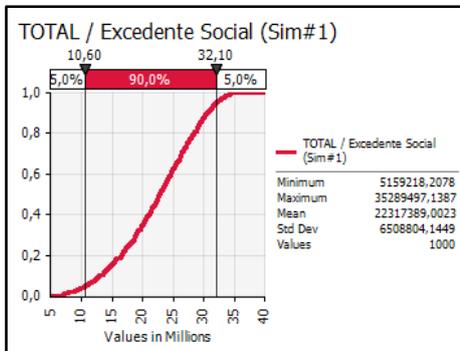
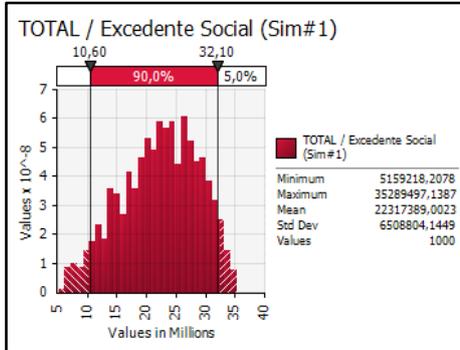
Summary Statistics for TOTAL / Cambio excedente consumidor			
Statistics		Percentile	
Minimum	1.932.903	5%	3.596.589
Maximum	11.780.554	10%	4.495.259
Mean	7.549.653	15%	5.061.334
Std Dev	2.199.263	20%	5.483.737
Variance	4,83676E+12	25%	5.929.724
Skewness	-0,305456483	30%	6.385.637
Kurtosis	2,395097195	35%	6.826.286
Median	7.790.486	40%	7.235.989
Mode	8.856.927	45%	7.508.636
Left X	3.596.589	50%	7.790.486
Left P	5%	55%	8.023.870
Right X	10.895.668	60%	8.262.106
Right P	95%	65%	8.587.175
Diff X	7.299.079	70%	8.866.671
Diff P	90%	75%	9.232.902
#Errors	0	80%	9.487.652
Filter Min	Off	85%	9.919.361
Filter Max	Off	90%	10.421.577
#Filtered	0	95%	10.895.668

Regression and Rank Information for TOTAL / Cambio excedente consumidor			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Valor Esperado /	0,942	0,916
2	Valor esperado /	0,349	0,323

## Anexo 8. Reporte de cambio en Excedente Social por Hectárea en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk.

### @RISK Output Report for TOTAL / Excedente Social (Sim# 1)

Performed By: Raymundo Jesús Mogollón Náñez  
Date: lunes, 08 de setiembre de 2014



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	14
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/19/15 23:00:17
Simulation Duration	00:00:24
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1069245357

Summary Statistics for TOTAL / Excedente Social			
Statistics	Percentile		
Minimum	5.159.218	5%	10.602.171
Maximum	35.289.497	10%	12.996.105
Mean	22.317.389	15%	14.796.653
Std Dev	6.508.804	20%	16.523.298
Variance	4,23645E+13	25%	17.702.488
Skewness	-0,306996129	30%	18.893.913
Kurtosis	2,370471466	35%	19.990.582
Median	22.794.079	40%	21.034.861
Mode	23.948.469	45%	22.004.558
Left X	10.602.171	50%	22.794.079
Left P	5%	55%	23.734.359
Right X	32.103.288	60%	24.590.614
Right P	95%	65%	25.518.004
Diff X	21.501.117	70%	26.408.421
Diff P	90%	75%	27.262.029
#Errors	0	80%	28.425.158
Filter Min	Off	85%	29.393.748
Filter Max	Off	90%	30.546.862
#Filtered	0	95%	32.103.288

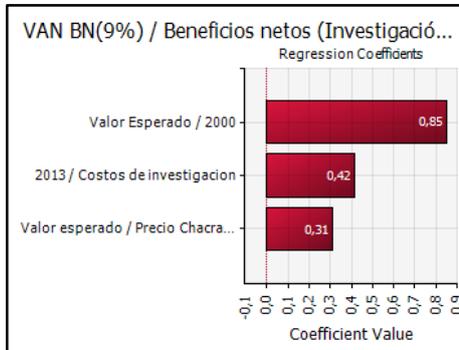
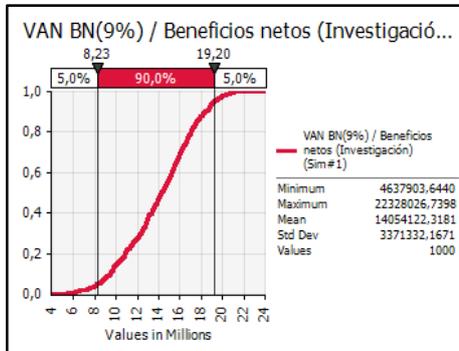
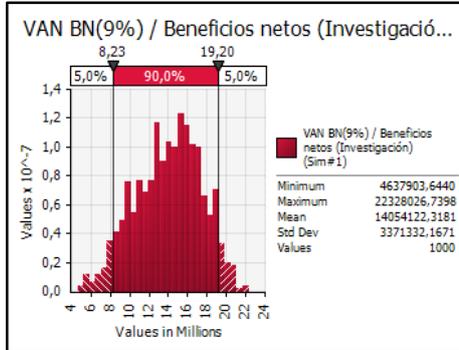
Regression and Rank Information for TOTAL / Excedente Social			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Valor Esperado /	0,941	0,918
2	Valor esperado /	0,348	0,327

## Anexo 9. Reporte de VAN (TSD 9%)/ Beneficios netos por Hectárea en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk

### @RISK Output Report for VAN BN(9%) / Beneficios netos (Investigación) (Sim# 1)

Performed By: Raymundo Jesús Mogollón Náñez

Date: Lunes, 08 de setiembre de 2014



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	9
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/19/15 22:46:45
Simulation Duration	00:00:22
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1436323643

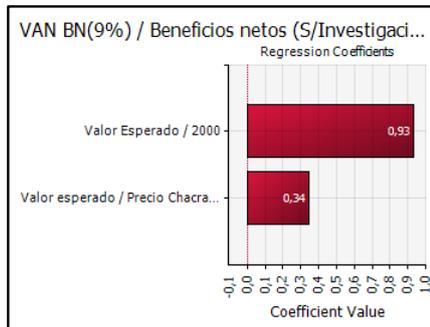
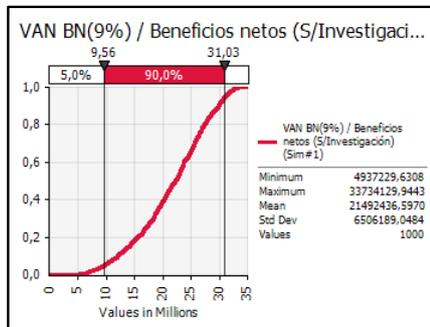
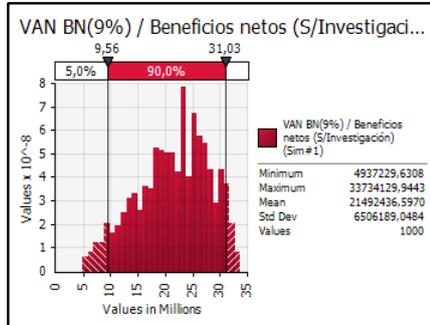
Summary Statistics for VAN BN(9%) / Beneficios netos (Investigación)		
Statistics	Percentile	
Minimum	5%	8.228.283,0
Maximum	10%	9.474.094,1
Mean	15%	10.073.945,2
Std Dev	20%	10.852.484,0
Variance	25%	11.590.016,4
Skewness	30%	12.309.697,1
Kurtosis	35%	12.842.848,0
Median	40%	13.342.622,7
Mode	45%	13.825.323,3
Left X	50%	14.287.336,0
Left P	55%	14.845.117,6
Right X	60%	15.255.537,3
Right P	65%	15.638.876,6
Diff X	70%	16.083.710,2
Diff P	75%	16.582.978,0
#Errors	80%	17.074.513,3
Filter Min	85%	17.574.558,2
Filter Max	90%	18.367.778,3
#Filtered	95%	19.195.891,3

Regression and Rank Information for VAN BN(9%) / Beneficios netos			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Valor Esperado /	0,852	0,846
2	2013 / Costos de	0,418	0,406
3	Valor esperado /	0,311	0,280

## Anexo 10. Reporte de VAN (TSD 9%)/ (sin investigación)Beneficios netos por Hectárea en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk

### @RISK Output Report for VAN BN(9%) / Beneficios netos (S/Investigación) (Sim# 1)

Performed By: Raymundo Jesús Mogollón Náñez  
Date: lunes, 08 de setiembre de 2014



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	9
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/19/15 22:48:14
Simulation Duration	00:00:23
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	677866514

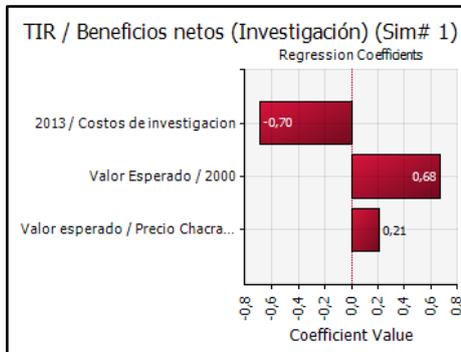
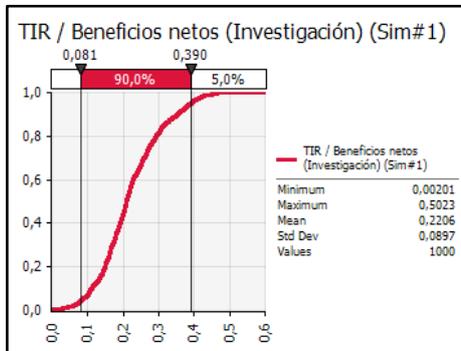
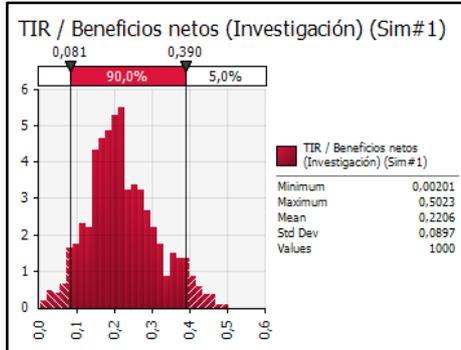
Summary Statistics for VAN BN(9%) / Beneficios netos (S/Investigación)		
Statistics	Percentile	
Minimum	5%	9.564.386,6
Maximum	10%	11.996.107,0
Mean	15%	13.994.327,7
Std Dev	20%	15.640.664,1
Variance	25%	16.968.995,1
Skewness	30%	18.365.010,8
Kurtosis	35%	19.172.241,6
Median	40%	20.225.869,5
Mode	45%	21.125.876,7
Left X	50%	22.231.630,3
Left P	5%	23.142.778,9
Right X	60%	23.751.829,5
Right P	95%	24.865.249,6
Diff X	70%	25.611.598,3
Diff P	90%	26.447.381,0
#Errors	80%	27.398.115,0
Filter Min	Off	28.495.876,1
Filter Max	Off	29.907.629,4
#Filtered	95%	31.028.432,3

Regression and Rank Information for VAN BN(9%) / Beneficios netos			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Valor Esperado /	0,934	0,914
2	Valor esperado /	0,344	0,341

## Anexo 11. Reporte de TIR inversión Pública MAD GM por Hectárea en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk

### @RISK Output Report for TIR / Beneficios netos (Investigación) (Sim# 1)

Performed By: Raymundo Jesús Mogollón Náñez  
Date: lunes, 08 de setiembre de 2014



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	10
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/19/15 22:49:55
Simulation Duration	00:00:23
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	273321410

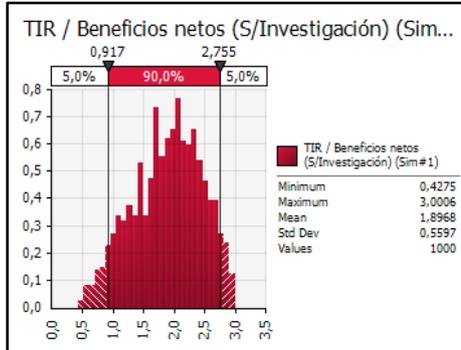
Summary Statistics for TIR / Beneficios netos (Investigación)		
Statistics	Percentile	
Minimum	0%	5%
Maximum	50%	10%
Mean	22%	15%
Std Dev	9%	20%
Variance	0,008050872	25%
Skewness	0,412606862	30%
Kurtosis	2,909787736	35%
Median	21%	40%
Mode	22%	45%
Left X	8%	50%
Left P	5%	55%
Right X	39%	60%
Right P	95%	65%
Diff X	31%	70%
Diff P	90%	75%
#Errors	0	80%
Filter Min	Off	85%
Filter Max	Off	90%
#Filtered	0	95%

Regression and Rank Information for TIR / Beneficios netos (Investigación)			
Rank	Name	Regr	Corr
1	2013 / Costos de	-0,695	-0,657
2	Valor Esperado /	0,676	0,650
3	Valor esperado /	0,215	0,216

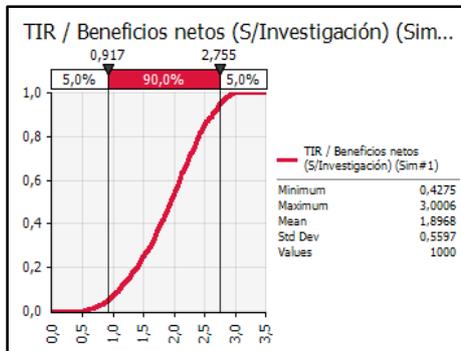
## Anexo 12. Reporte de TIR inversión Pública MAD GM (sin investigación) por Hectárea en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk

### @RISK Output Report for TIR / Beneficios netos (S/Investigación) (Sim# 1)

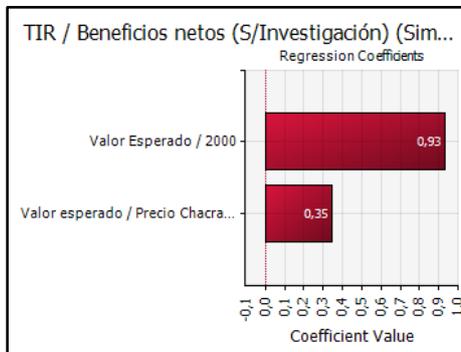
**Performed By:** Raymundo Jesús Mogollón Nájuez  
**Date:** lunes, 08 de setiembre de 2014



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	11
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/19/15 22:51:38
Simulation Duration	00:00:25
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	938630317



Summary Statistics for TIR / Beneficios netos (S/Investigación)		
Statistics	Percentile	
Minimum	43%	5%
Maximum	300%	10%
Mean	190%	15%
Std Dev	56%	20%
Variance	0,313317765	25%
Skewness	-0,272210945	30%
Kurtosis	2,364891791	35%
Median	195%	40%
Mode	225%	45%
Left X	92%	50%
Left P	5%	55%
Right X	276%	60%
Right P	95%	65%
Diff X	184%	70%
Diff P	90%	75%
#Errors	0	80%
Filter Min	Off	85%
Filter Max	Off	90%
#Filtered	0	95%

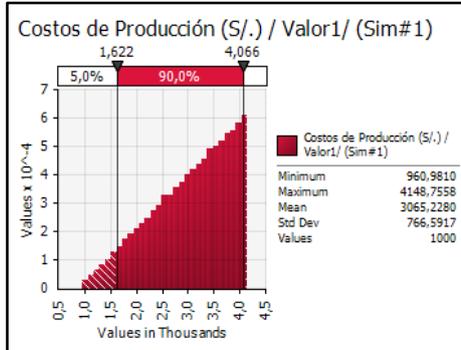


Regression and Rank Information for TIR / Beneficios netos (S/Investigación)			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Valor Esperado /	0,929	0,918
2	Valor esperado /	0,347	0,356

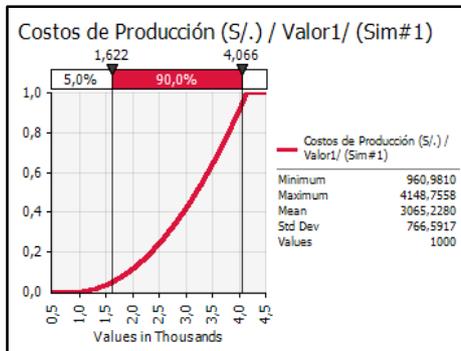
## Anexo 13. Reporte de Costos MAD Convencional por Hectárea en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk

### @RISK Output Report for Costos de Producción (S./) / Valor1/ (Sim# 1)

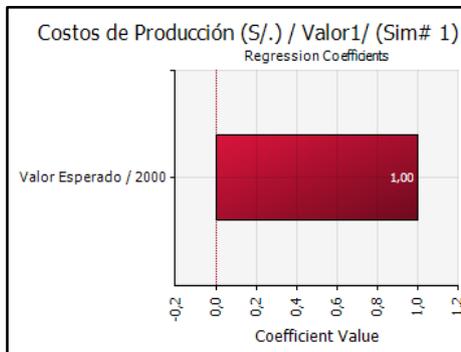
Performed By: Raymundo Jesús Mogollón Náñez  
Date: lunes, 08 de setiembre de 2014



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	7
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/19/15 19:05:34
Simulation Duration	00:00:24
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1511985294



Summary Statistics for Costos de Producción (S./) / Valor1/			
Statistics	Percentile		
Minimum	960,98	5%	1.622,49
Maximum	4.148,76	10%	1.922,72
Mean	3.065,23	15%	2.153,68
Std Dev	766,59	20%	2.351,21
Variance	587662,8851	25%	2.521,48
Skewness	-0,566294221	30%	2.676,66
Kurtosis	2,40261544	35%	2.818,65
Median	3.194,47	40%	2.952,39
Mode	4.091,29	45%	3.076,72
Left X	1.622,49	50%	3.194,47
Left P	5%	55%	3.306,84
Right X	4.066,42	60%	3.415,20
Right P	95%	65%	3.517,29
Diff X	2.443,94	70%	3.617,60
Diff P	90%	75%	3.711,69
#Errors	0	80%	3.804,58
Filter Min	Off	85%	3.893,89
Filter Max	Off	90%	3.981,36
#Filtered	0	95%	4.066,42

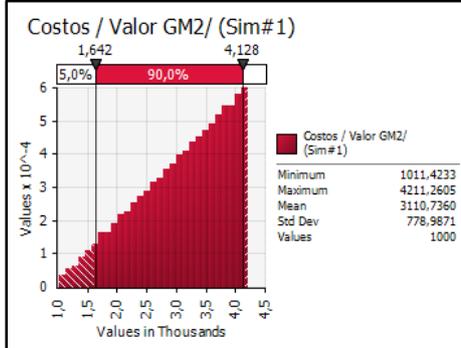


Regression and Rank Information for Costos de Producción (S./) / Valor1/			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Valor Esperado/	1,000	1,000

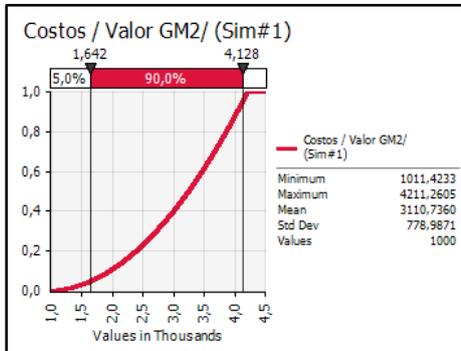
## Anexo 14. Reporte de Costos MAD GM por Hectárea en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk

### @RISK Output Report for Costos / Valor GM2/ (Sim# 1)

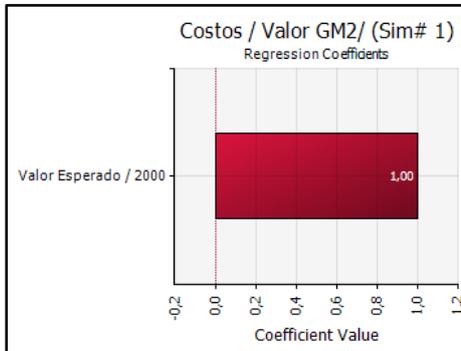
**Performed By:** Raymundo Jesús Mogollón Náñez  
**Date:** lunes, 08 de setiembre de 2014



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	8
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/19/15 22:42:03
Simulation Duration	00:00:23
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1862621498



Summary Statistics for Costos / Valor GM2/		
Statistics		Percentile
Minimum	1.011,42	5%
Maximum	4.211,26	10%
Mean	3.110,74	15%
Std Dev	778,99	20%
Variance	606820,8929	25%
Skewness	-0,565615423	30%
Kurtosis	2,400165492	35%
Median	3.243,63	40%
Mode	4.170,47	45%
Left X	1.641,85	50%
Left P	5%	55%
Right X	4.128,20	60%
Right P	95%	65%
Diff X	2.486,34	70%
Diff P	90%	75%
#Errors	0	80%
Filter Min	Off	85%
Filter Max	Off	90%
#Filtered	0	95%

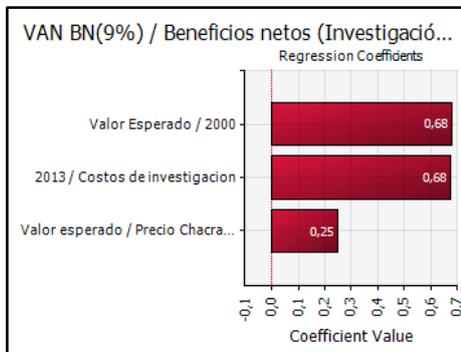
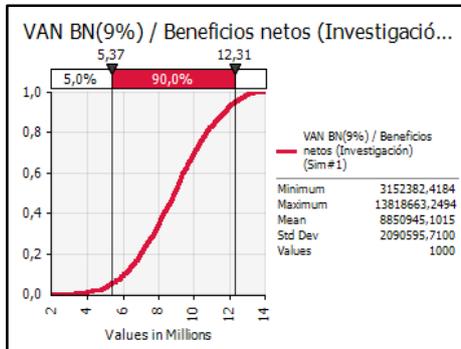
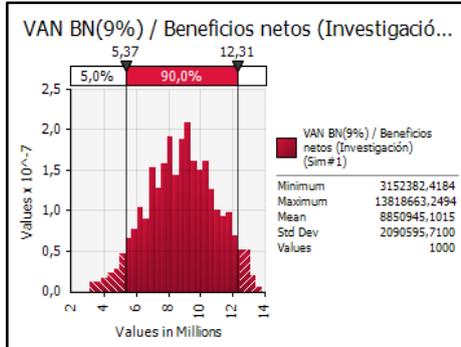


Regression and Rank Information for Costos / Valor GM2/			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Valor Esperado/	1,000	1,000

## Anexo 15. Reporte de VAN (TSD 20%)/ Beneficios netos por Hectárea en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk

### @RISK Output Report for VAN BN(20%) / Beneficios netos (Investigación) (Sim# 1

Performed By: Luffi  
Date: martes, 20 de enero de 2015 0:11:33



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	14
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/15 0:11:06
Simulation Duration	00:00:22
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	396508065

Summary Statistics for VAN BN(9%) / Beneficios netos (Investigación)			
Statistics	Percentile		
Minimum	3,152,382.4	5%	5,367,974.4
Maximum	13,818,663.2	10%	6,091,748.2
Mean	8,850,945.1	15%	6,593,041.3
Std Dev	2,090,595.7	20%	6,976,898.1
Variance	4.37059E+12	25%	7,346,075.2
Skewness	-0.096645903	30%	7,744,443.1
Kurtosis	2.530835966	35%	8,024,604.3
Median	8,895,147.3	40%	8,281,770.2
Mode	8,055,198.1	45%	8,625,549.1
Left X	5,367,974.4	50%	8,895,147.3
Left P	5%	55%	9,136,316.1
Right X	12,308,670.7	60%	9,365,267.5
Right P	95%	65%	9,689,005.0
Diff X	6,940,696.3	70%	10,003,358.4
Diff P	90%	75%	10,344,262.0
#Errors	0	80%	10,681,425.7
Filter Min	Off	85%	11,147,348.7
Filter Max	Off	90%	11,696,506.4
#Filtered	0	95%	12,308,670.7

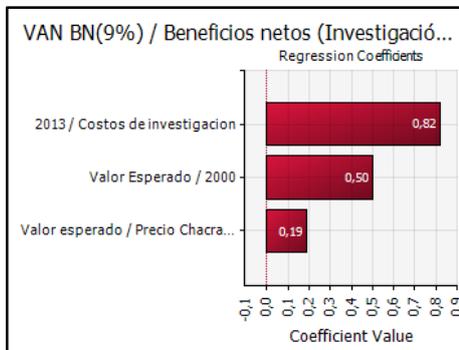
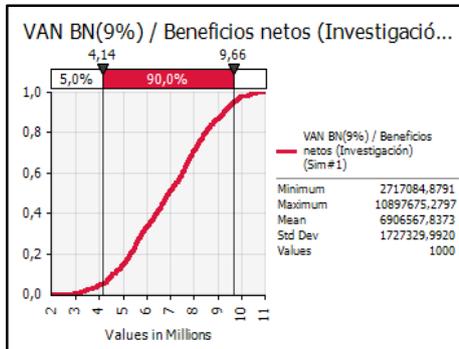
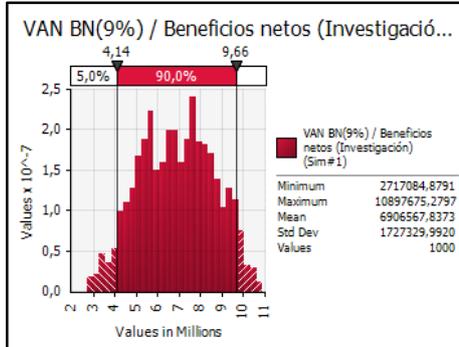
Regression and Rank Information for VAN BN(9%) / Beneficios netos			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Valor Esperado /	0.680	0.664
2	2013 / Costos de	0.675	0.690
3	Valor esperado /	0.249	0.247

## Anexo 16. Reporte de VAN (TSD 30%)/ Beneficios netos por Hectárea en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk

### @RISK Output Report for VAN BN(30%) / Beneficios netos (Investigación) (Sim# 1

Performed By: Luffi

Date: martes, 20 de enero de 2015 0:13:54



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	14
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/15 0:13:24
Simulation Duration	00:00:24
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	494625620

Summary Statistics for VAN BN(9%) / Beneficios netos (Investigación)		
Statistics		Percentile
Minimum	2,717,084.9	5%
Maximum	10,897,675.3	10%
Mean	6,906,567.8	15%
Std Dev	1,727,330.0	20%
Variance	2.98367E+12	25%
Skewness	-0.052192168	30%
Kurtosis	2.249617477	35%
Median	6,931,607.8	40%
Mode	5,560,659.3	45%
Left X	4,135,627.5	50%
Left P	5%	55%
Right X	9,658,455.8	60%
Right P	95%	65%
Diff X	5,522,828.3	70%
Diff P	90%	75%
#Errors	0	80%
Filter Min	Off	85%
Filter Max	Off	90%
#Filtered	0	95%

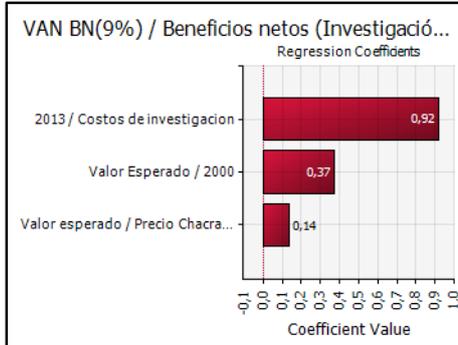
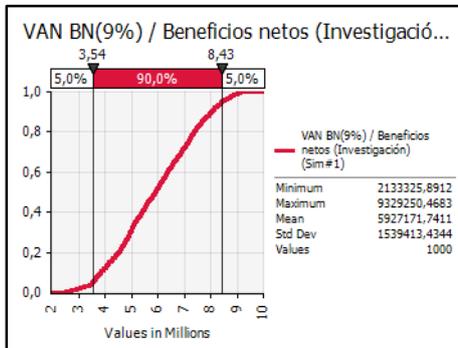
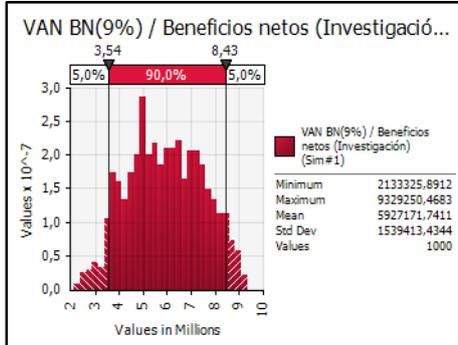
Regression and Rank Information for VAN BN(9%) / Beneficios netos			
Rank	Name	Regr	Corr
1	2013 / Costos de	0.818	0.853
2	Valor Esperado /	0.500	0.529
3	Valor esperado /	0.186	0.158

## Anexo 17. Reporte de VAN (TSD 40%)/ Beneficios netos por Hectárea en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk

### @RISK Output Report for VAN BN(40%) / Beneficios netos (Investigación) (Sim# 1)

Performed By: Luffi

Date: martes, 20 de enero de 2015 0:15:11



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	14
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/15 0:14:43
Simulation Duration	00:00:23
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1635078221

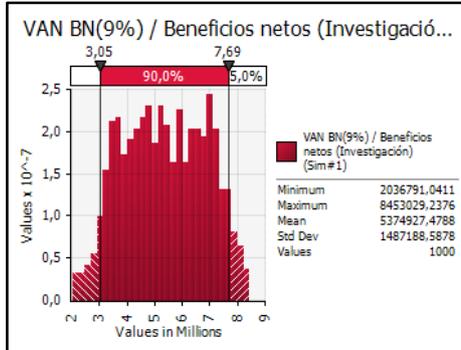
Summary Statistics for VAN BN(9%) / Beneficios netos (Investigación)			
Statistics		Percentile	
Minimum	2,133,325.9	5%	3,544,500.3
Maximum	9,329,250.5	10%	3,858,346.8
Mean	5,927,171.7	15%	4,151,674.2
Std Dev	1,539,413.4	20%	4,525,559.9
Variance	2.36979E+12	25%	4,767,299.9
Skewness	0.017520899	30%	4,974,126.5
Kurtosis	2.17841936	35%	5,149,150.6
Median	5,923,518.8	40%	5,396,803.5
Mode	6,399,747.1	45%	5,626,198.2
Left X	3,544,500.3	50%	5,923,518.8
Left P	5%	55%	6,133,370.0
Right X	8,432,638.8	60%	6,382,124.2
Right P	95%	65%	6,607,023.7
Diff X	4,888,138.5	70%	6,905,405.9
Diff P	90%	75%	7,155,169.7
#Errors	0	80%	7,378,718.2
Filter Min	Off	85%	7,676,494.1
Filter Max	Off	90%	8,023,069.9
#Filtered	0	95%	8,432,638.8

Regression and Rank Information for VAN BN(9%) / Beneficios netos (Investigación)			
Rank	Name	Regr	Corr
1	2013 / Costos de	0.920	0.922
2	Valor Esperado /	0.371	0.335
3	Valor esperado /	0.139	0.146

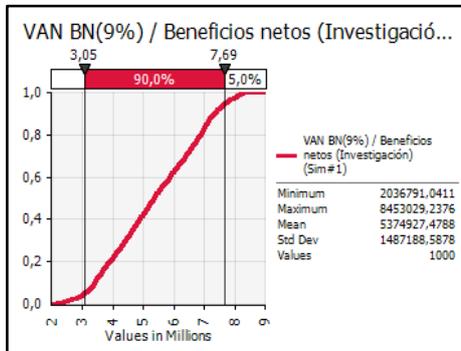
## Anexo 18. Reporte de VAN (TSD 50%)/ Beneficios netos por Hectárea en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk

### @RISK Output Report for VAN BN(50%) / Beneficios netos (Investigación) (Sim# 1

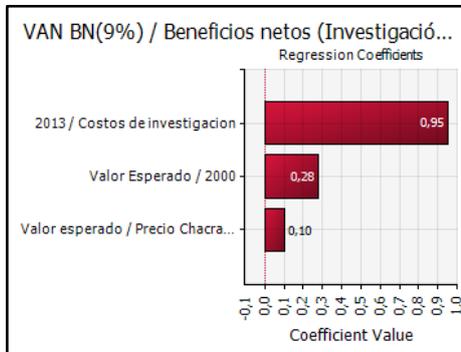
Performed By: Luffi  
Date: martes, 20 de enero de 2015 0:16:15



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	14
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/15 0:15:45
Simulation Duration	00:00:24
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1794142814



Summary Statistics for VAN BN(9%) / Beneficios netos (Investigación)			
Statistics	Percentile		
Minimum	2,036,791.0	5%	3,048,675.2
Maximum	8,453,029.2	10%	3,399,171.4
Mean	5,374,927.5	15%	3,630,144.3
Std Dev	1,487,188.6	20%	3,901,337.7
Variance	2.21173E+12	25%	4,150,770.0
Skewness	-0.023662818	30%	4,420,622.1
Kurtosis	2.01711113	35%	4,639,923.1
Median	5,336,226.8	40%	4,874,118.7
Mode	7,146,913.5	45%	5,120,402.2
Left X	3,048,675.2	50%	5,336,226.8
Left P	5%	55%	5,582,271.2
Right X	7,691,003.2	60%	5,867,134.1
Right P	95%	65%	6,124,650.0
Diff X	4,642,327.9	70%	6,391,191.3
Diff P	90%	75%	6,634,484.5
#Errors	0	80%	6,879,339.4
Filter Min	Off	85%	7,080,330.5
Filter Max	Off	90%	7,341,074.3
#Filtered	0	95%	7,691,003.2

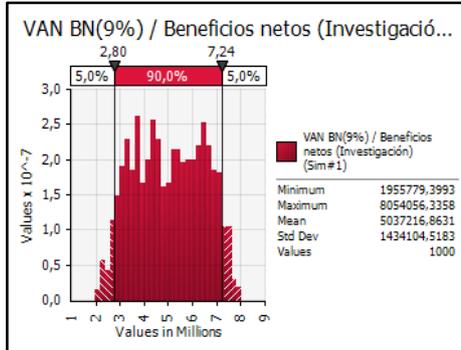


Regression and Rank Information for VAN BN(9%) / Beneficios netos			
Rank	Name	Regr	Corr
1	2013 / Costos de	0.952	0.958
2	Valor Esperado /	0.276	0.244
3	Valor esperado /	0.100	0.147

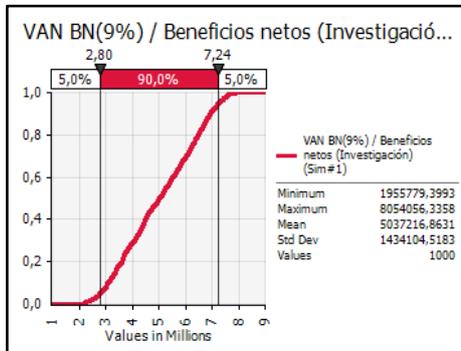
## Anexo 19. Reporte de VAN (TSD 60%)/ Beneficios netos por Hectárea en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk

### @RISK Output Report for VAN BN(60%) / Beneficios netos (Investigación) (Sim# 1

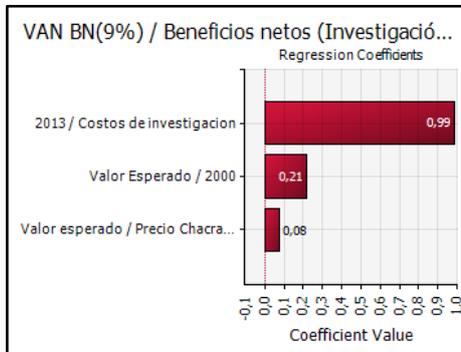
Performed By: Luffi  
Date: martes, 20 de enero de 2015 0:17:36



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	14
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/15 0:17:07
Simulation Duration	00:00:24
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	877981758



Summary Statistics for VAN BN(9%) / Beneficios netos (Investigación)			
Statistics		Percentile	
Minimum	1,955,779.4	5%	2,797,245.8
Maximum	8,054,056.3	10%	3,106,518.3
Mean	5,037,216.9	15%	3,369,717.5
Std Dev	1,434,104.5	20%	3,623,868.9
Variance	2.05666E+12	25%	3,784,204.7
Skewness	-0.013029845	30%	4,098,970.1
Kurtosis	1.91134191	35%	4,340,105.5
Median	5,034,458.6	40%	4,506,392.7
Mode	6,382,173.7	45%	4,742,717.5
Left X	2,797,245.8	50%	5,034,458.6
Left P	5%	55%	5,285,406.1
Right X	7,238,555.5	60%	5,533,485.3
Right P	95%	65%	5,786,658.3
Diff X	4,441,309.7	70%	6,030,068.7
Diff P	90%	75%	6,267,829.3
#Errors	0	80%	6,496,074.3
Filter Min	Off	85%	6,695,399.7
Filter Max	Off	90%	6,941,800.5
#Filtered	0	95%	7,238,555.5

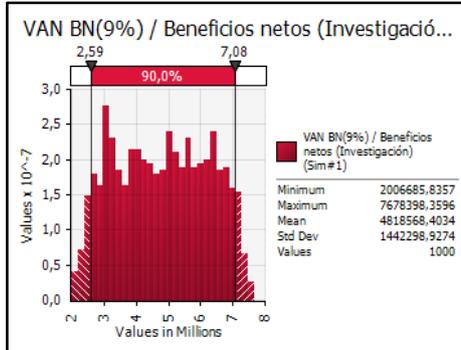


Regression and Rank Information for VAN BN(9%) / Beneficios netos			
Rank	Name	Regr	Corr
1	2013 / Costos de	0.987	0.975
2	Valor Esperado /	0.214	0.148
3	Valor esperado /	0.078	0.047

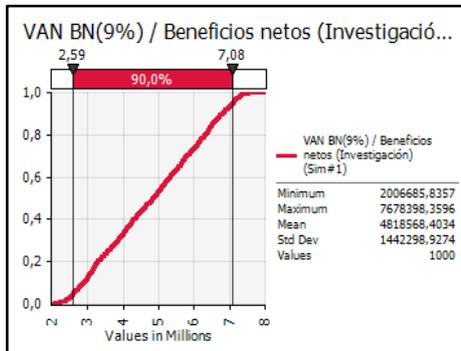
## Anexo 20. Reporte de VAN (TSD 70%)/ Beneficios netos por Hectárea en el Distrito de Jayanca mediante el software @Risk

### @RISK Output Report for VAN BN(70%) / Beneficios netos (Investigación) (Sim# 1

Performed By: Raymundo Mogollón  
Date: martes, 20 de enero de 2015 0:32:10

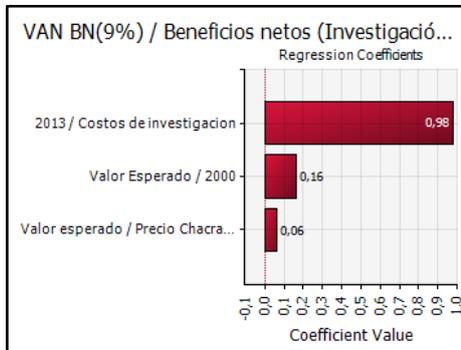


Simulation Summary Information	
Workbook Name	Tesis Raymundo Mogollón PP-MES 190115.xlsx
Number of Simulations	100
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	12
Number of Outputs	14
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	1/20/15 0:31:33
Simulation Duration	00:00:28
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	415112731



#### Summary Statistics for VAN BN(9%) / Beneficios netos (Investigación)

Statistics	Percentile
Minimum	5%
Maximum	10%
Mean	15%
Std Dev	20%
Variance	25%
Skewness	30%
Kurtosis	35%
Median	40%
Mode	45%
Left X	50%
Left P	55%
Right X	60%
Right P	65%
Diff X	70%
Diff P	75%
#Errors	80%
Filter Min	85%
Filter Max	90%
#Filtered	95%



#### Regression and Rank Information for VAN BN(9%) / Beneficios netos

Rank	Name	Regr	Corr
1	2013 / Costos de	0.981	0.985
2	Valor Esperado /	0.164	0.183
3	Valor esperado /	0.062	0.031
4	Valor Esperado /	0.000	-0.053948574
5	Valor Esperado /	0.000	-0.04973993
6	Valor esperado /	0.000	0.040722113
7	Valor esperado /	0.000	0.030582679
8	Valor esperado /	0.000	0.025637174
9	Valor Esperado /	0.000	0.019837616
10	Valor Esperado /	0.000	-0.019313035
11	2017 / Costo inve	0.000	0.014006426
12	2017	0.000	-0.01239408