

Universidad Nacional Agraria

La Molina

Facultad de Economía y Planificación

Departamento Académico de Economía y Planificación



“Rentabilidad del maíz *Bt* resistente a cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en los Valles de Barranca en la región Lima”

Presentado por:

RUBÉN ANTONIO ABAD HEREDIA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE ECONOMISTA

Lima - Perú

2014

Universidad Nacional Agraria La Molina

Facultad de Economía y Planificación

Departamento Académico de Economía y Planificación

“Rentabilidad del maíz *Bt* resistente a cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en los valles de Barranca en la región Lima”

Tesis para optar el título de Economista

Presentado por:

Rubén Antonio Abad Heredia

Sustentada y aprobada ante el siguiente Jurado

Dr. Gorki Llerena Lazo de la Vega

Presidente

Mg.Sc. Ramón Diez Matallana

Patrocinador

Mg.Sc. Rosario Pérez Liu

Miembro

Econ. Juan Carlos Rojas Cubas

Miembro

Lima, Perú

2014

A mi padre Antonio por ser como es, a mi madre Esperanza,
que bendice desde los cielos los logros de su familia,
a mi querida esposa Elena e hijas Diana y Andrea, a mis hermanos y hermanas.

Agradezco al Mg.Sc. Ramón Diez M., por el patrocinio de mi tesis,
al presidente del jurado Dr. Gorky Llerena L. por su empeño en mostrarme el camino
profesional,

Mi agradecimiento especial a todos los profesores de la Facultad de Economía.

INDICE

RESUMEN.....	01
I. INTRODUCCIÓN.....	02
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	03
2.1 Investigaciones previas sobre la evaluación ex-ante de rentabilidad de tecnologías.....	03
III. MATERIALES Y METODOS.....	05
3.1 Problemas de investigación.....	05
3.2 Objetivos de la investigación.....	08
3.3 Justificación de la investigación.....	09
3.4 Ámbito de la investigación.....	09
3.5 Universo y muestra.....	10
3.6 Información: Procedencia y técnicas de capacitación de la información.....	10
3.7 Hipótesis.....	10
3.8 Modelo de análisis.....	11
3.9 El método Monte Carlo en la estimación de la rentabilidad bruta en la producción de maíz amarillo duro en barranca bajo riesgo al cambiar de semilla convencional a transgénica.....	13
3.10 Variables de entrada.....	15
3.11 Variables de salida.....	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
4.1 Síntesis de la encuesta.....	17
4.2 Costos de producción de maíz amarillo duro en Barranca.....	19
4.3 Modificaciones en rentabilidad en la producción de maíz amarillo duro en Barranca derivadas del cambio de semilla convencional a semilla transgénica.....	22
4.4 Beneficio costo de la inversión adicional en una semilla de maíz amarillo duro transgénica con resistencia a <i>Spodoptera frugiperda</i>	27
V. CONCLUSIONES.....	28
VI. RECOMENDACIONES.....	29
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
VIII. ANEXOS.....	32

Índice de cuadros

Cuadro 1: Participación porcentual de las regiones en la producción de MAD 2011...	06
Cuadro 2: Valor Agregado Bruto (VAB) y producción. Periodo 2010 – 2012.....	06
Cuadro 3: Rendimientos de maíz amarillo duro (kg/ha) por Regiones.....	07
Cuadro 4: Escenario 0: Costo de producción de maíz amarillo duro (Pioneer 30F35)..	21
Cuadro 5: Escenario 1: Costo de producción de maíz Bt.....	22

Índice de figuras

Figura 1: Rentabilidad en maíz convencional (S/.).....	25
Figura 2: Rentabilidad en maíz convencional (%).....	25
Figura 3: Rentabilidad en maíz Bt (S/.)	27
Figura 4: Rentabilidad en maíz Bt (%).....	27
Figura 5: Beneficio costo-marginal.....	29

RESUMEN

En el Perú, para el cultivo del maíz amarillo duro, la demanda promedio de semillas para sus 300 mil hectáreas de siembra es de 7,600 toneladas. Esta demanda es cubierta en un 9 por ciento por semilla certificada conformada por variedades desarrolladas en el país, un 40 por ciento por semilla importada conformada por híbridos de alto rendimiento de tipo convencional, no transgénicas y un 51 por ciento por grano de consumo o industrial, en gran medida responsable del bajo rendimiento promedio nacional.

Es necesario hallar opciones demostrativas de un maíz existente genéticamente modificado como el MAD *Bt*, con resistencia a lepidópteros y analizar las posibles consecuencias de su liberación, en la rentabilidad de los productores de maíz amarillo duro. Entonces la investigación se enfoca en este cultivo tradicional del país, analizando el estudio en el valle de Barranca, que es la principal zona productora.

El objetivo principal de la investigación es estimar la rentabilidad de una hipotética semilla de maíz amarillo duro (*Zea mays*) resistente a cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en la provincia de Barranca, Región Lima. Para ello se tomaron encuestas a 264 productores de maíz amarillo duro en el valle de Barranca, a fin de conocer su sistema de producción, proveedores, productividad, precios, etc. El modelo de análisis probabilístico, empleando el software @RISK, fue el método de presupuesto parcial empleado para obtener la rentabilidad de la liberación del MAD *Bt*, utilizando información secundaria acerca de los costos y beneficios de los diversos tratamientos alternativos.

Entre los principales resultados obtenidos es el incremento en rendimiento por hectárea utilizando la semilla genéticamente modificada (GM) de MAD resistente a lepidópteros, para combatir especialmente el cogollero, en un promedio de 14.99 por ciento. También habrá una reducción del gasto en agroquímicos, específicamente en el producto Lorsban, en una media del 54 por ciento. Por otro lado, existirá un incremento del gasto en semilla, por el uso de la semilla MAD *Bt*, que en promedio resulta un 41 por ciento más. En cuanto a los beneficios promedios, se incrementan, pues ascienden a S/.1, 158 por hectárea con la semilla convencional y a S/.1, 580 con la semilla *Bt*.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú la producción de maíz amarillo duro (MAD) se ha expandido en los últimos años pasando de medio millón de toneladas en 1985 a 1.39 millones en el 2012; sin embargo, las importaciones llegan a casi 2 millones de toneladas en el mismo año, esto se debería a la menor productividad de nuestro país en este cultivo (BCRP, 2012). En Perú, el cultivo de maíz amarillo duro ocupa unas 300 mil hectáreas, en un tercio de ellas se emplea semillas importadas de tipo convencional, no transgénicas (MINAG, 2012).

Este cultivo compromete a unos 79 mil productores en la Costa y la Selva Norte principalmente. La productividad del cultivo de maíz amarillo duro bordea las 4.3 Ton/ha, inferior al de Francia (8 t/ha) y Estados Unidos (más de 8 t/ha). Esta inferioridad en productividad se debería al ataque de múltiples agentes bióticos, tales como lepidópteros e himenópteros. Dado que existe maíz genéticamente modificado (GM), el MAD *Bt*, con resistencia a lepidópteros, se debe analizar las posibles consecuencias de su liberación en la rentabilidad de los productores de maíz amarillo duro.

En la Costa Central, específicamente en Barranca es importante el desarrollo del cultivo de maíz amarillo duro que cubre unas 2,000 hectáreas en promedio, lo cual ha sido tomado en cuenta por el Proyecto LAC – Biosafety y ha obtenido información de campo en 264 unidades agrícolas dedicadas a la producción de maíz amarillo duro, encontrando una productividad promedio de 11.33 t/ha con una presencia de cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en un 80 por ciento de las unidades, así como de otros agentes bióticos en menor medida. Esta zona es muy fértil y se ha ubicado parcelas que llegan a obtener 18 t/ha, pero conviven con parcelas que apenas obtienen 6 t/ha, debido al uso de semillas de baja productividad. Es importante señalar que las parcelas de mayor productividad son aquellas que emplean semillas Agrhicol, Agroceres, Dkalb, etc.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS SOBRE LA EVALUACIÓN EX - ANTE DE RENTABILIDAD DE TECNOLOGÍAS

Antes de reseñar las investigaciones efectuadas sobre evaluación ex – ante de rentabilidad de tecnologías, conviene recordar a Varona (2012) que señala la rápida expansión de los cultivos transgénicos, los cuales para el año 2008 llegaban a ser 25 países ocupando 125 millones de hectáreas y 8 por ciento de las 1500 millones de hectáreas agrícolas del mundo. De los 25 países, 15 son países en desarrollo y 10 son países desarrollados. En 2008 llegaron a 13 millones 300 mil los agricultores beneficiarios de cultivos biotecnológicos, más del 90 por ciento eran pequeños agricultores pobres de países en desarrollo (Varona, op cit).

Se debe señalar que los eventos predominantes son resistencia a herbicidas (RH) y resistencia a insectos (RI), y son 6 las empresas que lideran el desarrollo comercial de la biotecnología moderna: Monsanto, Du Pont, Dow, Aventis, Bast y Syngenta.

Respecto a la metodología para realizar las evaluaciones, Varona (2012) encontró que en las evaluaciones se combina las estimaciones de los presupuestos parciales con el análisis de los excedentes económicos empleando hojas de cálculo.

Varona (2012) cita muchas investigaciones de rentabilidad a nivel ex-ante, entre ellas, los trabajos de Qaim y Zilberman (2003), Mamaril & Norton (2006), Hareau et al (2006), para diversos productos (algodón Bt, arroz Bt, papa Bt) y en varios países encuentran beneficios para productores y consumidores. Los métodos empleados para las evaluaciones ex – ante se centran en la estimación de los beneficios en un período, aplicando Presupuesto Parcial y luego en la aplicación de modelos de excedentes en hojas de cálculo o en el Modexc.

Por otro lado, Aboites y Félix (2011) encuentran para Centro América que los transgénicos son una opción interesante por su rentabilidad. En el caso peruano son escasas las evaluaciones de cultivos transgénicos, entre ellos los trabajos del mismo Varona (op cit), Diez, Gómez y Varona (2013), Diez, Gómez, Varona, Navarro y Anderson (2013), los cuales presentan estimaciones de rentabilidad para una hipotética semilla de papa blanca modificada genéticamente para otorgarle resistencia a insectos o a otros agentes bióticos, la cual sería liberada en Huasahuasi, distrito de la provincia de Tarma en la región Huancayo.

Luna (2013) investigó los efectos económicos de la liberación de semilla GM de papa resistente a enfermedades fungosas en la localidad de Mayobamba, que pertenece al distrito de Chinchao en la provincia de Huánuco, en la región Huánuco, zona de Selva Alta, en Perú. Esta zona es importante porque provee de una ingente cantidad de papa blanca al mercado de Lima Metropolitana, siendo el primer proveedor de este mercado.

En síntesis, de las investigaciones citadas, se resalta que muchos países se benefician de los cultivos transgénicos, lo cual no significa que otros países deban implementarlos sin hacer previamente evaluaciones de tipo biológico (flujo de genes a través del polen, asentamiento de híbridos indeseados no planeados e impacto en organismos no blanco como la Mariposa monarca u otro lepidóptero que no es un agente biótico agresivo para los cultivos transgénicos) y económico, como la presente evaluación ex – ante de los impactos en la rentabilidad de los productores de maíz amarillo duro de la provincia de Barranca, derivados de la adopción de una semilla modificada genéticamente para otorgarle resistencia al lepidóptero conocido como cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

El maíz amarillo duro es el insumo básico de la alimentación del pollo y del cerdo, cuyas carnes han tenido un crecimiento permanente en su oferta. La carne de pollo es considerada la más barata fuente de proteína por lo cual es necesario garantizar la provisión de maíz amarillo duro a bajo costo.

En el mundo se ha introducido semillas genéticamente modificadas de maíz amarillo duro con resistencia a insectos (RI), resistentes a herbicidas (RH) o resistentes a insectos y herbicidas (RH-RI), favoreciendo a los agricultores, aún a los más pobres y atrasados tecnológicamente como en el caso de Filipinas (Ver ANEXO 2). Para el caso específico de los agricultores de Barranca, se sabe que enfrentan el problema de baja productividad, derivado del uso de semillas sensibles a plagas y enfermedades.

En el Perú, la escasa productividad de los cultivos de maíz afecta grandes masas humanas, pues en el maíz amarillo duro (MAD) están involucrados casi 80 mil productores, que obtienen una productividad relativamente baja (en promedio 4.5 t/ha frente a Estados Unidos que obtiene más de 8 t/ha o Argentina que supera las 5 t/ha) lo cual los hace menos competitivos frente a los productores de estos países (FAO, 2012).

El Maíz amarillo duro en el Perú cubre alrededor de 300 mil hectáreas, 50.46 por ciento de éstas en la costa, algo más de 35 por ciento en Selva y 14.28 por ciento en Sierra, con un aporte del maíz del 3 por ciento al PBI agropecuario. Mientras que la producción asciende a 1.4 millones de toneladas (MINAG, 2012), producidas en un 68.59 por ciento en costa, algo más de 21.86 por ciento en selva y un 9.56 por ciento en sierra (Cuadro 1).

Cuadro 1: Participación porcentual de las regiones en la producción de MAD 2011

Región	Superficie	Producción
Costa	50.46%	68.59%
Selva	35.26%	21.86%
Sierra	14.28%	9.56%
Nacional	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia en base a MINAG, 2011.

La Costa es la que aporta más al total de producción nacional (casi 70%), a pesar de contar con poco más de la mitad de la superficie cosechada, su mayor aporte es explicable por las diferencias de productividad entre la costa y las otras regiones.

Cuadro 2: Valor Agregado Bruto (VAB) y producción. Periodo 2010 - 2012

	2010		Año 2011		2012	
	S/.	Variación porcentual	S/.	Variación porcentual	S/.	Variación porcentual
VAB*	521,722	0.76%	512,171	-1.83%	567,423	10.79%
Producción**	1'283,621		1'260,123		1'396,063	

* (Millones nuevos soles 94)

** (Toneladas)

Fuente: Elaboración propia en base a MINAG, 2012.

Las diferencias de productividad se explican por el uso diferenciado de semillas en cada región, en la costa se observa un abundante uso de semillas importadas, no ocurriendo lo mismo en las otras regiones.

En el caso puntual de la provincia de Barranca en la región Lima, los 264 agricultores encuestados en el marco del Proyecto LAC – Biosafety, usaban semilla importada, encontrándose que Agrhicol con 15,065 kg/ha es la semilla de maíz con mayor rendimiento por hectárea, luego Dekalb con 11,064, Pioneer con 10,800, Agrocere con 10,318, mientras que Inti fue la de menor productividad con 8,882 kg/ha. (Según las hojas de trabajo del Proyecto LAC – Biosafety para el caso de Barranca, proporcionadas por el Magister Scientiae Ramón Diez Matallana, investigador líder en Socioeconomía de dicho proyecto para el caso del Perú).

En el Cuadro 3 se puede apreciar los rendimientos de MAD por regiones. En el 2011 se tuvo que importar 1.89 millones de toneladas para satisfacer las necesidades de las industrias avícola y de crianza de cerdos (MINAG, 2012).

Cuadro 3: Rendimientos de maíz amarillo duro (kg/ha) por Regiones

Región	Rendimiento		Mínimo/Región		Máximo/Región	
	kg/ha	Diferencial				
Costa	6,148	36%	5,104	Ancash	9,044	Lima
Sierra	2,136	-53%	1,556	Pasco	3,133	Cajamarca
Selva	2,359	-48%	2,044	San Martín	3,121	Huánuco
Nacional	4,543	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia en base a MINAG, 2011.

Según la Asociación Nacional de Productores de Maíz y Sorgo – ANPMYS, “para que la producción sea rentable, debe superar las 8 toneladas por hectárea” y ello demanda “tres propuestas fundamentales: 1) la innovación tecnológica (abonadoras sembradoras, aporcadoras, cosechadoras, etc.) 2) la asociatividad de los productores; y 3) la utilización de semillas transgénicas de maíz amarillo duro (a mediano plazo). Según el gerente general de ANPMYS, Ing. Julio Iglesias Maguiña, la propuesta fue presentada al ministro Quevedo el pasado 26 de noviembre, en una reunión con dicho gremio. Además, se plantea la compensación a los maiceros que alcancen niveles óptimos de producción” en <http://www.agraria.pe/noticias/productores-de-maiz-buscan-modernizar-su-sector>.

Actualmente, el país está bajo una moratoria que impide el uso de semillas genéticamente modificadas durante un lapso de 10 años, en los cuales el Perú deberá obtener información completa sobre los posibles riesgos ambientales y sobre los impactos socioeconómicos de la hipotética liberación de semillas genéticamente modificadas.

De lo antes expuesto, se derivan las siguientes preguntas de investigación: Primera, ¿La implementación de semillas GM resistentes a insectos, permitirá la obtención de mayores beneficios económicos? Asimismo, ¿Existen diferencias presupuestarias sustanciales entre el cultivo con maíz amarillo duro convencional y el cultivo con semilla genéticamente modificada?

Esto determina los objetivos de investigación que se muestra a continuación.

3.2. OBJETIVOS

Objetivo General

Estimar la rentabilidad de una hipotética semilla de maíz amarillo duro (*Zea mays*) resistente a cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en la provincia de Barranca, Región Lima.

Objetivos específicos

- Obtener los presupuestos de producción de maíz amarillo duro convencional y genéticamente modificado resistente a cogollero en la provincia de Barranca.
- Obtener los valores esperados de precios de maíz en grano y semilla de maíz amarillo duro convencional, rendimiento por hectárea y del incremento porcentual estimado por la aplicación de una semilla genéticamente modificada,
- Evaluar ex-ante el costo beneficio de la liberación de maíz amarillo duro Bt resistente a lepidópteros en la provincia de Barranca.

3.3. JUSTIFICACIÓN

Para enriquecer el debate sobre la conveniencia de la liberación de productos genéticamente modificados, para el caso peruano es necesario estimar la rentabilidad de una hipotética semilla GM de maíz amarillo duro.

No se aborda la evaluación de los posibles riesgos ambientales de estos productos, pues esto es responsabilidad del Ministerio del Ambiente (MINAM) que está en la obligación de realizar una evaluación cuidadosa para cada alternativa coordinando con entidades que manejan la tecnología como el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) o el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Agraria La Molina (IBT – UNALM).

En esta tesis se sigue una línea de investigación que han iniciado Varona, (2011, 2012), Diez, R., Gómez, R. y Varona, A. (2013), Diez, R., Gómez, R., Varona, A., Navarro, O. y Anderson, M. (2013), Guillén (2013), Luna, (2013) respecto a los impactos económicos de la posible liberación de organismos transgénicos, aplicando metodologías de evaluación ex-ante, es decir, antes de la realización del suceso (liberación de organismos transgénicos). En este caso específico el análisis será de los impactos a corto plazo y se aplica la técnica conocida como presupuesto parcial, pero en entorno de riesgo, para lo cual se usará el *software @risk*.

3.4. ÁMBITO DE LA INVESTIGACIÓN

La Provincia de Barranca, perteneciente a la Región Lima, es una de las zonas importantes de producción de MAD en la Costa Central, por ello será el ámbito geográfico de la investigación, específicamente en los Valles de Barranca, Fortaleza y Pativilca. En las zonas rurales, la principal actividad económica (aproximadamente 90 por ciento) es la agricultura, siendo el cultivo y producción de papa blanca la más importante.

3.5. UNIVERSO Y MUESTRA

El Universo son 2.400 productores de maíz híbrido (amarillo duro), la muestra tomada por el Proyecto LAC – Biosafety ascendió a 264 puntos muestrales. Se consideró un error estándar de 2.76 por ciento y una confiabilidad de 95 por ciento, con lo cual la muestra quedó en 263.63 y redondeando arrojó 264 encuestados.

3.6. INFORMACIÓN: PROCEDENCIA Y TÉCNICAS DE CAPTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El Proyecto LAC – Biosafety colectó información primaria mediante la aplicación de encuestas a los productores de la zona, asimismo, se ha usado información secundaria proveniente de las estadísticas de la Dirección Regional Agraria (DRA) de la región Lima, así como de la oficina de estadística del Ministerio de Agricultura (MINAG), entre otras fuentes.

Se levanta información terciaria de textos que tratan la problemática de los transgénicos, el cultivo de maíz amarillo duro convencional y transgénico, las alternativas de la biotecnología y sobre los métodos de evaluación ex – ante de las alternativas transgénicas.

3.7. HIPÓTESIS

3.7.1. Hipótesis General

La liberación de semilla de maíz amarillo duro Bt (en adelante MAD Bt) resistente a *Spodoptera frugiperda* tendrá impactos económicos positivos para el productor en la provincia de Barranca, región Lima.

3.7.2. Hipótesis Específicas

- La liberación de una hipotética semilla de MAD *Bt* genéticamente modificada alterará los costos y los beneficios de los productores de MAD de Barranca.

- La posible adopción de MAD *Bt* genéticamente modificado elevará los beneficios económicos de los productores de Barranca.

3.8. MODELO DE ANÁLISIS

Se emplea el método de presupuesto parcial para evaluar el impacto en rentabilidad de la liberación de una semilla de maíz amarillo duro *Bt* resistente a *Spodoptera frugiperda* en entorno del *software @risk*. Recoge la metodología empleada por Diez, Gómez y Varona (2013) en lo referente a un análisis de la rentabilidad de una semilla transgénica pero en este caso se evalúa los impactos económicos de la semilla *Bt* de MAD a corto plazo con el modelo de Presupuesto Parcial en *@risk*, a diferencia de lo presentado por Diez et al (op cit) que efectuaron un análisis determinístico a corto y largo plazo.

3.8.1. PRESUPUESTO PARCIAL DETERMINÍSTICO Y PROBABILÍSTICO

En el presupuesto parcial se trata de calcular el efecto de un cambio sobre los costos y la ganancia de la organización existente en la explotación. Sólo se calcula los cambios en costos generados por la manera nueva de dirigir la explotación y los incrementos en rendimientos económicos derivados de la liberación de semillas GM de maíz amarillo duro. En los presupuestos parciales no se necesita incluir todos los costos y retribución de la producción, sino sólo aquellos que cambian entre las prácticas tradicionales de los agricultores y las nuevas alternativas de evaluación.

Además, se sabe que es un método de organización de datos experimentales y la información acerca de los costos y beneficios de los diversos tratamientos alternativos. Un presupuesto parcial, entonces, es una forma de calcular el total costos que varían y los beneficios netos de cada tratamiento en un experimento en la unidad agrícola. Asimismo, 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. Las dos últimas líneas son los costos totales que varían y los beneficios netos.

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 una semilla mejorada. El presupuesto para la producción de maíz amarillo duro por Hectárea, considera la costos de las labores de cultivo, las labores de cosecha, los insumos requeridos, los costos financieros y otros, los cuales sumados nos darán el denominado costo directo.

3.8.2. VARIABLES DETERMINÍSTICAS Y PROBABILÍSTICAS. DISTRIBUCIONES DE PROBABILIDAD

A través del método del presupuesto parcial, se analiza la variación de costos entre las alternativas, una usando la semilla convencional de maíz amarillo duro, y la otra implementando la semilla mejorada genéticamente. Para la obtención de los valores esperados de las variables probabilísticas, se aplicara un análisis de riesgo con el *software @risk*. Para la aplicación del modelo de presupuesto parcial para el análisis de la liberación de semilla de MAD genéticamente mejorados (GM) resistente a *Spodoptera frugiperda*, se considera las opiniones de expertos para calcular el porcentaje de aumento del rendimiento de la nueva semilla resistente a la *Spodoptera frugiperda* en relación con la semilla existente. La información de Aduanas nos permite estimar el porcentaje de incremento en el precio de la semilla GM respecto a la semilla convencional.

3.9. EL MÉTODO DE MONTE CARLO EN LA ESTIMACIÓN DE LA RENTABILIDAD BRUTA EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ AMARILLO DURO EN BARRANCA BAJO RIESGO AL CAMBIAR DE SEMILLA CONVENCIONAL A TRANSGÉNICA

Para determinar la rentabilidad bruta, bajo riesgo, del sistema de producción de maíz amarillo duro en Barranca, se utiliza el método de simulación estocástica de Monte Carlo, que permite incluir elementos aleatorios, que involucran los riesgos de variación

en determinadas variables y reproducir el funcionamiento de un sistema mediante un modelo, incorporando variaciones en el valor de las variables críticas para incorporar en forma previa (ex – ante) las mejoras de desempeño y las posibles variaciones de costo en el sistema en estudio (Seiko, Maura; Ozana, Carmen; Henrique, Gerson; De Paiva, Fernanda, 2009).

Las etapas de este método son: 1) Selección e identificación de las distribuciones de probabilidades de las variables en estudio, 2) Selección aleatoria de un valor de cada variable en estudio, asociada a su probabilidad de ocurrencia, 3) Determinación del valor del indicador de desempeño del sistema utilizando el valor de la variable asociada a la probabilidad de ocurrencia, 4) Repetición de las etapas 2 y 3 para la determinación de la distribución de probabilidad del indicador de rentabilidad.

1) Selección e identificación de la distribución de frecuencia de las variables

Dada la importancia de la primera etapa en la identificación de las distribuciones de probabilidad de las variables críticas y la necesidad de recolección de datos para cada variable, se necesita en primer lugar, determinar cuáles son las variables críticas que influyen el riesgo de cada sistema.

Se considera 4 variables básicas: precio, variación en la productividad por el cambio de semilla de MAD convencional a semilla de MAD transgénica, variación en el costo de semilla por el cambio de semilla de MAD convencional a semilla de MAD transgénica, variación en el gasto en pesticidas específicos para combatir el cogollero (*Spodoptera frugiperda*) que son los insumos con alto impacto individual en la rentabilidad del sistema de producción de maíz amarillo sea convencional o transgénico. Los datos fueron recolectados de páginas de internet de casas comerciales y del portal agrario del Ministerio de Agricultura (2014).

La determinación de la distribución de probabilidad de precios se estableció a partir de la serie de precios medios mensuales recibidos por los productores, en el año 2013. Para la productividad fueron recolectadas las productividades modales, mínimas y máximas para establecer una distribución triangular. Para la variación en los costos de

pesticidas se partió del criterio de los expertos y se estableció una distribución uniforme.

2) Selección aleatoria de un valor de cada variable en estudio, asociada a su probabilidad de ocurrencia. Existen softwares especialmente desarrollados para hacer simulaciones, y se dispone de hojas de cálculo como el Excel para ingresar la data y luego se procesa en el *@risk*, pues tiene la capacidad de generar números al azar para distribuciones de probabilidad continuas y discretas.

3) Determinación del valor del indicador del sistema. El indicador de rentabilidad bruta para el maíz amarillo duro se obtuvo a partir de la formulación para la simulación de las variables de precios y productividad y costo de fertilizantes:

$$IBO = P_v x Q - \left(\sum_{i=1}^n C_i + CG \right)$$

Donde:

IBO = f (IBO) → distribución de probabilidad de ingreso bruto operacional (S/. /Ha),

P_v = f (P) → distribución de probabilidad del precio del producto (S/. /t),

Q = f (Q_a) → distribución de probabilidad del cambio de productividad por hectárea (t/ha),

C_i = items de costo determinísticos (S/. /ha),

CG = f (CG) → distribución de probabilidad del cambio en los gastos de pesticidas anticogollero en S/. /ha. Así, se considera como ítems de costos determinísticos los valores de mano de obra, gastos en maquinaria, costos de insumos, excepto los gastos en pesticidas específicos para el cogollero y en la semilla.

4) Repetición de las etapas 2 y 3

El software usado en este análisis permite ejecutar hasta 10.000 iteraciones o selecciones aleatorias de los valores de las variables simuladas y sus respectivas

probabilidades a partir de las distribuciones de frecuencias. Cuanto mayor sea el número de simulaciones ejecutadas, se tendrá mayor precisión de los resultados, permitiendo lograr una distribución de probabilidad del indicador de renta bruta, que satisface las exigencias de los tomadores de decisión. Para evaluar el retorno y el riesgo del sistema de producción de maíz amarillo duro con y sin semilla transgénica se determinó las siguientes medidas para análisis de los resultados: medidas estadísticas de Y (renta bruta), percentiles de riesgo y análisis de sensibilidad de las variables.

Los percentiles de riesgo muestran una probabilidad de obtención de niveles de renta bruta inferiores a aquella correspondiente a cada uno de los 10 niveles de probabilidad, de 0 a 100 por ciento, divididos en clases de 10 por ciento. Este resultado deriva del criterio de la distribución de probabilidad acumulada de la renta bruta y permite la selección de la alternativa en base a determinada posibilidad para garantizar una renta bruta dado un nivel de aceptación del riesgo por parte del tomador de decisión (Seiko, 2011).

3.10. VARIABLES DE ENTRADA

Se usa la estructura del análisis de precios unitarios para el cultivo del maíz amarillo duro. A tener en consideración, en primer lugar que los datos para el modelo determinístico están dados por información secundaria y primaria. Mientras, que para las variables probabilísticas se considera el cálculo de los valores esperados (VE) de las siguientes variables:

El precio de la semilla: En nuevos soles. Datos provenientes de las entrevistas aplicadas y data secundaria.

El control fitosanitario: Considerando la información de uso según expertos, se evalúa el porcentaje de los cambios en las dosis del componente fitosanitario específico para el control de lepidópteros (la *Spodoptera frugiperda* es un lepidóptero o mariposa). Información proveniente de la literatura y la aplicación de entrevistas

El rendimiento: Porcentaje de los cambios en los rendimientos. Información proveniente de la literatura y la aplicación de entrevistas.

El precio del maíz amarillo duro: En nuevos soles. Datos provenientes de la serie histórica oficial del MINAG. (Ver ANEXO 6).

3.11. VARIABLES DE SALIDA

Ratio B/C: del cambio de semilla Verifica la variación en beneficios derivada del incremento en el gasto en la aplicación de una nueva semilla en el cultivo de maíz amarillo duro.

Diferencial de beneficios

Muestra cual es el resultado de los beneficios, y su comparación; para cada una de las alternativas analizadas. (Ver ANEXO 7).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En esta sección se procede a mostrar en primer lugar la síntesis de la encuesta a productores de los Valles de Barranca, en segundo lugar se muestra los impactos en el presupuesto de producción del maíz amarillo duro en Barranca antes y después de la introducción de la semilla genéticamente modificada, es decir, se compara los costos con semilla convencional y con semilla genéticamente modificada.

En tercer lugar se presenta los resultados a nivel de rentabilidad en la producción de maíz amarillo duro en Barranca antes y después de la introducción de la semilla genéticamente modificada, es decir, se compara las rentabilidades con semilla convencional y con semilla genéticamente modificada. Hay que observar los resultados con cuidado pues difieren de los obtenidos a través de presupuestos parciales de tipo determinístico, en que el valor de la rentabilidad es único, en este caso aparecerán rangos de valores para ambos escenarios.

En cuarto lugar se presenta los resultados de la estimación probabilística del indicador de costo beneficio de la inversión adicional en semilla transgénica de maíz amarillo duro que debería realizar el productor de Barranca en caso de tener la iniciativa de adoptar este tipo de cultivo.

4.1. SÍNTESIS DE LA ENCUESTA

Antes de presentar los resultados de la encuesta, cabe señalar que la toma de datos mostró que los productores conforman un grupo relativamente homogéneo, que usa tecnología moderna y que no hay cercanía de cultivares nativos.

El número de encuestados ascendió a 264 dados los altos niveles de exigencia de precisión que tenía el Proyecto LAC - Biosafety.

Según la encuesta el Sistema de producción fue Moderno en el 100 por ciento de las unidades.

Presencia de cultivares nativos cercanos: No.

En el 100 por ciento de las encuestas al productor le proveen conocimientos sobre tecnología: Amigos.

Igualmente, en el 100% de los casos, se obtuvo que las tiendas de agroquímicos le proporcionen al productor información de nuevas variedades. Tal vez asociado con esta variable, la procedencia de semilla arroja un resultado semejante, Tiendas de agroquímicos: 100 por ciento.

En cuanto a las Marcas de semillas más compradas en los Valles de Barranca, Fortaleza y Pativilca, se tiene que el 100 por ciento son importadas y son:

Dekalb: 53.79 por ciento (6.78 US\$/kg),

Pioneer: 19.70 por ciento (6.56 US\$/kg),

Agrocere: 12.9 por ciento (7.04 US\$/kg),

Agrhicol: 11.74 por ciento (7.42 US\$/kg),

Inti: 6.82 por ciento (6.45 US\$/kg),

Híbrido amarillo 80: 0.38 por ciento (4.44 US\$/kg).

Respecto a la productividad o rendimiento por hectárea (t/ha) se obtuvo un promedio del valle: 11.23 t/ha.

Pero los resultados por semilla son muy diversos:

Agrhicol: 15.06 t/ha,

Dekalb: 11.06 t/ha,

Pioneer: 10.8 t/ha,

Agrocere: 10.3 t/ha,

Híbrido amarillo 80: 10 t/ha,

Inti: 8.8 t/ha.

En cuanto a la presencia de plagas, se encontró que en 81.82 por ciento de las unidades está presente el Cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y en un 75 por ciento de las unidades la Chinche (*Sthenaridea carmelitana*).

Respecto al precio que pagan los agricultores por la semilla fluctúa entre 5.95 US\$ a 14.8 US\$ por kilo, con un promedio de 8.15 US\$/kilo. Coeficiente de variabilidad de 16%, esto eleva el gasto en semilla para los agricultores por hectárea a US\$203.75 (considerando un módulo de 25 kilogramos de semilla por hectárea).

En cuanto al conocimiento de Organismos Vivos Modificados o transgénicos, el conocimiento es superficial en los valles de Barranca (han oído hablar de ellos pero no pueden explicar en qué consisten).

En un 100% destinan su producción a los productores de alimentos balanceados para pollos y cerdos.

4.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ AMARILLO DURO EN BARRANCA

En este ítem, se presenta la situación de partida de los costos de producción de maíz amarillo duro en Barranca, se toma el escenario de partida de un productor que usa la semilla Pioneer 30F35 que se denomina Escenario 0. Cabe señalar que la encuesta ha proporcionado datos sobre la productividad o rendimiento por hectárea y confirma la presencia importante del cogollero. Los costos de producción se han obtenido de expertos. A continuación se presenta el escenario del presupuesto modificado cuando se emplea semilla genéticamente modificada.

Cuadro 4

Escenario 0: Costo de producción de maíz amarillo duro (Pioneer 30F35)

Componente		Ha	Precio (S/.)	Valor
Semilla	Bolsa de 60 Mx (millares)	1.2	375.00	450.00
Fertilizantes				1,394.00
Maquinaria y equipos				600.00
Control Fitosanitario				805.00
Lorsban 480EC	Litro	1	49.00	49.00
Lasser EC	Litro	1.5	28.00	42.00
Cipermex Super	Litro	1	80.00	80.00
Decis	Litro	1	130.00	130.00
Kumulus	Kilo	2	14.00	28.00
Maicero (Herbicida)	Litro	12	34.00	408.00
Super wet (adherente)	Litro	1	23.00	23.00
Granolate	Kilo	10	4.50	45.00
Mano de obra				1,695.00
Agua				75.00
Total Costos directos				

	5,019.00
Costos indirectos	300.00
Total de Costos por hectárea	5,319.00
Rendimiento: Toneladas por hectárea	12.89
Precio de maíz amarillo duro	886.08
Ingresos por venta de maíz amarillo duro	11,423.70

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5
Escenario 1: Costo de producción de maíz Bt

Componente		Ha	Precio (S/.)	Valor
Semilla	Bolsa de 60 Mx (millares)	1.20	652.45	782,94
2 Fertilizantes				1.394,00
3 Maquinaria y equipos				600,00
4 Control Fitosanitario				782,67
Lorsban 480EC	Litro	0.54	49.00	26,67
Lasser EC	Litro	1.50	28.00	42,00
Cipermex Super	Litro	1.00	80.00	80,00
Decis	Litro	1.00	130.00	130,00
Kumulus	Kilo	2.00	14.00	28,00
Maicero (Herbicida)	Litro	12.00	34.00	408,00
Super wet (adherente)	Litro	1.00	23.00	23,00
Granolate	Kilo	10.00	4.50	45,00
5 Mano de obra				1.695,00
6 Agua				75,00

7 Total Costos directos	5.329,61
Costos indirectos	300,00
Total de Costos por hectárea	5.629,61
Rendimiento: Toneladas por hectárea	1.327,00
Precio de maíz amarillo duro	886,08
Ingresos por venta de maíz amarillo	11.759,44

Fuente: Elaboración propia.

Explicación de los cambios en rendimiento productivo por hectárea y costos de producción al cambiar la semilla convencional por una semilla transgénica.

Incremento en rendimiento:

El uso de semilla genéticamente modificado (GM) de maíz amarillo duro resistente a lepidópteros, para combatir especialmente el cogollero (*Spodoptera frugiperda*) producirá un incremento en el rendimiento por hectárea promedio del 14.99%, fluctuando entre 0 y 30 por ciento, rango planteado a partir de la evidencia reseñada por Aboites et al (2011).

Cambios en costos:

Reducción en el gasto en agroquímicos: El único plaguicida que se reduciría es el Lorsban, específico contra lepidópteros, el cual tendrá un rango de fluctuación en su reducción de 0 a 100%, el 0 se explica por la posible existencia de agricultores con aversión al riesgo y desconfiados del maíz Bt, que seguirán empleando Lorsban a pesar de no necesitarlo. En el caso extremo (100 por ciento de reducción) están los agricultores convencidos plenamente de la bondad del Maíz Bt que abandonarán completamente el uso de pesticidas específicos para lepidópteros. El resultado de las simulaciones arroja que habrá una reducción media de 54% en la aplicación de Lorsban.

Incremento en el gasto en semilla:

El uso de la semilla Bt significará un incremento en el gasto en semilla promedio de 41 por ciento, oscilando entre un mínimo de 10 por ciento (explicable por la intervención gubernamental a través del INIA, que subvencionaría la nueva semilla para fomentar su uso y beneficiar al agricultor maicero) y un máximo de 74 por ciento el cual es el diferencial de precio de la semilla transgénica respecto a la semilla convencional. Ver ANEXO 3.

La rentabilidad en el cultivo del maíz amarillo duro en Barranca depende por el lado de los ingresos de dos variables: El rendimiento en kilogramos por hectárea y el precio del maíz amarillo duro. Ver ANEXO 4.

En cuanto a los costos, otra de las variables que se va a manejar en este análisis es la semilla (se va a reemplazar la semilla convencional por una transgénica resistente a *Spodoptera frugiperda*) y va a afectar otra variable: El gasto en compuestos agroquímicos, especialmente en los que combaten a la *Spodoptera frugiperda* que se van a reducir sustancialmente y que se muestra en el cambio de costos en pesticidas.

4.3. MODIFICACIONES EN RENTABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ AMARILLO DURO EN BARRANCA DERIVADAS DEL CAMBIO DE SEMILLA CONVENCIONAL A SEMILLA TRANSGÉNICA

A continuación se muestra las imágenes de rentabilidad en MAD que brinda el Excel, en entorno *@risk*, observe las gráficas que muestran los rangos de valores. También ver ANEXO 1.

Escenario 0. Rentabilidad con semilla convencional de MAD

Total de Costos por hectárea	5.622
Rendimiento: Toneladas por hectárea (esperado)	11,33
Ingresos por venta de maíz amarillo duro (esperado)	6.780
Rentabilidad en Maíz convencional (S/.) (promedio)	1.158,54

Figura 1: Rentabilidad en maíz convencional (S/.)

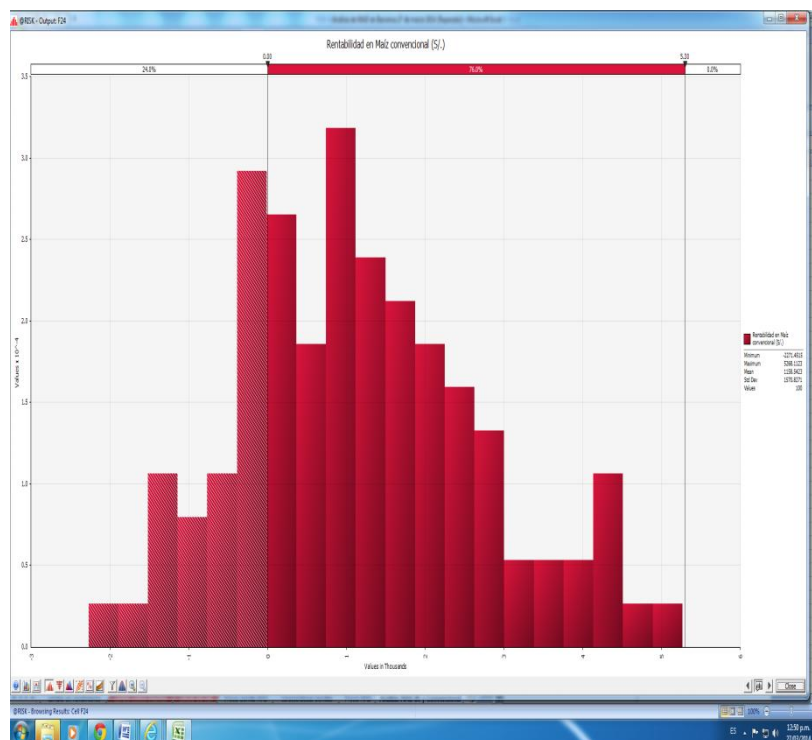
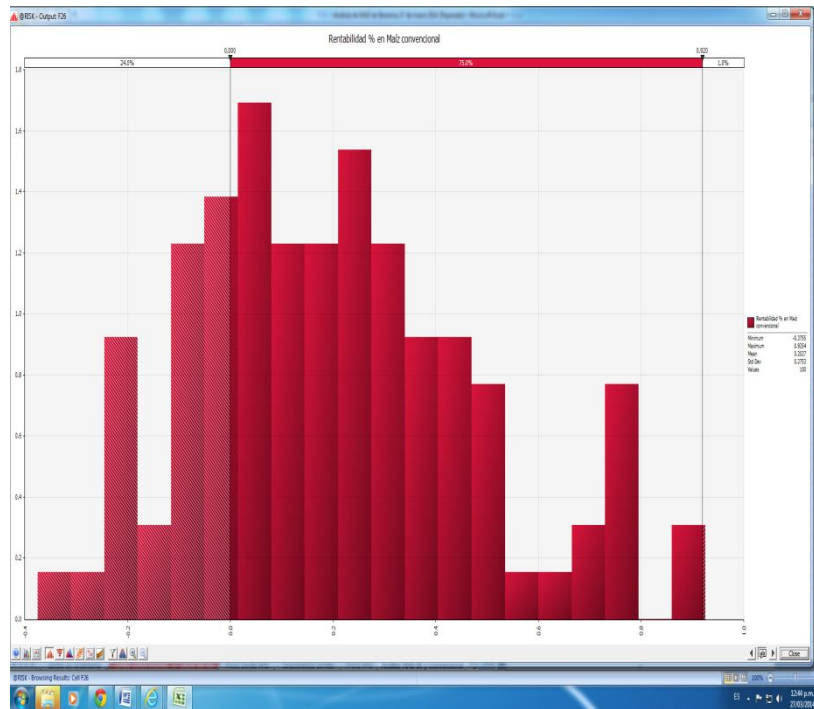


Figura 2: Rentabilidad en maíz convencional (%)



De acuerdo al análisis probabilístico, es muy probable que la rentabilidad del maíz convencional, fluctúe entre 0 y 5,268 nuevos soles por hectárea, con un 76 por ciento de valores positivos y con un valor promedio de 1,158 nuevos soles por hectárea. (También ver ANEXO 8).

Escenario 1. Rentabilidad con semilla transgénica de MAD Bt.

Total de Costos por hectárea	S/.5,319.=
Rendimiento: Toneladas por hectárea	12.99
Ingresos por venta de maíz amarillo duro	6,887
Rentabilidad en Maíz Bt (S/.) (promedio)	1,580
Rentabilidad % en Maíz Bt	25.21%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3: Rentabilidad en maíz Bt (S/.)

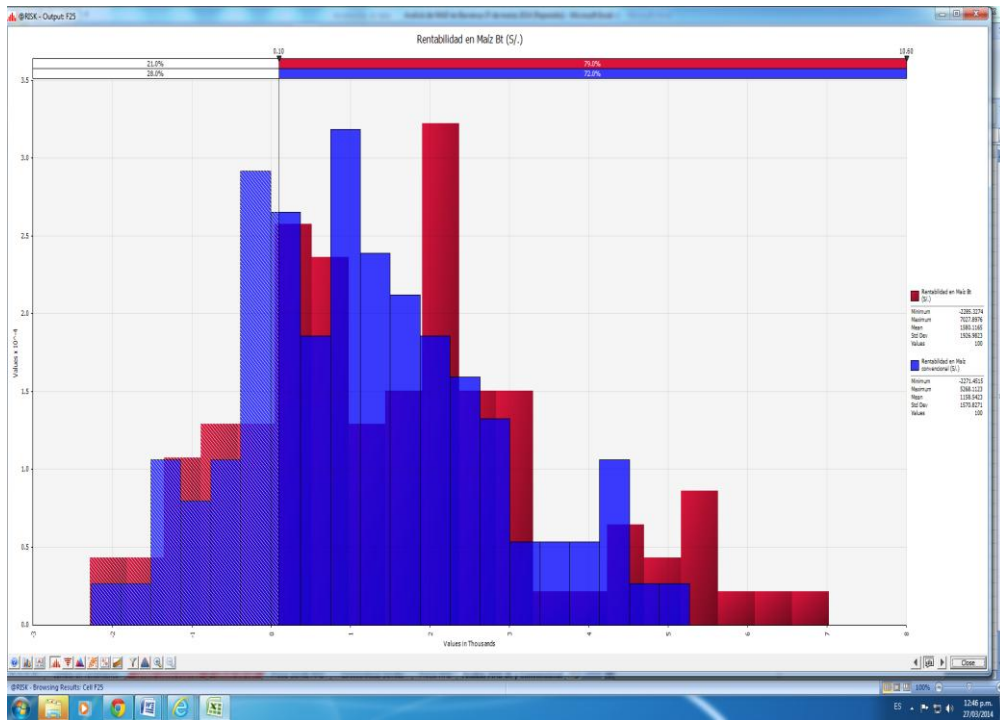


Figura 4: Rentabilidad en maíz Bt (%)



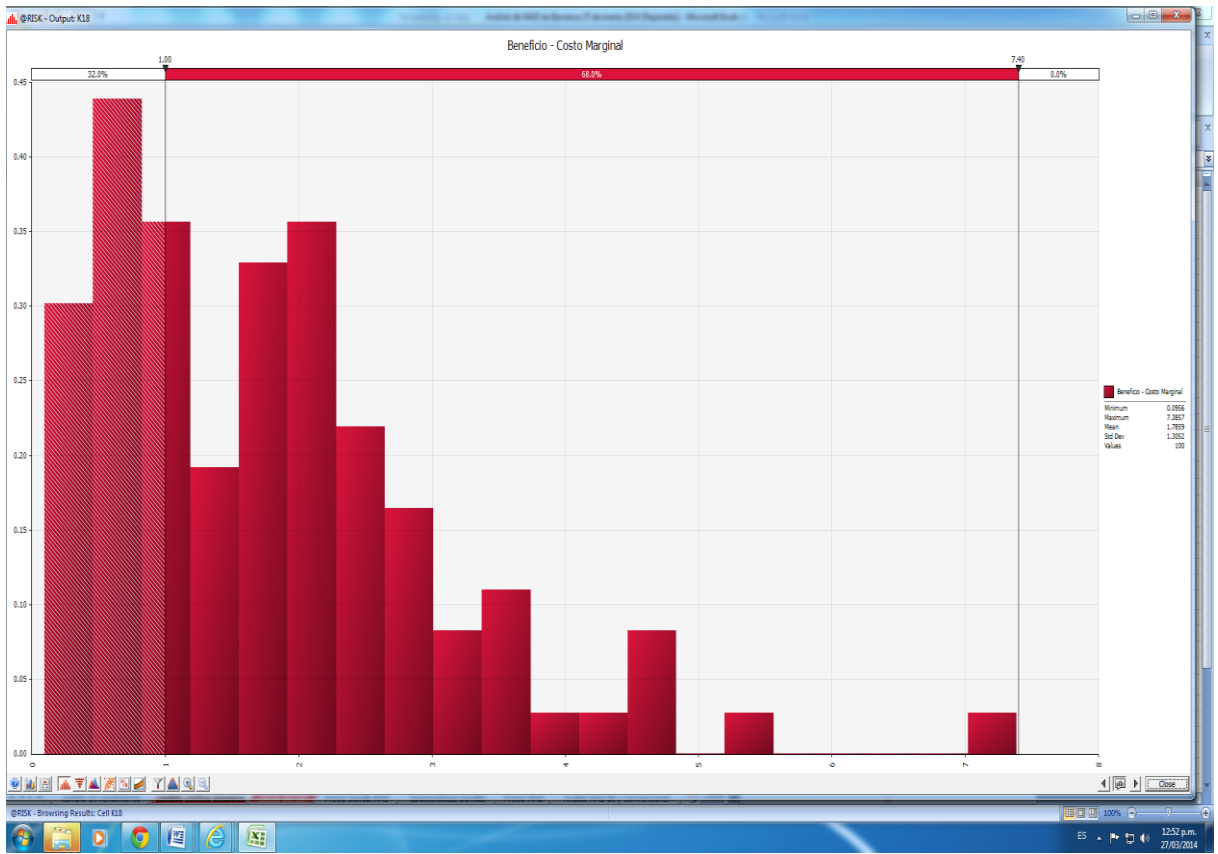
Como se ve, los escenarios positivos para la rentabilidad del MAD *Bt*, son 79 por ciento del total y el valor de la rentabilidad bruta del MAD *Bt* asciende a S/.1,580.11 por hectárea, arrojando un margen porcentual del 25.21 por ciento.

4.4. BENEFICIO COSTO DE LA INVERSIÓN ADICIONAL EN UNA SEMILLA DE MAÍZ AMARILLO DURO TRANSGÉNICA CON RESISTENCIA A *SPODOPTERA FRUGIPERDA*

A continuación se muestra el resultado del análisis Beneficio Costo de la semilla de MAD *Bt*. Se considera como costo el incremento en costo de semilla derivado del cambio de semilla convencional a semilla transgénica. Los beneficios son los incrementos en ingresos así como la reducción de costos por la disminución en el uso de Lorsban (específico anti lepidópteros).

Como se ve, el valor promedio es 1.78, con un valor mínimo de 0.09 y un valor máximo de 7.38, con un 68 por ciento de escenarios con valor mayor o igual a 1. Es decir, es conveniente, difundir el uso de una semilla de MAD *Bt* desde el punto de vista económico.

Figura 5: Beneficio costo-marginal



V. CONCLUSIONES

1. Se verifica la hipótesis de los cambios en rentabilidad en la producción de maíz amarillo duro en Barranca derivados del uso de una semilla de maíz amarillo duro *Bt*.
2. Se verifica la hipótesis de los cambios en los presupuestos de los productores de maíz amarillo duro en Barranca derivados del uso de una semilla de maíz amarillo duro *Bt*. Con una evaluación determinística, el costo total para los productores de maíz se incrementa en algo más de 300 soles por hectárea al emplear una semilla *Bt*, y los ingresos se incrementan en una suma semejante. Con la evaluación probabilística, las cosas cambian un poco, se evidencia que los escenarios positivos probables para la explotación convencional sólo llegan al 76 por ciento de los casos, mientras que para el productor que emplee la semilla *Bt* ascienden al 79 por ciento. Es decir, hay un alto riesgo en la producción de maíz amarillo duro, pues los escenarios con pérdidas ascienden al 24 por ciento en la producción convencional y al 21 por ciento en la producción transgénica. En cuanto a los beneficios promedios, ascienden a S/.1, 158 con la semilla convencional y a S/.1, 580 con la semilla *Bt.*, en el periodo observado del año 2013.
3. Se verifica la hipótesis de la mayor rentabilidad en la producción de maíz amarillo duro en Barranca empleando semilla transgénica con resistencia a lepidópteros, lo cual defenderá al cultivo del ataque del cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

VI. RECOMENDACIONES

1. En estudios posteriores, debería incorporarse la evaluación del EIQ (Environmental Impact Quotient) o Coeficiente de Impacto Ambiental para ampliar el alcance del estudio incorporando un componente de sostenibilidad.
2. Debe realizarse estudios sobre otros cultivos que pudieran emplear tecnología de transgénicos como el algodón, berenjena, colza, soya, para los cuales se justifica un estudio de largo plazo aplicando el modelo de excedentes de Alston, Norton y Pardey (1995).

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABOITES, G. Y FELIX, G. 2011, Centroamérica: Uso de semillas genéticamente modificadas e incremento del ingreso de los agricultores, CEPAL, México, D.F.

ALSTON, JULIAN, NORTON, GEORGE Y PARDEY, PHILIP. 1995. Science under scarcity: Principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting. Cornell University Press (Ithaca).

DIEZ, RAMÓN; GÓMEZ, RAQUEL; VARONA, ADRIANO. 2013. *Análisis de metodologías de evaluación antes y después de cambios tecnológicos: El caso de la liberación de los organismos genéticamente modificados en Perú*, en Fórum Empresarial, Volumen 18, Número 1. Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico.

DIEZ, RAMÓN; GÓMEZ, RAQUEL; VARONA, ADRIANO; NAVARRO, OSCAR Y ANDERSON, MARÍA. 2013. Evaluación ex-ante de alternativas transgénicas en el cultivo de papa blanca comercial. Boletín técnico, Proyecto LAC –Biosafety, Perú. Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima - Perú.

GUILLÉN, LUIS. 2013. Rentabilidad comparada de la inversión en semilla cisgénica de papa (*Solanum tuberosum*) resistente a racha (*Phytophthora infestans*) en Huasahuasi, región Junín. Tesis para optar el título de Economista, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

HAREAU, G., MILLS, B.F., AND G.W. NORTON. 2006. The Potential Benefits of Herbicide Resistant Transgenic Rice in Uruguay: Lessons for Small Developing Countries, Food Policy, 31, 162-179.

LUNA, HUGO. 2013. Efectos económicos de la liberación de papa genéticamente modificada resistente a fungosas en la localidad de Mayobamba, Región Huánuco. Tesis para optar el título de Economista, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

MAMARIL, C.B. AND G.W. NORTON. 2006. Economic Evaluation of Transgenic Pest-Resistant Rice in the Philippines and Vietnam, *Quarterly Journal of International Agriculture*, 45, (2) 127-144.

QAIM M, ZILBERMAN D. 2003. Yield effects of genetically modified crops in developing countries. *Science* 7 February 2003 :Vol. 299, N° 5608, pp. 900-902.

SEIKO, MAURA; OZANA, CARMEN; HENRIQUE, GERSON; DE PAIVA, FERNANDA. 2009. Rentabilidade e risco de sistema de produção em sucessão soja verão e milho safrinha, no estado de São Paulo, Ponencia en el 48° Congreso SOBER - Sociedad Brasileña de Economía, Administración y Sociología Rural, 2010.

VARONA, ADRIANO. 2011. Análisis de Metodologías de Evaluación *Ex – ante* de los costos y beneficios de la liberación de Organismos Genéticamente Modificados en Perú. Tesis para optar el título de Economista, UNALM, Perú.

VARONA, ADRIANO. 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 grado de Magister Scientiae en la Universidad Nacional Agraria La Molina.

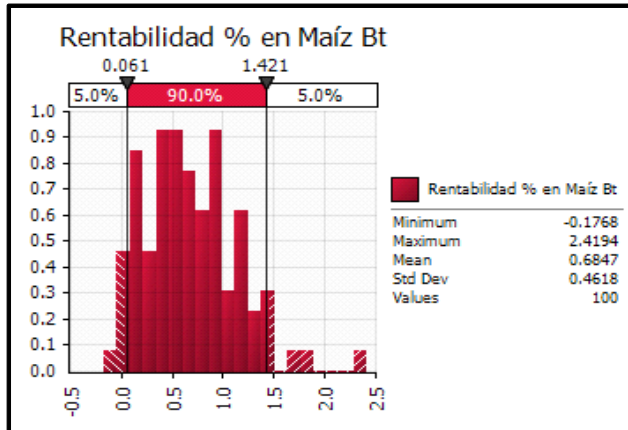
VIII. ANEXOS

ANEXO 1: Reporte de Corridos del programa @RISK

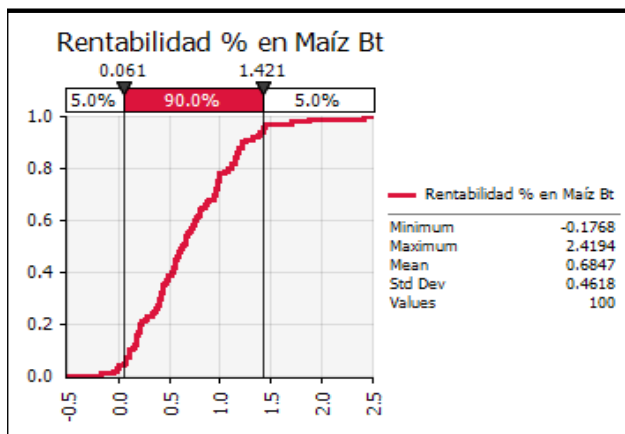
@RISK Output Report for Rentabilidad % en Maíz Bt

Performed By: Rubén Abad - Investigador Junior del Proyecto LAC - Biosafety Socioeconomía Perú

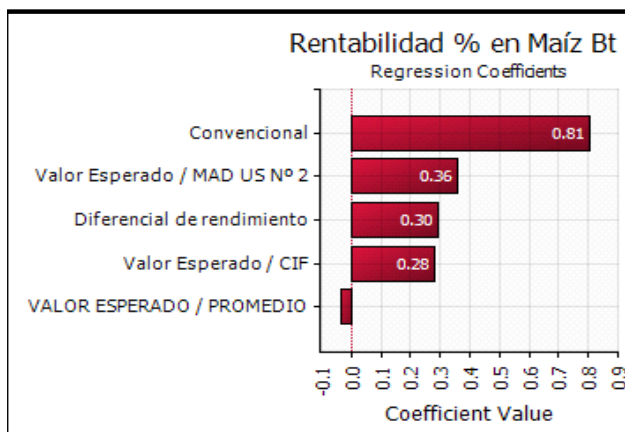
Date: miércoles, 18 de septiembre de 2013 11:05:20 p.m.



Simulation Summary Information	
Workbook Name	MAD en Barranca
Number of Simulations	1
Number of Iterations	100
Number of Inputs	15
Number of Outputs	16
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	9/18/13 22:47:28
Simulation Duration	00:01:09
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	974609650



Summary Statistics for Rentabilidad % en Maíz Bt			
Statistics		Percentile	
Minimum	-0.176777386	5%	0.06089616
Maximum	2.419438179	10%	0.113194823
Mean	0.684729749	15%	0.180971534
Std Dev	0.461814533	20%	0.213503822
Variance	0.213272663	25%	0.357770882
Skewness	0.731002393	30%	0.408047385
Kurtosis	3.984780871	35%	0.441760833
Median	0.622036783	40%	0.522239639
Mode	0.987815428	45%	0.56585052
Left X	0.06089616	50%	0.622036783
Left P	5%	55%	0.679881394
Right X	1.421465514	60%	0.754031833
Right P	95%	65%	0.82250559
Diff X	1.360569354	70%	0.942850941
Diff P	90%	75%	0.972138303
#Errors	0	80%	1.081009132
Filter Min	Off	85%	1.161917706
Filter Max	Off	90%	1.221764395
#Filtered	0	95%	1.421465514

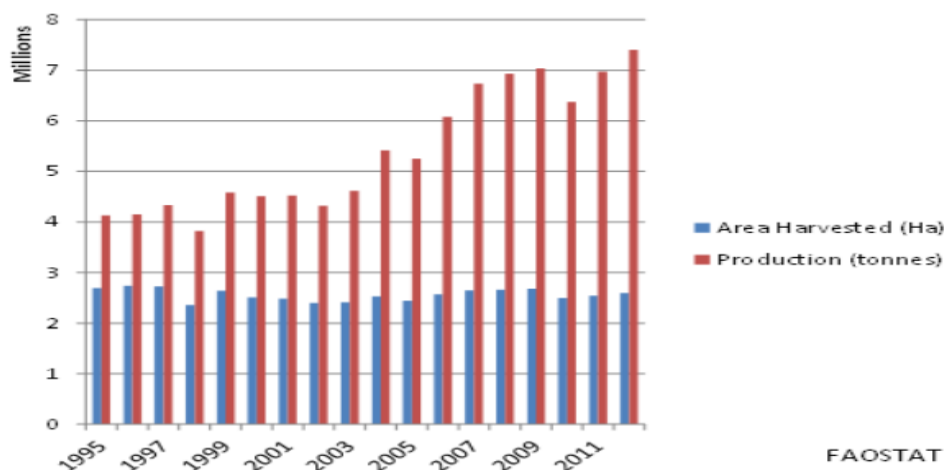


Regression and Rank Information for Rentabilidad %			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Conventional	0.806	0.825
2	Valor Esperado / MAD US Nº 2	0.358	0.561
3	Diferencial de rendimiento	0.295	0.112
4	Valor Esperado / CIF	0.280	0.287
5	VALOR ESPERADO / PROMEDIO	-0.032	0.080
6	Inversión anual	0.000	-0.115835584
7	Superficie	0.000	0.112211221
8	Inversión anual	0.000	-0.096849685
9	Reducción probable	0.000	0.080348035
10	Incremento probable	0.000	-0.052205221
11	Incremento probable	0.000	0.025022502
12	VALOR ESPERADO / PROMEDIO	0.000	-0.017581758
13	VALOR ESPERADO / PROMEDIO	0.000	0.010345035
14	Diferencial de costo	0.000	0.003672367

ANEXO 2: Impacto del maíz Bt en Filipinas

El maíz *Bt* fue introducido en Filipinas en el año 2002. Como se puede constatar en la gráfica a continuación, generada con datos obtenidos de la base de datos de la FAO, el año de adopción coincide con un incremento constante en la producción de este cultivo desde entonces. Para el 2014 se espera un incremento del 100% sobre la producción antes de la introducción del maíz *Bt*. El área sembrada con maíz *Bt* en el 2013 fue de 750,000 hectáreas. Desde la adopción del maíz *Bt* no sólo ha aumentado la producción notablemente, sino que además se ha reducido el uso de insecticidas. Antes de la introducción del maíz *Bt*, Filipinas importaba alrededor de un millón de toneladas de maíz. Hoy en día exporta alrededor de 100,000 toneladas a Corea del Sur. Filipinas hoy en día no sólo produce mucho más maíz que hace 10 años, sino que el área dedicada a la producción de este cultivo se ha mantenido constante, incluso con una tendencia a reducirse, contribuyendo de este modo a la protección de los bosques naturales. Los países de climas tropicales en especial, son lo que más requieren de las mejores tecnologías disponibles para manejar las muchas enfermedades, plagas y malezas que azotan a los cultivos

Producción de Maíz Amarillo Duro en Filipinas



Fuente: PeruBiotec. Asociación Peruana para el Desarrollo de la Biotecnología
<http://www.perubiotec.org/Contenido5-Novum/Novedades1.php>

ANEXO 3: Costos de insumos especiales: Semilla de Maíz Amarillo Duro

Precios de Insumos Agrícolas (US\$/SACO 25 KGS)								
Fecha	MAIZ MG	MAIZ RR	MAIZ BT/RR	PROMEDIO	MAIZ HIBRIDO	DIFERENCIAL	DIFERENCIAL %	
jun-10	130.00	125.00	140.00	131.67	80.00	51.67	65%	
jul-10	130.00	125.00	160.00	138.33	80.00	58.33	73%	
ago-10	130.00	125.00	160.00	138.33	80.00	58.33	73%	
sep-10	130.00	125.00	160.00	138.33	80.00	58.33	73%	
oct-10	130.00	125.00	160.00	138.33	80.00	58.33	73%	
nov-10	130.00	125.00	160.00	138.33	80.00	58.33	73%	
dic-10	130.00	125.00	160.00	138.33	80.00	58.33	73%	
ene-11	130.00	125.00	160.00	138.33	80.00	58.33	73%	
feb-11	130.00	125.00	160.00	138.33	80.00	3.18	2%	
mar-11	130.00	125.00	160.00	138.33	80.00	58.33	73%	
abr-11	145.00	130.00	160.00	145.00	80.00	65.00	81%	
may-11	145.00	130.00	160.00	145.00	80.00	65.00	81%	
PROMEDIO	132.50	125.83	158.33	138.89	80.00	54.29	68%	
MODA	130.00	125.00	160.00	138.33	80.00	58.33	73%	
MÍNIMO	130.00	125.00	140.00	131.67	80.00	3.18	2%	
MÁXIMO	145.00	130.00	160.00	145.00	80.00	65.00	81%	
DESVSTD	5.84	1.95	5.77	3.43	-	16.46	21%	
COEF.VAR	4%	2%	4%	2%	0%	30%	31%	
VALOR ESPERADO				135.15	80	55.15	74%	

Fuente: Cotizaciones internacionales de semilla de maíz amarillo convencional y transgénico.

ANEXO 4: Precio del maíz amarillo duro

	CIF	MAD US Nº 2	
ene-10	215.00	164.00	
may-10	199.00	163.00	
nov-10	280.00	238.00	
may-11	334.00	330.00	
Promedio	257.00	223.75	
Máximo	334.00	330.00	
Mínimo	199.00	163.00	
DesvStd	62.14	79.06	
Coficiente Variabilidad	24.18%	35.34%	
Valor Esperado	207.09	183.26	195.18

Fuente: Cotizaciones internacionales de maíz amarillo duro.

ANEXO 5: Precio en chacra del maíz amarillo duro

DEPARTAMENTOS	REGION COSTA							
AÑOS	00	01	02	03	04	05	06	07
LIMA	0,55	0,54	0,55	0,53	0,61	0,54	0,57	0,69
ANCASH	0,52	0,55	0,54	0,51	0,53	0,53	0,56	0,67
LA LIBERTAD	0,55	0,55	0,54	0,54	0,61	0,54	0,59	0,71
LAMBAYEQUE	0,52	0,52	0,52	0,50	0,55	0,50	0,53	0,71
	REGION SELVA							
SAN MARTÍN	0,31	0,33	0,35	0,33	0,40	0,34	0,41	0,48
UCAYALI	0,44	0,43	0,38	0,38	0,40	0,42	0,45	0,53
LORETO	0,43	0,44	0,42	0,40	0,42	0,39	0,37	0,45
NACIONAL	0,51	0,51	0,51	0,49	0,54	0,49	0,53	0,66

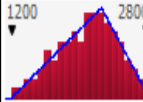
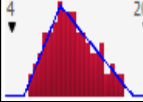
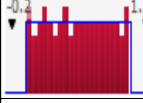
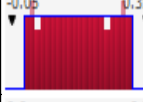
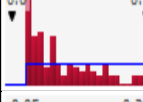

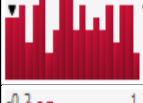
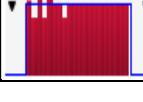
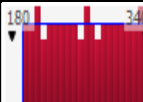
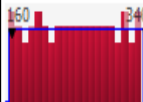
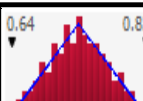
Fuente: MINAG-DGIA-Dirección Estadística

ANEXO 6: Reporte de Variables de Entrada del programa @RISK

@RISK Input Results

Performed By: Rubén Abad - Investigador Junior del Proyecto LAC - Biosafety Socioeconomía Perú

Date: miércoles, 18 de septiembre de 2013 11:05:23 p.m.

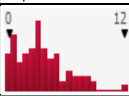
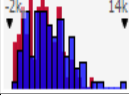
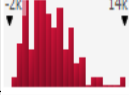
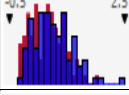
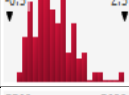

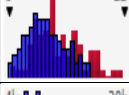
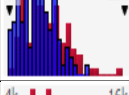
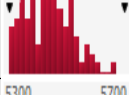


Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
Superficie	DATOS GENERALES	R15		1,261.31	2,095.50	2,734.90	1,515.37	2,573.70	0
Convencional	Rendimiento	E13		6.57	11.33	17.07	7.48	15.73	0
Reducción probable de antilepidópteros	cambio costos insumos	X25		0.83%	50.04%	99.74%	4.74%	94.81%	0
Incremento probable del rendimiento	cambio costos insumos	X26		0.13%	14.99%	29.87%	1.47%	28.29%	0
Incremento probable del precio de semilla	cambio costos insumos	X27		10.01%	26.47%	66.78%	10.52%	54.07%	0
Diferencial de rendimiento	Hoja4	Q2		0.002400862	0.1500556	0.2988592	0.0125151	0.2821932	0
Diferencial de costo de semilla Bt	Hoja4	Q3		0.1016206	0.4139278	0.7470519	0.1277225	0.6911409	0
Reducción de costo de pesticidas	Hoja4	Q4		0.007287969	0.5001025	0.9964934	0.04434856	0.9465472	0
Category: Valor Esperado									
Valor Esperado / CIF	Hoja3	B12		199.2088	266.5283	332.9722	205.7275	326.9836	0
Valor Esperado / MAD US Nº 2	Hoja3	C12		164.0617	246.5514	329.1405	170.3484	321.1234	0
Category: VALOR ESPERADO									
VALOR ESPERADO / DIFERENCIAL %	Hoja1	H21		0.6529559	0.7299285	0.8017673	0.6728371	0.7827806	0

ANEXO 7: Reporte de Salida del programa @RISK

@RISK Output Results

Performed By: Rubén Abad - Investigador Junior del Proyecto LAC - Biosafety Socioeconomía Perú

Date: miércoles, 18 de septiembre de 2013 11:05:29 p.m.

Status	Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
5	Beneficio - Costo Marginal	cambio costos insumos	K18		0.07	3.57	11.96	0.26	8.05	0
4	Rentabilidad en Maíz convencional (S/.)	Hoja4	F24		-854.1273	2937.972	9581.406	-442.1382	6735.165	0
5	Rentabilidad en Maíz Bt (S/.)	Hoja4	F25		-994.6826	3851.227	13632.72	343.1038	7956.371	0
4	Rentabilidad % en Maíz convencional	Hoja4	F26		-0.1605804	0.5523542	1.801355	-0.08312429	1.266246	0
5	Rentabilidad % en Maíz Bt	Hoja4	F27		-0.1767774	0.6847298	2.419438	0.06089616	1.421466	0
OK	Total de Costos por hectárea MAD Convencional	Hoja4	M19		5574.897	5622.963	5677.486	5589.523	5656.363	0
46	Rendimiento: Toneladas por hectárea Bt	Hoja4	M20		6.819406	12.99784	21.25813	9.282512	17.85983	0
31	Ingresos por venta de MAD Bt	Hoja4	M22		4632.07	9474.189	19267.39	5958.636	13553.67	0
32	Ingresos por venta de MAD Convencional	Hoja4	M23		4464.873	8256.972	14900.41	4876.862	12054.17	0
OK	Total de Costos por hectárea MAD Bt	Hoja4	N19		5319	5319	5319	5319	5319	0
48	Rendimiento: Toneladas por hectárea Convencional	Hoja4	N20		6.573256	11.33273	17.07409	7.475609	15.72937	0

ANEXO 8: Reporte de Análisis de Sensibilidad del programa @RISK