

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POST GRADO
MAESTRÍA EN ECONOMÍA AGRÍCOLA**



**“DEPENDENCIA DE LA SEMILLA DE MAÍZ AMARILLO DURO
IMPORTADA Y COMPETITIVIDAD DE ESTE CULTIVO EN LA
PROVINCIA DE BARRANCA, REGIÓN LIMA”**

Presentado por:

ALFREDO MIGUEL ARAGAKI VILELA

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGÍSTER SCIENTIAE EN ECONOMÍA AGRÍCOLA**

Lima - Perú

2014

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar qué tan dependiente es el país de la importación de semilla de maíz amarillo duro, y cuáles serían sus impactos en el rendimiento y rentabilidad de los productores de este cultivo en la Provincia de Barranca, Región Lima. Se manejó la hipótesis de que el uso de semilla importada de maíz amarillo duro mejora la rentabilidad de los productores en Barranca. Para la evaluación se realizó un experimento controlado cuya población es el conjunto de las unidades productivas de maíz amarillo duro en Barranca que usan semilla importada comparada con productores de la Provincia de Lambayeque, Región Lambayeque que no usa esta semilla importada pero que tienen similares características tecnológicas y de clima. Se utiliza el método de la simulación estocástica o de Monte Carlo.

En cuanto a rentabilidad, se obtuvo que el uso de semilla importada de maíz amarillo duro tiene un mayor rendimiento e ingresos netos lo cual se refleja en un mayor número de escenarios positivos en Barranca 83.4 por ciento respecto a Lambayeque 26.8 por ciento. Los agricultores de Lambayeque están sesgados hacia la izquierda con una mayor cantidad de escenarios negativos 73.2 por ciento que en Barranca donde los escenarios negativos sólo llegan al 16.6 por ciento.

En cuanto a la participación, del valor de la semilla de maíz amarillo duro con respecto al valor de la producción apenas alcanza el 4.48 por ciento, esto indica que aunque duplicando el precio de la semilla importada (costos en semilla importada), la participación del valor de semilla importada respecto a la producción sería menor al 9 por ciento.

Palabras claves: semilla de maíz amarillo duro, rentabilidad, riesgo, @risk.

ABSTRACT

The objective of this research was to assess how dependent the country of importation of yellow corn seed, and what are their impacts on the performance and profitability of the producers of this crop in the province of Barranca, Lima Region. The hypothesis that the use of seed imported yellow corn improves the profitability of producers in Barranca was handled. To evaluate a controlled experiment whose population is the set of productive units in Barranca yellow corn using imported seed producers compared to the Province of Lambayeque, Lambayeque Region that does not use this seed imported but have similar technological characteristics was performed and climate. The method of stochastic or Monte Carlo simulation is used.

In terms of profitability, it was found that the use of seed imported yellow corn has a higher yield and net income which is reflected in a greater number of positive scenarios in Barranca (83.4 percent) compared to Lambayeque (26.8 percent) . Farmers in Lambayeque are skewed to the left with a greater amount of negative scenarios (73.2 percent) than in scenarios where negative Canyon reach only (16.6 percent).

In terms of participation, the value of yellow corn seed to the value of production barely reaches 4.48 percent, indicating that even doubling the price of imported seed (imported seed costs), participation relative value of imported seed production would be less than 9 percent.

Keywords: yellow corn seed, profitability, risk, @Risk.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	7
1.3 HIPÓTESIS	7
II. REVISIÓN DE LITERATURA	8
2.1 MARCO TEÓRICO	8
2.1.1 El Análisis de Riesgo	8
2.1.2 El Análisis Económico del Proceso Productivo Agrícola en Entorno de Riesgo.....	9
2.1.3 El Análisis de Rentabilidad.....	15
2.1.4 La investigación Ex Post Facto.....	15
2.2 ANTECEDENTES	17
2.2.1 Las Tendencias Mundiales y Nacionales del MAD.....	17
2.2.2 El Debate Bioético	19
2.2.3 Beneficios Ambientales y Económicos de la Aplicación Biotecnológica en la Agricultura.....	25
2.2.4 Oportunidades y Desafíos que Presenta la Innovación y Aprendizaje en el Complejo Agroalimentario	30
2.2.5 Difusión de la Biotecnología en el Complejo Agroalimentario	32
III. MATERIALES Y MÉTODOS	34
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	34
3.2 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	34
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA	35
3.5 INSTRUMENTOS DE COLECTA DE DATOS.....	35
3.6 PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS	36
3.7 DESCRIPCIÓN DEL MODELO	37
3.7.1 Modelo General.....	39
3.7.2 Objetivo del Modelo	40

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1 DIFERENCIAS EN RENTABILIDAD POR USO DE SEMILLA IMPORTADA	44
4.2 PARTICIPACIÓN DE LAS IMPORTACIONES DE SEMILLA DE MAD EN EL VALOR DE LA PRODUCCIÓN	45
V. CONCLUSIONES	50
VI. RECOMENDACIONES.....	51
VII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	52
VIII ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Producción anual de MAD en el Perú.....	18
Tabla 2: Rendimiento promedio anual de MAD en el Perú.....	18
Tabla 3: Área global de cultivos GM en 2010 por país (en millones de hectáreas)	27
Tabla 4: Rendimientos promedios esperados.....	43
Tabla 5: Análisis de sensibilidad el Margen Neto a Variables de entrada.....	44
Tabla 6: Semilla de MAD (importaciones, valor FOB (miles US\$), valor CIF (miles US\$), y tipo de cambio) / por año.....	45
Tabla 7: Producción y precio de MAD / por año.....	46
Tabla 8: Participación del valor de las importaciones de semilla en el valor de la producción de MAD grano / por año.....	47
Tabla 9: Participación promedio esperada del valor de la semilla en el valor de la producción de MAD.....	48
Tabla 10: Análisis de sensibilidad de la participación del valor de importación de semilla a variables de entrada.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Diagrama 1: Importancia relativa de la semilla importada en producción y demanda nacional de maíz amarillo duro	5
Grafico 1: Concepto de riesgo	8
Gráfico 2: Rendimiento del MAD principales productores, 1961-2008 (en miles de Ton/Ha).....	18
Diagrama 2 Elementos básicos del análisis de riesgo	36
Grafico 3 Margen neto en Barranca	41
Grafico 4 Margen neto en Lambayeque	42
Grafico 5: Margen Neto de Barranca versus Lambayeque	42
Grafico 6: Participación promedio esperada del valor de la semilla importada en el valor de la producción de MAD	48

I. INTRODUCCIÓN

El maíz amarillo duro, *Zea maíz L.* (MAD) es un cultivo agroindustrial muy importante en nuestro país para la industria avícola ¹ y para la crianza de cerdos. Este híbrido comercial es insumo para elaborar alimentos balanceados destinados a la industria avícola y porcícola, evidenciándose un mercado insatisfecho que ha conducido a incrementar año a año las importaciones. Las importaciones de maíz, en cuanto a su valor, se ubican en el tercer lugar dentro de los productos agrarios importados, solamente antecedidas por las importaciones de soya y trigo. Es decir, en nuestro país, la producción de MAD es relativamente pequeña frente a la gran demanda de la industria de alimentos balanceados.

Por otro lado, los rendimientos del maíz amarillo duro son variados y dependen de diversos factores; en la Provincia de Barranca - Región Lima, según la encuesta LAC – Biosafety en el 2012 llegan a 11 toneladas métricas por hectárea (superior a los rendimientos en países productores como Argentina y EEUU), debido a que se aplica mayor tecnología. En el año 2010 se tuvo un rendimiento promedio de 10,250 kg/Ha; siendo el rendimiento promedio nacional de 4, 339 kg/Ha (MINAGRI, 2011), es decir, el rendimiento en Barranca está creciendo año a año. Esto sugiere que la adopción de mejores tecnologías, entre ellas las biológicas, es decir, adopción de variedades mejoradas de alto rendimiento locales o importadas, es un requisito para que los productores de maíz mejoren su competitividad.

En el mercado nacional de semillas, el comercio de variedades mejoradas de maíz amarillo duro liberadas por el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y por otras instituciones públicas, es limitado. Una causa de estas limitaciones es la desinformación por parte de los agricultores y la insuficiencia de empresas productoras que multipliquen este insumo;

¹ Esta industria mueve alrededor de S/.11, 000 millones al año. El maíz y la soya representan el 70 por ciento de los costos de alimentos para aves. Diario Gestión (19.06.2013).

otra, es la informalidad que no permite un abastecimiento adecuado y oportuno.

Desde hace más de cinco años se ha evidenciado que la provincia de Barranca, Región Lima, lidera en rendimiento, empleando semillas importadas, las cuales brindan un 50 por ciento más de rendimiento que las nacionales. En la encuesta realizada por el Proyecto LAC – Biosafety se encontró que la presencia de la semilla importada es del 100 por ciento en las unidades encuestadas de Barranca.

El presente estudio tiene como objetivo determinar el impacto del uso de semilla importada en la rentabilidad de productores de MAD así como la importancia del valor de la semilla importada respecto al valor de la producción de maíz amarillo duro. Se utilizó el método de simulación estocástica de Monte Carlo para incorporar el riesgo natural de la producción agrícola al análisis.

Para Pulgar (2012) el éxito de la producción agrícola del país depende en gran medida del acceso a semillas de buena calidad. Es conocido, que la semilla es el insumo básico y más importante, generalmente el insumo más económico e influye directamente en el retorno de los otros insumos agrícolas como agua de riego, fertilizantes, pesticidas, herbicidas, maquinaria y mano de obra.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO, más del 90 por ciento de los productores en países en desarrollo usa semillas producidas en sus explotaciones agrícolas (Neate y Guei, 2011). Esta organización también afirma, que las semillas tienen tres componentes: el tecnológico, referente a la selección de variedades; el económico, referente a la producción y comercialización y el legal, referente a las leyes y normas que regulan los dos componentes anteriores.

Lapeña (2012) señala que en el Perú, la Ley N° 27262, Ley General de Semillas modificada por el Decreto Legislativo N° 1080, y el DS N° 006-2012-AG, de 1 de junio del 2012, por el que se aprueba el Reglamento de Semillas, constituyen el marco jurídico para la promoción, supervisión y regulación de las actividades relativas a la investigación, producción, certificación y comercialización de semillas

de calidad.

La certificación de semillas es el proceso de verificación de la identidad, la producción, el acondicionamiento y la calidad de las semillas, de conformidad con lo establecido en la legislación de semillas, con el propósito de asegurar a los usuarios, tanto su pureza e identidad genética como adecuados niveles de calidad física, fisiológica y sanitaria (Art. 21 del Decreto Legislativo N° 1080). La semilla certificada puede ser de categoría básica, registrada, certificada o autorizada según los niveles (de menor a mayor) de verificación alcanzados. También se reconoce la clase de “semilla no certificada” que es la que cumple con unos requisitos mínimos de calidad pero que no ha pasado por el proceso de certificación mencionado (Título III y Anexo I del Reglamento de Semillas).

Copeland y McDonald (2001) señalan que las semillas de variedades mejoradas son el medio para incrementar el rendimiento y calidad de las cosechas, al servir como puente entre el mejoramiento genético (la investigación) y el productor. Según Luna et al. (2012) en países en desarrollo el uso de semillas mejoradas permitiría alcanzar niveles competitivos en la producción. En el mercado nacional de semillas, el comercio de variedades mejoradas de maíz amarillo duro liberadas por el Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) y por otras instituciones públicas, es limitado, no obstante existen materiales genéticos destacados. Una causa de estas limitaciones es la desinformación por parte de los agricultores y la insuficiencia de empresas productoras que multipliquen este insumo, otra, es la informalidad que no permite un abastecimiento adecuado y oportuno.

1.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

En nuestro país, la producción de MAD es relativamente pequeña frente a la gran demanda de la industria de alimentos balanceados orientada a satisfacer las exigencias de la industria avícola y en menor medida a la porcicultura.

El aumento del consumo sostenido de este tipo de carne² explica las crecientes importaciones de este producto. Como se ha mencionado, el MAD es uno de los principales bienes intermedios importados (por ejemplo: en el año 2007, las importaciones de este producto alcanzaron el cuarto lugar con un valor CIF de US\$ 395 mil millones de dólares)³, y crecen a una tasa promedio de más de 8 por ciento anual en los últimos 5 años. Según COMEXPERU, para el año 2013, la importación tiene como proveedores a Argentina (con una participación del 81.7 por ciento de las importaciones), Paraguay 11.3 por ciento, Brasil 5.5 por ciento y Bolivia 1.5 por ciento.

La producción nacional de MAD ha venido creciendo a una tasa promedio de 1.8 por ciento en los últimos 9 años. En lo que se refiere a esta industria, los altos volúmenes de importación y los precios internacionales, inciden de manera significativa en los precios locales de alimentos básicos como el pollo y los huevos. El precio interno del MAD depende claramente del precio internacional internalizado, así la diferencia entre los precios nacionales y los internacionales es significativa: por ejemplo desde el año 2002 el sobrecosto frente al precio internacional fluctúa entre el 12 y el 18.5 por ciento.

Según Zegarra (2013) en cuanto a la importancia relativa de la semilla importada en la producción nacional y el abastecimiento de MAD, si tomamos en cuenta la superficie cosechada promedio de maíz amarillo que registra el Ministerio de Agricultura a nivel nacional entre 2010 y 2012 y las importaciones anuales según SUNAT en el mismo periodo tenemos que: se cosecharon 270,000 hectáreas en promedio y se importaron 2,500 toneladas anuales de semilla en promedio en los tres años. Si en promedio una tonelada de semilla importada sirve para unas 40 hectáreas (25 Kg/ha), tenemos que las importaciones habrían cubierto al 38 por ciento de la superficie cosechada de maíz en el país⁴, lo cual representa el 54 por ciento del maíz producido (asumiendo un rendimiento promedio de 6.5 t/ha. en la semilla importada).

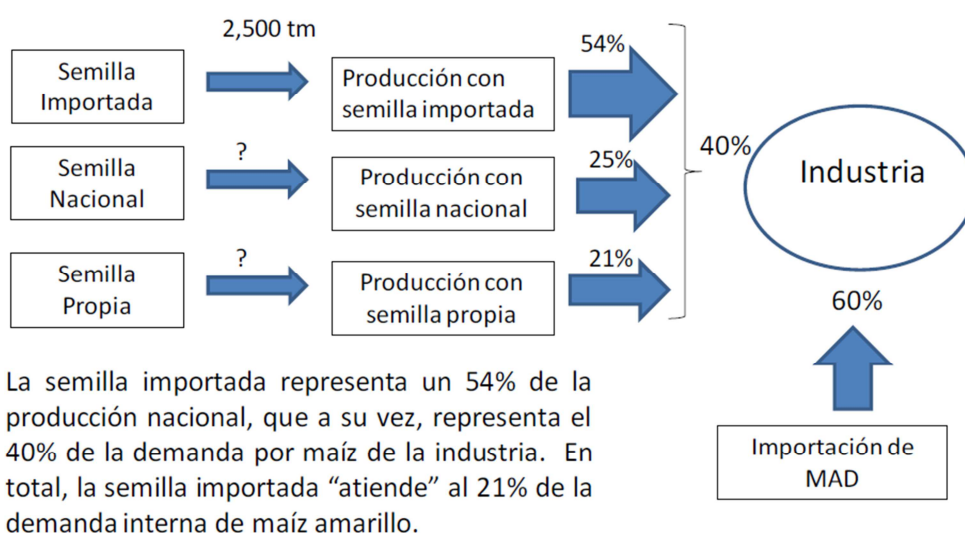
²En el año 2012 el consumo per cápita anual promedio de pollo en el Perú asciende a 20.8 kilos, inferior al de Brasil que supera en promedio los 35 Kilos como consumo anual per cápita del mismo producto.

³ Ver: http://www.comexperu.org.pe/archivos%5Crevista%5Cmarzo09%5Cportada_139.pdf . Pp. 8.

⁴ Aproximadamente 102,600 has.

La producción nacional representa solamente el 40 por ciento del maíz amarillo utilizado por la industria. Por ende, la semilla importada representaría un 21 por ciento (0.54 x 40 por ciento) del abastecimiento interno de maíz amarillo a la industria de alimentos (avícola, porcícola y otros). Por otro lado, si tomamos en cuenta los últimos diez años, a grandes rasgos, podríamos afirmar que se importó semilla aproximadamente para la tercera parte del área sembrada y representa también más de la mitad del maíz producido. En el resto de las áreas, se cultiva con semilla que provee el INIAA a través de casas comerciales⁵.

Diagrama 1: Importancia relativa de la semilla importada en la producción y demanda nacional de maíz amarillo duro



Fuente: Zegarra, E. (2013)

En las campañas de siembra en los valles, siempre se ha tenido problemas de bajos rendimientos de lo ofrecido por los importadores o comercializadores de semilla (14 t/ha.) y solo se logra cosechar en promedio 4.5 t/ha., y cuando el productor hace reclamos los importadores siempre argumentan que la culpa es del productor.

Desde hace más de cinco años se ha evidenciado que la provincia de Barranca, lidera en rendimiento con semillas importadas, el cual es 50 por ciento mayor que el de las nacionales. Ahí también se encontró que la presencia de la semilla importada es del 100 por ciento en las unidades encuestadas.

⁵ El MAD es un híbrido comercial, no es posible guardar la semilla de una campaña a otra.

Algunos interesados en el tema agrario postulan que no deben ingresar semillas importadas, y que el país es autosuficiente. Más ahora que en el exterior se producen semillas transgénicas, arguyen que nuestro país es autosuficiente en la generación de semillas convencionales de alta productividad que le brindan alta rentabilidad al agricultor. Entonces se hace necesario responder dos interrogantes: (a) ¿conviene analizar el efecto que podría causar impulsar el mayor uso de semillas importadas en la producción local y cómo éstas podrían beneficiar en forma directa e indirecta al productor?, (b) ¿cómo la dinamización del mercado de semillas importadas podría influir en la rentabilidad del productor y en la competitividad de la industria (en términos de riesgo, costos y rendimiento)?

Estudios muestran (Diez et al., 2013) que estas semillas son rentables en países desarrollados, para la sociedad, pues ganan los productores (mejoran competitividad y rentabilidad) y los consumidores disfrutan de menores precios y mayor cantidad ofertada. El gobierno obtendría rentabilidad social con su inversión y el inversionista privado que desarrollara y difundiera esta semilla ganaría mucho. Las cotizaciones de este commodity en los últimos años se han mantenido altas y fluctuantes por problemas climatológicos y el aumento en su demanda. Por ello, se requiere propiciar la investigación y garantizar el abastecimiento de semilla certificada o garantizar que la semilla importada sea de buena calidad con una adecuada supervisión.

Las estadísticas demuestran que en el mundo los países que más exportan maíz son los que más importan maíz para siembra a excepción de México (Espinosa et al., 2003). En tal sentido, en el Perú el uso de semilla de maíz amarillo duro de dudosa procedencia incide en su bajo rendimiento y en los altos costos de producción por kilo de grano.

Escasas investigaciones del mercado de semillas de maíz amarillo duro en el Perú, estudian (en un contexto de moratoria) el abastecimiento en una industria que, no obstante, tiene alto potencial productivo, a los productores aún les falta alcanzar competitividad y mejorar ostensiblemente sus bajos rendimientos.

1.2.OBJETIVOS

Objetivo General

El objetivo principal de la presente investigación es evaluar qué tan dependientes somos de la importación de estas semillas, y cuáles serían sus impactos en rendimientos y rentabilidad de los productores, específicamente en la Provincia de Barranca, Región Lima, lugar designado para el análisis por ser zona de alta producción y rendimiento.

Objetivos específicos

Esto significa que se busca alcanzar los siguientes objetivos específicos:

O.E.1. Evaluar el impacto del uso de semilla importada de maíz amarillo duro en la rentabilidad de los productores en la Provincia de Barranca, Región Lima.

O.E.2. Evaluar la participación del valor de semilla importada en el total del valor de la producción de este cultivo a nivel nacional.

1.3 HIPÓTESIS

Hipótesis General

El uso de semilla importada de maíz amarillo duro mejora la rentabilidad de los productores de la Provincia de Barranca, Región Lima.

Hipótesis Específicas

H.E.1. Se plantea que el uso de semilla importada de maíz amarillo duro influye significativamente en la rentabilidad de los productores en la Provincia de Barranca, Región Lima.

H.E.2. Se plantea que es significativamente creciente el uso de semilla importada de maíz amarillo duro respecto al valor de producción de este cultivo en el País.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

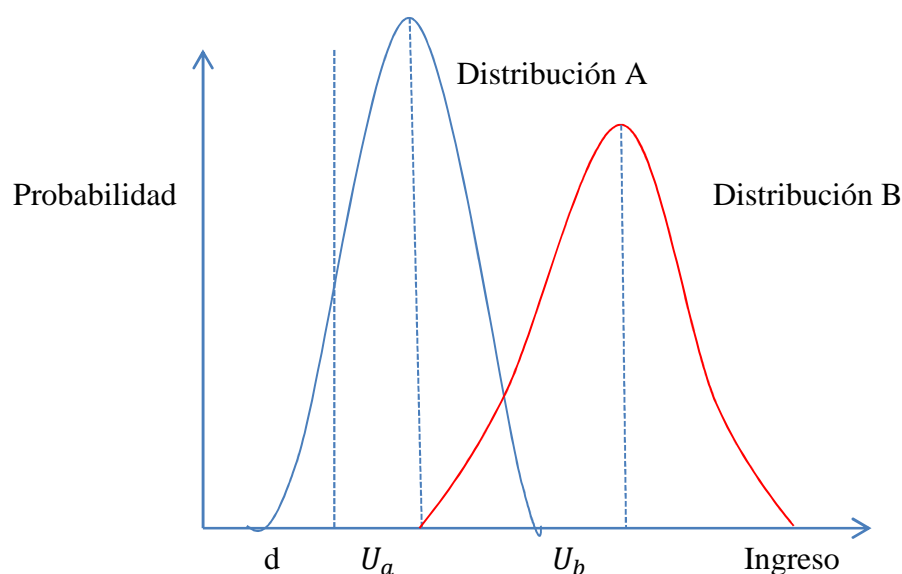
2.1.MARCO TEÓRICO

2.1.1. El Análisis de riesgo

Su definición afecta la formulación de los modelos sobre toma de decisiones bajo condiciones de incertidumbre y el papel de la aversión al riesgo. Un primer enfoque define riesgo como una medida de dispersión de posibles resultados. Otro enfoque como la probabilidad de que los retornos de una determinada decisión caigan por debajo de un nivel crítico (pérdidas).

Supóngase que un agricultor debe decidir entre dos tipos de semillas con distintas frecuencias de distribución respecto al ingreso neto. Supóngase también que el nivel de ingreso cero es “d” (ver el gráfico 1.2.1). La distribución A tiene menor dispersión en sus ingresos que respecto a la distribución B, pero con un menor promedio de ingreso neto y una mayor probabilidad de obtener un ingreso por debajo del nivel de desastre que respecto a la distribución B.

Gráfico 1: Concepto de Riesgo



Fuente: Cannok, G. y Gonzales-Zúñiga, A. (1994)

2.1.2. El Análisis Económico del Proceso Productivo Agrícola en Entorno de Riesgo

Según Seiko, M. (2006) hay dos factores importantes que influyen en la decisión de los productores agrícolas: los costos e ingresos del establecimiento de cultivos y los riesgos derivados de esta producción.

Los conceptos de riesgo y análisis de riesgo se utilizan en varias áreas de la actividad humana. La importancia del análisis de riesgos y el riesgo aumenta a medida que los sistemas tecnológicos se vuelven más complejos, al rápido cambio tecnológico y la disminución de la capacidad para hacer predicciones precisas sobre el futuro resulta en una gran incertidumbre económica. Hoy en día, el análisis de riesgo y el riesgo son reconocidos como herramientas útiles como apoyo de la toma de decisiones.

Knight (1964) consideró que la incertidumbre debe ser tomada en un sentido radicalmente distinto de la noción familiar de riesgo, la cual nunca ha sido adecuadamente separada. La principal diferencia es que la incertidumbre no es medible, aunque es sencillo realizar “previsiones” que resulten creíbles, dando una falsa sensación de certeza aun siendo pura especulación. La incertidumbre no se puede evaluar de forma controlada, mientras que el riesgo sí se puede establecer de forma clara⁶. En las aplicaciones económicas, la distinción entre el riesgo y la incertidumbre radica en la disponibilidad de la información, lo que permite medir la probabilidad de ocurrencia de eventos futuros. En general, la literatura indica que el riesgo y la incertidumbre son relacionados a situaciones en las que las medidas de desempeño de un sistema proporcionan un posible resultado y estos no son conocidos a priori. La distinción entre el riesgo y la incertidumbre, radica en el que en el primer caso, las distribuciones de probabilidad de las medidas de desempeño pueden ser atribuidas directamente, mientras que en condiciones de incertidumbre, estas probabilidades se asignan o estimado con bases subjetivas (Douglas, 1983). En segundo lugar para Aven (2004) es común para ilustrar las situaciones de riesgo basado en los juegos de azar , donde las probabilidades se deducen de manera

⁶ Por ejemplo, el lanzamiento de una moneda en el que no sabemos si saldrá cara o cruz. En este caso es sencillo evaluar las probabilidades de cada resultado posible, que son un 50%. No podemos controlar qué saldrá, pero sí cuáles son las opciones y qué probabilidad tienen. De esta forma, se conoce a qué riesgo nos enfrentamos.

objetiva, o en base en datos empíricos pertinentes, tal como se utiliza en la serie de datos actuariales o de seguros y el probabilidades subjetivas, expresando grados de creencia, reflejan situaciones de incertidumbre. El grado de exactitud de la literatura también permite interpretar estimaciones subjetivas de probabilidades e incertidumbres objetivas.

Winkler (1996) en la discusión de los fundamentos de la incertidumbre y probabilidad, afirma que la probabilidad es el lenguaje matemático de la incertidumbre sin embargo la interpretación de la probabilidad ha generado grandes controversias. El autor distingue tres tipos de interpretación de las probabilidades en el contexto de incertidumbre, la interpretación clásica, la frecuencia relativa y la frecuencia subjetiva, cada uno con sus propias limitaciones. En el primer caso, la interpretación clásica, la principal limitación es que la razón de ser de este tipo de interpretación es la noción de resultados igualmente probables y aunque fácil de implementar, su aplicabilidad se limita en situaciones prácticas. La interpretación de frecuencias relativas, sin embargo, es más sensible a los acontecimientos que ocurren en el mundo real, la principal limitación de esta interpretación es en relación a la necesidad de una amplia base de datos, que en algunos casos, simplemente no está disponible.

En un estudio sobre las aplicaciones prácticas de análisis de riesgos, Aven (2003) propone que la incertidumbre es el concepto clave de riesgo y el desarrollo de este enfoque puede facilitar la interacción entre las diferentes áreas que se aplican el análisis de riesgos. Para el autor, el riesgo a menudo expresa la incertidumbre y la falta de conocimiento para predecir con precisión los resultados del rendimiento de un modelo.

La agricultura está considerada como una de las actividades con mayor nivel de riesgo en términos de producción y precios Stead, (2004). Además, están presentes en la agricultura, otras fuentes de riesgo, de acuerdo con las definiciones y ejemplos de Baquet et al. (1997) y Hardaker et al. (1997):

- Riesgo de cambio: en relación con la apreciación o depreciación de la moneda, las importaciones y las exportaciones nacionales que afectan a

los precios y, por lo tanto domésticos para productos e insumos negocian de forma competitiva.

- Riesgo institucional: que se deriva de la incertidumbre sobre el impacto de las políticas gubernamentales en la rentabilidad agrícola con respecto, por ejemplo, el comercio exterior, la salud animal, inocuidad de los alimentos.
- Riesgo financiero: relacionado a la manera en que se financia la producción agrícola. Ejemplos de riesgos financieros incluyen aumentos inesperados en los tipos de interés, la posible falta de crédito, etc.
- Riesgos jurídicos: relacionados a acuerdos contractuales, responsabilidades ambientales y la creciente importancia de la seguridad alimentaria.
- Riesgos Personales: relacionados directamente a las personas que manejan la producción e incluyen accidentes, enfermedades crónicas, etc. La literatura sugiere que las principales fuentes de riesgo sistemático en la agricultura, es decir, aquellos que pueden ser de alguna forma el objeto de la predicción y cuantificación son: la producción, los precios del producto y los costos de producción.

La cantidad y la calidad del resultado de la producción agrícola de una variedad de los insumos es típicamente incierta , debido al impacto de las variables tales como el clima , las plagas y enfermedades que son en gran medida exógenos . Los efectos de estos factores se ven agravados por el largo periodo de producción inherente a la agricultura. Este retraso crea incertidumbre en los precios, ya que los productores deben tomar decisiones antes de que tengan la garantía de los precios. La incertidumbre también impregna los costos de producción debido a la posibilidad de cambio en los precios de los insumos Stead (2004).

La variación en la producción surge no sólo por los factores que no están bajo control del productor, sino también las decisiones que los productores son capaces de controlar, como cantidad de insumos, tecnología utilizada, etc. Allen y Lueck (1998).

Según Norwood et al. (2004) el conocimiento preciso del comportamiento de la

productividad agrícola es un instrumento crítico para la gestión de las propiedades, y la formulación de las políticas agrícolas en forma de subvención a las pólizas de seguros en la producción. Para el autor, aunque es importante conocer la naturaleza producción estocástica, la caracterización de la distribución de la productividad agrícola puede ser muy difícil, debido a la gran variación de un año a otro.

Sherrick et al. (2004) demuestra que las grandes diferencias en los pagos de seguros para productores de los principales cultivos de Estados Unidos sólo pueden aumentar con parámetros elegidos para determinar las distribuciones de probabilidad y las especificaciones de las pruebas de la distribución de probabilidad se requiere para evitar los errores significativos en las políticas de seguro de la producción y la evaluación de los pagos esperados por el asegurado.

Otra causa de incertidumbre en la producción agrícola son los precios de mercado. Moschini y Hennessy (2001) atribuyen la incertidumbre de los precios agrícolas a las curvas demanda inelástica, combinada con las curvas de oferta relativamente elásticas. En este sentido, shocks de producción o demanda relativamente moderados producen variaciones considerables en los precios que pueden alcanzar al productor individual, grupos de productores, una región o país.

Para Isengildina et al. (2004) los precios agrícolas son naturalmente inestables debido principalmente a una combinación de una demanda inelástica para la alimentación y la producción agrícola y las tecnologías sujetas a los impactos climáticos naturales, plagas y enfermedades.

Adam et al. (1996) pone de manifiesto la importancia de conocer el patrón de comportamiento de los precios de los agentes económicos para ayudar en la toma de decisiones, así como la formulación de políticas públicas. Según Kunze (1990) la necesidad de proporcionar estimaciones tempranas de la calidad ha sido considerada por el Departamento de Agricultura (USA), que desde 1920 ha sistematizado y ha generado información sobre la producción de la cantidad prevista, así como los precios agrícolas.

Diferentes estudios muestran la volatilidad de los precios agrícolas, especialmente

para el segmento de granos. En el caso de muchos de estos productos agrícolas, estudios referentes a las predicciones del comportamiento de los precios sobre la base de sus desempeños futuros en mercados de productos básicos agrícolas, guían a los agentes económicos en la realización de fijación de precios y brindan metodologías para pronosticar el comportamiento futuro de precios.

Koekebakker y Lien (2004) encontraron evidencia de gran volatilidad de los precios del trigo a partir del análisis del comportamiento de los precios futuros del grano con cambios repentinos y discontinuos. Según Janick (1996) por más de un siglo, la agricultura estadounidense ha estado bajo la presión constante de la inestabilidad de los precios agrícolas. Los programas federales de los años sesenta, basados en subsidios y la reducción de la superficie de cultivo, intentaron estabilizar el retorno productores económicos, pero no ha podido impedir la reducción de la renta agraria. El autor afirma que los programas federales de apoyo a la producción agrícola se implementaron de una manera inesperada y no planificada. Por esta razón, los Estados Unidos, a pesar de su extensión territorial, concentra el valor de la producción agrícola en unos pocos cultivos, el fenómeno se intensificó a lo largo del siglo 20 con el aumento del cultivo de soya. Casi el 80 por ciento de la tierra cultivable en Estados Unidos se concentra en el trigo, el maíz y la soya. En las últimas dos décadas, los problemas de seguridad los alimentos, el costo de producción de los productos básicos y la sostenibilidad agrícola son polémicos y de debate. La literatura se centra en la comparación de la rentabilidad y el riesgo en la diversificación de los sistemas de cultivo, con los sistemas convencionales, que se caracteriza por cultivo de una sola especie y llamado sistemas sostenibles, en sus diversas formas. Uno de los estudios en esta área es el de Smith et al. (2004), el cual evaluó los rendimientos netos y el riesgo de los cultivos orgánicos en comparación con los cultivos convencionales en la Región Norte de Estados Unidos, y señaló que los sistemas orgánicos más rentables incurren a mayores riesgos de precio, pero los niveles de ingresos son mayores que los de cultivos convencionales.

Walburger et al. (2004) analizó muchos resultados económicos de sistemas de rotación de cultivo de hortalizas con reducción de los períodos de barbecho y sistemas que utilizan diferentes niveles de abono orgánico, recomienda diferentes

sistemas para los productores con necesidad de controlar los niveles de fecundidad de suelo y menor aversión al riesgo en la región de Alberta (Canadá).

Un estudio de los cultivos tropicales de Somarriba y Ramírez (2000) que analiza el riesgo y el rendimiento de los diferentes sistemas que combinan extensiones de cultivos tropicales, cultivos anuales y permanentes de coco, comprobó la superioridad general de los cultivos diversificado en comparación con los monocultivos. Ramírez et al. (2001) efectúan el análisis de las combinaciones de sistemas agroforestales de las especies de cacao, plátano y otras especies forestales en algunas regiones de América Central, encontró que el ingreso neto esperado fue mayor en comparación con los sistemas de monocultivo. Además, encontró que la introducción de cultivos de cacao presenta menos riesgo que los cultivares de plátanos y que el cultivo de especies forestales es un factor clave para reducir los riesgos financieros.

Lu et al. (2003) analizó seis sistemas de producción con técnicas de producción sostenible entre ellas la rotación de cultivos y el análisis del nivel de nutrientes en suelo, encontró que los sistemas orgánicos tienen menor riesgo en la variabilidad de las ganancias en el largo plazo y es por lo tanto conveniente para los productores con aversión al riesgo. Para el autor, la pérdida de control para mantener los niveles de nutrientes en el suelo es un gran desafío para los sistemas de producción orgánica.

Para Halloran et al. (2005) aunque los productores reconocen los beneficios agronómicos de rotaciones y secuencias de cultivos de diferentes especies, los beneficios de la producción de cultivos de alto valor, generan incentivos para el cultivo continuo y constante. Los autores, en otro estudio relativo a la sucesión de cultivo de la papa con cebada, el maíz dulce, verdes, canola, y frijoles, muestran que los sistemas de sucesión, permiten la obtención de mayores ingresos y reducen los riesgos de producción. La literatura también muestra la relación entre la reducción del riesgo y la diversificación de la producción se ve afectada por una variedad de factores que afectan a la producción, tales como los tipos de gestión, el suelo, las condiciones climáticas, y, en algunos casos, la diversificación puede incluso afectar negativamente a la gestión de los riesgos de producción.

2.1.3. El análisis de la Rentabilidad

Según CEPES – FAO (2003) el maíz amarillo duro costeño en el Perú es aún menos rentable que el algodón. La prueba está en que un agricultor de Cañete, asistido por el Instituto Rural Valle Grande, que produce 8,5 toneladas por hectárea, es decir, lo mismo que en Estados Unidos, genera una utilidad bruta de (sin valorizar el terreno) de solo 515 dólares por hectárea al año y a un precio por kilo relativamente alto⁷. Este es un nivel de subsistencia para un agricultor que tenga 3 o 4 hectáreas. El mencionado estudio fue concluyente: encontró que en la campaña 2000-2001 la agricultura de la costa “sólo fue rentable para un pequeño grupo de agricultores, principalmente los de gran empresa con altos niveles de inversión en riego tecnificado y con productos de alta tecnología, orientados a mercados externos”.

De Althaus (2008) afirma que los intentos de armar una cadena productiva bien organizada no ha funcionado hasta ahora, en parte debido a que los industriales formales necesitan comprar con factura para descontar el IGV y los pequeños productores sencillamente no pueden dar factura porque la contabilidad de un negocio formal es muy complicada, y además porque pueden venderle a los productores informales de pollos y cerdos sin documento alguno.

Según De Althaus (2008) el año 2000, por ejemplo, se firmó un contrato entre la Asociación de Productores del Valle de Huaura y Avícola Redondo con la participación del IICA y del Proyecto Incagro, para formar una cadena. Se produjo mucho material metodológico, se capacitó a los agricultores pero no se pudo resolver el problema de la excesiva parcelación ni pudieron los agricultores poner una secadora que les hubiese permitido retener un poco más el producto y recibir un mejor precio.

2.1.4. La investigación Ex Post Facto

Según Cancela et al. (2010) los fundamentos de la investigación experimental obligan a que el investigador controle las variables, así su validez depende de esa capacidad. En cambio, cuando investigamos en las ciencias sociales y humanas los

⁷ El precio subió desde el 2006 de 50 centavos de sol por kilo a 80 centavos, debido a la mayor demanda mundial de etanol que se fabrica con maíz. El cálculo referido usa un precio de 70 centavos de sol/kilo.

fenómenos sujetos a estudio suelen producirse al margen de la voluntad del investigador. Cuando no podremos ejercer su control será si nos referimos a un caso que se produce después de los hechos y lo calificamos como ex post-facto.

La expresión “ex-post-facto” significa “después de hecho”, haciendo alusión a que primero se produce el hecho y después se analizan las posibles causas y consecuencias, por lo que se trata de un tipo de investigación en donde no se modifica el fenómeno o situación objeto de análisis (Bernardo y Caldero 2000). Estos autores también nos dicen que según (Kerlinger, 1983) la investigación ex post-facto es entendida como una búsqueda sistemática y empírica en la cual el científico no tiene control directo sobre las variables independientes porque ya acontecieron sus manifestaciones o por ser intrínsecamente manipulables.

Ventajas:

- Es importante cuando no es posible la más rigurosa propuesta experimental.
- El método ofrece información útil en relación con la naturaleza del fenómeno; en ese sentido es una herramienta exploratoria de gran valor.
- Los avances en técnicas estadísticas y en la metodología general han hecho más defendibles los diseños ex post facto.
- Hay casos en los que es más útil este método que el experimental, sobre todo cuando al utilizar el experimental corremos el riesgo de introducir una nota de artificialidad en los procedimientos de investigación.
- Es apropiada cuando se exploran relaciones simples de causa-efecto.
- Puede dar sentido direccional y proporcionar una fuente fructífera de hipótesis que se pueden probar posteriormente por el más riguroso método experimental.

Inconvenientes:

- El investigador no puede manipular la variable independiente, por lo que hay una falta de control.
- No se puede conocer con certeza si el factor causal ha sido incluido o ni si quiera se ha identificado.
- Es posible que no sea la causa factor singular alguno.

- Pueden producirse resultados diferentes según las causas y las situaciones.
- Cuando se ha descubierto una relación, existe el problema de decidir cuál es la causa y cuál el efecto (hay que considerar la causalidad inversa también⁸).
- Que dos factores estén relacionados no establece la causa y el efecto.
- Puede ser problemático clasificar en grupo dicótomos.
- Existe la dificultad de interpretación, y de que se haga la asunción post hoc (como "X" precede a "O", "X" es causa de "O").
- A menudo basa sus conclusiones en una muestra demasiado limitada.
- Suele fallar al individualizar los factores realmente significativos y al reconocer que los hechos tienen causas múltiples.
- Algunos lo ven un método demasiado flexible.
- Carece de capacidad de invalidación y de confirmación.

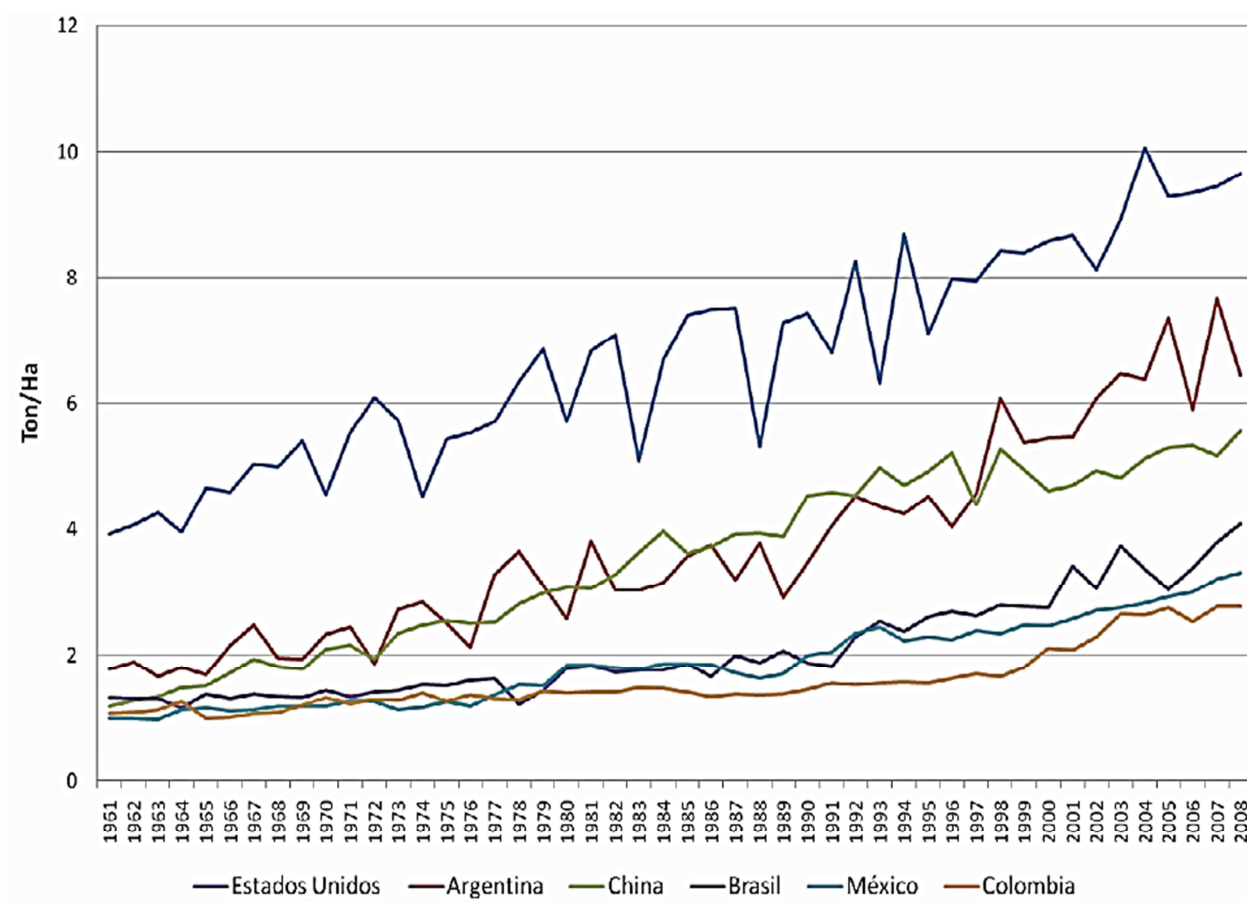
2.2. ANTECEDENTES

2.2.1 Las tendencias mundiales y nacionales del MAD

A escala mundial, se cultivan 140 millones de hectáreas de MAD, lo que aporta una cosecha de 600 millones de toneladas anuales. Por lo que se refiere a la producción mundial de maíz, ésta registró una tasa media de crecimiento anual de 2 por ciento (entre 1996-2006), muy superior a la experimentada por la superficie cosechada que tuvo un ritmo de crecimiento de tan sólo 0.6 por ciento anual. Lo anterior se explica por la dinámica de crecimiento de los rendimientos que fue de 1.4 por ciento anual; esto, gracias a la utilización de semillas mejoradas y tecnologías de punta (SIAP, 2007). Los principales productores son Estados Unidos, China y Brasil seguidos por Argentina, y México. En cuanto al rendimiento: Estados Unidos bordea las 10 TM/Ha ver Gráfico 2.

⁸ Ejemplo de causalidad inversa: un investigador podría, por ejemplo, hacer la hipótesis de que el comportamiento agresivo es el resultado de ver programas violentos de televisión. Sin embargo, la causalidad inversa podría establecer que alguna gente ve programas violentos en televisión porque son agresivos anteriormente.

Gráfico 2: Rendimiento del MAD principales productores, 1961-2008 (en miles de Ton/Ha)



Fuente: Leibovich, et al. (2010)

Tabla 1: Producción anual de MAD en el Perú

Año	Producción (en miles de TM)
2003	1097.337
2004	983.156
2005	999.274
2006	1019.806
2007	1122.918
2008	1231.516
2009	1273.943
2010	1283.621
2011	1258.788
2012	1399.950

Fuente: MINAGRI
Elaboración: propia

Tabla 2: Rendimiento promedio anual de MAD en el Perú

Año	Rendimiento (kg por ha)
2003	3917
2004	3661
2005	3610
2006	3667
2007	3971
2008	4138
2009	4189
2010	4339
2011	4543
2012	4724

Fuente: MINAGRI
Elaboración: propia

En el Perú, el MAD es el tercer cultivo en importancia a nivel nacional, según el IV Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO, 2012), de la superficie agrícola con cultivos (4 155 678 hectáreas), el MAD constituye el 6.3 por ciento es decir 261, 6 mil hectáreas. Según CEPES-CONVEAGRO (2009), la Cadena Maíz Amarillo Duro – Avicultura contribuye con el 22 por ciento al PBI agrícola, señalan también, que la producción de MAD demanda una generación de mano de obra de 20 millones de jornales, lo que equivale a 56 000 mil puestos de trabajo permanentes mientras que el cultivo del MAD en todas sus fases genera 79 000 puestos de trabajo permanentes. Se produce en Lima, La Libertad, Piura, Ica y en la selva de San Martín y Loreto, marginalmente en la sierra, produciéndose en todo el país cerca de un millón doscientas mil toneladas con un rendimiento nacional promedio de 4.5 TM/Ha (en costa bordea las 6 TM/Ha. y en selva escasamente supera las 2 TM/Ha).

2.2.2 El debate Bioético

”La biotecnología es el empleo de células vivas para la obtención y mejora de productos útiles, como los alimentos y los medicamentos”. La biotecnología, también, ”es la disciplina que se encarga del estudio científico de estos métodos y sus aplicaciones”⁹. La biotecnología existe desde hace mucho tiempo atrás, pero la

⁹ REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. Diccionario de la lengua española. Vigésima segunda edición (<http://www.rae.es/rae.html>), 2001.

que se encuentra en debate en nuestro país es aplicación tecnológica que utiliza sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos¹⁰, la FAO (2000) la interpreta en un sentido más estricto como las nuevas técnicas de ADN, la biología molecular y las aplicaciones tecnológicas reproductivas, la definición abarca una gama de tecnologías diferentes, como la manipulación y transferencia de genes, tipificación del ADN y clonación de plantas y animales».

Un transgénico es un organismo vivo que ha sido modificado genéticamente (OGM) en un laboratorio. En el caso de las plantas, “son aquellas cuyo genoma ha sido modificado mediante ingeniería genética, bien para introducir uno o varios genes nuevos o para modificar la función de un gen propio. Como consecuencia de esta modificación, la planta transgénica muestra una nueva característica”.¹¹

Según Casquier y Ortiz (2012) la bioética requiere necesariamente de un diálogo interdisciplinario, ya que comprende aspectos filosóficos, científico económicos, sociales, jurídicos, políticos, culturales y religiosos que exigen ser considerados, en su complejidad, a la luz de los valores y principios morales. Aclarados estos términos, el problema que planteamos es el siguiente: los avances en biotecnología se ocupan ahora de mejorar las semillas de los cultivos que proporcionarán los alimentos. Este hecho causa dos reacción es totalmente contrarias, por un lado aquellos que están a favor, y por otro aquellos que tienen una reacción de desconfianza y rechazo. El problema al que nos enfrentamos, en primer lugar, es determinar porqué a la luz de los principios bioéticos sería justificable el uso de semillas transgénicas en vez de seguir usando semillas «tradicionales» o cultivos orgánicos. Este problema nos lleva ante la pregunta de si el ser humano debe modificar genéticamente los organismos vivos o no manipularlos y dejarlos tal como se encuentran en la naturaleza. La biotecnología aplicada al mejoramiento de plantas utiliza organismos vivos, o partes de ellos, para desarrollar organismos genéticamente modificados para usos específicos. Con ella podemos obtener grandes avances en el campo de la agricultura, pero este desarrollo ha generado gran controversia como siempre ocurre en las sociedades cuando se

¹⁰ Convenio sobre Diversidad Biológica (www.prodiversitas.bioetica.org/doc1.htm). Río de Janeiro, 1992.

¹¹ Sociedad Española de Biotecnología (Sebiot). Plantas transgénicas [preguntas y respuestas]. Sebiot, 2000, p.8.

generan cambios, aunque el cambio es inherente a todo ser y, por ende, a toda sociedad. El dilema al que nos enfrentamos es el siguiente: por un lado las semillas transgénicas, al incorporar características inexistentes en las plantas, pueden permitir aumentar la productividad y el valor nutritivo de los productos, esto permitiría ayudar a la reducción del hambre en el mundo. Por otro lado, se temen los posibles riesgos, impredecibles, para la salud humana y el medio ambiente, que en un largo plazo podrían producir los transgénicos, debido a las alteraciones que se realizan en la naturaleza.

Pero el mejoramiento de plantas no es algo nuevo¹². Podemos remontarnos a los tiempos más antiguos en los que mediante la aplicación de procesos de selección el hombre hacia cambios en la naturaleza. La selección de semillas se llevaba a cabo en forma rudimentaria, en la actualidad contamos con herramientas, como por ejemplo la genómica¹³, que nos permiten mejorar los cultivos y seleccionar aquellos que consideremos mejores dotados¹⁴.

Los métodos convencionales para mejorar las plantas han sido la selección y los cruzamientos, complementados posteriormente con técnicas citogenéticas y de mutagénesis artificial. En el caso de la mejora genética de plantas, lo que se busca es determinar la constitución genética de estas (el genotipo), para producir las manifestaciones externas (el fenotipo) que mejor se adapten a las distintas necesidades del hombre: aumentar el rendimiento, aumentar la calidad, extender el área de explotación, así como domesticar nuevas especies. Entonces, las técnicas modernas de mejoramiento genético solo son un método alternativo al mejoramiento convencional para obtener mejores alimentos, es decir: nunca hemos dejado de modificar la naturaleza para nuestros intereses evolutivos como seres humanos.

¹² La biotecnología se refiere a técnicas muy variadas y a temporalidades distintas, por ejemplo asociadas a la producción de cerveza (6.000 años a.C.) o panes (4.000 años a. C.), llamada de primera generación, o con cultivo de tejidos, conservación in vitro, crio-conservación, obtención de vacunas, uso de marcadores moleculares y otras técnicas y aplicaciones englobadas en la segunda generación. Hasta ahora el camino termina en la ingeniería genética, que sería lo que se considera como la biotecnología, denominada de tercera generación.

¹³ Rama de la genética que estudia los organismos en términos de sus genomas.

¹⁴ La ventaja de la ingeniería genética es que permite alterar los genes sin depender de los procesos naturales de reproducción. Permite, también, que se desarrolle la transferencia de genes entre especies distintas.

Entonces la discusión no es si los seres humanos debemos o no modificar a los organismos vivos para nuestro beneficio, ya que esto lo venimos realizando desde que el primer hombre empezó a interactuar con la naturaleza. Los cultivos que llamamos «tradicionales» o «naturales», en la actualidad, no dejan de tener algún componente artificial o alguna modificación por parte del hombre.

Al encontrarnos inmersos en la sociedad del conocimiento y la información, la discusión sobre las semillas transgénicas no se quedó dentro de los laboratorios, sino que salió a la luz en todos los medios de comunicación. Consideramos que la información salió a la luz antes de que se llevasen a cabo todas las discusiones necesarias en el ámbito científico para determinar si era moralmente adecuado el uso de este tipo de semillas para el bienestar del ser humano. Esto llevó a que surjan distintas opiniones al respecto, algunas muy respetables, otras debatibles y muchas fuera de contexto. Y es que estar informados es solo la primera parte para poder aclarar términos o debatir sobre un tema en específico, pero también existe un riesgo cuando la información es tergiversada o llega con ciertos sesgos que responden a diversos intereses particulares.

Los autores mencionados concluyen: todos los seres vivos hemos intervenido, y lo seguiremos haciendo, en la naturaleza: interactuamos con nuestro ambiente mediante diversas actividades, por lo que debemos evaluar cuáles son las más apropiadas a fin de minimizar riesgos. Los riesgos siempre van a existir en las actividades del ser humano, pero debemos hacer uso de nuestra razón, ya que tenemos el deber moral de utilizar lo mejor de las tecnologías que hemos creado para producir un mejor mundo tanto para nosotros, como para las futuras generaciones. En nuestros tiempos la ciencia no se da en estado puro, ya no se da lo que practicaban los primeros filósofos e investigadores que buscaban el saber por el saber. Hoy en día no se puede separar de intereses económicos, políticos y sociales. Es por eso que debemos buscar el equilibrio y la armonía entre la ciencia y la moral. El ser humano tiene esta obligación porque es el único ser vivo consciente de sus acciones y, al hacer uso de esta conciencia, puede reflexionar acerca de su relación con el ambiente en el que vive.

Otro problema al que debemos enfrentarnos es al de la alimentación de las personas, nos

encontramos en un mundo globalizado y lleno de tecnologías, pero al mismo tiempo lleno de miseria y hambre. Se calcula que para el 2050 seremos más de 9000 millones de personas. El problema que se nos presenta es ver la forma en que estas nuevas tecnologías sean aprovechadas, cada vez, por más seres humanos.

La única forma que vemos en la que se podría solucionar el problema de alimentar a tantas personas, sin destruir el medio ambiente, es teniendo una agricultura más productiva, incrementando los rendimientos de las explotaciones, pero a la vez educando a los agricultores, a los empresarios y a los consumidores. La ventaja que nos da esta nueva agricultura biotecnológica es que, a pesar de todas las objeciones que se le presentan, parece que va a ser la llamada a contribuir con la conservación de la biodiversidad.

Ningún país debería mantenerse al margen del desarrollo científico, pero el uso de este desarrollo no debe responder a intereses particulares, sino a los intereses de la humanidad en su conjunto. Debemos, también, respetar la naturaleza, pero eso no significa dejarla tal como está, debemos conocerla, aprender de ella y usarla para nuestro beneficio, ya que dependemos de ella para seguir existiendo.

Según Gutiérrez-Correa (2007, 2008) la economía basada en el petróleo ha prevalecido por más de un siglo, pero está siendo reemplazada en el presente siglo por un modelo basado en los genes denominado bioeconomía. El moribundo modelo económico es difícilmente adaptable a los requerimientos de sostenibilidad y, más bien, produce una relación directa entre el crecimiento económico y la polución. Conforme se disemine el modelo bioeconómico, los países desarrollados irán transformando sus sistemas agrícolas hacia la producción energética e industrial de tal forma que varios dejarán de ser exportadores de alimentos. En tal sentido, los demás países particularmente aquellos en vías de desarrollo deberán ser capaces de abastecerse de alimentos e, idealmente, exportar. En el contexto de un incremento de la población mundial, escasez de tierras agrícolas y cambio climático, la agricultura convencional no será capaz de cumplir con este propósito, que sólo será logrado con el concurso de la biotecnología moderna y el aporte de genes procedentes de la biodiversidad. El crecimiento anual del sector agrícola es del 5 por ciento mientras que la demanda de

alimentos crece anualmente en 12 por ciento, lo cual significa que los rendimientos agrícolas deben incrementarse significativamente. Más temprano que tarde la agricultura requerirá de mayor número variedades recombinantes cisgénicas y transgénicas) para poder suplir a la población de alimentos y productos transables con calidad, rentabilidad y ambientabilidad (Gutiérrez-Correa, 2008).

Según Herrera-Estrella y Álvarez Morales (2001) los agricultores en general no se encuentran a favor ni en contra los cultivos transgénicos. Adoptan las tecnologías que prometen reducir los costos de producción¹⁵, incremento de la productividad o de productos¹⁶ de mayor valor. En efecto, los cultivos transgénicos han sido utilizados no sólo en los EE.UU. sino también en Argentina, China y México, que muestran que los agricultores de los países en desarrollo se benefician de su cultivo.

Los mismos autores aducen que los beneficios potenciales y los riesgos de una nueva tecnología sólo se evaluarán mediante la comparación con la tecnología que reemplazará. Mucha gente asume que la tecnología GM (organismos genéticamente modificados) pretende reemplazar la reproducción tradicional y que se va a resolver todos los problemas agrícolas actuales. Es importante entender que la solución del problema de la producción de alimentos para una población creciente y sin dañar el medio ambiente requerirá la utilización concertada de cultivos tradicionales y la agricultura ecológica, así como la tecnología de cultivos transgénicos, cada uno que se utiliza para resolver problemas y necesidades específicas. El alivio del hambre no puede depender de una sola tecnología.

¹⁵ La mayoría de los cultivos transgénicos actualmente disponibles en el mercado se han desarrollado con el objetivo de reducir los costos de producción en las zonas agrícolas que ya tienen altos niveles de productividad, o de aumentar el valor final del producto, por ejemplo, mediante la mejora de la calidad del aceite. Hasta ahora, la tecnología de transferencia de genes de plantas y la investigación sobre variedades de plantas transgénicas han sido impulsados por el valor de mercado potencial de la característica deseada.

¹⁶ La tener acceso a la tecnología de modificación genética, la única alternativa para los países en desarrollo para aumentar la producción de alimentos sería utilizar más fertilizantes, insecticidas y herbicidas ciertamente no beneficiosos para el medio ambiente.

2.2.3 Beneficios Ambientales y Económicos de la Aplicación Biotecnológica en la Agricultura

Según Chaparro (2011) los cultivos transgénicos, biotecnológicos o genéticamente modificados (GM) son el resultado de la aplicación de la tecnología del ADN recombinante en agricultura. Este tipo de organismos se constituyen con la transferencia de genes foráneos (transgenes) de cualquier origen biológico (animal, vegetal, microbiano, viral) al genoma de especies cultivadas de plantas. Los cultivos GM se utilizan en el mundo desde 1996 y en diciembre de 2010 se llegó a mil millones de hectáreas, sembradas en todo el periodo. Los cultivos GM que se usan en agricultura global son principalmente soya, algodón, maíz y colza, que expresan transgenes derivados de bacteria y que confieren resistencia a insectos lepidópteros (RIL) o, tolerancia a algunos herbicidas (TH) como glifosato y glufosinato de amonio. Las primeras variedades transgénicas contenían solo un transgen de interés, o evento simple, mientras que las variedades actuales expresan varios transgenes, o eventos apilados, que en algunos casos confieren resistencia a diferentes especies de insectos lepidópteros y coleópteros, así como tolerancia a dos tipos diferentes de herbicidas.

Los dos rasgos principales que se han introducido a los cultivos GM liberados comercialmente son resistencia a insectos y tolerancia a herbicidas. La fuente de toxinas insecticidas producidas por plantas transgénicas comerciales, es la bacteria del suelo *Bacillus thuringiensis* (Bt). Las cepas Bt muestran diferentes efectos de su actividad insecticida hacia insectos plagas, y constituye una reserva de genes que codifican para proteínas insecticidas, las cuales son acumuladas en inclusiones cristalinas producidas en la esporulación bacteriana (proteínas Cry y proteínas Cyt) o expresadas durante el crecimiento bacteriano (proteínas Vip; Gatehouse, 2008). Diferentes genes derivados de Bt han sido transferidos exitosamente a algodón, maíz, tomate y papa.

La tecnología de tolerancia a herbicidas proporciona a los agricultores un sistema alternativo que efectivamente controla un espectro amplio de malezas, incluyendo aquellas de difícil control. La tecnología reduce la cantidad de herbicida necesaria para el control de malezas, maximiza la disponibilidad de agua y nutrientes para las

plantas de las variedades GM y reduce el consumo de recursos agrícolas en el campo. Todo ello significa menos uso de maquinaria y equipo, así como menos esfuerzo para los agricultores. En 2010 se sembraron 148 millones de hectáreas de cultivos GM, por 15,4 millones de agricultores en 29 países. Se destaca la adopción de estos cultivos en tres países nuevos (Pakistán, Myanmar y Suecia) y, el retorno a la siembra de cultivos GM en Alemania. Esta área significa un aumento de 10 por ciento respecto a 2009. De los agricultores que usaron la tecnología GM en 2010, 14,4 millones fueron pequeños agricultores de países subdesarrollados. China (6,5 millones) e India (6,3 millones) tienen el mayor número de pequeños agricultores que utilizan cultivos GM (James, 2010). En la tabla 3 se resume la información para cada país.

En América, Brasil presentó el incremento anual absoluto más alto del mundo en la siembra de cultivos transgénicos, sumando cuatro millones de hectáreas en 2010 (un incremento de 19 por ciento), alcanzando un total de 25,4 millones de hectáreas. Por otra parte, Argentina aprobó tres nuevas variedades de maíz GM para alimentación, forraje y siembra comercial. En México se aprobaron las primeras pruebas de campo de maíz GM doble gen (RIL x TH) en 2010, y ha venido produciendo soya GM y algodón GM desde hace varios años. El Departamento de Agricultura de Estados Unidos desreguló la alfalfa GM y parcialmente la remolacha azucarera GM (James, 2010).

Desde la academia se ha tratado de organizar el debate sobre la adopción de los cultivos GM, alrededor del análisis ponderado de los riesgos biológicos y beneficios ambientales y económicos. Los riesgos biológicos se definen por los posibles efectos negativos sobre consumidor humano o ambiente en que se liberan. Los beneficios ambientales tienen que ver con los efectos de la reducción en el uso de agroquímicos (insecticidas y herbicidas), y beneficios económicos con la reducción en las pérdidas debidas al ataque de insectos y a la competencia de malezas, así como a la reducción de costos de producción.

Tabla 3: Área global de cultivos GM en 2010 por país (en millones de hectáreas)

Posición	País	Área (millones hectáreas)	Cultivos GM
1	Estados Unidos	66,8	Maíz, soya, algodón, colza, remolacha azucarera, alfalfa, papaya, calabaza.
2	Brasil	25,4	Soya, maíz, algodón
3	Argentina	22,9	Soya, maíz, algodón
4	India	9,4	Algodón
5	Canadá	8,8	Colza, maíz, soya, remolacha azucarera
6	China	3,5	Algodón, papaya, álamo, tomate, pimiento dulce.
7	Paraguay	2,6	Soya
8	Pakistán	2,4	Soya
9	Sur África	2,2	Maíz, soya y algodón
10	Uruguay	1,1	Soya, maíz
11	Bolivia	0,9	Soya
12	Australia	0,7	Algodón y colza
13	Filipinas	0,5	Maíz
14	Myanmar	0,3	Algodón
15	Burkina Faso	0,3	Algodón
16	España	0,1	Maíz
17	México	0,1	Algodón, soya
18	Colombia	<0,1	Algodón, maíz, clavel y rosas
19	Chile	<0,1	Maíz, soya, colza
20	Honduras	<0,1	Maíz
21	Portugal	<0,1	Maíz
22	Republica Checa	<0,1	Maíz, papa
23	Polonia	<0,1	Maíz
24	Egipto	<0,1	Maíz
25	Eslovaquia	<0,1	Maíz
26	Costa Rica	<0,1	Algodón, soya
27	Rumania	<0,1	Maíz
28	Suecia	<0,1	Papa
29	Alemania	<0,1	Papa

Fuente: James 2010

Elaboración: James 2010

El mismo autor afirma que en América, Brasil presentó el incremento anual absoluto más alto del mundo en la siembra de cultivos transgénicos, sumando cuatro millones de hectáreas en 2010 (un incremento de 19 por ciento), alcanzando un total de 25,4 millones de hectáreas. Por otra parte, Argentina aprobó tres nuevas variedades de maíz GM para alimentación, forraje y siembra comercial. En México se aprobaron las primeras pruebas de campo de maíz GM doble gen (RIL x TH) en 2010, y ha venido produciendo soya GM y algodón GM desde hace varios años. El Departamento de Agricultura de Estados Unidos desreguló la alfalfa GM y parcialmente la remolacha azucarera GM (James, 2010). Este país tiene un marco legal de bioseguridad operativo, compatible con el desarrollo de la biotecnología moderna, con uso sostenible de su

biodiversidad y, preservación de ecosistemas y salud humana, se ha adoptado una comisión de asesoramiento en bioseguridad (CTNbio), que maneja temas regulatorios y administrativos. Desde 2005, la comercialización de productos GM puede ser sujeta a ratificación por un consejo superior que evalúa aspectos socioeconómicos. China tiene un proceso de aprobación comercial de cultivos GM, complejo. Cada cultivo se somete a cinco etapas de pruebas: investigación en laboratorio, pruebas a pequeña, mediana y larga escala y, certificación en bioseguridad. Cultivos GM importados deben cumplir el mismo proceso de aprobación, luego de recibir aprobación en el extranjero.

Según Singh et al. 2006, los beneficios potenciales de los cultivos GM pueden ser clasificados de acuerdo a siguientes cuatro categorías:

1. Reducción de costos de producción e incremento de rendimiento.

Los beneficios del uso de algodón resistente a insectos son: mejoramiento del control de insectos plaga, mejoramiento del rendimiento y rentabilidad, reducción de costos, reducción de riesgo en producción agropecuaria, mejoramiento económico para agricultores (Edge et al., 2001). La aplicación de tecnología GM en agricultura reportó beneficios económicos netos por valor de 9,4 mil millones dólares en 2008 y de 52 mil millones de dólares para el periodo analizado de 1996 a 2008. El aumento de ingresos agrícolas en 2008 fue equivalente a añadir 3,65 por ciento al valor total de la producción mundial de los cuatro cultivos principales transgénicos de soya, maíz, canola y algodón (Brookes y Barfoot, 2010). El 50,5 por ciento (26,25 mil millones de dólares) del total de estos beneficios corresponde a ganancias por rendimiento, mientras el saldo resultante (49,5 por ciento o 25,75 mil millones de dólares) de reducciones en el costo de producción. 66 por ciento del aumento en el rendimiento de los cultivos se deriva de cultivos resistentes a insectos y 34 por ciento de cultivos tolerantes a herbicidas (Brookes y Barfoot, 2010).

2. Reducción de químicos tóxicos en el ambiente.

La reducción en el uso de químicos para el control de insectos plaga es el más evidente beneficio citado. Con la aplicación de cultivos GM se ha reducido el uso de plaguicidas (1996 - 2008) en 352 millones de kg (-8,4 por ciento) de ingrediente activo. Esto significó una disminución de 16,3 por ciento en el

impacto ambiental asociado al uso de herbicidas e insecticidas (Brookes y Barfoot, 2010). Los cultivos GM tolerantes a herbicidas han facilitado la adopción de sistemas de labranza mínima en muchas regiones, especialmente Brasil y Argentina. Lo cual ha contribuido a mejorar la calidad de los suelos, por reducción de la erosión y aumento en los niveles de humedad. Adicionalmente, la labranza mínima implica menor uso de maquinaria y por lo tanto de combustibles. En 2008, el ahorro de combustible fue equivalente a eliminar 15,6 mil millones kg de dióxido de carbono de la atmósfera o igual a retirar 6,9 millones de carros de las carreteras por un año (Brookes y Barfoot, 2010). Entre 1996 y 2008, los caracteres GM transferidos a los cultivos, han agregado a la producción mundial, 74 millones de toneladas de soya y 79,7 millones de toneladas de maíz. La tecnología también ha contribuido en una producción extra de 8,6 millones de toneladas de fibra de algodón y 4,8 millones de toneladas de canola (Brookes y Barfoot, 2010). El costo que los agricultores pagaron para tener acceso a la tecnología de modificación genética en 2008 fue igual a 27 por ciento de las ganancias totales obtenidas. Para los agricultores de los países en desarrollo el costo total de acceso a la tecnología fue equivalente a 15 por ciento de las ganancias totales, mientras que para los agricultores en los países desarrollados el costo fue 36 por ciento de las ganancias totales obtenidas de la tecnología (Brookes y Barfoot, 2010). Estas diferencias probablemente reflejan los efectos de agriculturas altamente formalizadas que tienen que cumplir con reglamentaciones estrictas en países desarrollados, lo que puede incrementar costos totales de acceso a tecnología transgénica para esos agricultores. Por otro lado, puede ser el resultado de pago de regalías sobre patentes utilizadas para el desarrollo de tecnología GM específica, sumado al mayor costo de mercado de la semilla GM en países desarrollados. Los costos y beneficios de la adopción de alimentos GM, pueden ser rápidamente estimados para agricultores y fabricantes que se pueden beneficiar de los productos GM en el corto plazo. Sin embargo, es de mayor interés, tener en cuenta el largo plazo y a la sociedad como un todo. Ello incluye aspectos tales como sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola, y el costo de mitigar efectos potenciales sobre salud y ambiente. Toda propuesta de desarrollo de productos GM debe considerar además de lo expuesto, la preservación de biodiversidad y respeto a la naturaleza, en el marco de

consideraciones éticas objetivas y de equidad social, respetando las condiciones locales, y las necesidades y los deseos de las comunidades (WHO, 2004).

3. Remediación y monitoreo ambiental.

Las plantas GM fueron propuestas como una herramienta para manejar y detectar polución ambiental (Monciardini et al., 1998). Muchas plantas son capaces de extraer metales pesados o degradar compuestos orgánicos (Rugh, 2004). Algunas especies que expresan altas habilidades para fitorremediación fueron caracterizadas a nivel fisiológico, bioquímico y molecular, para identificar procesos específicos que puedan ser mejorados vía manipulación genética. Se han reportado varios ejemplos de uso de plantas GM en fitoremediación.

4. Productos farmacéuticos basados en plantas.

Investigación con plantas GM ofrece la posibilidad de producción a gran escala de proteínas terapéuticas, altamente eficaces, seguras y puras (Fisher et al., 2003). Las proteínas recombinantes que actualmente son producidas en sistemas vegetales para aplicación clínica a gran escala pueden clasificarse en tres grandes áreas: terapéutica parental e intermedios farmacéuticos, anticuerpos monoclonales y vacunas bebibles. La terapéutica parental e intermedios farmacéuticos, incluye todas las proteínas utilizadas directamente como fármacos y compuestos necesarios para elaboración de estos.

2.2.4 Oportunidades y Desafíos que Presenta la Innovación y Aprendizaje en el Complejo Agroalimentario.

Según Marchinea (2008) en la clásica tipología de Pavitt (1984)¹⁷ la producción agropecuaria se clasifica como “dominada” por los proveedores (supplier dominated) por su carácter de proveedora de insumos primarios en la matriz tecnológica. Sin embargo, ello no significa que sea un receptor pasivo de tecnología, incapaz de generar conocimientos de manera endógena, ni que la adopción de tecnología no requiera esfuerzos de aprendizaje.

¹⁷ http://es.wikipedia.org/wiki/Keith_Pavitt.

Si bien el grueso de los adelantos biotecnológicos tuvo y tiene lugar en un conjunto acotado de centros de investigación y grandes empresas de países desarrollados, existen también instituciones públicas de investigación y desarrollo de los países de la región que han aportado contribuciones científicas y tecnológicas desde mediados de los años cincuenta. Sin embargo, como las redes y nodos de estas instituciones se concentran en los países desarrollados, las tecnologías respectivas no pueden trasladarse desde el exterior en forma automática, lo cual abre amplios espacios para el desarrollo local (Marchinea, 2008).

Son varios los elementos que señalan la necesidad de mayor esfuerzo de aprendizaje local. Por una parte, las modificaciones genéticas en plantas y animales generan respuestas y desempeños muy sensibles a las particularidades del suelo y clima. Como no hay una respuesta única, la evaluación necesariamente debe hacerse en las condiciones locales. En otras palabras, los adelantos endógenos y las adaptaciones en cada país son activos complementarios clave sin los cuales no se obtienen los resultados esperados con la tecnología importada. Lo mismo ocurre con la aplicación de la biotecnología a la producción de alimentos y al desarrollo de vacunas y mejoras de las especies animales.

Los enormes saltos de productividad que se registraron en los últimos años en algunos cultivos (como la soja y el maíz) dependen de paquetes tecnológicos muy avanzados, combinados con iniciativas locales (Banco Mundial, 2007). Al igual que en la industria, los procesos de aprendizaje mediante la práctica, la interacción y el uso son fundamentales. Cuando faltan capacidades tecnológicas, condiciones complementarias (información, infraestructura, capital humano, crédito) o ambas, tales procesos se debilitan y se frena el cambio técnico en la agricultura (Marchinea, 2008).

Un factor que hay que tener en cuenta son las tendencias muy marcadas en el complejo agroalimentario hacia un mayor grado de sofisticación tecnológica de los bienes que produce, derivada de la diferenciación de productos, de temas clave para el consumidor como la procedencia e inocuidad de alimentos, así como de la

indispensable incorporación de servicios para la comercialización. Se trata de oportunidades “hacia adelante” de integración de nuevos productos y actividades relacionados con la cadena productiva agroalimentaria. También hay grandes oportunidades “hacia atrás” en la generación de insumos para la agricultura (maquinarias, semillas, agroquímicos, servicios de asistencia técnica) a partir de la interacción con industrias tecnológicas de punta. Cabe observar que avanzar hacia bienes de mayor valor agregado no necesariamente supone mayores grados de procesamiento industrial, pero si significa un mayor contenido de conocimientos e innovación, no solo sobre la materia prima de origen agropecuario, sino también en las restantes etapas del complejo agroalimentario (Marchinea, 2008).

El potencial tecnológico ligado al complejo agroalimentario ha cambiado sustancialmente con el impacto de los nuevos paradigmas tecnológicos, entre los cuales se destacan la biotecnología y, en forma complementaria, las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC). Las aplicaciones de los nuevos paradigmas, son variadas entre ellas, el cultivo de tejidos libres de virus, las semillas modificadas genéticamente, el diagnóstico molecular de enfermedades en plantas y animales, la transferencia de embriones al ganado, el uso del genoma para identificar y transferir genes portadores de las características deseables (por ejemplo, resistencia a plagas y enfermedades y al estrés hídrico y de temperatura, con mayor o menor contenido de determinadas sustancias entre otras). Algunas de estas aplicaciones, especialmente las relativas a los organismos genéticamente modificados (OGM), han generado controversias y su difusión genera resistencias en algunos países. A pesar de ello –con particular énfasis en algunos países, sus efectos en los niveles de productividad y rentabilidad han sido en general muy significativos y representan una frontera en rápida expansión en la innovación agrícola.

2.2.5 Difusión de la Biotecnología en el Complejo Agroalimentario

Según Marchinea (2008), el carácter genérico y transversal de la biotecnología promovió el desarrollo de estrategias de diversificación por parte de empresas multinacionales. La acumulación de capacidades biotecnológicas permitió a estas firmas valorizar sus ventajas en varias áreas de aplicación, entre ellas la producción de fármacos, alimentos y semillas genéticamente modificadas. Las primeras

aplicaciones de la biotecnología a la producción agrícola datan de los años ochenta. Estuvieron ligadas a técnicas de micropropagación vegetal (de fácil acceso para empresas pequeñas y medianas en países en desarrollo). Los mayores avances derivan de las posibilidades abiertas por la ingeniería genética y la genómica en la identificación y el desarrollo de nuevas características de insumos y productos.

Los efectos reales en ingeniería genética¹⁸ aplicada a los cultivos de maíz, soya, algodón canola, alfalfa entre otros, aumentó la eficiencia, redujo costos y simplificó procesos productivos.

En resumen, la biotecnología está reconfigurando la trayectoria tecnológica de varios sectores (agricultura, industria agroalimentaria e industria de ingredientes alimenticios), que afectan de distintas formas las estructuras del mercado, el tipo de agentes y las estrategias competitivas. En general hay una marcada tendencia a la convergencia entre sectores y movimientos de concentración y fusión de grandes empresas multinacionales y comerciantes, que buscan fortalecer su posición competitiva mediante el dominio de una combinación de activos complementarios¹⁹. Pese a que los nodos del proceso de innovación se encuentran en estas empresas y en los países desarrollados, el fortalecimiento de las capacidades tecnológicas locales tiene gran importancia para definir la velocidad con que se difunden, sus efectos en la productividad²⁰ y el papel de las empresas privadas y públicas locales.

¹⁸ El caso paradigmático es la soya transgénica: Argentina y Brasil son los grandes productores de América Latina con poco más del 50 por ciento de las exportaciones de granos de soja y de los mercados de harinas para la alimentación animal y aceites de este cultivo. En el caso de Argentina, el uso de transgénicos supera el 95 por ciento de la superficie sembrada: algo parecido ocurre en Bolivia, Paraguay y Uruguay.

¹⁹ Un indicador de activos complementarios puede ser el ratio entre a Inversión en activo fijo (como porcentaje de las ventas) y la Inversión en Investigación y desarrollo (como porcentaje de las ventas).

²⁰ Según Aboites y Felix (2011), de acuerdo con las evidencias van desde 0,4 por ciento hasta 30 por ciento por la incorporación de semillas genéticamente modificadas, aunque se nota una alta incidencia entre 5 por ciento a 20 por ciento. Esto indica un mayor beneficio y bienestar, ya que se puede emplear una menor utilización de herbicidas, lo que se interpreta como beneficio económico y/o sanitario.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación es ex - post y no experimental pues no se hará variar intencionalmente las variables independientes y lo que se efectuará es observar el fenómeno tal y como se da en el contexto a través del tiempo y luego analizarlos.

Es explicativa pues tiene como propósito medir el grado de influencia que tiene el uso de semilla importada de MAD en la rentabilidad o beneficio económico de los productores y en la competitividad de la industria de la cadena productiva avícola-porcícola.

Es histórica – tendencial pues busca establecer la importancia relativa de la importación de semilla de MAD respecto al valor de la producción nacional de MAD.

3.2. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Las variables a utilizar para comprobar las hipótesis y cumplir con los objetivos de la investigación serán recopiladas de manera secundaria mediante estadísticas que publican los organismos de gobierno como MINAGRI, INEI, y Gobierno Regional de Lima, estudios de entidades privadas como GRADE, PUCP, etc. También se hará uso de información primaria recopilada mediante encuestas realizadas en la zona para reforzar la información.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

a. Para evaluar los cambios de los beneficios por la incorporación de semilla importada:

Variable dependiente: Diferencial de beneficios.

Muestra cual es el resultado del beneficio comparativo entre productores que utilizan semilla importada y los que utilizan semilla local.

Variables independientes:

- (a) Precios nacionales de maíz amarillo duro.
 - (b) Cantidades cosechadas por hectárea (rendimiento) en parcelas con y sin uso de semilla importada.
 - (c) Costos por parcela con y sin semilla importada de maíz.
- b. Para evaluar la importancia relativa de la importación de semillas de maíz amarillo duro respecto al valor de la producción de maíz amarillo duro grano.
- Variable dependiente: Participación porcentual del valor de la importación de semilla de maíz amarillo duro respecto al valor bruto de producción de maíz amarillo duro grano.
- Variabes independientes:
- (a) Precio nacional de maíz amarillo duro grano.
 - (b) Producción nacional de maíz amarillo duro grano.
 - (c) Valor CIF de las importaciones de semilla de maíz amarillo duro.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para efectos de la presente investigación, se realiza un experimento controlado cuya población es el conjunto de las unidades productivas de maíz amarillo duro de la Provincia de Barranca en la Región Lima que usan semilla importada comparada con productores de la Provincia de Lambayeque que no usa esta semilla importada pero que tienen similares características tecnológicas y de clima. Por razones de factibilidad, de costo y de tiempo no es posible estudiar todo el universo de productores de MAD, se requirió tomar una muestra de 264 productores que refleje los atributos, características y propiedades del universo.

3.5. INSTRUMENTOS DE COLECTA DE DATOS

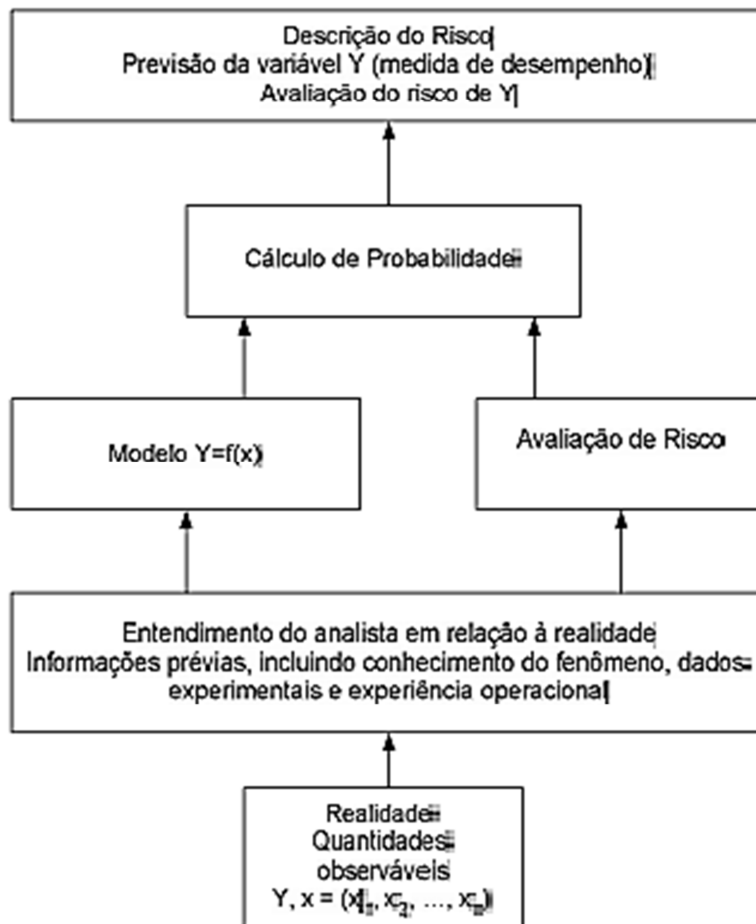
Principalmente revisión de información secundaria y terciaria, procedente de entidades como el MINAGRI y otras, así como la entrevista a expertos, y el análisis de encuestas hechas en la zona por el Proyecto LAC Biosafety.

3.6. PROCEDIMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS

Se estandarizará y homogenizará los datos previo a su incorporación al modelo de simulación estocástica y evaluación ex – post.

Para analizar el riesgo se adoptó el modelo simplificado de Aven (2003), en el que considera que en cualquier actividad o sistema debe suministrar soporte a los tomadores de decisiones. Este soporte es suministrado por medidas cuantitativas que deben ser previstas en el futuro, como lucro, producción, pérdidas, y otras. Ver diagrama:

Diagrama 2 Elementos básicos del análisis de riesgo



Fuente: Aven (2003)

Este modelo se basa en los siguientes principios: a) centrarse en la cantidad observable, es decir, las cantidades que expresan estados de la naturaleza, de la

realidad natural o física, que son desconocidas al momento de análisis, y conocidos al implementar el sistema b) las cantidades observadas son posibles de ser cuantificadas c) las probabilidades expresan la incertidumbre con valores de las variables observables, y esta incertidumbre es resultante de la falta de conocimiento d) los modelos en el contexto de análisis de riesgos son funciones determinísticas relacionando cantidades observables en diferentes niveles de detalle y son representaciones que simplifican modelos de realidad.

3.7. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Para probar la hipótesis del estudio, la cual plantea que el uso de semilla importada de MAD mejora la rentabilidad bruta, en comparación con la de productores que usan semilla local, es decir, a mayor semilla importada entonces mayor rentabilidad. Se utiliza el método de la simulación estocástica o de Monte Carlo, que permite incluir elementos aleatorios e involucra el concepto de riesgos en determinadas variables. Esta modalidad experimental permite reproducir el funcionamiento de un sistema con la ayuda de un modelo, incorporando las variaciones en el valor de las variables críticas para predecir o mejorar el rendimiento del sistema en estudio.

El método de Monte Carlo es reconocido como una técnica válida, y presenta una serie de ventajas tales como la reducción de tiempo, de costos y la posibilidad de repetir de forma adecuada, bajo diferentes condiciones de producción, adecuadamente modeladas (Cruz, 1986). A diferencia del análisis determinista, que considera los valores únicos, generalmente los promedios de las variables críticas, la técnica de simulación de Monte Carlo, permite incorporar las posibilidades de alteraciones de las variables, según las probabilidades de su ocurrencia (Seiko et al., 2009).

Los pasos realizados en este método son: 1) La selección e identificación de las distribuciones de probabilidad de las variables en estudio, 2) La selección de un valor aleatorio de cada variable de estudio, asociado con la probabilidad de su ocurrencia, 3) La determinación del valor del indicador de desempeño del sistema utilizando el valor de la variable asociada a la probabilidad de ocurrencia, 4) Repetición de los pasos 2 y 3 hasta que la distribución de probabilidad de indicador de rentabilidad cumpla los requisitos de los tomadores de decisiones (Aven, 2003). Estos pasos se

detallan a continuación:

1. Selección e identificación de la distribución de probabilidad de las variables en estudio. Dada la importancia de este paso y la necesidad de recolección de datos de cada variable es importante primero determinar las variables fundamentales que influyen en el riesgo de cada sistema. Se considera la rentabilidad de los sistemas agrícolas con tres variables básicas: precios, productividad por el uso de semilla de MAD convencional en la Provincia de Lambayeque y por el uso de semilla de MAD importada en la Provincia de Barranca y costos de importación de semilla de MAD.

La determinación de la distribución de probabilidad de precios se estableció partir de la serie de precios medios mensuales recibidos por los productores entre los años 2006-2013. En el caso de la productividad fueron recolectadas las productividades modales, mínimas y máximas para establecer una distribución triangular. Para la variación en los costos de importación (participación valor semilla/valor de la producción) se estableció una distribución uniforme.

Estas variables están relacionadas entre sí por modelo $Y = f(x_1, x_2, x_3)$ donde Y es el beneficio operativo de la producción, x_1 el precio, x_2 la productividad de los costos de producción y x_3 los costos de importación.

2. Selección aleatoria. De un valor de cada variable en estudio, asociada a su probabilidad de ocurrencia. La data es ingresada en el software Excel y luego procesada en el software @risk, pues tiene la capacidad de generar números al azar para distribuciones de probabilidad continuas y discretas.

3. Determinación del valor 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: precios, productividad y costos de importación.

4. Repetición de las etapas 2 y 3. El software utilizado en el presente análisis permite la ejecución de hasta 10,000 iteraciones o selecciones aleatorias de los valores de las

variables simuladas y sus respectivas probabilidades a partir de las distribuciones de frecuencia.

3.7.1. Modelo General

Teniendo en cuenta el Marco Teórico y las dos hipótesis del estudio, podemos plantear que:

1. La rentabilidad de los productores está en función del precio, del rendimiento del terreno y costos.

$$RL_T = \sum_{i=1}^n \{ Pv \cdot Q - [\sum_{j=1}^m C_j] \}$$

Donde:

$RL_T = f(RL_T)$ = Valor Esperado del ingreso bruto operacional (S/. / Ha)

$Pv = f(P)$ = Valor Esperado del precio del producto (S/. / Tonelada)

$Q = f(Q_a)$ = Valor Esperado de la productividad por hectárea (t / Ha).

C_j = ítems de costo determinístico (S/. / Ha, valor del terreno, mano de obra, precios de semillas, etc).

Para aplicar el Modelo se obtuvo información mediante una encuesta que se realizó a dos tipos de productores, 1) los que utilizan la Semilla Importada de MAD (Provincia de Barranca, Región Lima) y 2) los que utilizan la Semilla Local, (Provincia de Lambayeque, Región Lambayeque).

2. La participación de la semilla importada de maíz amarillo duro está en función del precio, de la producción y el valor CIF de la importación de semilla de maíz amarillo duro.

$$RM_T = \sum_{i=1}^n \{ Pv \cdot Q - [\sum_{k=1}^p C_k] \}$$

Donde:

$RM_t = f(RM_t)$ = Valor Esperado del Ratio (R) de participación del valor CIF de las importaciones (M) en el valor de la producción.

$P_v = f(P)$ = Valor Esperado del precio del producto (S/. / Tonelada)

$Q = f(Q_b)$ = Valor Esperado de la producción de maíz en el país (Toneladas).

$C_k = f(C_k)$ = Valor Esperado de los costos de importación (S/.)

3.7.2. Objetivo del Modelo

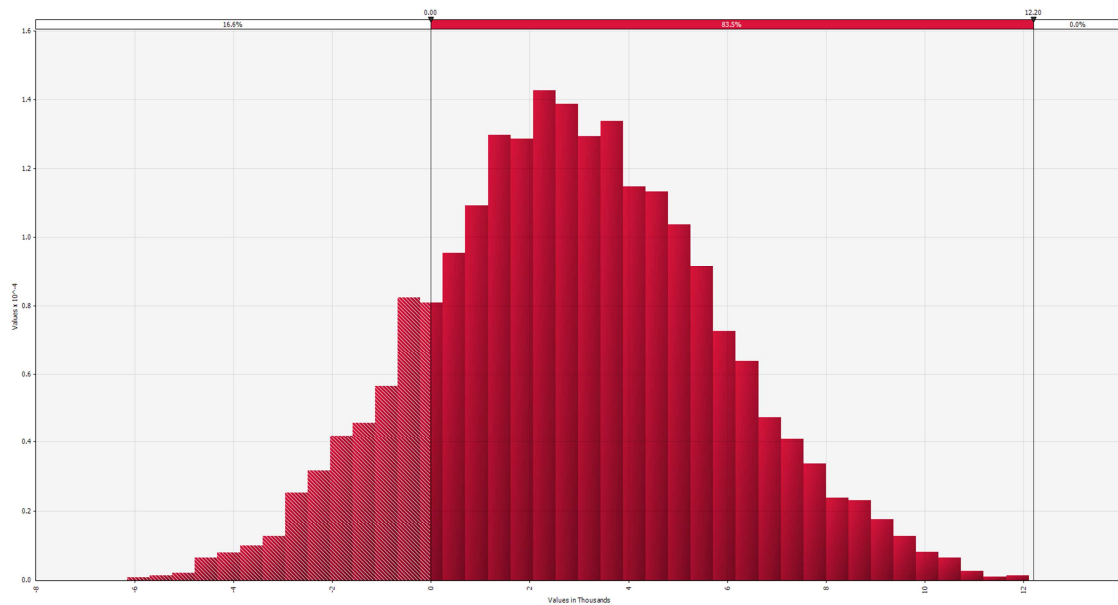
El Objetivo del Modelo es evaluar la rentabilidad en un entorno de riesgo del sistema de producción de maíz amarillo duro con el uso de semilla local e importada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DIFERENCIAS EN RENTABILIDAD POR USO DE SEMILLA IMPORTADA

Como se señaló en la metodología se usa como testigo a la zona de Lambayeque donde se usa mayormente semilla local (en realidad grano producido en la parcela como resultado de usar semilla importada varias campañas atrás), frente a Barranca, zona en la cual se usa exclusivamente semilla importada de primera generación. El resultado de la evaluación nos arroja ventajas para la zona de Barranca, donde el rendimiento promedio esperado (ver @risk input variables o variables de entrada) es 11.33 t/ha frente a Lambayeque donde el rendimiento promedio esperado es 6.17 t/ha.

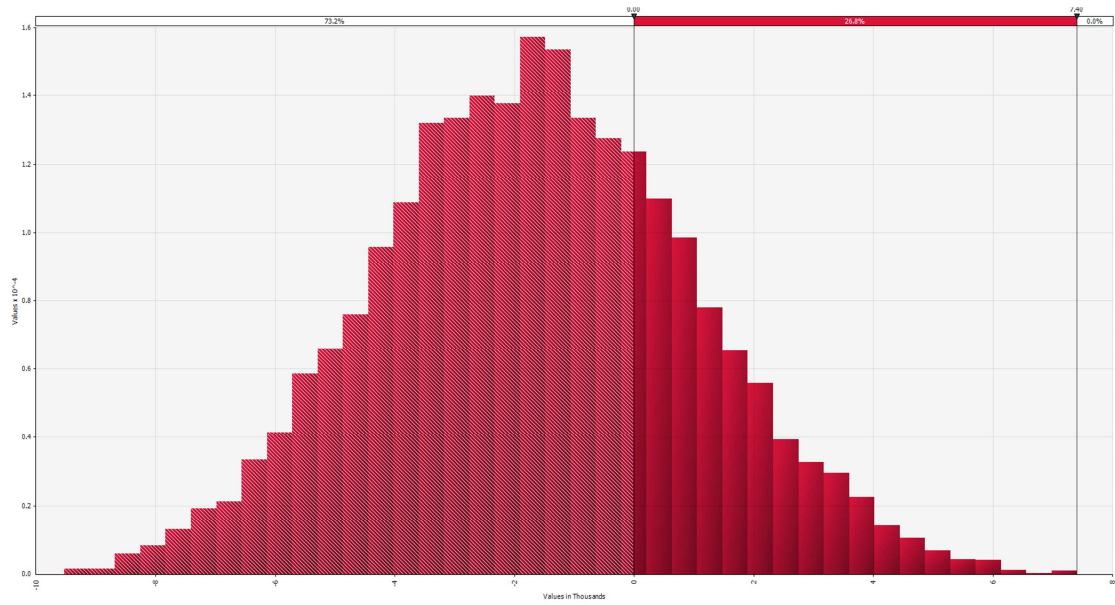
Gráfico 3: Margen neto en Barranca



Fuente: Estudio

Elaboración: @risk

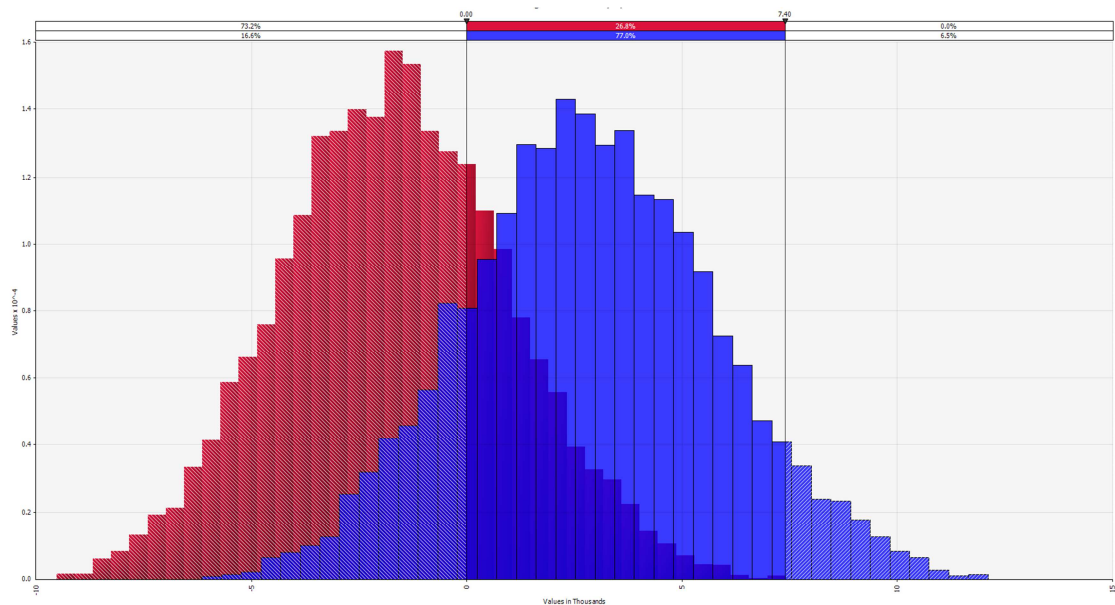
Gráfico 4: Margen neto en Lambayeque



Fuente: Estudio

Elaboración: @risk

Gráfico 5: Margen Neto de Barranca versus Lambayeque



Margen Neto Lambayeque



Margen Neto Barranca



Fuente: Estudio

Elaboración: @risk

En los Gráficos 3, 4 y 5 se observa que la producción anual para el grupo que utilizan las semillas importadas es claramente mayor a los que utilizan la semilla local. Los resultados para Lambayeque (en color azul) están sesgados hacia la izquierda con una mayor cantidad de escenarios negativos (73.2 por ciento) que en Barranca donde los escenarios negativos sólo llegan al (16.6 por ciento) de todos los posibles. Esto va a determinar que el valor medio en Barranca para el MN asciendan a S/.2,865.74 y que en Lambayeque sean negativo -S/. 1,643.25

Tabla 4: Rendimientos promedios esperados

Margen Neto	Lambayeque	Barranca
Promedio	-1,643.25	2,865.74
Mínimo	-9,525.96	-6,151.50
Máximo	7,407.58	12,110.51
Desviación Standard	2,651.30	2,902.49
Coefficiente de variabilidad	161.44%	101.28%
Escenarios negativos (pérdidas)	73.2%	16.6%
Escenarios positivos (ganancias)	26.8%	83.4%
Número de escenarios	10,000	10,000

Fuente: Estudio

Elaboración: Propia

La variabilidad del Margen Neto de **Lambayeque** es explicada en un 98.9 por ciento por las variables de entrada (de riesgo): Rendimiento en Lambayeque (un incremento del 1 por ciento en rendimiento incrementa el MN en 0.703 por ciento), Costo Total Lambayeque (incremento del 1 por ciento en el costo reduce el MN en 0.652 por ciento), y Precio de Maíz Amarillo Duro (incremento del 1 por ciento en el Precio incrementa el MN en 0.25 por ciento).

La variabilidad del Margen Neto de **Barranca** es explicada en un 99.1 por ciento por las variables de entrada (de riesgo): Rendimiento en Barranca (un incremento de 1 por ciento en rendimiento incrementa el MN en 0.618 por ciento), Costo Total Barranca (incremento del 1 por ciento en el costo reduce el MN en 0.655 por ciento) y Precio de Maíz Amarillo Duro (incremento del 1 por ciento en el Precio incrementa el MN en 0.427 por ciento).

Tabla 5: Análisis de sensibilidad del Margen Neto a variables de entrada

@RISK Sensitivity Analysis
Performed By: Miguel Aragaki
Date: miércoles, 06 de agosto de 2014 01:19:10 p.m.

Rank For B373	Workbook	Name (Valores esperados)	Margen Neto Lambayeque Regression Coeff. RSqr=0.989	Margen Neto Barranca Regression Coeff. RSqr=0.991
-	Data SEMILLA MAD 16.07.14.xls	RENDIMIENTO LAMBAYEQUE	0,703	n/a
-	Data SEMILLA MAD 16.07.14.xls	RENDIMIENTO BARRANCA	n/a	0,618
-	Data SEMILLA MAD 16.07.14.xls	COSTO TOTAL / Ha LAMBAYEQUE	-0,652	n/a
-	Data SEMILLA MAD 16.07.14.xls	COSTO TOTAL / Ha BARRANCA	n/a	-0,655
-	Data SEMILLA MAD 16.07.14.xls	PRECIO NACIONAL	0,254	0,427

Fuente: Estudio

Elaboración: @risk

4.2. PARTICIPACIÓN DE LAS IMPORTACIONES DE SEMILLA DE MAD EN EL VALOR DE LA PRODUCCIÓN

El resultado de la evaluación se resume en la Tabla 6 (ver anexos: @risk input variables o variables de entrada), en donde el valor esperado en moneda nacional de las importaciones de semilla de MAD, es decir el esperado del valor de las importaciones a precios CIF multiplicado por el esperado del tipo de cambio, asciende a S/. 35.74098 millones de soles.

Tabla 6: Semilla de MAD (importaciones, valor FOB (miles US\$), valor CIF (miles US\$), y tipo de cambio (Soles por US\$) / por año

Año	Peso Neto (T)	Valor FOB	Valor CIF	Tipo de cambio (Soles por US\$)
2,004	1,469.25	2,410.10	2,624.81	3.414
2,005	775.93	1,286.21	1,434.12	3.297
2,006	926.26	2,717.93	2,860.29	3.275
2,007	1,260.32	3,850.84	4,042.35	3.129
2,008	2,046.87	8,325.67	8,669.26	2.926
2,009	2,381.99	10,195.67	10,568.11	3.012
2,010	2,344.21	9,978.53	10,379.56	2.826
2,011	2,831.87	13,466.72	13,947.36	2.755
2,012	3,180.89	15,264.20	15,767.51	2.638
2,013	3,452.63	19,648.50	20,246.79	2.703
Promedio	2,067.02	8,714.44	9,054.02	2.95
Mínimo	775.93	1,286.21	1,434.12	3.30
Moda	-	-	-	-
Máximo	3,452.63	19,648.50	20,246.79	3.30
Desv.Std	936.80	6,178.06	6,336.56	0.24
CV	45%	71%	70%	8%
Esperado Uniforme	2,114.28	10,467.36	10,840.46	3.30
Esperado de la Importaciones de semillas de MAD	S/. 35. 74098 millones de soles			

Fuente: MINAGRI y Banco Central de Reserva del Perú BCRP
Elaboración propia

Según la Tabla 7, el esperado de la producción de MAD, es decir el valor esperado de la producción nacional multiplicado por el valor esperado del precio nacional asciende a S/.831. 644.80 millones de soles.

Tabla 7: Producción y precio (por kilo) de MAD / por año

Años	Producción nacional (T)	Precio (S/. / Kg)
2004	983156	0.54
2005	999274	0.49
2006	1020042	0.53
2007	1122918	0.66
2008	1231516	0.74
2009	1273943	0.68
2010	1283621	0.75
2011	1260123	0.91
2012	1392972	0.83
Promedio	1,174,173.89	0.68
Mínimo	983,156.00	0.49
Moda	#N/A	#N/A
Máximo	1,392,972.00	0.91
Desv.Std	147,454.29	0.14
Coefficiente de Variabilidad	13%	21%
Esperado Uniforme	1,188,064.00	0.70
Esperado de la Producción de MAD	S/.831.64480 millones de soles	

Fuente: MINAGRI
Elaboración propia

Según la Tabla 8 tenemos el promedio de la participación anual de las importaciones de semilla respecto al valor de MAD grano asciende al 2.51%, tasa significativamente menor al valor esperado del estudio.

Tabla 8: Participación del valor de las importaciones de semilla en el valor de la producción de MAD grano / por año

Año	Coefficiente
2004	0,016878941
2005	0,00965659
2006	0,017327162
2007	0,017066619
2008	0,027834574
2009	0,036744588
2010	0,030468637
2011	0,033508831
2012	0,035976377
Promedio	2,51%
Mínimo	0,97%
Moda	#N/A
Máximo	3,67%
Desv.Std	0,99%
CV	39,72%

Fuente: MINAGRI
Elaboración propia

En el Grafico 6 y la Tabla 8 se observa la participación promedio esperada de las importaciones de semilla de MAD en el valor de la producción, la cual asciende a 4.48%

Gráfico 6: Participación promedio esperada del valor de la semilla importada en el valor de la producción de MAD



Fuente: Estudio

Elaboración: @risk

Tabla 9: Participación promedio esperada del valor de la semilla en el valor de la producción de MAD

	Ratio de participación
Promedio	0.0448
Mínimo	0.00396
Máximo	0.1319
Desviación Standard	0.0248

Fuente: Estudio

Elaboración: Propia

Tabla 10: Análisis de sensibilidad de la participación del valor de importación de semilla a variables de entrada

@RISK Sensitivity Analysis
Performed By: Miguel Aragaki
Date: miércoles, 09 de julio de 2014 01:25:07 p.m.

Rank For B373	Sheet	Cell	Name	Description	Participación Valor Semilla/Valor Prod Regression Coeff. RSqr=0.96
-	Hoja2	J18	Esperado Uniforme / Precio Chacra Nacional SEMILLA	RiskUniform(J13,J15)	-0,322
-	Hoja2	I18	Esperado Uniforme / Producción MAD	RiskUniform(I13,I15)	-0,184
-	Hoja2	D18	Esperado Uniforme / Valor CIF (*) SEMILLA	RiskUniform(D13,D15)	0,905

Fuente: Estudio

Elaboración: @risk

La variabilidad de la participación del valor de la semilla versus el valor de la producción es explicada en un 96 por ciento por las variables de entrada (de riesgo): Precio nacional de semilla MAD en chacra (un incremento del 1 por ciento en el precio nacional de semilla MAD en chacra o reduce la participación en 0.322 por ciento), Producción de MAD (incremento del 1 por ciento en la producción de MAD reduce la participación en 0.184 por ciento), y el Valor CIF de semilla MAD (incremento del 1 por ciento en el Valor CIF de semilla MAD incrementa la participación en 0.905 por ciento).

V. CONCLUSIONES

4.1. Conclusiones

Respecto al impacto del beneficio comparativo entre productores que utilizan semilla importada y los que utilizan semilla local:

- Se demostró que en cuanto al uso de semilla Importada de MAD, Barranca tiene un mayor rendimiento e ingresos netos lo cual se refleja en un mayor número de escenarios positivos 83.4 por ciento respecto a Lambayeque 26.8 por ciento. Los agricultores de Lambayeque están sesgados hacia la izquierda con una mayor cantidad de escenarios negativos 73.2 por ciento que en Barranca donde los escenarios negativos sólo llegan al 16.6 por ciento.

Respecto a la importancia relativa de la importación de semillas de maíz amarillo duro en función al valor de la producción de maíz amarillo duro grano:

- La participación del valor de la semilla de maíz amarillo duro con respecto al valor de la producción apenas alcanza el 4.48 por ciento, esto indica que aún duplicando el precio de la semilla importada (costos en semilla importada), la participación del valor de semilla importada respecto a la producción sería menor al 9 por ciento.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las instituciones gubernamentales revisen el tratamiento a las semillas importadas de MAD para evitar que se restrinjan indebidamente las importaciones de este importante insumo para la producción de maíz híbrido lo cual acarreará impactos negativos en la producción y competitividad de este cultivo y afectar negativamente la balanza comercial y el flujo de divisas.
- Se recomienda, replicar el Estudio para otras variedades o clases de cultivos en los cuales se tiene cierta incertidumbre, de su rentabilidad o rendimiento productivo.
- Probar otras técnicas y software (Simetar, Dream, Modexc) que también podrían ayudar a demostrar que existe diferencia entre dos tipos de muestras con poblaciones similares y similar tecnología.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABOITES, G; FELIX, G. 2011. Centroamérica: Uso de semillas genéticamente modificadas e incremento del ingreso de los agricultores. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) • Sede Subregional en México. México, D.F

ADAM, B; GARCIA P; HAUSER, R. 1996. The value of information to hedgers in the presence of futures and options. *Review of Agricultural Economics*. 18: 437-1447.

ALLEN, D.W; LUECK, D. 1998. The nature of the farm. *Journal of Law and Economics*. 41. 343-386.

ALSTON, J; NORTON, G. AND PARDEY, P. 1998. *Science Under Scarcity: Principles and Practice for Agricultural Research Evaluation and Priority Setting*. Wallingford: CAB International.

AVEN, T. 2003. *Foundations of risk analysis*. West Sussex, John Wiley. 190.

AVEN, T; NILSEN, E.F; NILSEN, T. 2004. Expressing economic risk—review and presentation of a unifying approach. *Risk Analysis*. 24(4).

BANCO MUNDIAL. 2007. Informe anual del Banco Mundial 2007.
<http://siteresources.worldbank.org/EXTANNREP2K7/Resources/Spanish.pdf>

BAQUET, A; HAMBLETON, R.; JOSÉ, D. 1997. *Introduction to risk management: understanding agricultural risks*. USDA; Washington DC. Risk Management Agency, Dec.

BERNARDO, J; CALDERO, J.F. 2000. *Investigación cuantitativa (4); Métodos no*

experimentales. En J. Bernardo, y J.F. Caldero, Aprendo a investigar en educación (77-93). Madrid: RIALP, S.A.

BROOKES, G; BARFOOT, P. 2010. Global Impact of Biotech Crops: Environmental Effects, 1996-2008. AgBioForum. 13(1):76-94. University of Missouri-Columbia – EEUU.

<http://www.agbioforum.org/v13n1/v13n1a06-brookes.htm>

CANCELA, R; CEA, N; GALINDO, G; VALILLA, S. 2010. Metodología de la investigación educativa: Investigación ex post facto.

http://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/EX-POST-FACTO_Trabajo.pdf

CANNOK, G.; GONZALES-ZUÑIGA, A. 1994. Economía Agraria. Universidad del Pacífico.

CASQUIER, J; Y ORTIZ, R. 2012. La semilla transgénica: un debate bioético. Revista de la Facultad de Derecho de la Pontificia Universidad Católica del Perú. No. 69, 2012, p. 281-300

<http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechopucp/article/view/4277/0>

CENSO NACIONAL AGROPECUARIO (CENAGRO IV). INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMATICA. 2012.

<http://proyectos.inei.gob.pe/web/DocumentosPublicos/ResultadosFinalesIVCENAGRO.pdf>

CENTRO PERUANO DE ESTUDIOS SOCIALES (CEPES), CONVENCION NACIONAL DEL AGRO PERUANO (CONVEAGRO). 2009. Impacto del TLC Perú-EE.UU en el maíz amarillo duro. Preliminar.

<http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca/bitstream/123456789/6262/1/BVCI0006604.pdf>

CENTRO PERUANO DE ESTUDIOS SOCIALES (CEPES) – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2003. Rentabilidad de la agricultura de la Costa peruana y las inversiones para el mejoramiento del riego. Programa Cooperativo FAO/Banco Mundial y el Centro Peruano de Estudios Sociales (CEPES).

<http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca/handle/123456789/6926>

CHAPARRO, A. 2011. Cultivos transgénicos: entre los riesgos biológicos y los beneficios ambientales y económicos. Actabiol. Colomb. 16 (3). Bogotá sep./dic., p. 231-252

<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/viewFile/19986/27949>

COPELAND, L O; MCDONALD, M B. 2001. Principles of Seed Science and Technology. 4th ed. Kluwer Academic Publishers. Massachusetts, USA. 467 p.

CRUZ, I. 1986. Aspectos teóricos ER sobre la incorporación del riesgo en los modelos de decisión. En: CONTINI, E. y col. Planificación de la granja: los modelos de decisión. 2 ed.

DE ALTHAUS, J. 2008. La Revolución Capitalista en el Perú. Fondo de Cultura Económica. Perú.

DIEZ, R.; GÓMEZ, R.; NAVARRO, O.; VARONA, A.; ANDERSON, M. 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.

DIEZ, R.; GÓMEZ, R; VARONA, A. 2013. Análisis de metodologías de evaluación antes y después de cambios tecnológicos: el caso de la liberación de los organismos genéticamente modificados en Perú. Fórum Empresarial. 18 (1). Verano 2013. Facultad de Administración de Empresas. Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico.

DOUGLAS, E. J. 1983. Managerial economics theory, practice and problems. 2nd ed. Prentice Hall. New Jersey.

EDGE, J; BENEDICT, J; CARROLL, J; REDING, H. 2001. Bollgard Cotton: An Assessment of Global Economic, Environmental, and Social Benefits. The Journal of Cotton Science 5:121-136 <http://www.cotton.org/journal/2001-05/2/upload/jcs05-121.pdf>

ESPINOSA, A; SIERRA, M; GÓMEZ, N. 2003. Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin PRONASE. Agron. Mesoam. 14: 117-121

FISHER, R; TWYMAN, R; SCHILLBERG, S. 2003. Production of Antibodies in Plants and their Use for Global Health. Vaccine. 21:820-825.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.
(FAO)

<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx> (revisado:30.01.2014)

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.
(FAO). 2000. Declaración de la FAO sobre biotecnología

<http://www.fao.org/biotech/fao-statement-on-biotechnology/es/>(revisado: 09.01.2014)

GATEHOUSE, J. 2008. Biotechnological Prospects for Engineering Insect-Resistant Plants. Plant Physiol. 146:881-887.

GUTIÉRREZ-CORREA, M. 2007. Biotecnología, Biodiversidad y Bioeconomía. Enero, p. 26 – 27.

GUTIÉRREZ-CORREA, M. 2008. Bioeconomía: la economía del Siglo XXI. 1(1): 3-6.

HALLORAN, J.M.; GRIFFIN, T.S.; HONEYCUTT, C.W. 2005. An economic analysis of potential rotation crops for maine potato cropping. *Systems American Journal of Potato Research*.82 (2): 155-162. Mar/Apr 2005.

HARDAKER, J.B.; HUIRNE, R.B.M.; ANDERSON, J.R.1997.Cropping with risk in agriculture.Wallingford, CAB International.

HERRERA-ESTRELLA, L; ÁLVAREZ M.A. 2001. Genetically modified crops: hope for developing countries? *EMBO Rep*. 2: 256 – 258.

HORTON, D. 1986. “Análisis de presupuesto parcial para investigación de papa a nivel de finca”. Centro Internacional de la Papa (CIP).Perú

ISENGILDINA, O; IRWIN, SH;GOOD, DL. 2004. Evaluation of USDA interval forecasts of corn and soybean prices. *American Journal of Agricultural Economics*, 86 (4): 990-1004, Nov 2004.

JAMES, C. 2010. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2010. ISAAA Briefs No. 42. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. Ithaca, NY.

<http://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/42/download/isaaa-brief-42-2010.pdf>

JANICK, J.; BLASE, M.G.;JOHNSON, D.L.; JOLLIFF, G.D.;MYERS, R.L. 1996. Diversifying U.S. Crop Production. Issue Paper. Report number 6, Council for agricultural science and technology. Feb 1996.

KNIGHT, F.H. 1964. Risk, uncertainty and profit. New York: Century Press. EEUU

KOEKEBAKKER, S; LIEN, G. 2004. Volatility and price jumps in agricultural futures prices— evidence from wheat options. *American Journal of Agricultural Economics*. 86 (4): 1018-1031. Nov 2004.

KUNZE, J. 1990. The Bureau of Agricultural Economics' Outlook Program in the 1920's as Pedagogical Device. *Agricultural History*, 64: 252–61.

LEIBOVICH, J.; GUTERMAN, L.; LLINÁS, G.; BOTELLO, S. 2010. Estudio sobre la competitividad del maíz y la soya en la altillanura colombiana (informe final)
file:///D:/Users/Admision_02/Downloads/ECACMS_20110330_042347.pdf

LAPEÑA, I. 2012. La nueva legislación de semillas y sus implicancias para la agricultura familiar en el Perú. *Sociedad Peruana de Derecho Ambiental*, 26: 8-13

LU, Y.C; TEASDALE, JR; HUANG, W.Y. 2003. An economic and environmental tradeoff analysis of sustainable agriculture cropping. *Systems Journal of Sustainable Agriculture*. 22 (33): 25-41.

LUNA, B.; HINOJOSA, MA. A.; AYALA, O.; CASTILLO, J.; MEJÍA, A. 2012. Perspectives of the maize seed industry development in México. *Rev. Fitotec. Mex.* 35 (1):1-7

MARCHINEA, J. comp. 2008. La transformación productiva 20 años después. CEPAL. Santiago de Chile.

<http://www.rlc.fao.org/fileadmin/templates/es-fao/content/documentos/Proyectos/Publicaciones/2do estudio de mercado 2012.12.13.pdf>

MINISTERIO DE AGRICULTURA y RIEGO DEL PERÚ (MINAGRI).

www.minagri.gob.pe 07.2014

MONCIARDINI, P; PODINI, D; MARMIROLI, N. 1998. Exotic Gene Expression in Transgenic Plants as a Tool for Monitoring Environmental Pollution. *Chemosphere*: 37:2761-2772. ISSN 00456535

MOSHINI, G.; HEBBESSY, D.A. 2001. Uncertainty, risk aversion, and risk

management for agricultural producers. In: Gardner, BL; Rausser, GC. Handbooks of agricultural economics, Amsterdam, John Wiley.

NEATE, P; GUEI, R. 2011. Promoting the growth and development for smallholder seed enterprises for food security crops. Best practices and options for decision making. FAO. Roma.

NORWOOD, B; ROBERTS, M.C; LUSK, J.L. 2004. Ranking crop yield models using outofsample likelihood functions. American Journal of Agricultural Economics. 86:1032-1043. Nov.

PAVITT, K. 1984. Sectoral patterns of technical change. Science policy research unit. University of Sussex. Brighton. 1: 9RF. UK

PULGAR, I.2012. Estudio de mercado de semillas certificadas, papa, maíz amiláceo, frejol. FAO.

RAMIREZ, O.A; SOMARRIBA, E. 2000. Risk and returns of diversified cropping systems under nonnormal cross, and autocorrelated commodity price structures. Journal of Agricultural and Resource Economics. 25 (2): 653-668. Dec 2000.

RAMIREZ, O.A, SOMARRIBA, E, LUDEWIGS, T, FERREIRA, P. 2001. Financial returns, stability and risk of cacao planta in timber agroforestry systems in Central America. Agroforestry Systems. 51(2): 141-154.

RUGH, C.L. 2004. Genetically Engineered Phytoremediation: One Man s Trash is Another Man s Transgene. Trends Biotechnol22:496-498.

SALA, F; RIGANO, M; BARBANTE, A; BASSO, B; WALMSLEY, A; CASTIGLIONE, S. 2003. Vaccine Antigen Production in Transgenic Plants: Strategies, Gene Constructs and Perspectives. Vaccine: 21:803-808.Elsevier Science Ltd. EEUU

http://www.ufv.br/DBV/PGFVG/BVE684/htms/pdfs_revisao/trangenicos_transformacao/Vaccine%20antigen%20production%20in%20transgenic%20plants.pdf

SHERRICK, B.J; ZANINI, F.C; SCHNITKEY, G.D; IRWIN, S.H; NORTON, L.J.2004. Crop insurance valuation under alternative yield distributions. American Journal of Agricultural Economics. 86 (2): 406-419.

SEIKO, M. 2006. Avaliação econômica de sistemas de sucessão de culturas sob condições de risco no estado de São Paulo. Universidade estadual paulista “Júlio de MesquitaFilho” Faculdade de Ciências Agrônomicas. Campus de Botucatu. Brasil.

<http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Documentos%20de%20SIAP/PerspectivasMa%C3%ADz1996a2012.pdf>

SEIKO, M.; OZANA DE MELO, C.; HENRIQUE DA SILVA, G.; DE PAIVA, F. 2009. Rentabilidade e risco de sistema de produção em sucesao soja verao milho safrinha no estado da sao paulo. Sociedade brasileira de economia administração e sociología rural

SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP). 2007. Situación actual y perspectivas del maíz en México 1996-2012. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA). México, D.F.

SINGH, O.V; GHAI, S; PAUL, D; JAIN, R.D. 2006. Genetically Modified Crops: Success, Safety Assessment, and Public Concern. Appl Microbiol Biotechnol. 71:598-607

SMITH, E.G; CLAPPERTON, M.J; BLACKSHAW, R.E. 2004. Profitability and risk of organic production systems in the northern Great Plains. Renewable Agriculture and Food Systems. 19 (3): 152-158. Sep.

SMITH, E.G; CLAPPERTON, M.J.; BLACKSHAW, R.E. 2004. Profitability and risk of organic production systems in the northern Great Plains. Renewable Agriculture and Food Systems. 19 (3): 152-158. Sep 2004.

STEAD, D.R. 2004. Risk and risk management in english agriculture. *Economic History Review*. 57 (2): 1750-1850.

TORRES, B. C. 1998. *Metodología de la investigación científica*, Editorial San Marcos, Lima-Perú.

WALBURGER, A.M; MCKENZIEB, R.H; SEWARDB, K; ULRICHA, K. 2004. The economics of sustainable agriculture alternatives on the semiarid Canadian prairies: the case for legumes and organic amendments. *Journal of Sustainable Agriculture*. 24:(3). p. 51-69.

WINKLER, R.L. 1996. Uncertainty in probabilistic risk assessment. *Reliability Engineering and System Safety*. 54: 127132.

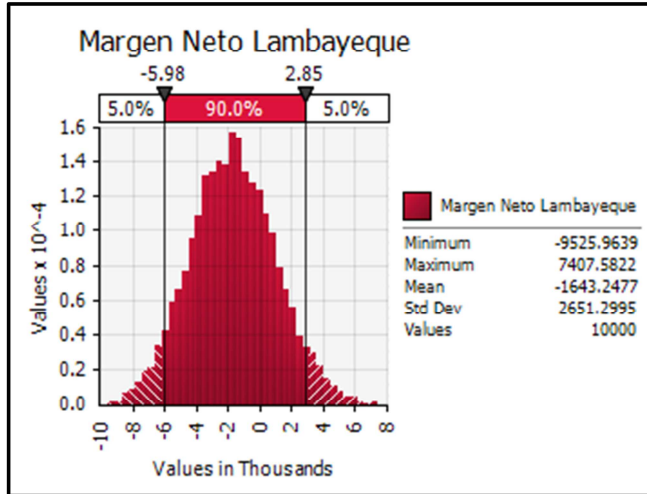
ZEGARRA, E. 2013. Evaluación de la situación del mercado de semillas de maíz amarillo duro en el contexto de la moratoria a la entrada de semillas transgénicas. Reporte analítico preparado para el Ministerio del Ambiente. Grupo de Análisis para el Desarrollo (GRADE). Perú.

VIII. ANEXOS

@RISK Output Report for Margen Neto Lambayeque

Performed By: Miguel Aragaki

Date: miércoles, 06 de agosto de 2014 01:19:06 p.m.

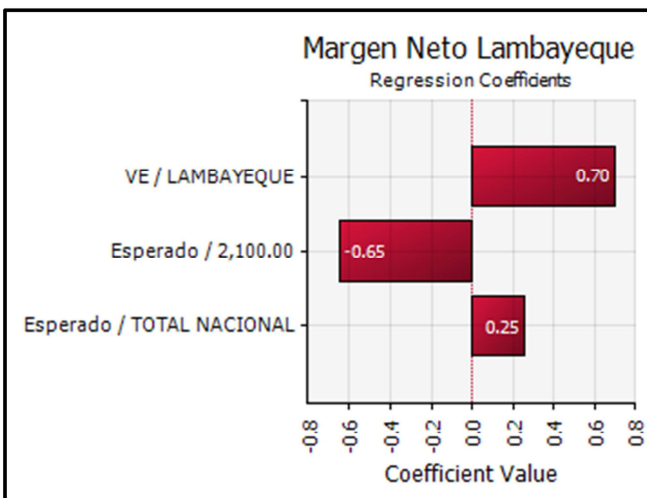
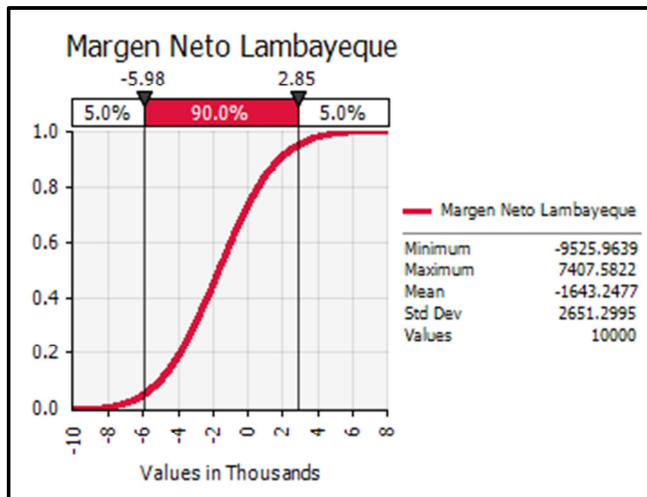


Simulation Summary Information

Workbook Name	BDCompletaAragaki segrega.xls, Data SEMILLA MAD 16.07.14.xls
Number of Simulations	1
Number of Iterations	10000
Number of Inputs	47
Number of Outputs	6
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	8/6/14 13:14:27
Simulation Duration	00:00:15
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	560537346

Summary Statistics for Margen Neto Lambayeque

Statistics	Percentile
Minimum	5% -5983,670923
Maximum	10% -5070,71537
Mean	15% -4414,56617
Std Dev	20% -3896,284266
Variance	25% -3460,060137
Skewness	30% -3078,673998
Kurtosis	35% -2722,048515
Median	40% -2360,853668
Mode	45% -1991,664747
Left X	50% -1678,759459
Left P	55% -1333,55605
Right X	60% -1011,469495
Right P	65% -643,7511197
Diff X	70% -261,0490683
Diff P	75% 148,41605
#Errors	80% 591,6984606
Filter Min	85% 1105,330486
Filter Max	90% 1798,495724
#Filtered	95% 2851,612672



Regression and Rank Information for Margen Neto L

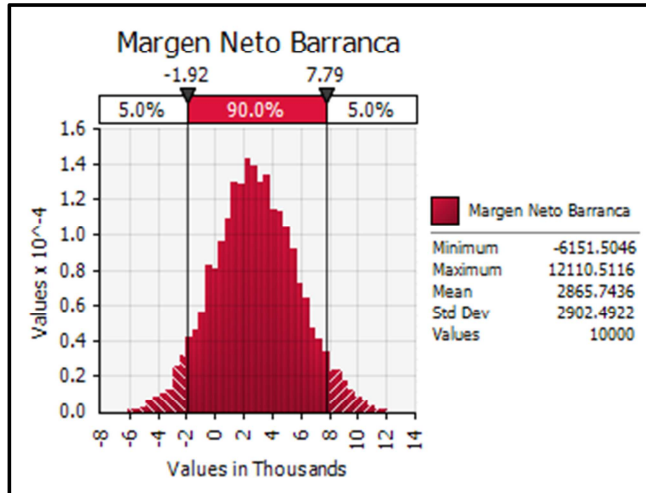
Rank	Name	Regr	Corr
1	VE / LAMBAYEQUE	0,703	0,694
2	Esperado / 2,100	-0,652	-0,646
3	Esperado / TOTAL	0,254	0,239

Elaboración: propia con el software @risk

@RISK Output Report for Margen Neto Barranca

Performed By: Miguel Aragaki

Date: miércoles, 06 de agosto de 2014 01:19:07 p.m.

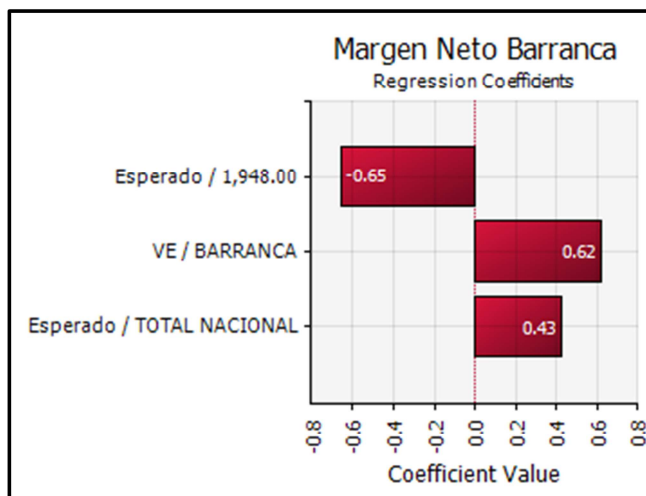
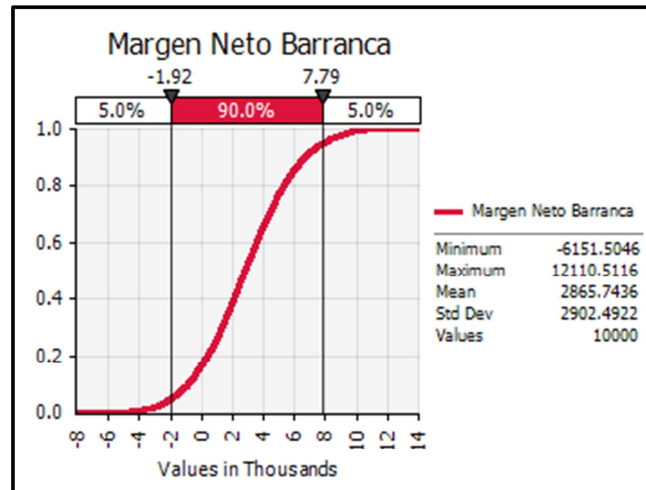


Simulation Summary Information

Workbook Name	BDCompletaAragaki segre gada.xls, Data SEMILLA MAD 16.07.14.xls
Number of Simulations	1
Number of Iterations	10000
Number of Inputs	47
Number of Outputs	6
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	8/6/14 13:14:27
Simulation Duration	00:00:15
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	560537346

Summary Statistics for Margen Neto Barranca

Statistics	Percentile
Minimum	5% -1924,91
Maximum	10% -843,22
Mean	15% -192,09
Std Dev	20% 402,20
Variance	25% 894,38
Skewness	30% 1316,33
Kurtosis	35% 1712,34
Median	40% 2092,31
Mode	45% 2449,19
Left X	50% 2802,01
Left P	55% 3171,10
Right X	60% 3555,15
Right P	65% 3930,44
DiffX	70% 4371,15
DiffP	75% 4817,44
#Errors	80% 5297,79
Filter Min	85% 5883,21
Filter Max	90% 6618,53
#Filtered	95% 7787,26



Regression and Rank Information for Margen Neto B

Rank	Name	Regr	Corr
1	Esperado / 1,948	-0,655	-0,644
2	VE / BARRANCA	0,618	0,608
3	Esperado / TOTAL	0,427	0,407

Elaboración: propia con el software @risk

@RISK Input Results

Performed By: Miguel Aragaki

Date: miércoles, 06 de agosto de 2014 01:19:08 p.m.

Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
Data SEMILLA MAD 16.07.14.xls									
Category: Esperado									
COSTO / Ha BARRANCA	BDCompleta Aragaki	K191		450,5228	2993,667	7814,426	738,6706	6238,081	0
COSTO / Ha LAMBAYEQUE	BDCompleta Aragaki	K366		589,5362	3710,003	7966,239	1426,117	6589,842	0
PRECIO NACIONAL	BDCompleta Aragaki	W16		0,5300235	0,7199999	0,90999	0,548975	0,890966	0
RENDIMIENTO LAMBAYEQUE	BDCompleta Aragaki	N373		529,5377	6166,655	12943,44	2177,041	10761,87	0
RENDIMIENTO BARRANCA	BDCompleta Aragaki	O373		6060,141	11333,34	17903,44	7548,795	15807,07	0

Elaboración: propia con el software @risk

@RISK Output Results

Performed By: Miguel Aragaki

Date: miércoles, 06 de agosto de 2014 01:19:10 p.m.

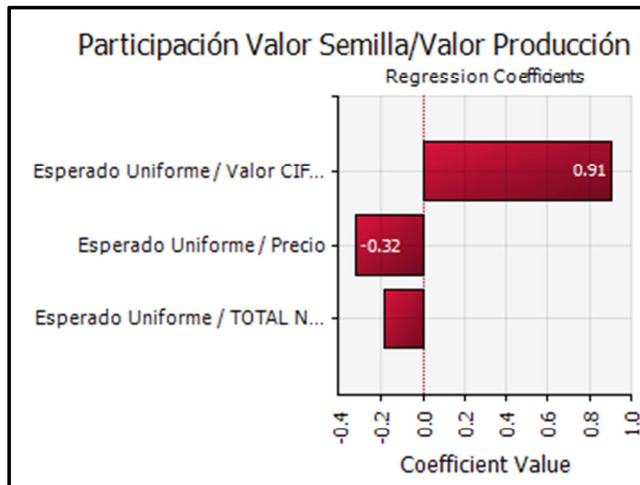
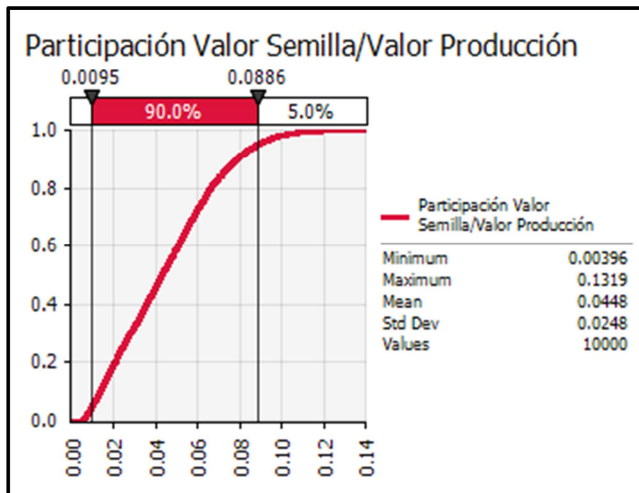
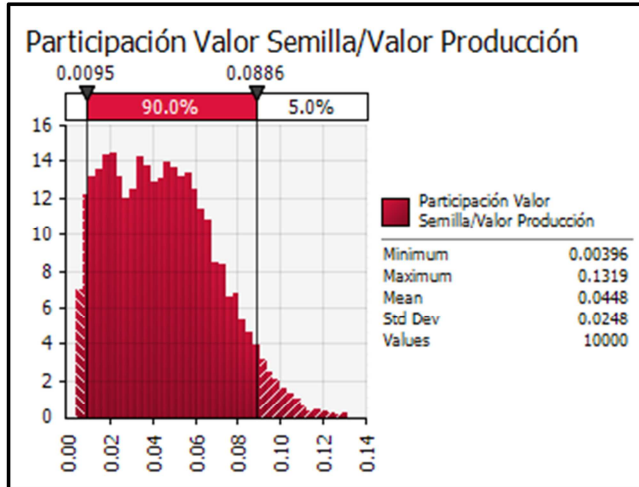
Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
BDCompletaAragaki segregada.xls									
Data SEMILLA MAD 16.07.14.xls									
Margen Neto Lambayeque	BDCompleta Aragaki	B373		-9525,964	-1643,248	7407,582	-5983,671	2851,613	0
Margen Neto Barranca	BDCompleta Aragaki	C373		-6151,50	2865,74	12110,51	-1924,91	7787,26	0

Elaboración: propia con el software @risk

@RISK Output Report for Participación Valor Semilla/Valor Producción

Performed By: Miguel Aragaki

Date: miércoles, 09 de julio de 2014 01:25:04 p.m.



Simulation Summary Information	
Workbook Name	Semilla MAD.xls
Number of Simulations	1
Number of Iterations	10000
Number of Inputs	47
Number of Outputs	3
Sampling Type	Latin Hypercube
Simulation Start Time	7/9/14 13:20:37
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	276521606

Summary Statistics for Participación Valor Semilla			
Statistics		Percentile	
Minimum	0,40%	5%	0,95%
Maximum	13,19%	10%	1,33%
Mean	4,48%	15%	1,70%
Std Dev	2,48%	20%	2,05%
Variance	0,000613761	25%	2,40%
Skewness	0,441398802	30%	2,77%
Kurtosis	2,584753829	35%	3,19%
Median	4,31%	40%	3,56%
Mode	2,22%	45%	3,92%
Left X	0,95%	50%	4,31%
Left P	5%	55%	4,70%
Right X	8,86%	60%	5,06%
Right P	95%	65%	5,42%
Diff X	7,91%	70%	5,80%
Diff P	90%	75%	6,21%
#Errors	0	80%	6,64%
Filter Min	Off	85%	7,19%
Filter Max	Off	90%	7,88%
#Filtered	0	95%	8,86%







Regression and Rank Information for Participación			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Esperado Uniforme / Valor CIF...	0,905	0,931
2	Esperado Uniforme / Precio	-0,322	-0,294
3	Esperado Uniforme / TOTAL N...	-0,184	-0,158
4	Esperado Uniforme / Valor CIF...	0,000	0

Elaboración: propia con el software @risk

Variables de entrada de la participación de las importaciones en el valor de la producción

@RISK Input Results

Performed By: Miguel Aragaki
Date: miércoles, 09 de julio de 2014 01:25:05 p.m.

Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
Category: Esperado Uniforme									
Esperado Uniforme / Peso Neto M (Tm)	Hoja2	B18		775,93	2.114,28	3.452,46	909,66	3.318,77	0
Esperado Uniforme / Valor FOB (*)	Hoja2	C18		1.287,95	10.467,35	19.648,32	2.203,29	18.729,55	0
Esperado Uniforme / Valor CIF (*)	Hoja2	D18		1.435,90	10.840,46	20.246,65	2.373,42	19.305,17	0
Esperado Uniforme / Soles por US\$	Hoja2	F18		3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	0
Esperado Uniforme / PRODUCCION	Hoja2	I18		983.183,10	1.188.064,00	1.392.932,00	1.003.646,00	1.372.456,00	0
Esperado Uniforme / Precio	Hoja2	J18		0,49	0,70	0,91	0,51	0,89	0

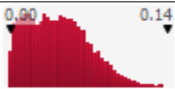
Elaboración: propia con el software @risk

Variables de salida de la participación de las importaciones en el valor de la producción

@RISK Output Results

Performed By: Miguel Aragaki

Date: miércoles, 09 de julio de 2014 01:25:06 p.m.

Name	Worksheet	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
Participación Valor Semilla/Valor Producción	Hoja2	F22		0,40%	4,48%	13,19%	0,95%	8,86%	0

Elaboración: propia con el software @risk