

Análisis del impacto económico de la introducción de maíz transgénico con resistencia a insectos en Honduras

José Artemio Ramírez Maradiaga

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2008

ZAMORANO
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE AGRONEGOCIOS

Análisis del impacto económico de la introducción de maíz transgénico con resistencia a insectos en Honduras

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Administración de Agronegocios en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por:

José Artemio Ramírez Maradiaga

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2008

Análisis del impacto económico de la introducción de maíz transgénico con resistencia a insectos en Honduras

Presentado por:

José Artemio Ramírez Maradiaga

Aprobado:

Fredi Arias, Ph.D.
Asesor Principal

Adolfo Fonseca, M.A.E.
Director Interino
Carrera Administración de
Agronegocios

María Mercedes Roca, Ph.D.
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Rosa Amada Zelaya, M.Sc.
Asesora

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

Guillermo Berlioz, B.Sc.
Coordinador de tesis

RESUMEN

Ramírez, J. 2008. Análisis del impacto económico de la introducción de maíz transgénico con resistencia a insectos en Honduras. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Administración de Agronegocios, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 60p.

En Honduras el maíz es el grano básico en la alimentación de la población y en la alimentación animal. Las técnicas de la biotecnología han permitido el desarrollo de plantas transgénicas de maíz resistentes a insectos del orden Lepidóptera. En el año 2002 la Secretaría de Agricultura y Ganadería aprobó la primera introducción de maíz transgénico con evento Bt en Honduras. El objetivo del estudio fue un análisis económico de las investigaciones previamente desarrolladas por Zamorano y el IFPRI para brindar recomendaciones basadas en datos agronómicos. Los rendimientos promedio de maíz con resistencia a insectos fueron 26 qq/ha superior al promedio de maíz convencional. El rendimiento promedio ajustado fue, a nivel experimental de maíz transgénico con evento Bt 115 qq/ha con una tasa de retorno marginal de 804%, a nivel de campo para maíz transgénico con evento Bt 132 qq/ha con una tasa de retorno marginal de 506% y en la investigación preliminar a nivel de campo para validar los resultados anteriores un rendimiento promedio de 125 qq/ha para maíz transgénico con evento Bt y una tasa de retorno marginal igual a 632%. El costo de la semilla genéticamente modificada representa el costo directo de adopción de la tecnología y es en promedio 40 dólares por hectárea superior a los precios de híbridos de alto rendimiento. Se demostró que los beneficios de la tecnología son poco sensibles a cambios en los precios comerciales y que el uso de semilla de maíz con resistencia a insectos reduce el número de aplicaciones, lo cual disminuye los costos de insumos, aplicación y aumenta la rentabilidad. El análisis de dominancia estocástica confirmó la ventaja tecnológica y financiera de la adopción maíz transgénico.

Palabras clave: análisis de dominancia estocástica, lepidóptera, maíz transgénico, presupuestos parciales, tasa de retorno marginal.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	45
6. BIBLIOGRAFÍA	47
7. ANEXOS	50

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro		Página
1.	Resumen de los rendimientos de las parcelas experimentales.....	20
2.	Estimación de costos de mano de obra.....	22
3.	Estimación de costos de insecticidas.....	23
4.	Estimación de costos totales que varían.....	23
5.	Rendimientos ajustados.....	24
6.	Cálculo de los beneficios netos.....	25
7.	Análisis de dominancia.....	25
8.	Cálculo de la tasa de retorno marginal.....	26
9.	Análisis de residuos.....	27
10.	Resumen de costos que varían investigación IFPRI.....	28
11.	Cálculo de los beneficios netos.....	28
12.	Resumen de la validación de datos.....	30
13.	Desviación estándar y coeficiente de variación de los resultados.....	30
14.	Desviación estándar y coeficiente de variación de los resultados.....	31
15.	Cálculo de los beneficios netos.....	31
16.	Resumen aplicación de presupuestos parciales.....	41
17.	Análisis de dominancia estocástica para validación de datos.....	42
18.	Resumen análisis de sensibilidad.....	44
Figura		
1.	Rendimientos mundiales de maíz de 1990 al 2004.....	10
2.	Principales productores mundiales de maíz año 2005.....	10
3.	Los 23 países adoptadores de cultivos transgénicos.....	15
4.	Principales productores mundiales de maíz año 2005.....	32
5.	Rendimiento de maíz según año agrícola (qq/mz).....	34
6.	Precios del maíz en la bolsa de valores de Chicago.....	35
7.	Aporte del maíz al PIB agrícola real (porcentajes).....	36
8.	Balance de producción de maíz.....	37
9.	Análisis de dominancia mediante la curva de beneficios netos.....	43
Anexo		
1.	Encuesta productores de maíz.....	51

1. INTRODUCCIÓN

Honduras se cree que forma parte del centro de origen del maíz lo cual es incierto por lo que se le ha denominado el centro de diversificación del maíz. Su cultivo es de particular importancia para la economía del país. El cereal más importante en Honduras es el maíz (Poacea: *Zea mays*, L.) ya que es el grano básico fundamental en la alimentación de la población y en la industria de concentrados para la alimentación animal (PRIAG 1999). Se estimó que la producción nacional de maíz de acuerdo a los datos del INE (Instituto nacional de Estadística), según cifras para el ciclo 2007 – 2008, tiene una superficie sembrada de 414.7 miles de manzanas de maíz, que producen 10.4 millones de quintales, con un rendimiento promedio de 25 quintales por manzana.

La demanda de maíz en Honduras ha aumentado, en parte debido al constante crecimiento de la población, y por otra parte a la urbanización de esa población. Las plagas son uno de los principales problemas que el agricultor enfrenta para lograr altos rendimientos en maíz. Las principales plagas insectiles que atacan el maíz en diferentes etapas son: El gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), los barrenadores del tallo *Diatraea lieolata* y *Elasmopapus lignosellus* (Lepidóptera: Pyralidae), *Listronotus diétrichi* y *Geraeus* spp. (Coleoptera: Curculionidea) y el gusano de la mazorca *Helicoverpa zea* (Lepidoptera: Noctuidae).

En el año 2002 la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) aprobó el cultivo de maíz transgénico con resistencia a insectos (Bt) y al herbicida glifosato (RR) en un proceso de intensificación agrícola, y es hoy el único país donde se permite el cultivo de transgénicos en Centroamérica. Aparentemente la adopción de esta tecnología es una estrategia viable para incrementar la producción agrícola y disminuir las importaciones para, con esto, cubrir el déficit de producción de maíz y la escasez de granos básicos (ISAA, 2007).

Si bien los cultivos genéticamente modificados brindan una ventaja al productor, no todos los agricultores pueden acceder a esta tecnología debido a los altos costos de la semilla y a las diferentes escalas y sistemas de producción. Es por esto que la SAG sólo aprobó el uso de transgénicos en las zonas de mayor productividad de maíz.

El creciente debate público se concentra en los beneficios que la adopción de maíz transgénico podría aportar en Honduras, constituye un necesario caso de análisis y debate dado que se estima que aproximadamente el 25% de tierra arable está sembrada con este grano y forma parte de la canasta básica y de la industria de los concentrados.

1.1 ANTECEDENTES

El maíz es el cereal más importante que se cultiva en Latinoamérica para consumo humano y el principal cultivo para alimentar los animales. En los últimos 20 años, la biotecnología ha generado valiosas herramientas y técnicas que pueden utilizarse para ayudar a mejorar y conservar todas las especies de cultivo. El maíz transgénico ha sido modificado bajo planificación para incluir en cepas comerciales las características deseables en la agricultura extensiva e intensiva, incluyendo diversas características que le han sido incorporadas, como por ejemplo resistencia a ciertos herbicidas y producción de antimetabolitos contra plagas (FAO-BiotechNews, 2002).

Según lo indica la SAG (2007), aproximadamente el 50 por ciento del maíz que consume Honduras es importado, lo cual incide en el costo de la canasta básica. El gobierno promueve políticas agrícolas que están provocando que se incremente el porcentaje de hectáreas cultivadas con productos transgénicos de maíz con el fin de aumentar la productividad ya que debido a alza en los precios internacionales se prevé una disminución en las importaciones y consecuente a esto un déficit en la oferta nacional.

En Honduras las regiones que aportan la mayor producción de maíz son: la Centro Oriental; la Nor Oriental, la Centro Occidental y la Norte. En conjunto estas cuatro regiones aportan el 74.2% de la producción total de este cultivo. En el 2007 la producción nacional superó los 15 millones de quintales, pero aun así no fue suficiente para suplir la demanda de 23 millones de quintales de maíz al año, tanto para la agroindustria, como para el consumo humano y animal.

1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Debido a la crisis alimentaria que esta ocurriendo en el mundo, provocada por la escasez de granos básicos y el alto costo de producción, se impulsa al sector agrícola a adoptar tecnologías que aumenten la productividad. La semilla transgénica ofrece una productividad más alta, y podría ser una de las herramientas que les permita a los agricultores ser más competitivos e incrementar la producción nacional, así como neutralizar a nivel local la antes mencionada crisis alimentaria.

La producción de cultivos genéticamente modificados ha generado un debate a nivel mundial, ya que existe una gran desinformación sobre la enorme cantidad de evidencia científica acumulada en los últimos 10 años sobre los impactos en la salud humana, ambiente y aspectos socioeconómicos. Los estudios no pueden confirmar ningún daño adverso a la salud o al ambiente cuando se comparan los efectos de los cultivos transgénicos con cultivos convencionales. Sin embargo en varios países del mundo, tanto en países desarrollados como en países en desarrollo, han surgido grupos de activismo, formados principalmente por ONG's ambientalistas, pocos científicos y algunos políticos, que se oponen a este tipo de alimentos y exigen etiquetado de estos. Todos ellos manifiestan sus preocupaciones sobre seguridad alimentaria, impactos ambientales, creencias religiosas, cambios culturales y dependencias económicas. Sin embargo, los cultivos transgénicos cultivados en Honduras, gracias a su mayor resistencia a plagas y

herbicidas, tienen una tasa de producción de alimentos por hectárea mayor al de los cultivos convencionales y generan una mejor calidad del grano (FAO, 2007).

Como toda innovación tecnológica en la agricultura, la adopción de transgénicos causa impactos económicos positivos y negativos para los agricultores, los consumidores y el conjunto de la sociedad. Con base en lo antes mencionado se hace necesario realizar estudios que comprueben la viabilidad y rentabilidad de esta tecnología para disminuir el grado de controversia y poder tomar decisiones que beneficien a la sociedad como un todo.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Existen muchos actores con diferentes intereses y posiciones que están involucrados en el tema de la adopción, o no, de maíz con resistencia a insectos y herbicidas en Honduras. Debido a la desinformación de algunos de los principales funcionarios públicos, estos han tenido una actuación contradictoria e inconsistente ya que han cambiado las políticas de liberación y comercialización por presión de diferentes sectores o actores. Esto afecta la percepción de los agricultores a tomar una posición sobre si adoptar o no esta tecnología y confirma que las discusiones son basadas en intereses político-ideológicos. En síntesis, la limitante de información coherente y científica para los participantes desinformados no les permite dar recomendaciones acerca de la tecnología.

Para poder brindar recomendaciones hoy es necesario incorporar cierto nivel de análisis económico a las decisiones relacionadas con la selección de tecnologías o prácticas que recomiendan a los productores agrícolas para mejorar sus ingresos. La creciente globalización obliga a los productores agrícolas a ser más competitivos y adoptar tecnologías que satisfagan las demandas de los consumidores, incrementen la productividad, aumenten la ventaja competitiva, y sean financieramente viables.

Adicionalmente la adopción y transferencia de la tecnología está determinada por factores relevantes del entorno, por ello es necesario conocer las condiciones del mismo para poder dar conclusiones y recomendaciones basadas en las características y factores propios de una región.

1.4 LÍMITES DEL ESTUDIO

La generalización de los resultados y conclusiones, debe tomar en cuenta otros factores y aspectos sociales, ambientales y políticos en el país, ya que el tema se evaluó desde un punto de vista microeconómico sin considerar los otros impactos positivos o negativos en los aspectos antes mencionados.

La investigación de la cual se obtuvo gran parte de los datos se desarrolló bajo condiciones de grandes y medianos productores de las zonas de Yoro, Olancho y Comayagua, en consecuencia su generalización debe considerar los aspectos antes mencionados.

Uno de los estudios analizados se llevó a cabo en un período de 6 meses, por lo que el tiempo no permitió tener acceso completo a todos los productores de maíz de diferentes escalas para generar diferentes datos. La falta de información estadística disponible hasta el 2008 en todos los niveles fue la principal limitante de esta investigación.

1.5 ALCANCES DEL ESTUDIO

El presente estudio se concentró en el sector productor de maíz (todos los granos vistos como un commodity) en Honduras. La cobertura geográfica a ser considerada en el estudio corresponde a las zonas productoras de maíz donde el gobierno permite la siembra de cultivos genéticamente modificados, siendo estos; La Paz, Comayagua, Yoro y Olancho.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo General

Elaborar un estudio para determinar el impacto financiero marginal de la introducción de maíz transgénico con resistencia a insectos en Honduras.

1.6.2 Objetivos específicos

- Describir la situación actual de producción de maíz en Honduras.
- Realizar un balance de producción de maíz en Honduras.
- Realizar un análisis de la competitividad en el sector del maíz.
- Analizar el impacto económico de la adopción de maíz transgénico.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Existen en Honduras alrededor de quinientas mil familias de pequeños agricultores, que cultivan maíz. Los grandes volúmenes de producción en la región obedecen, en principio, a la lógica de priorizar su autoabastecimiento, sobre todo con maíz blanco, grano en que se basa la dieta. Los pequeños productores se encuentran dispersos, lo que limita su integración productiva y comercial; además trabajan explotaciones de subsistencia, con tecnología predominantemente manual. Sus rendimientos se mantienen muy bajos con respecto a los grandes países productores, debido, especialmente, a que cultivan sobre laderas, y casi siempre sin usar semillas mejoradas (IICA, 2007).

Según investigaciones del CATIE (2004) se estima que entre un cuarto y un tercio de la población total de Honduras está practicando agricultura en las zonas altas de las áreas montañosas, debido a que casi la mitad de las fincas se ubican en laderas muy empinadas, con más del 20 % de pendiente. De estas explotaciones el 80% están en laderas en las que el control de erosión y el manejo de aguas pueden constituir puntos claves de preocupación de los agricultores. En la misma línea de análisis, el 50 % de la población rural de Honduras, que incluye pobladores en laderas, viven en pobreza, lo que hace imperativo prestarles más atención a las condiciones para mejorar la calidad de vida de la población, así como al potencial de estas regiones para incrementar la producción de alimentos básicos y de otros productos agropecuarios esenciales.

Las causantes de estas limitaciones deben ser analizadas detenidamente. Según lo señalado anteriormente, se puede deducir que estos suelos marginales de laderas no pueden ser utilizados con variedades de alto rendimiento, ni con altos insumos de fertilizantes, debido a su condición de marginalidad. Esta última condición se caracteriza por los bajos niveles de nutrientes, el lavado de éstos y de los fertilizantes, además de la poca retención de agua y la erosión a la que son sometidos (CATIE, 2004).

Estas razones constituyen el principal motivo por el cual las instituciones deben buscar nuevas alternativas para la solución de dichos problemas. Es necesario estudiar las justificaciones económicas y los factores que determinan la adopción de tecnologías por parte de la población rural asentada en laderas, ya que esta merece especial atención. Es importante conocer las características de estos productores para el proceso de promoción y transferencia de tecnología (CATIE, 2004).

Los esfuerzos más determinantes por parte de los países desarrollados para mejorar la situación del sector rural en los países en desarrollo, han sido orientados hacia la introducción y difusión de nuevas variedades de plantas que han logrado sólo un éxito parcial. Otras técnicas se han encaminado a la promoción de insumos de alto rendimiento

como los fertilizantes y nuevas prácticas de manejo de cultivos, alcanzando igual resultado que las anteriores (CATIE, 2004).

Comparados con los grandes productores adoptadores de cultivos transgénicos como Estados Unidos, China, Argentina y Brasil, los rendimientos en Honduras son sumamente bajos. Honduras importa de mercados intra y extra regionales aproximadamente 50% de la demanda total para cubrir su déficit, lo cual encarece el costo de la canasta básica y los concentrados (SAG, 2007).

Según investigaciones desarrolladas por la Secretaría de Alimentación y Ganadería (SAG, 2006) para los pequeños agricultores los costos de producción agrícola son similares al precio de venta obtenido por el productor. En la mayoría de los casos, los productores sólo recuperan el costo de la mano de obra familiar invertida y el retorno al uso de la tierra. La baja rentabilidad es una combinación de bajos precios recibidos por el productor, altos costos de producción y bajos niveles de productividad. Este resultado es una consecuencia del bajo desarrollo tecnológico, la baja escala de la producción y la desconexión de los mercados.

Las desventajas competitivas y la baja rentabilidad tienen que ver con elementos de la cadena de producción primaria, transformación y comercialización. Con respecto al maíz, la baja rentabilidad se mezcla con desventajas competitivas frente al precio de las importaciones, pues los costos de producción y comercialización local superaban el precio de importación (IICA, 2007).

Estas desventajas han limitado el desarrollo industrial en la región. Aún cuando existen políticas nacionales para inducir, mediante acuerdos, la compra del producto local por parte de la industria, estos acuerdos no dejan de ser imposiciones oficiales a la empresa privada que, lógicamente, lucha por evadirlas. A un pequeño productor le resulta en extremo caro usar insumos y tecnologías por su pequeña escala de producción. La diferencia de costos entre usar semilla mejorada o grano, hace que su elección sea continuar utilizando grano de consumo como semilla. La cosecha, también debido a la pequeña escala de producción, se comercializa a menudo por uno o escasos quintales (IICA, 2007).

El grado de importancia social y económica del maíz en Honduras es alto. Esta razón es más que suficiente para que los gobierno, programas, organismos e institución se comprometan a brindar soluciones para mejorar la solvencia de los productores, buscando elementos clave que puedan producir un salto económico en su nivel de vida (IFPRI, 2006).

Al estimar el consumo de maíz blanco (producción más importaciones, menos exportaciones, divididos por el número de habitantes en Honduras), se obtiene que Honduras consume 117 Kg. de maíz al año; cabe aclarar que estas cifras no deducen el consumo animal en fincas, lo cual reduce los volúmenes para consumo humano (IICA, 2007).

Un elemento adicional en la determinación de la pobreza del pequeño productor de maíz, tiene que ver con el tamaño de su parcela. Estos cultivos son de bajo ingreso neto por hectárea, en comparación con otros cultivos, como las hortalizas, que utilizan más intensivamente la tierra, aunque con mayor uso de capital (CIMMYT, 2007).

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y La Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación – COSUDE, en el mapeo de la cadenas agroalimentarias de maíz, describen que en Honduras actualmente hay 250,000 agricultores con un promedio de 0.6 hectáreas que cultivan maíz blanco. Su principal característica es que son pequeños productores, dispersos y desorganizados, lo que limita la obtención de ingresos suficientes, el desarrollo de economías de escala, su poder de negociación y las alianzas a lo largo de la cadena de producción y valor agregado (COSUDE, 2007).

En Honduras los segmentos más importantes en producción de maíz son el microfundio, el minifundio y los grandes productores. Los dos primeros, con fincas menores a cinco hectáreas, aportan el 45 por ciento de la producción total. Estas unidades generalmente poseen tierras de baja fertilidad o marginales y, naturalmente, no contratan mano de obra. Su producción está orientada al autoconsumo, usan altos porcentajes de superficie cultivada con semilla criolla, casi el 98 por ciento (IICA, 2007).

Por otro lado, los medianos y grandes productores que producen también maíz, aportan alrededor del 55 por ciento a la producción nacional. Este tipo de productor casi no utiliza mano de obra familiar, salvo en labores gerenciales, usa maquinaria de su propiedad y tiene acceso a crédito. Prácticamente toda su producción está dirigida al mercado, aunque se dejan un margen para consumo e insumos de la empresa (IICA, 2007).

2.1 TECNOLOGÍAS MÁS COMUNES EN EL CULTIVO DE MAÍZ

2.1.1 Tecnología tradicional

Esta tecnología es aplicada generalmente por pequeños productores, quienes fundamentan la actividad productiva en la disponibilidad de mano de obra familiar. Utilizan como labranza el espeque, el arado con bueyes y en algunas ocasiones herbicidas cuando el tiempo es limitante. Generalmente trabajan en suelos localizados en pendientes y erosionados, por la falta de medidas mínimas de conservación de suelos. No usan semillas mejoradas, ni cuentan con capital para apoyar los costos de manejo de los cultivos. Fundamentan su producción en los subsistemas de monocultivo o en asocio, siendo los más generalizados: maíz seguido de frijol en relevo, maíz en asocio con frijol, maíz y frijol en franjas alternas, maíz en asocio con sorgo millón, maíz seguido de maíz como cultivo solo (IICA, 2007).

2.1.2 Tecnología intermedia

Esta tecnología es utilizada por los medianos productores, con niveles tecnológicos mínimos basados únicamente en la aplicación de insumos como fertilizantes y pesticidas.

Algunos tienen acceso al uso de semillas mejoradas. Apoya el manejo de los cultivos en la fuerza familiar y contratada. Los elementos de preparación de suelo por lo general son el arado con tracción animal y, algunas veces, la mecanización. Realizan la recolección de las cosechas generalmente por métodos manuales y con la utilización de desgranadoras. La producción la basan principalmente en el monocultivo y algunos subsistemas en asocio, tales como: maíz seguido de frijol en relevo y maíz y frijol en asocio (IICA, 2007).

2.2 SUPERFICIE, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DE MAÍZ

Honduras se sitúa en el tercer lugar de la región centroamericana con el 20.2 por ciento de superficie cosechada con maíz. La época de siembra más importante para Honduras es la primera. Esta se realiza en los meses de abril, mayo, junio y julio, en la cual se establece el 80 por ciento de la superficie nacional, obteniendo el 82 por ciento de la producción total del país. La época de postera corresponde a siembras que se inician en agosto. Se establece el 20 por ciento del total nacional y se obtiene el 17 por ciento de la producción total. En Honduras, el cultivo de maíz se establece en siete regiones: Sur, Centro Occidental, Litoral Atlántico, Norte, Nor Oriental, Centro Oriental y Occidental. En las cuatro últimas, se siembra el 70 por ciento de la superficie total y se produce el 78% de la producción nacional (SAG, 2007).

La cantidad de variedades de maíz producidas en las últimas tres décadas en Honduras no tiene comparación con ningún otro cultivo. Según DICTA actualmente se han desarrollado unas 23 variedades híbridas de uso comercial. El 60% de la superficie sembrada con maíz usan variedades tradicionales y en el 40% restante se están implementando variedades mejoradas.

Según el departamento de estudios económicos del Banco Central de Honduras (BCH, 2005), la productividad promedio de la tierra sembrada con maíz (qq/mz) fue de unos 20.4 quintales en el ciclo 88-89 y de unos 24 quintales en el ciclo 05-06. Un aumento de 4 quintales por manzana en un periodo de 25 años.

El 57.4% del número de las extensiones sembradas con maíz usan el sistema tradicional, el cual no es competitivo, el 32.6% el sistema semi-tecnificado y el 10% utiliza el sistema tecnificado. Por otro lado, los rendimientos en el sistema tradicional son de 20 qq/ha, en el sistema semi-tecnificado son de 40.5 qq/ha y 75 qq/ha en el tecnificado. En relación con los rendimientos, se menciona que la diferencia en productividad tiene una estrecha relación en con los factores clima, suelo, tierra y a la calidad de la semilla utilizada para la siembra y el manejo que se brinda al cultivo (SAG, 2007).

En Honduras uno de los problemas agronómicos más serios en relación a la productividad del maíz es el daño causado por insectos, principalmente Lepidópteros. Insectos del orden Lepidóptero que pueden causar daño económico en Honduras incluyen el gusano "cogollero" (*Spodoptera frugiperda*), el "barrenador del tallo" (*Diatraea spp.*) y el "gusano de la mazorca" (*Helicoverpa zea*). Los daños por insectos pueden disminuir los rendimientos en un 40% (Andrews citado por Pacheco, 2002).

Los métodos convencionales para controlar los insectos lepidópteros incluyen aplicaciones foliares de plaguicidas. Además, los agricultores usan las aplicaciones de insecticidas granulados aplicados a cada planta. Sin embargo, los agricultores de Honduras tienen gran dificultad en la determinación sistemática de los niveles críticos, determinar adecuadamente las dosis de plaguicidas, y el momento oportuno de las aplicaciones de plaguicidas. A menudo el agricultor introduce aplicaciones de plaguicidas en el momento equivocado o con una cantidad menor (o mayor) que la dosis recomendadas. Estas condiciones promueven el desarrollo de poblaciones de plagas resistentes a los insecticidas (SAG, 2003).

Para obtener un máximo rendimiento en cualquier cultivo es necesario conocer las características fisiológicas como su desarrollo, las cantidades adecuadas de fertilizante, agua, cantidad de semilla por hectárea, y las variedades adecuadas bajo las condiciones de clima, suelo y manejo que existan en diferentes ambientes y que puedan influir en el desarrollo de la planta. Para producir eficientemente se necesita introducir la menor cantidad de insumos y obtener la mayor producción (Doll, citado por Jaar 1993).

2.3 EL CONTEXTO MUNDIAL

El mercado mundial de granos ha mostrado por varias décadas una caída estructural de sus precios, con algunas recuperaciones por períodos cortos. En los últimos años, el mercado de maíz muestra nuevas tendencias, que traerán consigo cambios importantes para la agricultura de los países centroamericanos, basadas tradicionalmente en el cultivo de estos dos granos (FAO, 2007).

2.3.1 El mercado mundial del maíz

La producción mundial de maíz es principalmente de variedades amarillas, de las cuales se producen más de 600 millones de toneladas. El maíz blanco, por el contrario, se cultiva para el consumo de los países que lo producen. Se estima que se producen unas 75 millones de toneladas de maíz blanco en todo el mundo, pero que sólo se comercializan cerca de dos millones (FAO, 2005).

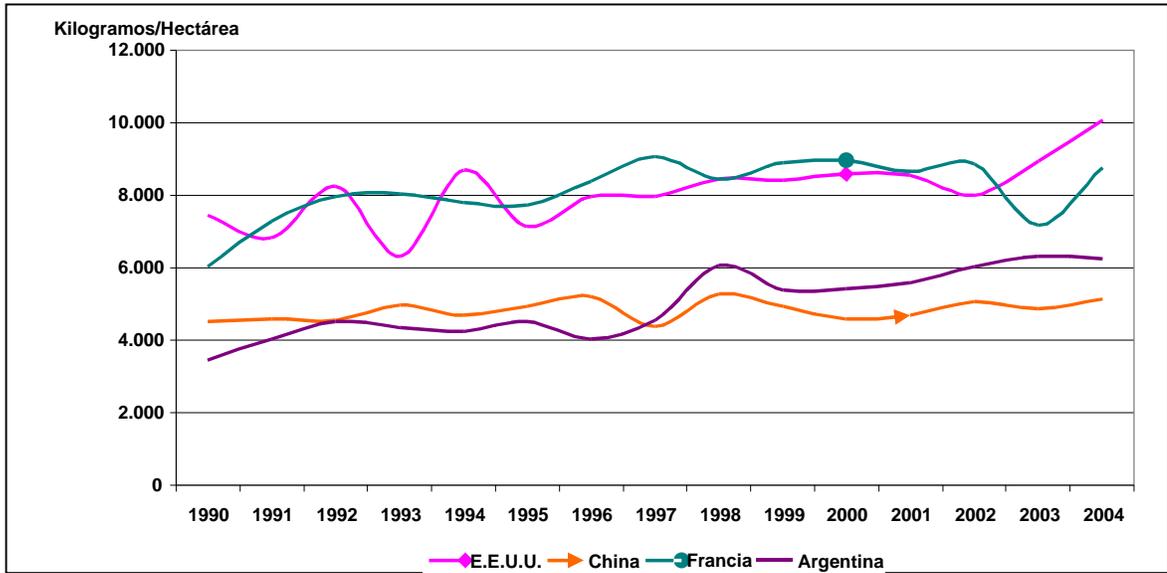


Figura 1. Rendimientos mundiales de maíz de 1990 al 2004.
Fuente: (FAO, 2005).

En el 2004 los rendimientos de maíz de los principales países productores fueron: E.U. (10 ton/ha), China (5.1 ton/ha), Francia (8.7 ton/ha) y Argentina (6.2 ton/ha). En la figura 1. se puede observar que la tendencia de los rendimientos se muestra creciente, en gran parte esto se debe a un aumento en la productividad relacionado muy estrechamente con la adopción de nuevas tecnologías.

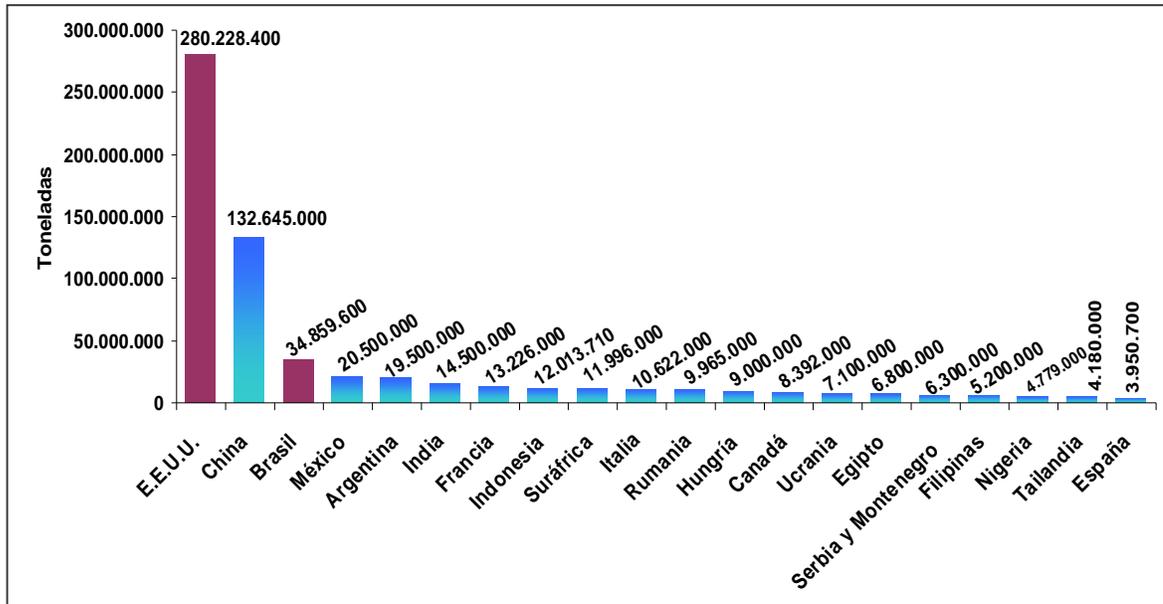


Figura 2. Principales productores mundiales de maíz año 2005.
Fuente: (FAO, 2005)

La producción mundial de maíz en el año 2005 fue de 692 millones de toneladas, Estados Unidos participó con el 40% de la producción total de maíz, seguido de China que participó con el 19% de la producción mundial total (ver Figura 2). Los países que mayor participación tienen en la oferta exportable de maíz blanco son Estados Unidos y Sudáfrica. México es uno de los mayores productores del mundo, con aproximadamente el 26 por ciento de la producción mundial de maíz blanco, según datos de la FAO del año 2005.

El precio internacional de maíz blanco es poco disponible, los datos en Estados Unidos muestran que el precio ha sido generalmente superior al maíz amarillo, aunque durante los últimos años esa diferencia se ha reducido, lo cual facilita la sustitución entre ambos, sobre todo a nivel de la industria (harina de maíz para tortillas, alimentos balanceados para animales, entre otros).

El año 2007 mostró un incremento excepcional en el precio internacional del maíz amarillo y blanco. Según los análisis, la demanda que pueda tener para la producción de biocombustibles, estará presionando este mercado hacia más alzas de los precios. La demanda de maíz se ha elevado también de manera rápida y contundente debido que a medida que han prosperado, los habitantes de países como China y la India han aumentado su consumo de carne, y para satisfacer esa demanda se necesita un mayor volumen de grano para alimentar a los animales (CIMMYT, 2007).

Hace algunos años el precio del maíz en los mercados centroamericanos era mayor que el precio de importación (precio de frontera), desde los Estados Unidos, lo cual ha cambiado en los últimos años debido a diferentes factores que se mencionan mas adelante (CIMMYT, 2007).

El precio internacional del maíz, generalmente bajo, se analizaba en el contexto de la producción mundial. Estados Unidos es el principal productor y exportador de este grano en el mundo. Los agricultores estadounidenses producen en condiciones mucho más favorables que los centroamericanos en cuanto a suelos y clima, tecnología, acceso a insumos y mercados, pero sobre todo, a subsidios gubernamentales. Según datos del Institute for Agriculture and Trade Policy, en el artículo “United States Dumping On World Agricultural Markets”, en el año 2001 el equivalente del dumping de exportación para el maíz fue del 33 por ciento de su precio, a partir del estimado de subsidios al productor (PSE) (IICA, 2007).

El mercado mundial de granos ha mostrado, por varias décadas, una caída estructural de sus precios, con algunas recuperaciones por períodos cortos. En los últimos años, el mercado ha estado mostrando nuevas tendencias que han ocasionando cambios importantes para la agricultura. Tanto para el maíz blanco como para el amarillo, el último año mostró un incremento excepcional en el precio internacional. Según análisis de los mercados, la demanda que puede llegar a tener el maíz para la producción de biocombustibles, ocasionará mayores alzas en los precios (USDA Economic Research, 2008).

2.4 IMPORTANCIA EN LA ECONOMÍA NACIONAL

La importancia de la agricultura en la economía de Honduras es menor en la década actual. Sin embargo, la agricultura de Honduras está incursionando en rubros más rentables. Algunas áreas giraron sus productos hacia bienes de exportación no tradicionales, más rentables y competitivos (CIMMYT, 2006).

Según el CIMMYT esta tendencia comenzó en la década de los ochenta, ya que el entorno se volvió competitivo como resultado de la globalización y la liberación del comercio; los gobiernos centroamericanos comenzaron a transformar sus sectores agrícolas para aumentar los ingresos por exportaciones y mejorar la seguridad alimentaria. Pusieron en práctica una política de cambiar la producción de granos básicos por la de cultivos de exportación como la palma de aceite, el café y los melones. Bajo este escenario se comprarían los granos básicos en los mercados internacionales.

“Esta política se basó en argumentos de que la producción de granos básicos como el maíz blanco no era competitiva y que un aumento en la productividad en esta área no aminoraría la pobreza”, comenta Gustavo Sain, economista regional del CIMMYT para América Central. Si bien esta política ha vuelto competitivos a algunos sectores, benefició sólo a unas cuantas personas. El resultado es que la pobreza rural no se redujo e incluso, en ciertos países, ha aumentado.

Si bien el gobierno estimula a los agricultores a diversificar la producción introduciendo cultivos comerciales de exportación, el cultivo de maíz, un alimento básico, sigue siendo una prioridad nacional, ya que para producir maíz en Honduras se generan empleos temporales. Adicional al empleo agrícola, estos rubros activan la esfera comercial, y su transformación artesanal o industrial tiene un gran efecto multiplicador para muchas industrias como los lácteos y la carne. Es el producto con mayor demanda por parte del sector agroindustrial nacional, debido a que es uno de los granos básicos fundamentales en la alimentación humana y animal (CIMMYT, 2007).

El maíz blanco no se consume directamente como grano, lo que da vida a una amplísima red artesanal de fabricación de tortillas y otros derivados, que se convierten en el principal eslabón de transformación. En menor proporción existe una industria de elaboración de harina de maíz nixtamalizada y las fábricas de boquitas y snacks. Honduras es uno de los países que más importan harina de maíz en Centroamérica, pero las importaciones representan un porcentaje pequeño con respecto al total de su consumo de maíz blanco. Las importaciones son mayormente provenientes de Guatemala, El Salvador y Estados Unidos de Norteamérica (IICA, 2007).

Como se deduce de lo anterior, la industria de granos está poco desarrollada. En maíz la gran industria mostraba un escaso vínculo con la producción local de materia prima, prefiriendo en ambos casos el grano importado desde fuera de la región, por su menor precio. El precio internacional del maíz era bajo comparado con el local, lo que hacía que la industria prefiriera importarlo, esto ha cambiado debido al alza que ha tenido el precio maíz en los mercados internacionales por los factores antes mencionados (IICA, 2007).

En la última década la importancia relativa del maíz en el PIB agrícola real ha decaído significativamente. En 1993 el maíz representaba un 12.5% del PIB agrícola y para el 2001 sólo representaba un 9%. Algunas de las razones de esta reducción en la actividad económica del maíz fueron los precios más atractivos del mercado externo y a que la agricultura nacional no está presentando la capacidad ni la competitividad para atender la demanda interna del grano (INE, 2006).

Según la última encuesta agrícola, se estima que el 25% del total de tierra arable está sembrada con maíz, lo que equivale según el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2006) a 434,692 manzanas que están produciendo alrededor de 10.3 millones de quintales. Cantidad que no es suficiente para cubrir la creciente demanda interna que en el 2003 fue de 6.9 millones de quintales y para el 2007 alcanzó un requerimiento de 9.2 millones de quintales, cantidad que indica un incremento en la demanda de 33.3% al final de los cinco años.

Si se analiza el comportamiento de los últimos años de la producción de maíz, se concluye que su crecimiento ha resultado insuficiente para cubrir la creciente demanda interna, motivada por el crecimiento poblacional y la mayor demanda agroindustrial. Para solucionar el déficit de producción de maíz, las importaciones se mantienen creciendo, también debido a que los precios en el mercado internacional eran mejores que los precios locales hasta el año 2007.

El escenario actual de precios altos muestra varias caras para la economía de la mayoría de los hogares hondureños. Por un lado beneficia a los productores por la obvia mejora que produce en los ingresos por venta. Sin embargo, lo negativo se manifiesta en un traslado a los precios internos del maíz, que es un insumo básico en la dieta alimentaria y para los mercados avícola, porcino y lechero. La consecuencia de esto es el incremento del precio de las principales industrias que basan gran parte de sus dietas en este grano, como por ejemplo el sector avícola, porcino y ganadero, todos ellos (en diferentes medidas) presentes en la canasta básica. También existe la posibilidad que la industria de concentrados y harina no importen maíz por el alto precio, y utilicen producción nacional como materia prima. Esto va a producir que la oferta de este alimento básico sea menor que la demanda, lo que ocasionará un incremento significativo en el precio al consumidor (SAG, 2007)

Según el Estudio de Medios de Vida realizado por MFEWS (Mesoamerica Famine Early Warning System) en el año 2005 y las estadísticas brindadas por el INE, la población pobre de Honduras en su mayoría no sólo no puede satisfacer una canasta básica, sino que tampoco puede obtener un mínimo de alimentos necesarios con los ingresos del hogar. Considerando el escenario anterior, un incremento en los precios del maíz tendrá un fuerte impacto en la seguridad alimentaria de la mayoría de los hogares pobres en donde el maíz es la base de la dieta (MFEWS, 2005).

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas (INE), el consumo neto *per cápita* de maíz es de 166.6 gramos por día. Para cubrir este consumo humano se requiere de 9.55 millones de quintales (433 miles de toneladas métricas) de maíz por año. Para el ciclo 2006/07 la industria de alimentos balanceados (concentrados para consumo animal) tuvo

una demanda aproximadamente de 10 millones de quintales (454 miles de toneladas métricas). Por eso, el consumo total proyectado para ese mismo ciclo ciclo 2006/07 fue de aproximadamente 19.55 millones de quintales (887 miles de toneladas métricas). Según el INE esta demanda fue cubierta en un 54 por ciento con la producción nacional (en 2006/07), un 39% con las importaciones de los EEUU, y se registro un déficit de 7 por ciento que en años normales es cubierto con más importaciones. Para el ciclo 2006/07, de acuerdo a la Asociación Hondureña de Productores de Alimentos Balanceados, a raíz de las significativas alzas en el precio internacional del maíz, las importaciones se redujeron en un 20%, incrementando el déficit a un 14 por ciento.

2.5 ADOPCIÓN DE CULTIVOS TRANSGÉNICOS

2.5.1 La biotecnología en el mundo

En la actualidad la población mundial está poniendo énfasis y valora las interacciones entre el bienestar humano, la estabilidad social y los procesos naturales de la tierra que sustentan la vida. Por la actual sobre-explotación de la tierra y con un crecimiento de la población que para el año 2030 será de 10 mil millones de habitantes, la humanidad debe estar consciente de las presiones que se ejercen sobre la tierra para poder satisfacer la necesidad alimenticia a una población en constante crecimiento (IFPRI, 2008).

La biotecnología, a través de la ingeniería genética, está desarrollando plantas con características superiores a las convencionales. Esto se logra por medio de la transferencia de genes de otras plantas, virus o bacterias, para obtener una planta con capacidad de generar su propio insecticida, resistentes a herbicidas específicos y con resistencia a ciertas enfermedades logrando de esta manera que los genes insertados se manifiesten en las nuevas generaciones (Gatehouse citado por Sanders).

Los mayores riesgos en utilizar esta tecnología son: la disminución de la diversidad genética por la sustitución de variedades tradicionales por variedades genéticamente modificadas; las plantas transgénicas resistentes a herbicidas con el pasar de los años se pueden convertir en malezas y a su vez la liberación de los genes de dichas plantas puede causar un efecto similar; el desarrollo de resistencia de insectos plaga a *Bacillus thuringiensis* se debe principalmente a que la producción de esta toxina dentro de la planta es constante durante todo el ciclo del cultivo provocando una presión de selección hacia las poblaciones de plagas cabe mencionar que estos riesgos ocurren también para la agricultura convencional (Gatehouse citado por Sanders).

Según International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISSAAA, 2007) el maíz Bt fue aprobado como cultivo comercial en Honduras desde 2002. Se estima que en Honduras hay aproximadamente 8,000 hectáreas sembradas con maíz transgénico. En la Figura 3 se pueden observar los 23 países adoptadores de la tecnología transgénica para el año 2007.

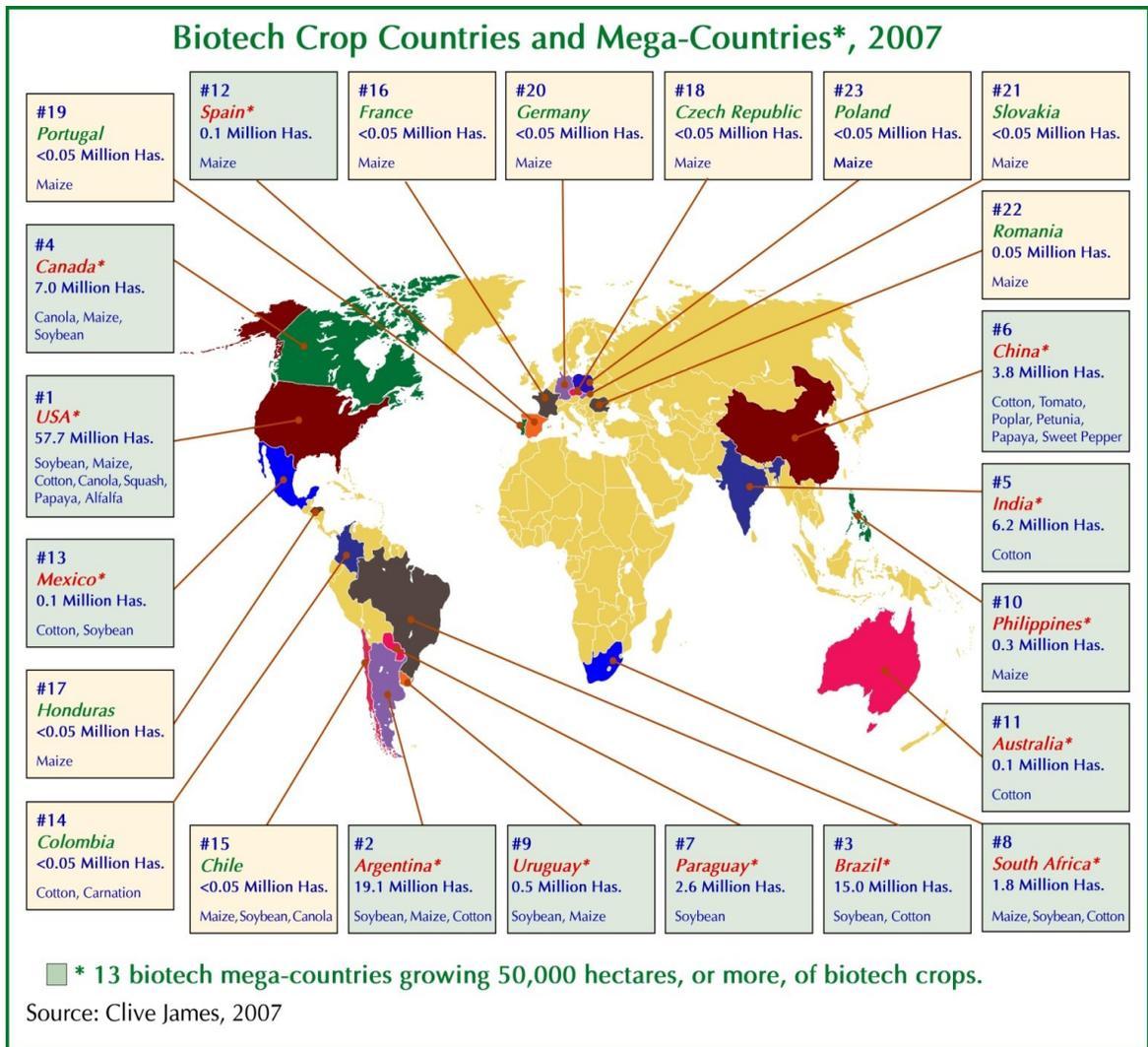


Figura 3. Los 23 países adoptadores de cultivos transgénicos.
Fuente: (IFPRI, 2007)

La Secretaría de Agricultura y Ganadería restringió la siembra de cultivos transgénicos en 4 departamentos con el fin de proteger el maíz criollo contra la polinización abierta. El maíz transgénico se siembra en los departamentos de La Paz, Comayagua, Yoro y Olancho. Estos dos últimos forman parte de los cuatro donde se produce 80% del grano (SAG, 2006).

El maíz transgénico con resistencia a insectos (de aquí en adelante se le llamara maíz con evento Bt) fue introducido en Honduras en el 2002, siendo este el primer país de América Central en adoptar esta variedad que mejora los rendimientos del cultivo, reduce el impacto ambiental y el precio de la tecnología es relativamente más bajo en comparación con otros países de América Latina. Sin embargo, el nivel de adopción de esta variedad mejorada de maíz en Honduras es menor al 20% (Hintze citado por Pacheco).

La adopción de la tecnología transgénica por parte de los productores es diferente por país. Nuevas tecnologías son siempre desarrolladas dentro un determinado contexto socioeconómico, tecnológico y cultural. La transferencia de las tecnologías de un país hacia otro tiene un mayor éxito cuando existe un alto nivel de similitudes entre ambos países (Tripp citado por Pacheco).

El maíz Bt tiene incorporada una proteína insecticida proveniente de un microorganismo natural del suelo *Bacillus thuringiensis* (Bt), que protege a las plantas contra los barrenadores del maíz y la supresión de defoliadores durante toda la temporada. La preocupación mayor que se tiene en la implementación de plantas es el desarrollo de resistencia que pueda causar el Bt, esto principalmente por la constante dosis letal durante toda la temporada (Tripp citado por pacheco).

2.5.2 *Bacillus thuringiensis*

Bacillus thuringiensis es una bacteria entomopatógena que tiene las siguientes características: células en forma de bastón recta o casi recta, la esporulación no es afectada por exposición al aire, en las primeras fases de crecimiento pueden ser Gram positivo o negativo, son patógenos facultativos, es decir, no requieren de condiciones especiales u hospederos para reproducirse, siendo fácilmente encontrados en suelo (Cave, 1995).

Hasta el año 1997 habían sido identificadas 45 cepas de Bt las cuales producen toxinas cristalinas químicamente diferentes con un rango de hospederos muy específico, las toxinas producidas son: delta-endotoxinas, beta exotoxinas, alpha exotoxinas, toxina antibiótica bacteriana, toxina de factor piojo. Las Deltaendotoxina están codificadas con genes específicos que son tóxicos para diferentes órdenes de insectos:

CryI	Para lepidópteros
CryII	Para dípteros y lepidópteros
CryIII	Para coleópteros
CryIV	Para dípteros

Cada célula Bt produce un cristal proteico que tiene propiedades insecticidas, cuando un insecto susceptible come del follaje asperjado con Bt, el cristal proteico es digerido en el intestino del insecto los cuales al activarse forman pequeñas moléculas tóxicas produciendo parálisis estomacal, deterioro de las paredes intestinales, y cese de la alimentación provocando la muerte. (Hruska y Pavon citado por Pacheco).

Según Hruska y Pavon (1997), el problema de estas aplicaciones hacia el cultivo es su alta sensibilidad a la luz degradándose rápidamente y teniendo una exposición reducida hacia los insectos, por tal motivo se han desarrollado plantas transgénicas las cuales tienen diferentes características o ventajas sobre las aplicaciones foliares de Bt.

Con el uso de la biotecnología se han desarrollado plantas transgénicas de maíz resistentes a insectos (Lepidópteros) en sus estados inmaduros o larvas, *Diatraea /ineolata*, *Spodoptera frugiperda*, *Helicoverpa zea*. La planta produce la proteína natural CryIAb de *Bacillus thuringiensis* (Bt), siendo específicos contra especies de plagas de estos órdenes. La proteína se une a receptores específicos en el intestino medio de los insectos y le permite ejercer su toxicidad, adherida a las membranas celulares altera el equilibrio osmótico celular en pocos minutos, la larva deja de comer y posteriormente muere (Monsanto, 2003).

Según Sagpya (2001), debido al sitio de acción específico donde actúa la proteína, la toxina Bt no tiene efectos tóxicos sobre otros organismos. Para comprobar esto se han realizado investigaciones que han demostrado que la proteína CryIAb en el grano se encuentra en bajos niveles y se degrada con facilidad en fluidos gástricos simulados, no muestra similitud con alérgenos conocidos y no muestra efectos en los animales sujetos a una dieta con altos niveles de Maíz Transgénico (Monsanto, 2003).

2.5.3 Actores involucrados en el proceso de adopción de cultivos transgénicos

Según el estudio realizado por Medina (2008) en un estudio para el IFPRI, se determinó que el gobierno depende en gran medida de la influencia de los siguientes actores:

- SAG
- DICTA
- MONSANTO
- ANAFAE

Los cuales son influenciados por:

- HONDUGENET
- CDH
- FENAGH
- ZAMORANO

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 PRESUPUESTOS PARCIALES

Para analizar los cambios en la producción como consecuencia de la adopción de esta tecnología (maíz transgénico), se utilizó el método de presupuestos parciales o marginales, que consiste en comparar los resultados financieros de una o más tecnologías, la cual utiliza cambios en el margen neto para poder evaluar la tecnología y dar recomendaciones a partir de datos agronómicos.

El manual producido por el CIMMYT (1988) fue usado como base para calcular el presupuesto parcial y simular la rentabilidad del maíz convencional y el maíz genéticamente modificado.

3.2 INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA

La metodología que se usó para el estudio corresponde al tipo de investigación denominado “Exploratorio”, debido a que es un tipo de trabajo que permite examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes.

3.2.1 Recopilación de información secundaria

Para iniciar el estudio se contó con una base de información estadística, datos de instituciones y actores que intervienen en la producción o comercialización, fuentes oficiales, datos sobre la producción. Cuando se completó la recolección de información con fuentes secundarias se obtuvo como resultado:

1. Información estadística sobre producción y comercio nacional e internacional.
2. Directorio de organizaciones que realizan investigaciones de maíz.
3. Documentos de estudio y análisis de productores y comercializadoras de maíz que se han elaborado anteriormente en Honduras.
4. Descripción de la producción de maíz en Honduras.

Las fuentes de información consultadas más importantes fueron: La SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería), EAP (Escuela Agrícola Panamericana ZAMORANO), DICTA (Dirección Ciencia y Tecnología Agropecuaria), BCH (Banco Central de Honduras), INE (Instituto Nacional de Estadística), FIAH (Fundación de Investigación Agrícola

Hondureña) y los organismos regionales e internacionales que cuentan con sistemas de información estadística integrada: FAO (Food and Agriculture Organization), CEPAL (Comisión Económica para América Latina), BID (Banco Interamericano de Desarrollo), IFPRI (The International Food Policy Research Institute), MFEWS (Mesoamerica Famine Early Warning System), ISSAAA (Internacional Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications) y CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo).

3.2.3 Evaluación económica de los datos generados por la evaluación agronómica de 20 híbridos de maíz (*Zea mays*) transgénicos con el gen Bt (*Bacillus thuringiensis*) y sus contrapartes sin el gen

El experimento fue desarrollado por Víctor Hugo Pacheco (2002), quien utilizó un diseño de parcelas divididas con bloques completamente al azar y dos repeticiones. Los tratamientos fueron 20 híbridos con el gen Cry 1Ab y sus contrapartes normales que no tienen el gen incorporado, se sembró a mano a 0.20 m entre planta y 0.80 m en entre surco.

El control de plagas se llevó a cabo utilizando los niveles críticos utilizados en la producción comercial de semilla en Zamorano. Para *Spodoptera frugiperda* se utilizó como nivel crítico el 15% de infestación de larvas hasta las primeras 8 hojas. Para los híbridos sin evento Bt se realizaron tres aplicaciones de clorpirifos (Pyrinex) a razón de 0.5 L/ha en 200 L/ha de agua, asperjada a la planta con bomba de mochila y posteriormente se aplicó en forma manual phoxim (Volatón) al cogollo a razón de 35 lb/ha. Para los híbridos con evento Bt se realizó una serie de aplicaciones de clorpirifos (Pyrinex) a razón de 0.5 L/ha en 200 L/ha de agua, asperjada a la planta con bomba de mochila y posteriormente se aplicó en forma manual phoxim (Volatón) al cogollo a razón de 35 lb/ha.

Los resultados mostraron que los híbridos transgénicos fueron más productivos obteniendo al momento de la cosecha 1.47 t/ha más que los híbridos normales; este aumento en rendimiento se debe a que las plantas con evento Bt, controlaron durante todo el ciclo del cultivo al barrenador del tallo y parcialmente al cogollero, el cual no causó daños representativos a la planta. Al controlar estas dos plagas se logró obtener mejores resultados en cuanto al desarrollo y productividad de la planta.

El estudio concluyó que los híbridos transgénicos generaron plantas vigorosas, mayor rendimiento y granos de mejor calidad. En el Cuadro 1 se presentan los diferentes tratamientos con gen Bt y sus contrapartes sin el gen, los rendimientos obtenidos (qq/ha) en la investigación y las diferencias entre ambos tratamientos. El cuadro fue ajustado para la investigación actual ajustando los rendimientos en un 10%, ya que fue desarrollada en un centro experimental en Zamorano, el cual es más favorable para la producción y usualmente sobreestima los rendimientos.

Cuadro 1. Resumen de los rendimientos de las parcelas experimentales.

Tratamientos	Diferencia	Rendimientos qq/ha	Diferencias con y sin Bt qq/ha	Rendimientos ajustados al 10% qq/ha	Diferencia Ajustada qq/ha
Hibrido 20	Con Bt	192.68	93.03	173.41	83.73
Hibrido 20	Sin Bt	99.65		89.68	-
Hibrido 6	Con Bt	153.66	28.00	138.29	25.20
Hibrido 6	Sin Bt	125.66		113.10	-
Hibrido 8	Con Bt	149.03	42.77	134.13	38.49
Hibrido 8	Sin Bt	106.26		95.64	-
Hibrido 16	Con Bt	147.27	45.64	132.54	41.07
Hibrido 16	Sin Bt	101.63		91.47	-
Hibrido 11	Con Bt	142.86	37.26	128.57	33.53
Hibrido 11	Sin Bt	105.60		95.04	-
Hibrido 3	Con Bt	141.31	60.85	127.18	54.76
Hibrido 3	Sin Bt	80.47		72.42	-
Hibrido 14	Con Bt	137.35	30.86	123.61	27.78
Hibrido 14	Sin Bt	106.48		95.83	-
Hibrido 15	Con Bt	133.82	35.49	120.44	31.94
Hibrido 15	Sin Bt	98.33		88.49	-
Hibrido 19	Con Bt	130.51	18.52	117.46	16.67
Hibrido 19	Sin Bt	111.99		100.79	-
Hibrido 17	Con Bt	129.85	35.93	116.87	32.34
Hibrido 17	Sin Bt	93.92		84.52	-
Hibrido 4	Con Bt	128.09	19.84	115.28	17.86
Hibrido 4	Sin Bt	108.25		97.42	-
Hibrido 7	Con Bt	119.05	44.31	107.14	39.88
Hibrido 7	Sin Bt	74.74		67.26	-
Hibrido 18	Con Bt	117.06	18.96	105.36	17.06
Hibrido 18	Sin Bt	98.10		88.29	-
Hibrido 5	Con Bt	115.96	27.78	104.37	25.00
Hibrido 5	Sin Bt	88.18		79.37	-
Hibrido 12	Con Bt	109.57	28.44	98.61	25.60
Hibrido 12	Sin Bt	81.13		73.02	-
Hibrido 10	Con Bt	108.91	13.67	98.02	12.30
Hibrido 10	Sin Bt	95.24		85.71	-
Hibrido 9	Con Bt	107.58	14.55	96.83	13.10
Hibrido 9	Sin Bt	93.03		83.73	-
Hibrido 1	Con Bt	99.43	4.19	89.48	3.77
Hibrido 1	Sin Bt	95.24		85.71	-
Hibrido 13	Con Bt	97.88	19.62	88.10	17.66
Hibrido 13	Sin Bt	78.26		70.44	-
Hibrido 2	Con Bt	94.58	1.76	85.12	1.59
Hibrido 2	Sin Bt	92.81		83.53	-
Promedio	Con Bt	127.82	31.07	115.04	
Promedio	Sin Bt	96.748		87.073	

Fuente: Pacheco (2002) y adaptado por el autor.

En el Cuadro 1 se muestra el resumen de los rendimientos obtenidos en la investigación desarrollada en Zamorano para los tratamientos con evento y sin evento Bt, se puede notar que los rendimientos fueron ajustados reduciéndoles un 10%, ya que esta investigación fue a nivel experimental.

3.2.3.1 Aplicación del enfoque de presupuestos parciales para el análisis a nivel experimental en Zamorano

1. Identificación de los costos relevantes: se analizaron dos presupuestos diferentes; uno para la siembra de maíz transgénico y otro para la siembra de maíz convencional; los rubros de costos que varían identificados son los insecticidas, la mano de obra para aplicarlos y la diferencia de precio de las semillas.

2. Estimación del precio de campo de la mano de obra: no se incurre en ningún costo para llevar la mano de obra al terreno, por tanto, su precio de campo es el costo por jornal de L.100 por día de trabajo.

Los precios promedio en el mercado de Tegucigalpa de los insecticidas aplicados son:

Insecticida Pyrinex: L. 377.52 por litro.

Insecticida Volatón: L. 342.00 por bolsa de 10 Kg.

El precio de mercado para la semilla de maíz con evento Bt es de L.2,812 para sembrar una hectárea de maíz.

El precio de mercado para el híbrido utilizado en el experimento es de L.1,600.00 para sembrar una hectárea de maíz.

3. Estimación de los precios de campo: en la compra de los insumos, el agricultor debe ir hasta la ciudad más cercana y perder como mínimo medio día de trabajo (L.50.00). En la compra de los insumos, (semilla e insecticidas) el productor puede ir y traer cualquier cantidad de los insumos, sin embargo, en este caso se consideró que el agricultor viajó solamente para comprar lo necesario para cultivar una hectárea. Con agricultores del área, se determinó que el pasaje desde Zamorano a Tegucigalpa cuesta L.34.00 ida y vuelta, el costo de la mano de obra se ubica en L.100.00 el día, y que no incurren en ningún costo en llevar estos insumos de la bodega a los terrenos.

Entonces, se determinó que los precios de campo de los insumos, son los siguientes:

Insecticida Pyrinex $PC = (377.5*1) + (36 + 50)/3 = L. 406.17$ el litro.

Insecticida Volaton $PC = (342.0*1) + (36 + 50)/3 = L. 370.6$ la bolsa de 10 Kg.

Semilla de Maíz Bt $PC = (2,812*1) + (36 + 50)/3 = L. 2,840$ la bolsa de 60,000 semillas suficiente para una hectárea.

Semilla de híbrido sin ningún evento transgénico = $(1,500*1) + (36+50)/3 = L.1,528.60$
la bolsa de 60,000 semillas para una hectárea.

En donde (L.36.00 + L.50.00) es el costo de dedicar medio día a comprar insumos a Tegucigalpa incluyendo el costo de transporte. Se dividió para 3 ya que se considera que el agricultor viaja a Tegucigalpa a comprar estos tres insumos, y en el caso de la compra de un tipo de semilla automáticamente se excluye a la otra.

*PC = Precio de Campo

4. Estimación de los costos que varían: para estimar los montos de los costos que varían se necesitó primero determinar los costos por la mano de obra usada en las aplicaciones de los insecticidas.

Para ello se acudió al ingeniero encargado de la zona donde se desarrolló el proyecto y se determinaron los coeficientes de mano de obra para cada una de las aplicaciones. Haciendo este ejercicio, se determinó que para aplicar Pyrinex con mochila de bomba se necesita aproximadamente 1 jornal por hectárea y en las aplicaciones de Volaton se necesita 1 jornal por hectárea. Con esta información se determinó la cantidad de jornales requerido por cada parcela, la cual al multiplicarse por el precio de campo de la mano de obra, generó el monto de este rubro de costos que varían como se describe en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Estimación de costos de mano de obra.

Tratamientos	Número de Aplicaciones	Jornales Empleados x Aplicación	Costo de mano de obra por aplicación de insecticidas en L.
Maíz con evento Bt	2	1,5	3 x 100 = 300
Maíz Convencional	4	1,5	6 x 100 = 600

Por otro lado, el costo por insecticidas se obtiene multiplicando las cantidades usadas por los precios de campo de los biocidas como se muestra en el Cuadro 3, obteniéndose los siguientes montos:

Cuadro 3. Estimación de costos de insecticidas.

Tratamientos	Nivel de Insecticidas	Costos de Insecticidas en L.
Maíz Bt	0.5 L Pyrimex + 35 Lb. Volaton	$0.5(370.6) + 1.6 (406.13) = 835.108$
Maíz Convencional	1.5 L Pyrimex + 35 Lb. Volaton	$1.5(370.6) + 1.6 (406.13) = 1205.708$

En el Cuadro 4 se muestra la suma de los costos de campo de todos los insumos afectados por la decisión de adoptar el maíz transgénico. Los costos totales que varían para maíz Bt y maíz convencional son la mano de obra por aplicaciones, insecticidas y el costo de la semilla.

Cuadro 4. Estimación de costos totales que varían.

Tratamientos	Maíz Bt	Maíz Convencional
Costos de mano de obra en L.	300.00	600.00
Costo de insecticidas en L.	835.25	1,205.71
Costo de semilla en L.	2,840.00	1,528.60
Total costos que varían en L.	3975	3334.1

5. Estimación del precio de campo del maíz: debido a que los precios varían dependiendo la temporada, el año y las regiones, se determinó usar un precio obtenido en la investigación del IFPRI igual a L. 207/qq, el cual representa un precio promedio en las tres regiones estudiadas.

6. Estimación de los rendimientos ajustados: los rendimientos experimentales tienen cuatro fuentes que los hacen mucho más altos que los obtenidos por los agricultores de campo (CIMMYT, 1988). Primero, el manejo de las parcelas fue hecho por un técnico, lo cual provee mayores elementos científicos para obtener niveles más altos de rendimiento. Segundo, las parcelas netas de los experimentos fueron pequeñas, lo cual puede sobreestimarlos, no sólo por las mayores facilidades de manejo que ofrecen parcelas pequeñas, sino por la mayor uniformidad observada en el suelo en áreas pequeñas. Esto se hace más evidente cuando se refieren los datos de quintales por unos cuantos metros cuadrados a quintales por hectárea. Tercero, mayor exactitud en la fecha de cosecha; y cuarto, mayor eficiencia en la cosecha de áreas pequeñas. Por estas razones, para los experimentos de maíz y trigo, el CIMMYT (1988) recomienda reducir los rendimientos experimentales en un porcentaje que va del 5 al 30%, para poder acercarse a los obtenibles por los agricultores. Siguiendo esta recomendación, se determinó que la tasa de

ajuste apropiada es del 10%, por lo que los rendimientos ajustados se calcularon de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento ajustado} = \text{rendimiento experimental} * (1 - 0.10)$$

Al evaluar los rendimientos que tuvieron los lotes con maíz con el gen *Bacillus thuringiensis* (Bt) del análisis agronómico desarrollado en Zamorano se determinó que el rendimiento promedio fue de 127.82 quintales por hectárea, en comparación con los híbridos que tuvieron un rendimiento promedio de 96.74 quintales por hectárea. En el | se muestran los promedios ajustados de maíz Bt y de maíz convencional.

Cuadro 5. Rendimientos ajustados.

Rendimientos obtenidos	Maíz Bt	Maíz convencional
Rendimiento Promedio	127.82	96.74
Rendimiento ajustado	115.04	87.07

7. Obtención de los beneficios brutos y beneficios netos: multiplicando el rendimiento ajustado por el precio de campo del producto, se obtuvo el beneficio bruto.

Beneficios brutos

Híbridos sin evento Bt

$$87.07 \text{ qq} * 207 \text{ L./qq} = \text{L.18,048.06}$$

Híbridos con evento Bt

$$115.04 \text{ qq} * 207 \text{ L./qq} = \text{L.23, 844.75}$$

Beneficios netos

Beneficios brutos – total costos que varían = beneficios netos

Híbridos sin evento Bt

$$\text{L.18,048.06} - \text{L.3,334.308} = \text{L.14,713.75}$$

Híbridos con evento Bt

$$\text{L.23, 844.75} - \text{L.3,975.10} = \text{L.19,869.64}$$

Cuadro 6. Cálculo de los beneficios netos

Descripción	Maíz Bt	Maíz convencional
Beneficios brutos (precio x Rendimiento)	23,844.00	18,048.06
Costos Variables	3,875.00	3,334.31
Beneficios netos	19,969.00	14,713.75

Los beneficios netos se obtienen de sustraer el total de los costos que varían de los rendimientos brutos. Se le llama beneficios netos ya que no es la utilidad neta, porque aún no se le restan todos los costos de producción.

8. Realización del análisis de dominancia: como se muestra en el Cuadro 7, se ordenaron los tratamientos de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían y luego se identificaron los tratamientos no dominados.

Cuadro 7. Análisis de dominancia.

Descripción	Maíz convencional	Maíz Bt
Costos	3,334.31	3,975.11
Beneficio neto	14,713.75	19,869.64
Resultado	Dominado	No dominado

9. Cálculo de la tasa de retorno marginal (TRM): en el Cuadro 8 se calculan los incrementos en los costos que varían y beneficios netos derivados del cambio de un tratamiento de costo variable menor a uno de costo mayor. Luego se calcula la TRM.

Luego, al dividir, el incremento de beneficios por su respectivo incremento de costos, se obtiene la tasa de retorno marginal.

La fórmula de la TRM es

$$TRM = (\Delta BN / \Delta CV) * 100$$

La TRM indica el porcentaje de retorno en términos de ganancias que se obtienen por cada unidad monetaria en que se incrementen los costos como resultado de cambiar de maíz convencional a maíz transgénico.

Cuadro 8. Cálculo de la tasa de retorno marginal.

Descripción	Maíz convencional	Maíz Bt
Beneficio neto (L/ha)	14,713.75	19,869.64
Costos variables (L/ha)	3,334.31	3,975.11
Cambio en el beneficio neto (L/ha) (e)	5,155.88	
Cambio en los costos variables (L/ha) (f)	640.80	
Tasa de retorno marginal % [(e/f)100]	805%	

10. Cálculo de la tasa mínima de retorno aceptable (TAMIR): debido a que la mayoría de productores se sienten muy cómodos con la tecnología que están usando, generalmente esperan un retorno considerable para que cambien voluntariamente de tecnología. Según Perrin (1988), la evidencia empírica de los investigadores del CIMMYT señala que una tasa entre 50% y 100% es adecuada. Si la tecnología es nueva y requiere del aprendizaje de nuevas habilidades, entonces el límite superior debe ser usado. En casos donde el cambio de tecnología simplemente represente un ajuste, tal como una nueva dosis de fertilizante, el límite inferior es aceptable. Un enfoque alternativo para estimar la tasa de retorno mínima es duplicar la tasa de interés usada por las instituciones de préstamo. Debido a que esta semilla requiere que las condiciones de producción sean adecuadas para alcanzar sus altos rendimientos y a la controversia en otros aspectos, se usó una TRMA = 100%

11. Selección del tratamiento más rentable: usando el criterio de optimizar, el tratamiento más rentable es el tratamiento que se cumple la condición, $TMR \geq \text{“TAMIR”}$, se observa que ésta se cumple para el maíz con el evento Bt, por tanto, este tratamiento es más rentable y constituye la recomendación para los agricultores.

$$\text{Dado que } 805\% > 100\% \\ 5,155 > 640.8$$

Donde 5,155.0 es el beneficio neto y 640.8 es el cambio en los costos totales por adoptar esta tecnología.

12. Análisis de residuos: se conoce como residuos a la diferencia que queda en el beneficio neto después de sustraer el costo de oportunidad del capital de trabajo empleado para financiar las prácticas evaluadas en el experimento. Los residuos son un análisis que se hace para corroborar los hallazgos realizados con la TRM y la TAMIR. Como regla general, el tratamiento más rentable identificado con la TRM y la TAMIR acusa los mayores residuos.

La fórmula de los residuos es

$$\text{RES} = \text{BN} - [(\text{TAMIR}/100) * \text{CV}]$$

$$RES = BN - [(100/100) * CV]$$

En donde:

RES es el residuo del tratamiento

BN es el beneficio neto

TAMIR es la tasa mínima esperada igual a 100%

CV es el total de costos que varían

Cuadro 9. Análisis de residuos.

Tipo de maíz	Costos variables L./ha	Beneficio neto L./ha	Costo de oportunidad de los CV en Lempiras	Residuo en L.
Convencional	3,334.31	14,713.75	3,334.31	11,379.45
Transgénico	3,975.11	19,869.64	3,975.11	15,894.53

En el Cuadro 9 se muestra el análisis de residuos, es la diferencia que queda del beneficio neto después de sustraer el costo de oportunidad del capital de trabajo empleado para financiar las prácticas evaluadas en el experimento. Los residuos son un análisis que se hace para corroborar los hallazgos realizados con la TRM y la TAMIR. Los resultados demuestran mayores residuos para las parcelas con maíz transgénico, lo cual comprueba que ofrece una mayor rentabilidad para el agricultor.

3.3 INFORMACIÓN BRINDADA POR EL IFPRI

Con el apoyo del ingeniero Arie Sanders de la carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente quien actualmente realiza análisis agro-económico del cultivo de maíz transgénico en Honduras, para el IFPRI (International Food Policy Research Institute). El Ing. Sanders facilitó los resultados estadísticos y financieros para poder desarrollar el análisis. El estudio forma parte de un análisis general sobre los efectos agroeconómicos de los cultivos transgénicos en los sistemas productivos en los países en vías de desarrollo a nivel mundial. La información generada por dicha investigación, por razones confidenciales, no debe ser publicada del todo, por lo que solamente brindaron costos promedios del total de la muestra.

El Ing. Sanders recurrió a encuestas y entrevistas personales como herramientas de recopilación de información primaria en las áreas donde es permitido producir maíz transgénico. El principal objetivo de realizar la encuesta fue obtener información acerca de los factores que afectan la toma de decisión de adoptar o no la tecnología de maíz Bt, y

calcular las diferencias en datos agronómicos entre los adoptadores y no adoptadores. La muestra fue estratificada en tres grupos principales: los adoptadores totales de la tecnología, los no adoptadores de la tecnología y los adoptadores parciales. El 60% de los productores encuestados utilizan maíz transgénico, el 40% siembra variedades de maíz convencional y los adoptadores parciales no fueron tomados en cuenta para el análisis.

Según la SAG (2008), se pronostican para este ciclo 8,000 ha sembradas de transgénicos, cultivadas por 320 productores, lo cual representa el universo para los adoptadores de la tecnología, para lo cual 68 productores fue una muestra representativa.

Cuadro 10. Resumen de costos que varían investigación IFPRI

Rubro	Productor de maíz transgénico	
	No adoptador Media	Adoptador Media
Costo maquinaria insecticida L/ha	561.45	502.93
Ingreso por hectárea L/ha	21,608.89	27,992.13
Costo jornaleros insecticida L/ha	105.07	41.42
Costo material insecticidas total L/ha	110.58	54.91
Precio Comercialización L./Kg.	4.37	4.75
Rendimiento Maíz qq/ha	108.42	132.49
Costo semilla en L/ha	1,099.15	2,099.88

Fuente: Aries Sanders y autor

En el cuadro 10 se muestra un resumen de la información brindada por la investigación del IFPRI. Se detallan los costos promedios de producción para los agricultores adoptadores de la tecnología como para los no adoptadores. Ingresos por hectárea de maíz, rendimientos por hectárea y los precios de comercialización por quintal. Para esta investigación únicamente se consideraron los costos que varían como consecuencia de la adopción o no adopción de la tecnología para poder realizar el mismo análisis marginal utilizado en la evaluación a nivel experimental y poder hacer una comparación con los resultados de ambos.

Cuadro 11. Cálculo de la tasa de retorno marginal

Descripción	Maíz convencional	Maíz Bt
Beneficio neto	24,726.87	20,565.86
Costos variables	1,876.25	2,699.14
Cambio en el Beneficio Neto (e)		4,161.01
Cambio en el los costos variables (f)		822.89
Tasa de Retorno Marginal % [(e/f)100]		506%

En el Cuadro 11 se calculan los incrementos en los costos que varían y beneficios netos derivados del cambio de adoptar la tecnología transgénica. Luego se calcula la TRM al dividir, el incremento de beneficios por su respectivo incremento de costos.

La TRM fue de 506% lo cual indica el porcentaje de retorno en términos de ganancias que se obtienen por cada unidad monetaria en que se incrementen los costos como resultado de cambiar de maíz convencional al maíz transgénico. Es decir por cada Lempira que invierte en la adopción de esta tecnología recupera 5.05 Lempiras.

3.4 INVESTIGACIÓN PRIMARIA PARA VALIDACIÓN DE DATOS

Las encuestas fueron las herramientas complementarias a la investigación documental (exploratoria), para validar los datos obtenidos por las fuentes secundarias. Mediante entrevistas por teléfono se realizaron encuestas a productores con el fin de validar los datos generados en los análisis realizados. Se utilizaron preguntas combinadas para recopilar la información, se caracterizó al adoptador y al no adoptador de la tecnología y se generó información de costos promedios de producción, precios de comercialización y rendimientos obtenidos (ver anexo 1).

La muestra fue de 20 productores ubicados en las 4 zonas, donde es permitida la producción de maíz transgénico, se tomaron en cuenta solo medianos y grandes productores, con fincas mayores a 5 hectáreas. La muestra fue estratificada en adoptadores y no adoptadores de la tecnología. Sin incluir a los adoptadores parciales de la tecnología.

Cuadro 12 Resumen de la validación de datos de la investigación realizada por el autor

Finca	Tipo de productor	Rendimientos qq/ha	Costo de material insecticida L/ha	Costo semilla L./ha	Costo mano de Obra L./ha	Precio de comercialización L./qq	Costo total /ha
Finca 1	Adoptador	135,00	200,00	2.900,00	200,00	225,00	3.525,00
Finca 2	No adoptador	110,00	485,32	1.900,00	400,00	230,00	3.015,32
Finca 2	Adoptador	125,00	350,00	2.700,00	250,00	250,00	3.550,00
Finca 3	No adoptador	120,00	600,00	2.000,00	250,00	300,00	3.150,00
Finca 3	Adoptador	115,00	200,00	2.700,00	200,00	230,00	3.330,00
Finca 4	No adoptador	100,00	550,00	1.500,00	400,00	200,00	2.650,00
Finca 4	Adoptador	145,00	150,00	2.300,00	150,00	200,00	2.800,00
Finca 5	No adoptador	87,00	400,00	1.600,00	200,00	220,00	2.420,00
Finca 5	Adoptador	110,00	100,00	2.900,00	100,00	220,00	3.320,00
Finca 6	No adoptador	95,00	350,00	1.800,00	200,00	170,00	2.520,00
Finca 6	Adoptador	130,00	-	2.900,00	-	230,00	3.130,00
Finca 7	No adoptador	80,00	200,00	1.120,00	100,00	175,00	1.595,00
Finca 7	Adoptador	138,00	100,00	2.600,00	250,00	270,00	3.220,00
Finca 8	No adoptador	105,00	450,00	2.100,00	200,00	250,00	3.000,00
Finca 8	Adoptador	110,00	200,00	3.000,00	100,00	320,00	3.620,00
Finca 9	No adoptador	105,00	350,00	1.900,00	150,00	270,00	2.670,00
Finca 9	Adoptador	110,00	-	2.900,00	-	220,00	3.120,00
Finca 10	No adoptador	95,00	-	1.600,00	-	270,00	1.870,00
Promedio	Adoptador	124,50	150,00	2.742,86	139,29	235,36	3.392,00
Promedio	No adoptador	99,67	376,15	1.724,44	211,11	231,67	2.543,37

En el Cuadro 12 se muestra los datos generados por la investigación para validar los datos el cual incluye; rendimiento por hectárea, costos de insecticidas, costos de aplicación, precio de comercialización y costo de la semilla utilizada para al final poder calcular un promedio y poder hacer el análisis margina utilizando los costos totales promedios que varían al momento de adoptar el maíz transgénico.

Cuadro 13. Desviación estándar y coeficiente de variación de los resultados

Adoptadores Bt	Variación Estándar	Coeficiente de Var.
Rendimientos	12.53	10%
Costo material insecticida	109.65	73%
Costo semilla	219.30	8%
Mano de Obra	89.97	65%

En el cuadro 13 se muestra el análisis estadístico para los datos generados por los adoptadores totales de la tecnología transgénica la cual indica un coeficiente variación aceptable para los rendimientos y para el costo de la semilla. Por otro lado el coeficiente variación para las variables material de insecticida y mano de obra son altos ya que

existen algunos adoptadores que realizan aplicaciones y adoptadores que no realizan ninguna aplicación de insecticidas por lo tanto no incurren en ningún costo.

Cuadro 14. Desviación estándar y coeficiente de variación de los resultados

No Adoptadores Bt	Variación Estándar	Coeficiente de Var.
Rendimientos	12.78	13%
Costo Material Insecticida	133.45	35%
Costo semilla	337.72	20%
Costo M O	111.80	53%

En el Cuadro 14. se muestran los resultados estadísticos para los datos generados por los no adoptadores de la tecnología transgénica el cual nos indica que el coeficiente de variación es confiable para las variables rendimientos y costo de semilla. Por otro lado las variables material de insecticida y costo de mano de obra presentan un alto coeficiente de variación debido a que existen agricultores en la zona de Olancho que dicen no tener problemas con ninguna plaga por lo que no realizan ninguna aplicación de insecticidas.

Cuadro 15. Cálculo de la tasa de retorno marginal para la validación de datos

Descripción	No Bt	Bt
Beneficio neto	23,089.44	29,301.96
Costos Variables	2,543.37	3,392.00
Cambio en el beneficio neto (e)		5,363.89
Cambio en el los costos variables (f)		848.63
Tasa de Retorno Marginal % [(e/f)100]		632%

En el Cuadro 15 se calculan los incrementos en los costos que varían y beneficios netos derivados del cambio de un tratamiento de costo variable menor a uno de costo mayor. Luego se calcula la TRM, al dividir, el incremento de beneficios por su respectivo incremento de costos y se obtiene la tasa de retorno marginal.

La TRM igual a 632% indica el porcentaje de retorno en términos de ganancias que se obtienen por cada unidad monetaria en que se incrementen los costos como resultado de cambiar de maíz convencional a maíz transgénico.

3.5 ANÁLISIS DEL DIAMANTE DE PORTER

A partir del análisis de Porter, se define la competitividad como la capacidad de un sector de alcanzar sus objetivos de forma superior al promedio del sector de referencia de forma sostenible. Esto significa la capacidad de mantener la rentabilidad de las inversiones en un

nivel superior al promedio, y la capacidad de hacerlo con bajos costes sociales y ambientales.

Existen varios modelos de competitividad, pero aquí se toma en cuenta uno de los más difundidos: el diamante de Porter el cual se desarrolla para explicar las determinantes de la competitividad en mercados internacionales, en especial, de sectores agro industriales, se adaptan al nivel de análisis del maíz con la demanda nacional e internacional.

El diamante de competitividad conjuga cuatro elementos principales:

- Condiciones de los factores de producción
- Condiciones de la demanda
- Sectores anexos y de apoyo
- La estrategia, estructura y rivalidad de empresas

Estos cuatro determinantes de la competitividad nacional interactúan entre sí a través de múltiples influencias, por lo que el modelo de análisis es sistémico. También inciden sobre ellos factores causales externos al sistema y el gobierno, que puede influir en forma negativa o positiva (Porter 1991).

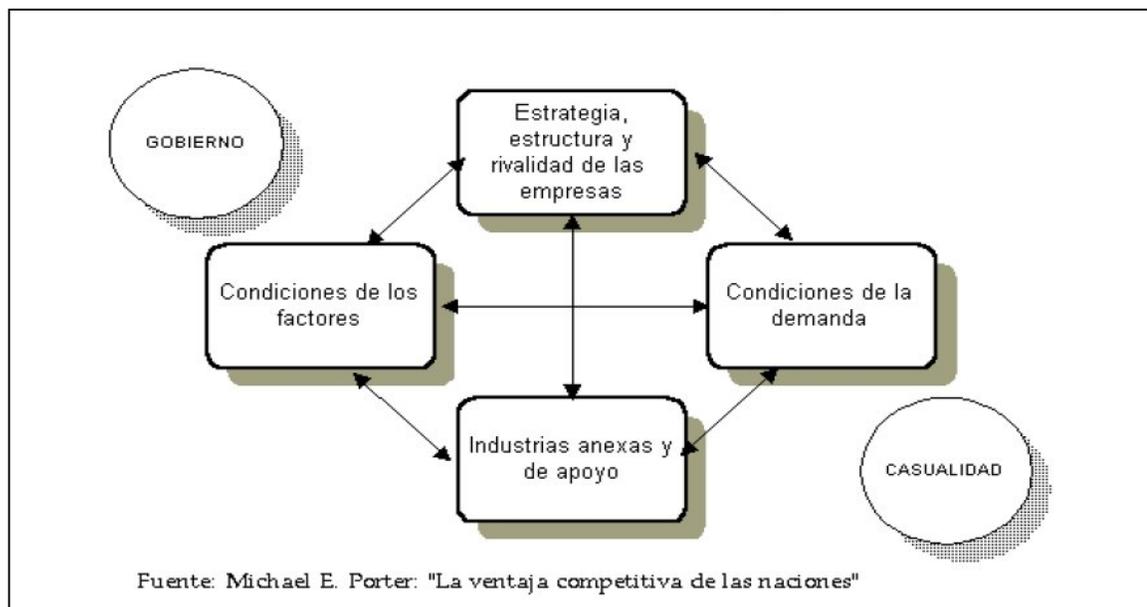


Figura 4. Diamante de los determinantes de la ventaja competitiva.
Fuente: (Michael E. Porter, 1991).

3.6 ANÁLISIS DE CONTENIDO

Para el análisis de la información se utilizó la técnica de análisis de contenido, que consiste en leer e interpretar el contenido de toda clase de documentos y más concretamente (aunque no exclusivamente) de los documentos escritos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ

Según la SAG (2007), la productividad promedio de la tierra sembrada con maíz (qq/mz) fue de unos 20.4 quintales en el ciclo 98-98 y de unos 24 quintales en el ciclo 05-06. Como se observa en la Figura 5, hubo un aumento de 4 quintales por manzana en un periodo de 25 años. Los bajos rendimientos de los pequeños agricultores son consecuencia de una combinación de aversión de riesgo, bajo nivel educativo y conocimientos, limitado acceso al mercado financiero, condiciones climáticas adversas, plagas y enfermedades.

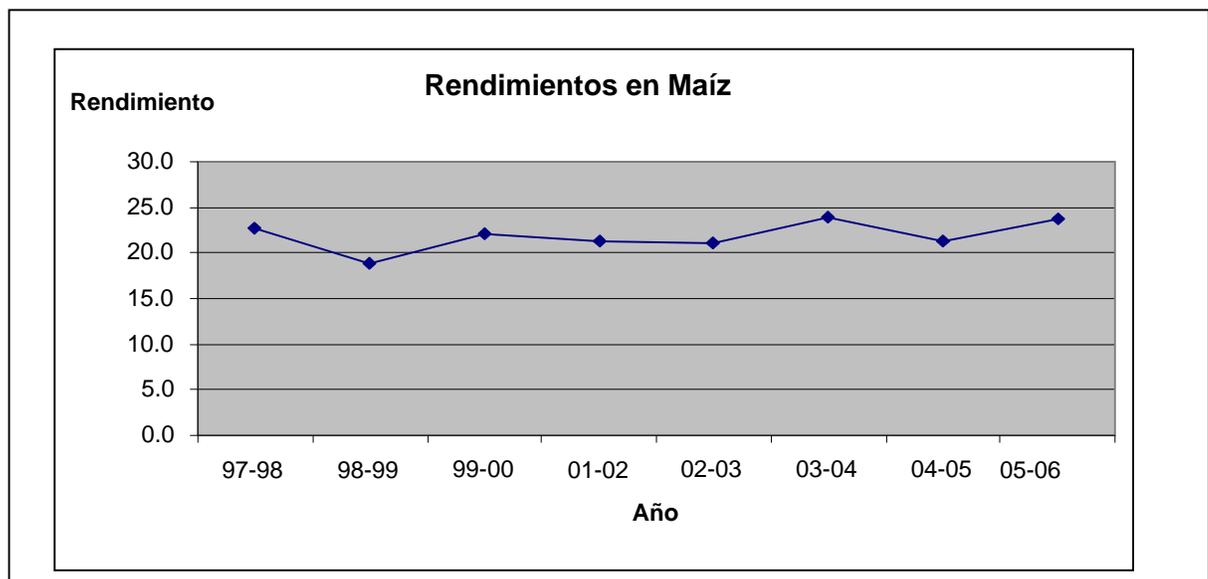


Figura 5. Rendimiento de maíz según año agrícola (qq/mz).

Fuente: (Instituto Nacional de Estadística, 2007).

La productividad por manzana ha venido aumentando de manera constante durante los últimos tres años y su cambio en este último periodo ha sido realmente dramático, un aumento de cinco quintales por manzana en tres años. Las razones reales de este aumento en la productividad tienen que ver con el hecho de que la utilización de híbridos es una práctica que se está generalizando en el país y que existe una tendencia a regionalizar la

siembra de maíz dirigida hacia zonas con mayor potencial de producción y descartando aquellas con condiciones naturales no aptas para la siembra del cultivo (Arias citado por Sanders, 2008).

El mercado mundial de granos ha mostrado, por varias décadas, una caída estructural de sus precios, con algunas recuperaciones por períodos cortos. En los últimos años, el mercado ha mostrado nuevas tendencias que han ocasionado cambios importantes para la agricultura. Tanto para el maíz blanco como para el amarillo, el último año mostró un incremento excepcional en el precio internacional. Según análisis de los mercados, la demanda que puede llegar a tener el maíz para la producción de biocombustibles ocasionará mayores alzas en los precios, sumado a esto que a medida que han prosperado los habitantes de países como China y la India, ha aumentado su consumo de carne, y para satisfacer esa demanda se necesita un mayor volumen de grano para alimentar a los animales. En la Figura 6, se observan los precios en los que se cotiza el maíz blanco y amarillo en los mercados de futuros (USDA Economic Research, 2006).

Se espera que en los mercados internacionales los precios del maíz fluctúen en respuesta a la oferta, la demanda y otros factores, y hasta podrían volver a caer, pero el problema a resolver es cómo cubrir el déficit en la demanda local que se cubría con importaciones.

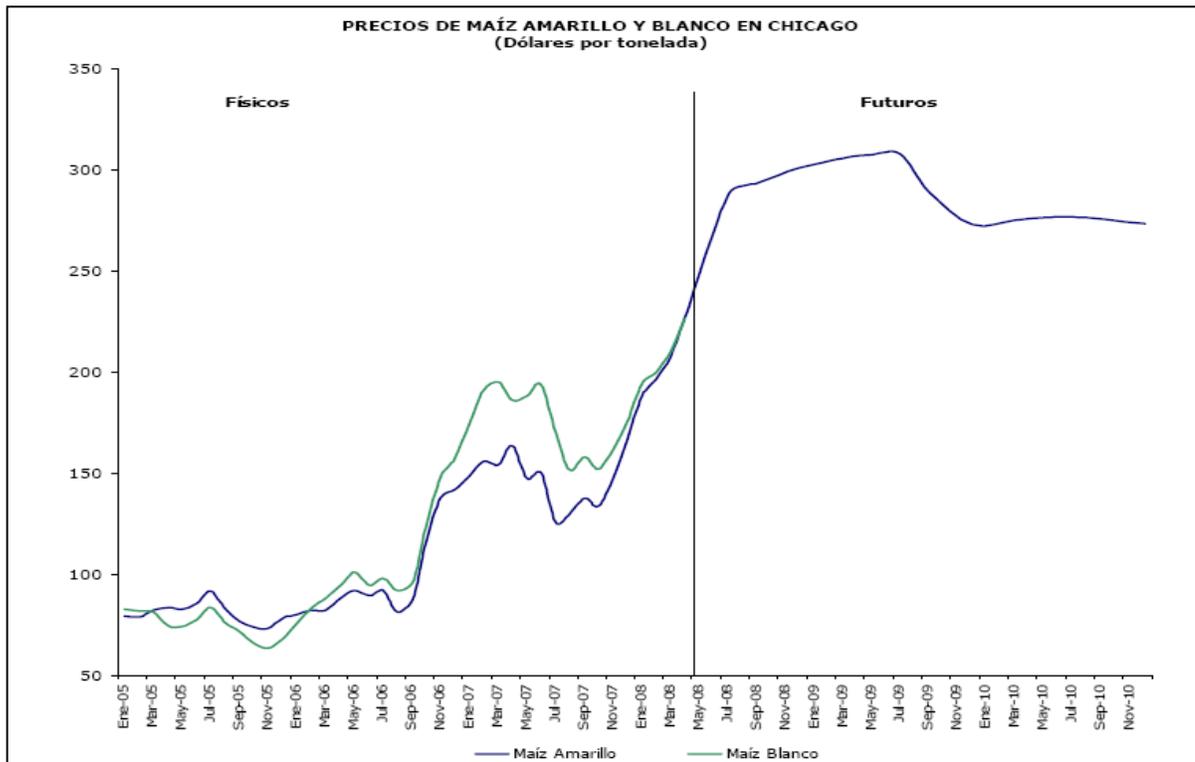


Figura 6. Precios del maíz en la bolsa de valores de Chicago.
Fuente: (USAID, 2006).

Según el INE en la última década la importancia relativa del maíz en el PIB agrícola ha decaído significativamente como se muestra en la Figura 7 en 1993 el maíz representaba un 12.5% del PIB agrícola y para el 2001 sólo representaba un 9%. Algunas de las razones de esta reducción en la actividad económica del maíz fueron los precios más atractivos del mercado externo y que la agricultura nacional no está presentando la capacidad ni la competitividad para atender la demanda interna del grano.

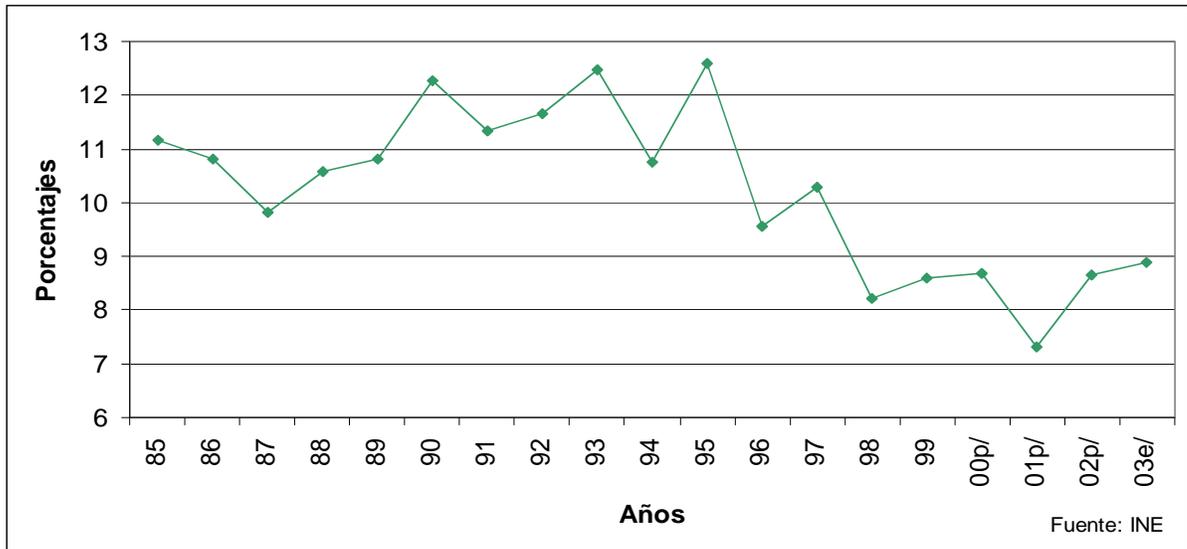


Figura 7. Aporte del maíz al PIB agrícola real (porcentajes).
Fuente: (Instituto Nacional de Estadística, 2005).

4.2 BALANCE DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ

Para el ciclo 2006/07, la industria de alimentos balanceados (concentrados para consumo animal) tuvo una demanda aproximada de 10 millones de quintales (454 miles de toneladas métricas). Por eso, el consumo total proyectado para ese mismo ciclo 2006/07 fue de aproximadamente 19.55 millones de quintales (887 miles de toneladas métricas). Según el INE esta demanda fue cubierta en un 54% con la producción nacional (en 2006/07), un 39 por ciento con las importaciones de los EEUU, y se registró un déficit de 7 por ciento que en años normales es cubierto con más importaciones. Para el ciclo 2006/07, de acuerdo a la Asociación Hondureña de Productores de Alimentos Balanceados, las importaciones se redujeron en un 20%, incrementando el déficit a un 14%, a raíz de las significativas alzas en el precio internacional del maíz.

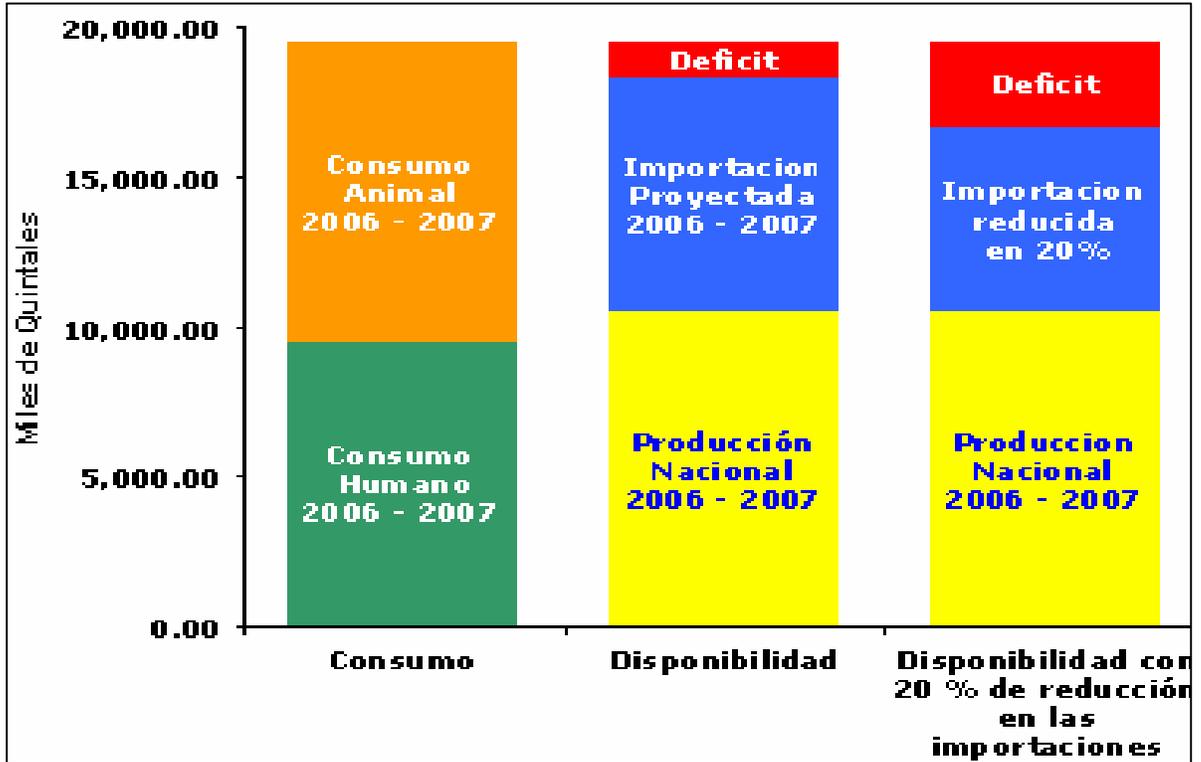


Figura 8. Balance de producción de maíz en Honduras.

Fuente: (USDA, 2006).

En la Figura 8 podemos observar el escenario que se produjo para el año 2007 considerando una reducción de un 20% en el total de las importaciones anuales consecuencia de la subida estructural de precios en los mercados internacionales, lo cual incrementa el déficit de oferta. Esto causará que la demanda sea mayor que la oferta total nacional, por lo que se espera un incremento en los precios locales del maíz.

4.3 ANÁLISIS DEL DIAMANTE DE PORTER

4.3.1 Condiciones de los factores de Producción

4.3.1.1 Factores Básicos

Clima: Honduras cuenta con condiciones climáticas ideales en algunas regiones para la producción de maíz (CIMMYT, 1999).

Tipo de suelo: suelos aptos para cultivo de maíz en algunas regiones; por otro lado, siembra de maíz en áreas montañosas (laderas) no aptos para maíz. (IICA, 1994)

Tamaño y uso: gran parte de la producción proviene de mini y microfundios, grandes extensiones de tierra dedicadas a la producción agrícola. El 57.4% del número de las

extensiones sembradas con maíz usan el sistema tradicional, el cual no es competitivo con un rendimiento de 20qq/ha, el 32.6% el sistema semi-tecnificado con un rendimiento promedio de 40.5 qq/ha y el 10% utiliza el sistema tecnificado con un rendimiento promedio de 75 qq/ha. (SAG, 2007).

Mano de obra: no capacitada y barata con tasas de analfabetismo significativas, la educación en las áreas rurales está correlacionada con la calidad de la educación pública y con la falta de capacitación especializada (INE, 2005).

Cantidad de la mano de obra: Estructura de la mano de obra activa mayoritariamente joven.

Capital: Pequeñas y medianas fincas no pueden acceder al crédito y las carteras de crédito son menores para el sector productivo. El costo del crédito en general es elevado (IICA, 2004).

Política crediticia: el crédito se orienta hacia el comercio y hacia grandes productores y menos al sector productivo. Exigencias formales para el crédito no coinciden con la informalidad de las fincas. Necesidad de fondos para insumos agrícola y capital operativo (IFPRI, 1999).

Localización: zona de fronteras con países vecinos presenta ubicación estratégica para el comercio regional.

4.3.1.2 Factores especializados

Organizaciones gremiales poco integradas con las agroindustrias y con poca representatividad.

Universidades con carreras relacionadas al sector (Escuela Agrícola Panamericana, Universidad Autónoma de Honduras, Escuela Nacional de Agricultura), todas ellas con carreras relacionadas en alguna manera al sector agrícola, pero con poca integración hacia el sector y los productores en lo que se refiere a la investigación, debido a una inadecuada articulación entre los avances científicos y la producción.

Los servicios de asistencia técnica de la SAG con poca cobertura y orientada mayoritariamente hacia sólo un sector de la agricultura (IICA, 2007).

Falta de credibilidad en las instituciones del estado, ya sea por su falta de protagonismo efectivo por la carencia de recursos en algunos casos y en otros por gestiones no transparentes (reglas del juego cambiantes ante cambios de autoridades).

4.3.1.3 Infraestructura especializada

Red de rutas internacionales interconectadas.

Red vial interna deficiente y en casos extremos empedrados o de tierra. Aún quedan caminos internos locales que no están interconectados.

Sistemas de Puertos y Aduanas. La red de carreteras que conectan con dos puertos, uno al Océano Pacífico y el otro al Atlántico, lo cual constituye una posición estratégica para ubicación de silos centrales de acopio para su posterior procesamiento industrial y su exportación.

Deficiencia en la red de transportes (transporte de granos por vía terrestre, mayormente propiedad de las grandes acopiadoras o de las grandes procesadoras de maíz).

4.3.2 Condiciones de la demanda.

Gran parte de la dieta basada en maíz y sus derivados, por lo que se presenta una demanda estable y creciente.

Internacional: la integración a tratados de libre comercio y la globalización facilita la apertura de los mercados, lo cual puede ser aprovechado por los productores por su ubicación estratégica.

Exigencia de la demanda interna no alcanza las especificaciones de los mercados internacionales. Eso limita su crecimiento a las empresas que solo producen para el mercado interno, el cual es limitado. Cuando desean exportar las exigencias del mercado internacional son superiores.

Coordinación vertical entre las procesadoras y distribuidoras a partir de cierta capacidad de producción. Las empresas pequeñas con bajos niveles de producción (familiares y pequeños productores) generalmente producen para autoconsumo, y es una pequeña parte la que comercializan.

Competencia desleal en la demanda interna (contrabando regional) desestimula la producción.

4.3.3 Estrategia, estructura de producción y rivalidad

Sistema de producción entre mediana y alta tecnología sólo en las fincas con grandes extensiones.

Baja capacitación de la mano de obra en las fincas.

Las fincas no realizan control de calidad de sus procesos, para realizar mejoras en la estructura de producción.

Los grandes productores aseguran su producción mediante contratos asegurando una banda de precios.

La industrialización de rubros derivados de maíz depende de las importaciones, que a su vez están en función de los precios internacionales.

Equipos adecuados para la industrialización y procesamiento en empresas de mediano y gran escala.

Productividad de las fincas está entre media y baja (SAG, 2005).

Rentabilidad del maíz está entre media y baja (SAG, 2005).

Poca asistencia técnica para mejorar la producción (IICA, 2000).

El mayor peligro lo representa el cultivo de maíz, donde la oferta por el alquiler de la tierra hace desistir al pequeño productor que arrienda su tierra y deja de producir sin pensar en las consecuencias posteriores del deterioro del rendimiento del suelo (CIMMYT, 2006).

4.3.4 Industrias relacionadas y de apoyo

Sistemas de comercialización y distribución inadecuados para niveles de producción pequeños y medianos.

Sector bien coordinado verticalmente en el caso de grandes productores.

Dependencia de maquinarias, insumos y equipos importados.

Estructura tecnológica alta para grandes procesadores agroindustriales de maíz.

Instrumentos financieros poco especializados para la agricultura (créditos adecuados, bonos, fideicomiso, entre otros).

Grandes avances en las técnicas de la biotecnología que permiten el desarrollo de semillas especiales para determinados grupos de productores con diferentes factores adversos (resistencia a sequía, suelos ácidos, entre otros).

4.3.5 Azar

Fenómenos climatológicos que afectan nuestra producción.

4.3.5 Gobierno

Proyectos de asistencia técnica, incorporación de paquetes tecnológicos más competitivos, percepción de las tecnologías. La posición que toma frente a la adopción de nuevas tecnologías.

4.4 ESTUDIO FINANCIERO MEDIANTE EL ANÁLISIS DE PRESUPUESTOS PARCIALES

Cuadro 16. Resumen aplicación de presupuestos parciales

Descripción	Zamorano		Datos IFPRI		Validación	
	Evento Bt (L/ha)	Convencional (L/ha)	Evento Bt (L/ha)	Convencional (L/ha)	Evento Bt (L/ha)	Convencional (L/ha)
Semilla						
Precio de Venta	207.27	207,27	207.27	207.27	235.00	225.00
Rendimientos ajustados	115.04	87,07	132.49	108.42	116.67	99.16
Beneficios Brutos	23,844.75	18.048,06	27,462.14	22,471.68	27,416.67	22,310.36
Costo Semilla	2,840.00	1.528,60	2,099.88	1,099.15	2,766.67	1,731.43
Costo Insecticidas	835.11	1.205,71	502.93	561.45	316.67	486.47
Costo aplicación MO	300.00	600,00	41.42	105.07	216.67	417.86
Costo Maquinaria	-	-	54.91	110.58	300.00	269.20
Total costos que varían	3,975.11	3.334,31	2,699.14	1,876.25	3,835.00	3.129.96
Beneficios Netos	19,869.64	14.713,75	24,763.00	20,595.43	23,581.67	19,180.39
Cambio en la Utilidad	5,155.88		4,167.57		4,401.27	
Cambio en los costos variables	640.80		822.89		705.04	
Tasa de Retorno Marginal	805%		506%		624%	

En el Cuadro 16 tenemos el resumen de beneficios brutos, costos totales que varían y rendimientos promedios ajustados de las tres investigaciones. Se analizan los tres escenarios generados por la información de las investigaciones previamente descritas con el fin de calcular la tasa de retorno marginal y poder hacer un análisis comparativo de las tres investigaciones.

El análisis a nivel experimental en Zamorano presentó una Tasa de Retorno Marginal de 804.60%. Presenta la TRM más alta debido a que el cambio en los costos por adoptar esta tecnología fueron los más altos, esto se puede atribuir a que las aplicaciones se realizaron en la dosis adecuada y en el nivel adecuado, ya que las plagas nunca alcanzaron los niveles críticos de infestación, por lo que el cambio en los costos fue principalmente el costo de la semilla, sin embargo se vio beneficiada por una reducción en los costos de material insecticida.

El análisis a nivel de campo de los datos obtenidos del IFPRI presentó una Tasa de Retorno Marginal de 506.46%. Esta es la tasa de retorno más baja y se puede atribuir a que los grandes productores están realizando aplicaciones por encima del nivel

recomendado, por lo que no tienen una reducción en costos por material insecticida y aplicación del mismo.

El análisis de la validación de datos presentó una Tasa de Retorno Marginal de 624%. Esta tasa nos confirma que los datos analizados en las dos investigaciones son confiables ya que se encuentra entre el rango de ambas. Debido a que la muestra fue pequeña en relación al estudio desarrollado por el IFPRI, pudo haber una subestimación o sobreestimación de costos promedios por las diferentes escalas de productores.

4.5 ANÁLISIS DE DOMINANCIA ESTOCÁSTICA

El Cuadro 17 es un resumen del análisis de dominancia estocástica, y se utiliza para seleccionar los tratamientos que en términos de ganancias ofrecen la posibilidad de ser escogidos para recomendarse a los agricultores.

Se dice que un tratamiento es dominado cuando su empleo no conduce a un incremento en los beneficios netos como resultado de un incremento en los costos. Es dominado porque al menos existe un tratamiento de menor o igual costo que genera mayores beneficios. Para realizar este análisis, se organizaron los tratamientos de acuerdo con un orden creciente de los costos que varían, y luego se comparó si al aumentar los costos ocurrió un incremento en los beneficios netos.

Cuadro 17. Análisis de dominancia estocástica.

Descripción	Zamorano		Datos IFPRI		Validación	
	Maíz Convencional	Maíz Bt	Maíz Convencional	Maíz Bt	Maíz Convencional	Maíz Bt
Total Costos Variables	3,334.31	3,975.11	1,876.25	2,699.14	3,129.96	3,835.00
Total Beneficios Netos	14,713.75	19,869.64	20,595.43	24,763.00	19,180.39	23,581.67
Análisis de Dominancia	Dominado	No Dominado	Dominado	No Dominado	Dominado	No Dominado

La condición de que un incremento en los costos cause un incremento en los ingresos ocurrió para todos los tratamientos de maíz con tecnología transgénica en las tres investigaciones como se puede observar en el Cuadro 17, lo cual indica que los tratamientos no dominados son los transgénicos, y todos los tratamientos con maíz convencional fueron dominados.

En el Cuadro 17 se puede observar que los tratamientos de maíz convencional fueron los dominados para todos los casos, ya que el beneficio incremental producto del aumento en

los costos es menor que el beneficio incremental generado por la adopción de maíz transgénico; es decir que bajo las circunstancias de los grandes y medianos productores analizados en esta investigación el agricultor racional que busca maximizar utilidades con escasos y limitados recursos prefiere el maíz transgénico a cualquier otro maíz convencional.

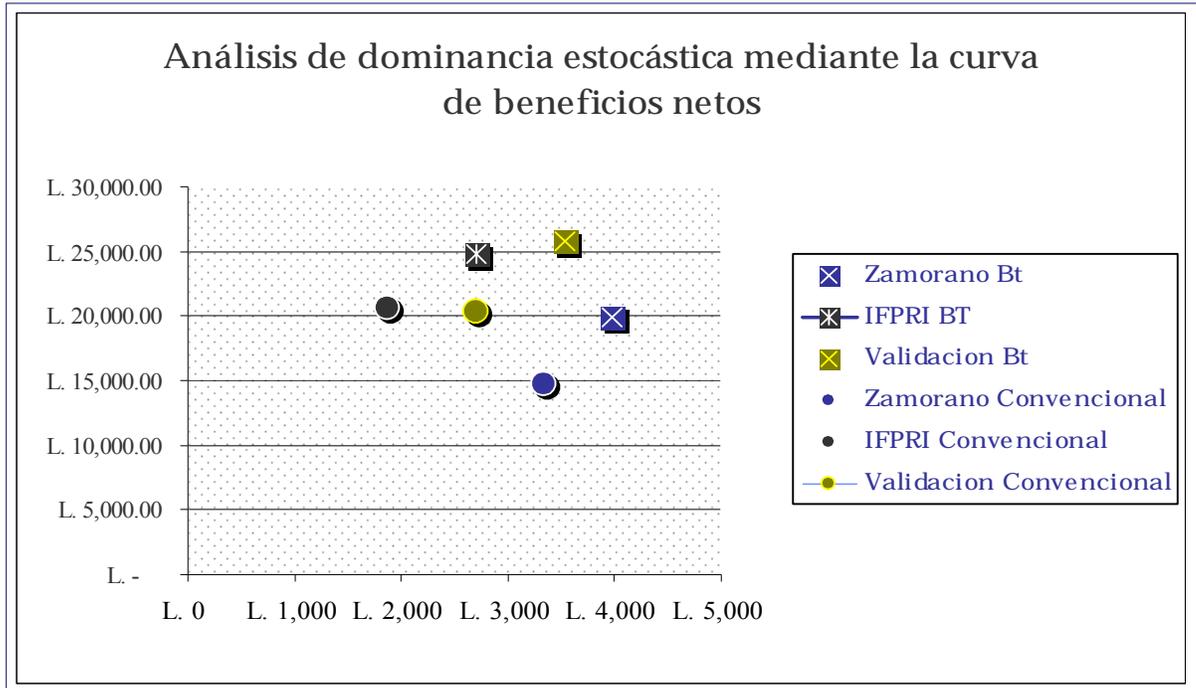


Figura 9. Análisis de dominancia mediante la curva de beneficios netos.

Este análisis también se realizó con la curva de beneficios netos, esta se construyó en dos dimensiones, en donde la abscisa representa a los costos que varían y la ordenada los beneficios netos. La curva de beneficios netos es la curva envolvente que se forma con los pares ordenados que muestran los mayores niveles de beneficios netos. Es una curva frontera que se forma con los tratamientos más rentables. Todos los pares ordenados que estén por debajo de esta curva envolvente son los tratamientos dominados. Los tratamientos más rentables son expresados con puntos en forma de cuadros y fueron para todos los casos los adoptadores de la tecnología transgénica. La curva frontera de los análisis dominados es expresada por puntos circulares.

La dominancia graficada por medio de la curva frontera de beneficios netos en la Figura 8 demuestra que los tratamientos de maíz transgénico dominan el maíz convencional en los tres escenarios, lo cual confirma la ventaja tecnológica y financiera de esta tecnología.

Es decir, bajo los tres escenarios: experimento en Zamorano, Investigación del IFPRI y el trabajo de campo realizado por el autor, se demuestra que los agricultores preferirán siempre el maíz transgénico al maíz convencional. Para todos los escenarios descritos

anteriormente los beneficios netos fueron mayores para la nueva tecnología transgénica que para los de la vieja tecnología convencional.

4.6 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Con el objeto de facilitar la toma de decisiones después de analizar los resultados obtenidos, se efectuó un análisis de sensibilidad para determinar el riesgo de adoptar esta tecnología y la sensibilidad de la rentabilidad.

Cuadro 18. Resumen análisis de sensibilidad

		Ingresos								
		50%	75%	100%	125%	150%	175%	200%	225%	250%
Costos	50%	2,252.91	3,656.91	5,060.90	6,464.90	7,868.89	9,272.89	10,676.88	12,080.88	13,484.87
	75%	1,975.36	3,379.36	4,783.36	6,187.36	7,591.36	8,995.36	10,399.36	11,803.36	13,207.36
	100%	1,697.82	3,101.81	4,505.82	5,909.82	7,313.82	8,717.82	10,121.82	11,525.82	12,929.82
	125%	1,420.27	2,824.27	4,228.28	5,632.28	7,036.29	8,440.29	9,844.29	11,248.30	12,652.30
	150%	1,142.73	2,546.72	3,950.74	5,354.74	6,758.74	8,162.75	9,566.75	10,970.76	12,374.76
	175%	865.18	2,269.18	3,673.20	5,077.20	6,481.21	7,885.22	9,289.22	10,693.23	12,097.24
	200%	587.64	1,991.63	3,395.66	4,799.66	6,203.67	7,607.68	9,011.69	10,415.70	11,819.71
	225%	310.09	1,714.09	3,118.12	4,522.13	5,926.14	7,330.15	8,734.17	10,138.18	11,542.19
	250%	32.55	1,436.54	2,840.58	4,244.58	5,648.60	7,052.61	8,456.63	9,860.64	11,264.66
	275%	(24.00)	1,159.00	2,563.04	3,967.05	5,371.06	6,775.08	8,179.10	9,583.11	10,987.13
	300%	(522.54)	881.45	2,285.50	3,689.51	5,093.53	6,497.55	7,901.57	9,305.58	10,709.60
	325%	(800.09)	603.91	2,007.95	3,411.97	4,815.99	6,220.01	7,624.03	9,028.06	10,432.08
	350%	(1,077.63)	326.36	1,730.41	3,134.43	4,538.45	5,942.48	7,346.50	8,750.53	10,154.55
	375%	(1,355.18)	48.81	1,452.87	2,856.89	4,260.92	5,664.94	7,068.97	8,473.00	9,877.02
	400%	(1,632.72)	(228.73)	1,175.33	2,579.35	3,983.38	5,387.41	6,791.44	8,195.47	9,599.50
	425%	(1,910.27)	(506.28)	897.79	2,301.81	3,705.84	5,109.87	6,513.91	7,917.94	9,321.97
	450%	(2,187.82)	(783.82)	620.25	2,024.27	3,428.31	4,832.34	6,236.37	7,640.41	9,044.44
	475%	(2,465.36)	(1,061.37)	342.71	1,746.73	3,150.77	4,554.81	5,958.84	7,362.88	8,766.91
	500%	(2,742.91)	(1,338.91)	65.17	1,469.19	2,873.23	4,277.27	5,681.31	7,085.35	8,489.39
	525%	(3,020.45)	(1,616.46)	(212.37)	1,191.66	2,595.70	3,999.74	5,403.78	6,807.82	8,211.86
550%	(3,298.00)	(1,894.01)	(489.91)	914.12	2,318.16	3,722.20	5,126.25	6,530.29	7,934.33	

El Cuadro 18 muestra un análisis de sensibilidad mediante una matriz bidimensional tomando las dos variables que más afectan el resultado económico. El análisis se hizo con respecto a los parámetros más inciertos; siendo estos los costos de adopción de la tecnología y los beneficios netos derivados de su adopción.

La inversión en la tecnología es viable bajo las condiciones actuales, pero podría no serlo si en el mercado las variables de costo variaran significativamente al alza o si las variables de ingreso cambiaran significativamente a la baja. En el Cuadro 18 se puede apreciar que

la adopción de la tecnología es poco sensible a las variaciones tanto de los ingresos como del costo directo de adopción.

Permaneciendo constantes la variable precio o ingreso, el costo de la tecnología previsto en el análisis tendría que aumentar 525% para generar una pérdida. Si el precio se reduce en 50% y el costo aumenta en 275% se produce una pérdida de igual forma.

La línea gruesa negra representa la línea borde con los valores para los cuales se cumple la condición de tasa de retorno marginal mayor o igual a la tasa de retorno mínima aceptada ($TRM \geq TAMIR$), usando una tasa de retorno mínima aceptada igual al 100%. Por ejemplo, bajo el escenario en que los ingresos disminuyan en un 50%, ya sea por cambios en precio o rendimientos y el costo de la tecnología aumente en un 150%, el adoptador ya no obtiene la tasa de retorno mínima esperada.

Se puede observar que si mantenemos la variable ingreso constante, el costo de la semilla tendría que incrementar en un 400% para que ya no se cumpla la condición $TRM \geq TAMIR$. Por otro lado, la variable ingresos tendría que disminuir en un 50% y el costo de la semilla aumentar en un 150% para que se deje de cumplir esta condición.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- En Honduras, el 45% de la producción de maíz proviene de pequeños productores (extensiones de tierra menores a 5 ha), los cuales utilizan el sistema de siembra tradicional, practican agricultura en zonas marginales (laderas), operan en economías de subsistencia con altos niveles de pobreza, sumado a esto el bajo nivel de educación hace muy difícil la transferencia de la tecnología transgénica. Sin embargo, pequeños agricultores que reúnan las características básicas de producción ideales para el cultivo de maíz (suelo, clima, acceso a crédito) pueden adoptar esta tecnología, lo cual impactaría positivamente su economía.
- Se espera que los precios a nivel internacional sigan aumentando, por lo que se pronostica un déficit en la oferta total de maíz en Honduras, debido a una reducción del 20% del total de las importaciones. El factor clave es incrementar la productividad de maíz para no caer en una crisis de alimentos generada por una escasez de granos básicos. La generalización del uso de la semilla transgénica con resistencia a insectos es parte de la estrategia para mantener la seguridad alimentaria de Honduras.
- Los agricultores adoptadores de la tecnología aumentan los rendimientos en un promedio de 26 qq/ha. Es debido a la reducción en el daño del cultivo causado por los insectos del orden *Lepidoptera*. La reducción en el uso de insecticidas disminuye los costos de producción y hace el cultivo más rentable. Sin embargo el número de aplicaciones está arriba de las recomendaciones para los adoptadores de la tecnología, esto debido a la falta de asistencia técnica brindada por parte de las casas comercializadoras de la semilla y por falta de programas de extensión.
- Se determinó que los rendimientos promedio ajustados a nivel experimental de maíz transgénico con resistencia a insectos fueron de 115 quintales por hectárea y para maíz convencional el rendimiento promedio ajustado fue de 87 quintales por hectárea, el cambio de tecnología del sistema convencional a transgénico genera una tasa de retorno marginal de 804%. Por otro lado en la evaluación de campo del IFPRI se obtuvo que el rendimiento promedio para maíz transgénico con resistencia a insectos fue de 132 quintales por hectárea y para maíz convencional fue de 108 quintales por hectárea con una tasa de retorno marginal de 506%. Para la validación de datos, los rendimientos de maíz transgénico con resistencia a insectos fue de 124 quintales por hectárea y 96 quintales por hectárea para maíz convencional con una tasa de retorno marginal de 632%.

- Se puede deducir que el costo de la semilla transgénica es el costo directo de adopción de la tecnología. La diferencia entre el costo promedio de semillas convencionales de alto rendimiento y el costo promedio de semilla transgénica con resistencia a insectos es aproximadamente de 50 dólares por hectárea. Se considera este costo relativamente bajo comparado con los beneficios que genera la adopción de esta tecnología.
- La dominancia graficada por medio de la curva frontera de beneficios netos demuestra que los tratamientos de maíz Bt en todas las aplicaciones dominan el maíz convencional, lo cual confirma la ventaja tecnológica y financiera de esta tecnología. Es decir que bajo las condiciones de los grandes y medianos productores analizados en esta investigación el agricultor racional que busca maximizar utilidades con escasos y limitados recursos prefiere el maíz transgénico a cualquier otro híbrido de maíz convencional.
- El análisis de sensibilidad mostró que la tecnología es poco sensible a cambios en los precios de comercialización de la semilla transgénica, cambios en los ingresos producidos por reducción en los rendimientos o de posibles cambios en los precios de comercialización del maíz.
- No hay competitividad si no se impulsa la investigación y la transferencia de tecnología. Se debe trabajar en fortalecer la relación entre los sectores productivos y los centros de investigación de ciencia y tecnología (universidades, centros de investigación y tecnológicos) lo cual incrementa la innovación del sector productivo. La creación de factores especializados es de particular importancia cuando se pretende superar desventajas competitivas en un contexto de integración con economías más desarrolladas, como es el caso de Honduras. El aspecto tecnológico es esencial, por lo tanto el sistema de educación debe corresponderse con los requerimientos del salto tecnológico.

5.2. RECOMENDACIONES

- Promover la adopción del maíz transgénico para los grandes y medianos productores en Honduras. Evaluar los casos de pequeños agricultores que reúnan las condiciones necesarias y suficientes para adoptar esta tecnología y promoverla mediante políticas de créditos agrícolas para permitirles su acceso.
- Evaluar la posible adopción de diferentes variedades para diferentes sectores productivos, cuando ya esté disponible comercialmente, la segunda generación de cultivos transgénicos de variedades tolerantes a la sequía, estrés hídrico y a la salinidad de los suelos, las cuales pueden desempeñar un rol importante para los agricultores que cultivan en laderas o suelos infértiles.
- Realizar estudios para evaluar las potenciales externalidades positivas o negativas que pueda generar la adopción de esta tecnología.

6. BIBLIOGRAFÍA

Banco Central de Honduras. Informes anuales e información estadística. Consultado en línea el 25 de Agosto de 2008. Disponible en www.bch.hn

Centro internacional de mejoramiento del maíz y trigo (CIMMYT). 1988. La formulación de Recomendaciones a partir de Datos Agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición Completamente Revisada. México, CIMMYT.

Centro internacional de mejoramiento del maíz y trigo CIMMYT. 1988. From Agronomic Data to Farmer Recommendations: An Economics Training Manual. Completely revised edition. Mexico. D.F.

Centro internacional de mejoramiento del maíz y trigo CIMMYT. Estadísticas de producción de maíz por país. Consultado en línea el 05 de octubre de 2008 disponible en <http://economics.cimmyt.org/>

Centro de Información Agro socioeconómica, Facultad de Agronomía Universidad de San Carlos de Guatemala USAC. 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: Re-enseñando el uso de este enfoque. Guatemala.

Consejo Agropecuario Centroamericano. 2007. Política Agrícola Centroamericana 2008-2017. Una agricultura competitiva e integrada para un mundo global. Costa Rica.

Dirección de Ciencia y Tecnología Agrícola DICTA. Estadísticas de producción de maíz. Consulta en línea disponible en

Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria DICTA. 2006. Programa Nacional de Granos Básicos 2006-2010. Tegucigalpa, Honduras.

División Agro socioeconómica, Unidad de Investigación Científica y Tecnológica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 2003. Análisis Económico y Producción del Maíz (*Zea mays* L.) Asociado con Mucuna (*Stizolobium aterrimum*) en Siembra Directa y Dos Sistemas de Fertilización Nitrogenada. España.

Ecole Normale Supérieure de Lyon. 2002. Between myth and reality: genetically modified maize, an example of a sizeable scientific controversy. Francia. Consulta en línea disponible en: www.sciencedirect.com

Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 2002. Evaluación agronómica de 20 híbridos de maíz (*Zea mays*) transgénicos con el gen Bt (*Bacillus thuringiensis*) y sus contrapartes sin el gen. Honduras.

Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 2007. Comportamiento de plagas insectiles en maíz con eventos transgénicos (proteína Cry1Ab y resistencia a glifosato) en Zamorano, Honduras.

Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. 1997. Determinantes de adopción de abonos verdes en Productores de maíz en Guinope, Honduras.

Escuela Agrícola Panamericana Zamorano Decanatura Académica. 1998. Guía para la Elaboración de Anteproyecto.

European Commission Joint Research Centre-IPTS Agriculture and Life Sciences in the Economy Unit, Department of Agricultural Economics UNIVERSITY OF CORDOBA. 2008. Adoption and performance of the first GM crop introduced in EU agriculture. España.

Food and Agriculture Organization FAO. 2004. Cambios en la estructura del consumo de alimentos y nutrientes de América Latina y perspectivas alimentarias. Consultado en línea el 15 de junio de 2008 disponible en <http://www.fao.org/docrep/005/y6027s/y6027s09.htm>

Gacetilla de Difusión del Programa de Productividad Sustentable Refugio. 2003. El manejo del maíz Bt en Argentina. Consulta en línea el 10 de septiembre de 2008 disponible en <http://www.elsitioagricola.com/articulos/asa/Manejo%20del%20Maiz%20Bt.asp>

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. 2004. Estudio de la Industria Agroalimentaria en Honduras.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. 2008. Agricultural Sector: Perspectives on Food Security, Short Term Response and Medium Term Solutions. Consultado en línea el 10 de septiembre de 2008 disponible en <http://www.iica.int/Eng/conocimiento/actualidad/Documents/Agricultural>

Instituto Nacional de Estadísticas, INE. 2006. La Encuesta Agropecuaria Básica. Consultado en línea el 25 de agosto de 2008 disponible en <http://www.ine-hn.org>

Instituto Nacional de Estadísticas. Serie anual histórica de producción y precios de maíz. Consultado en línea el 15 de septiembre de 2008 disponible en <http://www.ine-hn.org>

Instituto Nacional de Estadísticas, INE. 1993. Censo Agropecuario. Consultado en línea el 15 de agosto de 2008 disponible en <http://www.inehn.org/economicas/estadisticasagricolas>.

International Service For The Acquisition Of Agri-Biotech Applications ISAAA. Países adoptadores de la tecnología transgénica. Consultado en línea el 5 de septiembre de 2008 disponible en www.isaaa.org

International Food Policy Research Institute, IFPRI. 2008. Insecticide Use on Vegetables in Ghana: Would GM Seed Benefit Farmers?. Ghana.

International Food Policy Research Institute, IFPRI. 2008. El Maíz Bt en Honduras: Un Análisis Agro-Económico. Honduras.

Jansen H.G.P. y M. Torero Instituto Internacional para la Investigación de Políticas Alimenticias, IFPRI. 2006. Resumen de la Literatura de Cadenas de Valor agropecuarias en los Cinco Países Centroamericanos.

La ventaja competitiva de las naciones, Porter Michael, Vergara, Buenos Aires, 1991. Secretaria de Agricultura y Ganadería SAG. 2007. Plan estratégico operativo para el sector agroalimentario de Honduras 2006-2010. Honduras.

Monsanto Latinoamérica. 2003. Desarrollos de la Biotecnología Agrícola para la Producción Pecuaria.

Secretaria de Agricultura y Ganadería, SAG. 2008. Precios de Mercado de insumos agrícolas en Honduras. Consultado en línea el 1 de agosto de 2008. Disponible en <http://www.sag.gob.hn/index>

Secretaría de Agricultura y Ganadería, SAG. 2004. Política de Estado para El sector Agroalimentario y el Medio Rural de Honduras 2004-2021: Una Alianza Compartida para el Desarrollo del Campo. Gobierno de Honduras.

Sistema mesoamericano de alerta temprana para la seguridad alimentaria, MSEWS-USDA. 2006. Situación de Seguridad Alimentaria en Honduras.

USDA, Economic Research Service. 2007. Agricultural Projections to 2015.

7. ANEXOS

Anexo 1. Encuesta productores de maíz en Honduras

Fecha _____
 Adoptador total de la Tecnología _____ No adoptador de la Tecnología _____
 Adoptador Parcial de la Tecnología _____ No. ha transgénico _____ No. ha Convencional _____

Datos Personales

Nombre _____ Profesión _____
 Edad _____

Datos de la Finca

Nombre de la Finca _____ Número de ha _____

¿La finca es de su propiedad? Si _____ No _____

¿Qué cultivo representa la mayor fuente de ingresos para la finca? _____

¿Nombre del grano de maíz utilizado frecuentemente (variedad)? _____

¿Ha recibido algún tipo de capacitación, taller, charla para mejorar la eficiencia del uso del grano durante la siembra, manejo, cosecha, post cosecha, etc.? Si _____ No _____

¿Si su respuesta anterior fue si, podría describir que organización, empresa, ONG le impartió el taller? _____

¿Cuánto tiempo tiene de dedicarse a sembrar maíz? _____

¿Se dedica a tiempo completo a la siembra de maíz o tiene algún otro empleo?
 Si _____ No _____

¿Participación en Organizaciones, cooperativas, ONG'S Etc.?
 Si _____ Nombre _____ No _____

¿Tiene acceso a financiamiento para sus siembras? _____

Información sobre costos en Lempiras por hectárea para un ciclo:

¿A qué precio compra usted la semilla para sembrar una hectárea?

¿En promedio cuanto invierte usted en la compra de insecticidas por hectárea?

¿Cuántos jornales emplea usted en aplicación de insecticidas por una hectárea en un ciclo de cultivos? ¿En caso la finca este mecanizada, cuanto es el costo total en maquinaria para la aplicación de insecticidas en una hectárea?

¿Cuánto es el costo por jornal en la región?

¿A qué precio vende usted el quintal de maíz puesto en la bodega del comprador (desgranado y secado)?

¿Cual es el rendimiento promedio en quintales por hectárea o manzana?

Razones por la cual adoptó la Tecnología

Clasifique de 1 a 10 siendo uno la más importante según su opinión personal las razones por las cuales adopto cultivos transgénicos

1. Menor riesgo de perdida por insectos
2. Alto rendimiento
3. Mejor calidad de cosecha
4. Garantiza un mejor ingreso
5. Facilita el trabajo haciendo la producción mas fácil
6. Reduce costos en productos para el cuidado de las plantas
7. Por recomendación del vendedor de semillas
8. Menor impacto en el ambiente debido a la reducción de pesticidas
9. Por estar a la vanguardia de la Tecnología
10. Porque todas las personas en mis alrededores las están usando.

Clasifique de 1 a 10 siendo uno la más importante el orden de importancia según su opinión personal para la no adopción de esta tecnología

1. Prefiero no cambiar mi tipo de maíz porque no me gustan los cambios
2. Nula o poca creencia en los transgénicos
3. La semilla es demasiado cara
4. Las plagas no afectan los cultivos
5. No creo que haya un beneficio económico
6. Es visto de mal manera por la sociedad
7. Considero que no hay diferencia en los rendimientos de producción en campo
8. Prefiero combatir los insectos con químicos
9. Es difícil de vender la producción
10. Es una tecnología complicada de usar
11. No tengo acceso a esa tecnología porque no la comercializan en esta región.