

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN ECONOMÍA AGRÍCOLA



**SEMILLAS MEJORADAS PARA LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES
DE MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays* L.) EN LOS RÍOS,
ECUADOR, PERIODO 2012-2016.**

Presentada por:

NILA ALEXANDRA REYNA DELGADO

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO MAGISTER SCIENTIAE EN
ECONOMÍA AGRÍCOLA**

Lima – Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

ESCUELA DE POSGRADO

**SEMILLAS MEJORADAS PARA LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES
DE MAÍZ AMARILLO DURO (*Zea mays* L.) EN LOS RÍOS,
ECUADOR, PERIODO 2012-2016.**

Tesis presentada por:

NILA ALEXANDRA REYNA DELGADO

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO MAGISTER SCIENTIAE EN
ECONOMÍA AGRÍCOLA**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado

Dr. Félix Camarena Mayta

Presidente

Mg. Sc. Agapito Linares Salas

Patrocinador

Mg. Sc. Raquel Margot Gómez Ocorima

Miembro

Mg. Sc. Ramón Alberto Diez Matallana

Miembro

DEDICATORIA

*A **DIOS** que es mi fuente de inspiración, gracia y Amor... todo lo que necesito para ser feliz.*

*A mis **Amados y adorados padres Gary y Ana** por ser mi ejemplo de vida, modelo de perseverancia y lucha diaria.*

*A mis **hermanos Alexander y Valentina** para que sigan sus sueños, no decaigan y sepan que a pesar de las adversidades... sí se puede!!!*

AGRADECIMIENTO

A Dios que me llenó de sabiduría para tomar las mejores decisiones y poder llegar con mucha satisfacción a la meta. Este triunfo es de Él.

A mi querida familia, Reyna Castro y Delgado Murillo por su apoyo incondicional, confianza inagotable e impulso constante para seguir siempre adelante.

A mis profesores, compañeros por compartir sus conocimientos con paciencia y sobre todo por su extraordinaria calidad humana.

A los miembros del comité de tesis por sus oportunas sugerencias y aportes a la investigación.

A todos los profesores, personal administrativo de la Escuela De Posgrado de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

A mis familiares, amigas y amigos que con buena vibra me alentaron durante todo este proceso.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1.	ANTECEDENTES	5
2.1.1.	Sector agropecuario en Ecuador	5
2.1.2.	Maíz Amarillo Duro en el Contexto Mundial.....	6
2.1.3.	Producción de MAD en el Ecuador.	9
2.1.4.	Impacto de la aplicación de mejoras tecnológicas en el cultivo y producción de MAD.	13
2.1.5.	Contexto mundial de los cultivos transgénicos.....	16
2.1.6.	Maíz BT resistente a insectos: Impactos Económicos y Ambientales	19
2.2.	Presupuesto Parcial Determinístico y Probabilístico.....	24
2.3.	Enfoque del excedente económico	26
III.	MARCO METODOLÓGICO	30
3.1.	Ámbito del estudio.	30
3.2.	Productos a Estudiar.....	30
3.3.	Hipótesis.....	30
3.4.	Método	30
3.5.	Modelos de Análisis	31
3.6.	El Software @Risk.....	31
3.7.	Variables a Analizar	32
3.8.	Excedentes Económicos.....	32
3.8.1.	Tasa de Adaptación.....	32
3.8.2.	Tasa de Descuento	33
3.8.3.	Tasa de variaciones.....	34
IV.	RESULTADOS	35
4.1.	ENCUESTA INDIVIDUAL REALIZADA A LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES DE MAÍZ AMARILLO DURO EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS ECUADOR.....	35
4.2.	PRESUPUESTO PARCIAL EVALUACIÓN ECONÓMICA (BENEFICIO/COSTO) AL EMPLEAR SEMILLAS MEJORADAS EN LA PRODUCCIÓN DE MAD EN LOS RÍOS – ECUADOR.	38
4.3.	CÁLCULO DE EXCEDENTES ECONÓMICOS DE PRODUCTORES Y CONSUMIDORES	43
4.4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.	47

4.4.1. SOBRE LA EFICIENCIA TÉCNICA EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS Y A NIVEL NACIONAL	47
4.4.2. SOBRE EL IMPACTO EN RENDIMIENTOS	48
4.4.3. SOBRE LOS BENEFICIOS ECONOMICOS A LOS PRODUCTORES.....	48
V. CONCLUSIONES	49
VI. RECOMENDACIONES	50
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales países productores de MAD	7
Cuadro 2. Área mundial de cultivos biotecnológicos, los primeros 21 años, 1996 a 2016	17
Cuadro 3. Incidencia de los ingresos en el nivel de las explotaciones agrícolas de la utilización del maíz transgénico en los Estados Unidos 1996-2014	20
Cuadro 4. Evolución y distribución de beneficios de la adaptación de maíces GM (1998/2015) ..	22
Cuadro 5. Variación de variables fundamentales.....	34
Cuadro 6. Caracterización Socioeconómica del Productor de MAD en la Provincia de Los Ríos-Ecuador	36
Cuadro 7. Caracterización de la producción de MAD en la Provincia de Los Ríos-Ecuador	36
Cuadro 8. Costos de Insumos: Producción de Maíz Amarillo Duro en Los Ríos-Ecuador	38
Cuadro 9. Presupuesto Parcial Probabilístico de MAD con semilla convencional y semillas Bt (\$/ha).....	40
Cuadro 10. Coeficiente B/C Marginal	41
Cuadro 11. B/C Marginal - valores y escenarios	42
Cuadro 12. Resumen de supuestos para el Análisis de Excedentes sociales, Rendimiento, Tasa de adopción y Tasa de adopción	44
Cuadro 13. Elasticidades, cambios de rendimiento y costos por semilla mejoradas en la producción de MAD.....	45
Cuadro 14. Cambio equivalente en costos y otra data	46
Cuadro 15. Precio, Tasa externa, Cantidad, Cambio en Excedentes de Productos y Consumidor .	46
Cuadro 16. Suma EC y EP, Costos de investigación y transferencia y beneficios netos.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mundo Maíz Duro Seco, Hectáreas, Producción y Consumo del 2000 al 2013	8
Figura 2. Principales Zonas de Cultivo en el Ecuador de MAD	9
Figura 3. Producción y Rendimientos de MAD en Ecuador.....	10
Figura 4. Producción y Rendimientos de Grafico 3. Producción de MAD en la Provincia de Los Ríos.	11
Figura 5. Rendimientos Nacionales y Provinciales de MAD en Ecuador.....	12
Figura 6. Área Global de Cultivos GM, por país (Sobre 179,7 millones de ha)	17
Figura 7. Top 5 países que cultivan cultivos biotecnológicos (área en millones de ha)	18
Figura 8. Plantaciones de cultivos GM globales por rasgo principal y cultivo: 2014.....	19
Figura 9. Cambio Tecnológico Disminución de Costos	26
Figura 10. Cambio Tecnológico Incremento en la Producción.....	27
Figura 11. Distribución de los excedentes económicos	28
Figura 12. Beneficio de la aplicación de mejoras tecnológicas	29
Figura 13. Plagas y enfermedades que afecta al cultivo de MAD	37
Figura 14. Distribución de los costos de producción del cultivo de MAD en la Provincia de Los Ríos Ecuador (Hectárea)	37
Figura 15. Incremento en rendimientos	39
Figura 16. Incremento del Margen.....	40
Figura 17. Beneficio/ Costo Marginal.....	42
Figura 18. Beneficio Costo Marginal Percentiles	43

RESUMEN

La investigación muestra resultados respecto a la eficiencia técnica y los beneficios del uso de semillas mejoradas genéticamente en la producción de Maíz Amarillo Duro (*Zea mays durum*) para los pequeños productores de la Provincia de Los Ríos- Ecuador.

Se mantiene la hipótesis que la semilla mejorada con *Bt* tendrá mayores rendimientos y rentabilidad, beneficiando tanto a los productores, a los consumidores de maíz amarillo duro como también al estado ecuatoriano.

Se utiliza las metodologías de presupuesto parcial de Horton (1982) y el Modelo de excedentes de Alston, Norton y Pardey (1995) modificadas para incorporar los riesgos inherentes a la producción agrícola tanto como a la liberación de una semilla nueva.

Se realizó un levantamiento de línea base en la provincia de estudio para determinar costos, producción y precios de insumos en cinco cantones con mayor producción de MAD en la provincia de Los Ríos; Mocache, Palenque, Ventanas, Vinces y Pueblo Viejo que en conjunto representan el 78 % de la producción a nivel provincial. Los resultados de la investigación fueron, demostrada rentabilidad para el productor con un B/C Marginal de 1.17 con un 91.3% de probabilidad que productores pueden tener un incremento máximo de beneficios de 0.54 centavos por cada dólar adicional en los costos de producción, teniendo un 5% de probabilidades que su b/c se menor a 1, siendo esto un escenario negativo para los agricultores ya que no se obtendrían beneficios de la introducción de semillas mejoradas para este cultivo.

Palabras claves: Maíz Amarillo Duro, Presupuesto Parcial, @Risk, método de excedentes.

ABSTRACT

This research shows results regarding the technical efficiency and benefits of the use of genetically improved seeds in the production of Hard Yellow Corn (*Zea mays durum*) for small producers in the Province of Los Ríos - Ecuador.

The hypothesis is maintained that the improved seed with Bt will have higher yields and profitability, benefiting both producers, consumers of hard yellow corn and the Ecuadorian state.

We used the partial budget methodologies of Horton (1982) and the surplus model of Alston, Norton and Pardey (1995) modified to incorporate the risks inherent in agricultural production as well as the release of a new seed.

A baseline survey was carried out in the study province to determine costs, production and input prices in five cantons with the highest production of MAD in the province of Los Ríos; Mocache, Palenque, Ventanas, Vinces and Pueblo Viejo, which together represent 78% of provincial-level production. The results of the investigation were profitability for the producer with a Marginal B / C of 1.17 with a 91.3% probability that producers can have a maximum profit increase of 0.54 cents for each additional dollar in production costs, having 5% of probabilities that its b / c is less than 1, this being a negative scenario for farmers since there would be no benefits from the introduction of improved seeds for this crop.

Keywords: Hard Yellow Corn, Partial Budget, @Risk, surplus method

I. INTRODUCCIÓN

El Maíz Amarillo Duro (MAD) en el mundo representa el 40% de la producción de granos, ubicando a Estados Unidos (37%) y China (23%) como los mayores productores, con rendimientos de 10 y 6 t/ha, respectivamente, la superficie cosechada de MAD, se incrementó en un 25%, mientras que la producción y el consumo mundial lo hicieron en un 54% y 45%, (Lusero, 2014). Una de cada tres toneladas de granos comercializadas en el mundo corresponde al MAD, situando a EEUU como el principal exportador con una participación del 37%, seguido por Brasil con un 17%, mientras que Japón es el que capta el mayor volumen de importación en el mundo con un 14% de lo comercializado. Ecuador está ubicado dentro de los 50 mayores productores de MAD (USDA, 2015).

En el Ecuador el sector agrícola es considerado uno de los ejes principales sobre los que se desenvuelve la economía. Siendo así, para el año 2015, 9,4% del PIB corresponde al sector Agropecuario (Monteros et al., 2014), mientras que para el año 2016 el PIB Agropecuario cerró con un descenso de 0.8% (USD 5.3 mil millones a precios constantes) y su participación en la economía nacional fue de 8% (Monteros et al., 2016), de los cuales el alrededor de un 3% corresponden a la producción de MAD. Según datos del ESPAC (2015). El Ecuador en el 2015 cuenta con una superficie de MAD de 419 427 ha, mostrando un incremento de 10,8% respecto al 2014, teniendo una superficie cosechada de 355 433 ha teniendo un incremento de 4,93% en relación al año 2015 (MAGAP-CGSIN 2016). El cultivo se da en 21 de las 24 provincias y su producción según SINAGAP, se concentra en Los Ríos (51%), Guayas (18%), Manabí (17%) y Loja (9%), totalizando un 95% del nivel nacional.

De acuerdo a las cifras del III Censo Nacional Agropecuario 2000, en el país existen aproximadamente 104 512 Unidades Productivas Agropecuarias (UPAS), constituidas por los pequeños productores que cuenta con un 89 % del total, medianos y grandes productores con un 6% y 5%, respectivamente. (MAGAP, 2013), destinadas al cultivo y producción de MAD.

En el Ecuador, la Provincia de Los Ríos posee la mayor producción de maíz, teniendo la mayor superficie sembrada, (109 mil hectáreas) (MAGAP 2013) y una superficie cosechada de 92 459 ha, manteniendo una producción para el año 2016 de 402 446 t/ha, teniendo una reducción de 3,99% respecto al año 2015. Una menor participación tiene la Provincia de Manabí con 335 000 Tm/ha en el 2015, la cual podría ser un referente en cuanto a la producción agropecuaria en el país. Estos resultados reflejan el hecho de que la provincia de Los Ríos es la principal provincia en producción de MAD en el Ecuador. En adición a lo expuesto, es necesario indicar que, la superficie sembraba de MAD en la Provincia de los Ríos constituye el 44% del total nacional (ESPAC, 2015).

Según, Castro (2017), el rendimiento nacional del cultivo de maíz duro seco (13% de humedad y 1% de impureza) para el verano del año 2016 fue de 5,77 toneladas por hectárea. La provincia con el mayor rendimiento fue Loja con 6,48 toneladas por hectárea; mientras que, la de menor rendimiento fue Santa Elena con 4,1 toneladas por hectárea. Al comparar con el mismo ciclo del año 2015 se observa una reducción del 8,8%, debido a problemas fitosanitarios y falta de agua.

Para el periodo 2013, la productividad del MAD en Ecuador supera a países vecinos, como Colombia (3,79 Tm/ha) y menores rendimientos que Perú (4,72 Tm/ha). (MAGAP 2013).

Flores (2000), señala que el MAD producido en zonas cálidas es frecuentemente atacado por el gusano cogollero del maíz (gorgojo) cuyo nombre científico es *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Esta plaga ataca a la planta en todas las etapas de desarrollo (crecimiento, floración y fructificación), y al presentarse en grandes cantidades puede arruinar muchas hectáreas de cultivo.

Varios estudios demuestran que esta plaga *S. frugiperda* ocasiona problemas de gran magnitud en diferentes, según, (Wiseman et al., 1983; Ashley et al., 1989; Simmons y Wiseman 1993), en países como Estados Unidos, México y partes de Centro y Sudamérica su impacto ha sido significativo, reflejando bajos rendimientos o productividad. Este insecto es catalogado como la plaga más dañina del cultivo de MAD, sobre todo porque es producido en zonas con características subtropicales y tropicales como las que presenta la costa del Ecuador (Mogollón, 2014).

1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el impacto del cambio tecnológico con semillas mejoradas sobre el rendimiento del Maíz Amarillo Duro (MAD) y los beneficios económicos que genera a los pequeños productores en la Provincia de Los Ríos- Ecuador.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la eficiencia en términos de rendimientos por hectárea del Maíz Amarillo Duro en las zonas productoras de la Provincia de Los Ríos – Ecuador.
- Analizar el impacto sobre los rendimientos de la introducción de semillas mejoradas para los pequeños productores de MAD.
- Evaluar el impacto en relación de costo beneficio de la aplicación de semillas mejoradas para los pequeños productores de MAD.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El MAD, es considerado el cultivo transitorio de mayor importancia en el Ecuador, por sus aportaciones a la industria avícola y en menor medida a la porcicultura. De acuerdo a las cifras del III Censo Nacional Agropecuario existen aproximadamente 82 mil unidades productoras destinadas al cultivo y producción de MAD, teniendo una estructura productiva liderada por pequeños productores, los cuales tienen, en su mayoría cultivos semitecnificados abarcando solo el 27% del área sembrada mientras que los medianos productores ocupan el 46%.

Asimismo, el MAD es un producto sensible frente a las importaciones, debido a que en el Ecuador los rendimientos de este cultivo se encuentran por debajo del promedio mundial. Esta baja productividad es atribuida a la escasa inserción de tecnología en el manejo del cultivo y a la falta de apoyo por parte del Gobierno Central para ajustar progresivamente la dinámica del sector, en el marco y orientación de la política pública vigente. Es por ello que surge la necesidad de efectuar un análisis que determine los avances o retroceso de los proyectos vigentes, lo cual servirá como herramienta que permita a los tomadores de

decisiones contar con una base técnica para la articulación de las políticas que favorezcan a los productores en ámbito regional y sectorial.

Finalmente, la necesidad de demostrar los posibles impactos del uso de semillas mejoradas sobre los rendimientos, es primordial, dado que un adecuado diagnóstico permite contar con información para la toma de decisiones en el sector agrícola respecto al desarrollo de políticas agrarias con alcance exitoso.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Sector agropecuario en Ecuador

La historia del Ecuador ha sido marcada por ser un país agricultor y exportador de materia prima, lo que permitió la inserción en el mercado mundial en condiciones de alta dependencia y vulnerabilidad, situación que mantiene hasta la actualidad. Este crecimiento es básicamente por la exclusión, marginación, explotación de la fuerza laboral, concentración de la tierra y una desmedida e irracional explotación de los recursos naturales. Para el efecto, los diferentes Gobiernos del Ecuador han implementado programas de ajuste estructurales de diferentes alcances y magnitudes desde la década de los ochenta y especialmente en los 90's. Estos programas son un conjunto de medidas encaminadas a la liberalización de los mercados internos, a la privatización de empresas estatales y de ciertos servicios sociales, también a la apertura de las 9 economías al comercio internacional y a los flujos de capitales privados. En el ámbito agrícola se aplicaron una serie de políticas macroeconómicas y otras sectoriales a fin de establecer un sector agrícola más competitivo y dinámico; la implementación de estas reformas fue financiada por la asistencia externa del BID y del Banco Mundial (Bravo, 2009).

Durante los últimos trece años, el sector agropecuario ha crecido constantemente a una tasa promedio interanual de 4%. El Producto Interno Bruto Agropecuario Nacional (PIB Agropecuario) ha mostrado dinamismo, relevancia e importante aporte sobre la economía del Ecuador. Y se ve reflejado en el comportamiento económico sobresaliente para los años 2003, 2005 y 2011; que reportaron crecimiento interanuales superiores al 6%. El comportamiento sobresaliente 2003-2005, con crecimiento promedio interanual del 5%, fue el resultado de un buen desenvolvimiento de las exportaciones, consumo e inversión en el país (Banco Central del Ecuador, 2006). A partir del año (2006) la tasa interanual reporta una desaceleración económica influenciada principalmente por fenómenos climáticos (sequías y heladas), lo que provocó una reducción en la oferta agrícola en regiones sierra y costa Banco Central del Ecuador (2006); Sin embargo, no se presente el mismo escenario

para el año 2008, este se vio afectado por los principales socios comerciales en el mercado internacional. Para 2011, la economía del sector agropecuario presenta el incremento más relevante observado en las cifras del PIB Agropecuario reportadas por el Banco Central (8%) (Monteros y Salvador, 2015).

Asimismo, el sector agrícola ecuatoriano o sector primario dentro de la economía es considerado una de las actividades económicas de más relevancia porque se desenvuelve en aspectos como: la representatividad en el Producto Interno Bruto (PIB), que, registró el 7,33%¹ en el año 2014; Sin embargo, es un sector que debe afrontar riesgos derivados de las fluctuaciones económicas internas y externas que afectan a variables influyentes dentro del sector, en primer lugar tenemos a precios de los productos agrícolas que inestabilizan directamente a productores y comerciantes; otro factor a tomar en cuenta son las variaciones climáticas que pueden convertirse en un riesgo directo para el sector agrícola, una mitigante, para afrontar éste último problema es el seguro agrícola que es un sistema permanente de seguridad productiva, subvencionado por el Estado, para beneficios de pequeños y medianos productores agrícolas, ganaderos, acuícolas, forestales, pescadores artesanales y otros agentes productivos vinculados al agro ecuatoriano. Un riesgo propio del sector agrícola es la baja productividad que motiva el uso de organismos genéticamente modificados, a pesar de que han causado polémicas sobre su uso en algunos países de América del Sur (Uribe, 2014).

2.1.2. Maíz Amarillo Duro en el Contexto Mundial.

El maíz es una gramínea originaria de América, cuyo consumo y producción se ha expandido a nivel mundial. Anualmente se produce un promedio de casi 650 millones de toneladas métricas de este producto. Los principales países exportadores de maíz son Estados Unidos, Argentina y Francia; mientras que los países que mayormente lo consumen son México, China, Indonesia y la India (INEC 2011).

El maíz amarillo duro (MAD) es uno de los cultivos más importantes del mundo, gracias a su adaptabilidad tanto en clima como de cultivo. Se adecua a casi todos los tipos de suelo, siempre y cuando se pueda satisfacer su alta demanda de agua y horas de sol, lo que permite su producción en más de 113 países. A nivel mundial, en el año 2013 representó el 40% del total de producción de granos según datos del Departamento de Agricultura de los Estados

Unidos (USDA), por lo cual se lo considera como el principal cultivo en el mundo. El trigo representa el 29% y el arroz 20% (Lusero, 2014).

Además, para el año 2013 según datos de USDA, su producción se concentra en 11 países representando el 87% del total a nivel mundial, ubicando en primer lugar a Estados Unidos con un 37% y China un 23%. El área destinada a la siembra de este cultivo en estos países, suma el 72% del total mundial; también, el 79% del consumo de este grano en la población mundial en cualquiera de sus usos. De igual forma estos países presentan niveles de rendimientos altos destacando Estados Unidos y Canadá con 9,97/ha y 9,59 t/ha, respectivamente, a excepción de México y la India que presentan valores bajos con 3,21 t/ha y 2,42 t/ha cada uno.

Cuadro 1. Principales países productores de MAD

Países	Producción (millones de t)	Producción %	Hectareaje (millones de ha)	Hectareaje	Consumo (millones de t)	Consumo	Rendimientos
1 Estados Unidos		36.60%	35.5	20.10%	297.2	31.70%	9.97
2 China	21.7	22.50%	36.1	20.40%	216	23.00%	6.03
3 Brasil	70	7.20%	14.7	8.30%	55	5.90%	4.76
4 Unión Europea	64.9	6.70%	9.8	5.50%	73.5	7.80%	6.64
5 Ucrania	30.9	3.20%	4.8	2.70%	10.1	1.10%	6.4
6 Argentina	24	2.50%	3.3	1.90%	8	0.90%	7.27
7 India	23	2.40%	9.5	5.40%	19.1	2.00%	2.42
8 México	21.7	2.20%	6.8	3.80%	31.5	3.40%	3.21
9 Canadá	14.2	1.50%	1.5	0.80%	12.9	1.40%	9.59
10 Sudáfrica	13	1.30%	3.2	1.80%	11	1.20%	4.06
11 Rusia	10.7	1.10%	2.1	1.30%	7.6	0.80%	5.04
Los demás	123.7	12.80%	49.5	28.00%	1.96	20.90%	2.5
Total del Mundo	967.5	100%	176.8	100%	743.86	100%	67.89

Fuente: United States Department of Agriculture (USDA)

Elaboración propia

Si se compara la producción con los niveles de consumo de este grupo de países se observa que la mayor parte de ellos son autosuficientes, a excepción de la Unión Europea y México. Según, (EARTH POLICY RESEARCH, 2013), el consumo de este cereal se ha incrementado año tras año debido a los siguientes factores: aumento de la población mundial la recuperación de la industria aviar, porcina, el crecimiento de la industria de etanol y el surgimiento de nuevos mercados mundiales.

Según USDA, en los últimos 10 años el consumo industrial de maíz duro seco creció un 53%, mientras que el destino del grano como forraje aumentó un 15%, consolidándose de esta manera como el cultivo más producido del mundo, con un rendimiento, al 2013 de (5,47 t/ha), superior al trigo (3,25 t/ha) y al arroz (2,96 t/ha).

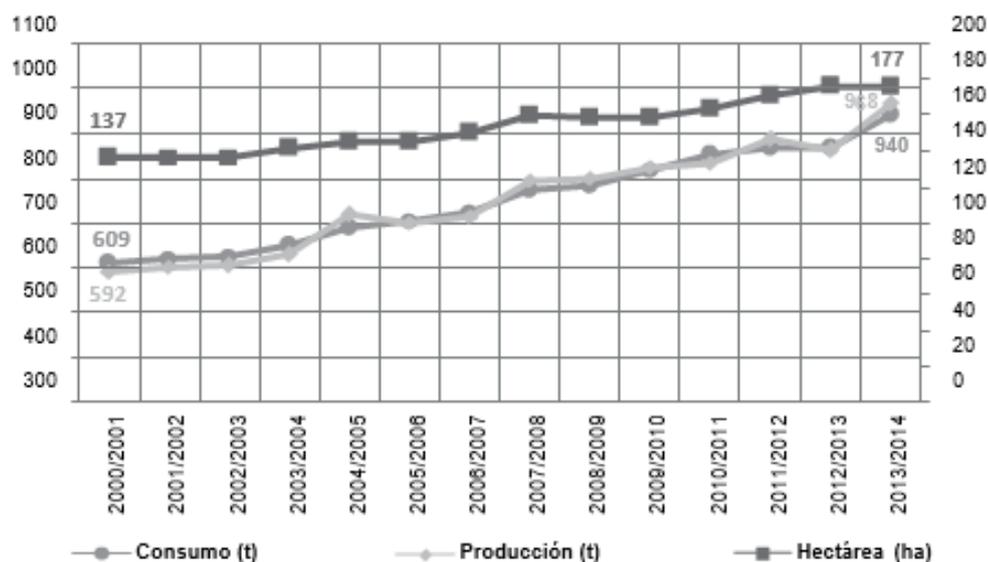


Figura 1. Mundo Maíz Duro Seco, Hectáreas, Producción y Consumo del 2000 al 2013
Fuente: United States Department of Agriculture (USDA)

En lo referente al área destinada al cultivo, en el año 2013, se consignan un total de 177 millones de hectáreas a nivel mundial, superior a la dedicada al cultivo del arroz que es de 161 millones de ha, e inferior a la del trigo que es igual a 219 millones de ha.

El informe mensual tradicional de oferta y demanda agrícola mundial del USDA “WASDE” establece que la producción mundial para la campaña 2013-2014 (hasta el mes de marzo del 2014) es de 968 millones de toneladas métricas. El área en hectáreas a nivel mundial en el último decenio se incrementó en alrededor del 25%, en tanto que la producción y el consumo mundial en 54% y 44%, respectivamente, véase en el gráfico 1.

Según el departamento de agricultura de Estados Unidos (USDA), para el año 2016 se prevé un aumento en la producción de maíz a nivel mundial, como resultado de buenas cosechas en Estados Unidos, Rusia, Brasil y Argentina. Uno de los factores que puede revertir esta tendencia es algún fenómeno climático adverso (fuertes sequías en floración, inundaciones) en alguno de los principales países exportadores.

2.1.3. Producción de MAD en el Ecuador.

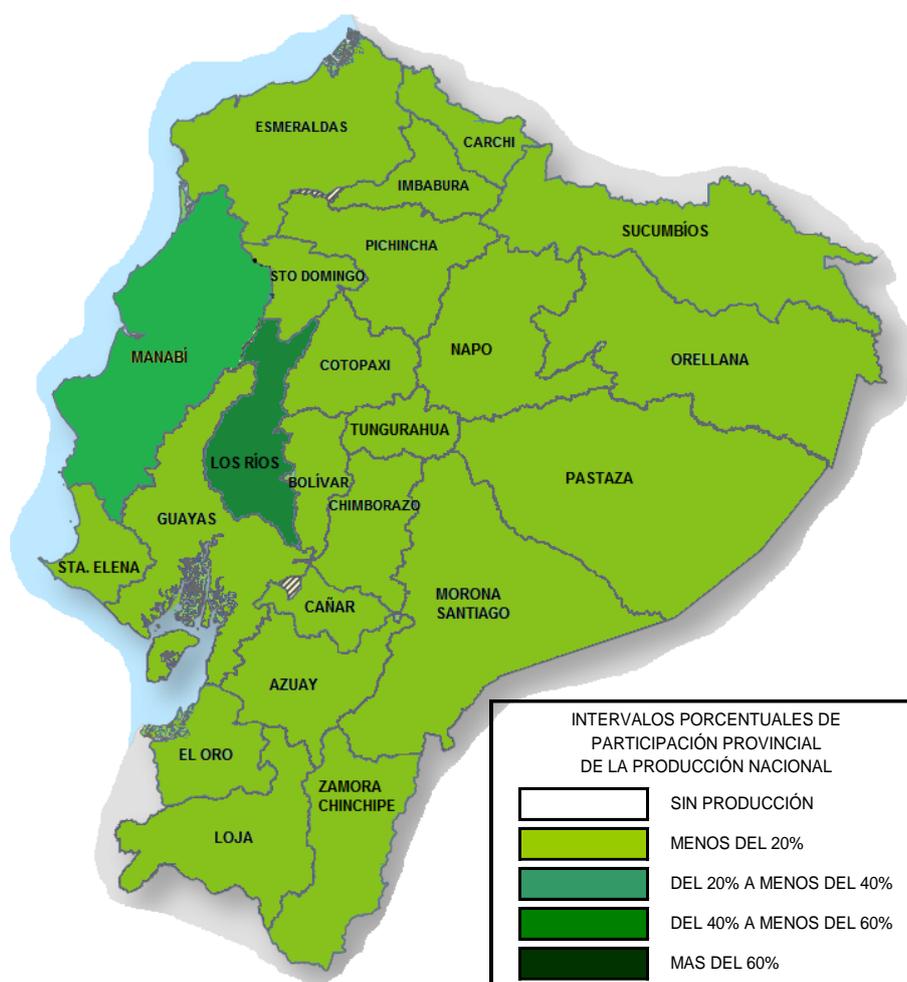


Figura 2. Principales Zonas de Cultivo en el Ecuador de MAD
Fuente: ESPAC, 2016

Los cultivos transitorios representan el 16,76% de la superficie de labor agropecuaria ESPAC, (2015), siendo el cultivo de MAD el de mayor producción en el Ecuador con un 36 % de participación. Contando una superficie cosechada 306 mil ha en todo el país, se lo produce en 21 provincias y de forma mayoritaria o extensiva en las provincias de Los Ríos con 109 mil ha, Manabí 55 mil ha, Guayas 39 mil ha, Loja 28 mil ha, Santa Elena 2.6 mil ha y El Oro 1.2 mil ha, con un 36%, 18% 13%, 9% y 1%, respectivamente, teniendo una participación de 77% del total nacional. En ese orden de importancia según el INEC (2016).

En el Ecuador la producción de MAD, está destinada a cubrir principalmente lo demandado por los avicultores quienes, utilizan el 57% para alimentos balanceados; no obstante, dicha producción se destina también al alimento de otros animales (6%), exportación a Colombia

(25%), industrias de consumo humano (4%) y el resto sirve para el autoconsumo y semilla (INEC, 2011). Razón por la cual la producción de MAD desempeña un papel estratégico dentro del concepto global de seguridad alimentaria; cuanto permite garantizar que el país alcance la autosuficiencia de alimentos sanos y de forma permanente.

El MAD es considerado un rubro de gran demanda en el sector avícola, no solo debido a que representa un insumo básico en la elaboración de balanceados, sino que indirectamente su escasez podría afectar también la disponibilidad de aves como fuente de proteínas para las familias ecuatorianas. En este sentido, datos de rendimientos proporcionados por la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2015) en los últimos 5 años el Ecuador tiene en promedio 3,26 t/ha en un lugar muy por debajo del promedio de los principales productores de MAD a nivel global (6 – 10 t/ha).

Las cifras de producción y rendimiento presentan cambios notables del año 2006 al 2016. En producción las cifras se han duplicado de 767 mil t (2006) a 1,3 millones t (2016) como se muestra en el (Grafico 2), efecto atribuible al aumento del rendimiento que se tuvo durante la última década. Los rendimientos promedio nacionales han pasado de 2,66 t/ha registradas en el año 2006 a 5,58 t/ha para el año 2016, lo que equivale a un incremento porcentual del 110%, dicho incremento es atribuido a políticas gubernamentales focalizadas por medio de programas y proyectos que ayudan de manera directamente al agricultor.

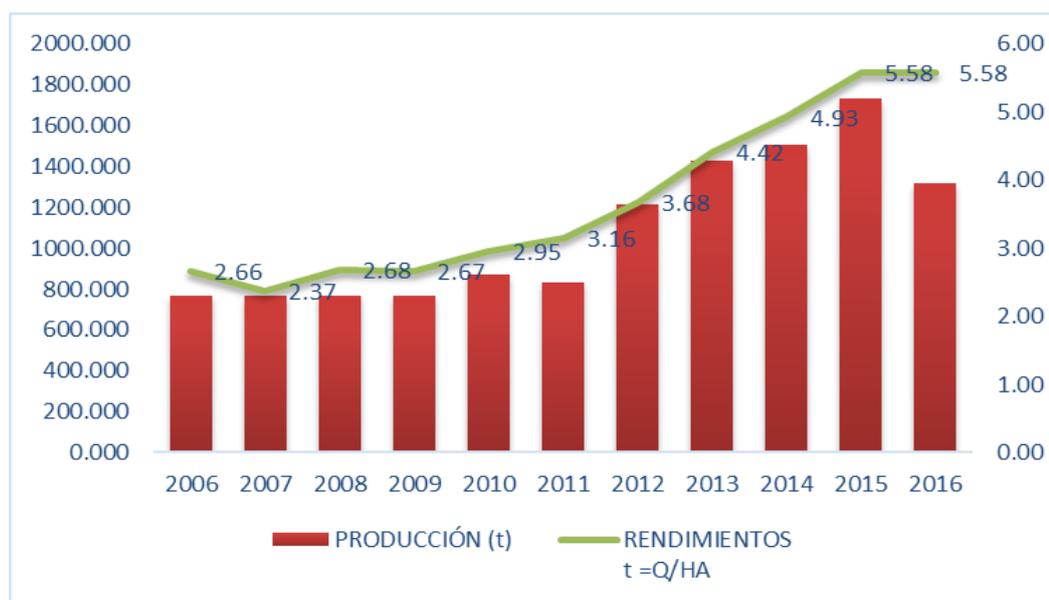


Figura 3. Producción y Rendimientos de MAD en Ecuador.
Fuente: INEC-ESPAC,2016

Este crecimiento destacado fue el resultado de una serie de políticas en beneficio de la producción: soberanía alimentaria, sustitución de importaciones, calidad y cambio de la matriz productiva. Algunos de los instrumentos destacados en la ejecución de las políticas descritas fueron la implementación del Seguro Agrícola y el subsidio a la Urea. Herramientas que se enfocaron en la sostenibilidad de la producción y el incremento en la productividad por hectárea de los agricultores ecuatorianos (Monteros et al., 2014).

Por su parte, Lusero (2014), afirma que la producción nacional de maíz duro seco logró cubrir el 87% del consumo aparente nacional, hecho acompañado con la reducción de las importaciones que se dio de este producto, tendencia que puede ser explicada por la puesta en marcha de políticas por parte el gobierno, como: mayor control del MAGAP en la asignación de los cupos de importación de esta materia prima, donde la industria fabricante de balanceados y avícolas tiene el compromiso de comprar primero el 100% de la cosecha.

El rendimiento nacional del cultivo de MAD periodo 2010—2016 fue de 5,58 t/ha. Al comparar con el período de 2010, se observa un incremento significativo de 89%. En la Provincia de Los Ríos la tendencia es incremental al igual que a nivel país teniendo rendimientos de 5,44 t/ha para el año 2016 pero, sin embargo, al comparar con el año 2015 la productividad disminuyó en un 11%, esta afectación es principalmente por problemas de incidencia alta de plagas y enfermedades, como es el conocido comúnmente con gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) que afecta de manera directa a los rendimientos en esta Provincia.

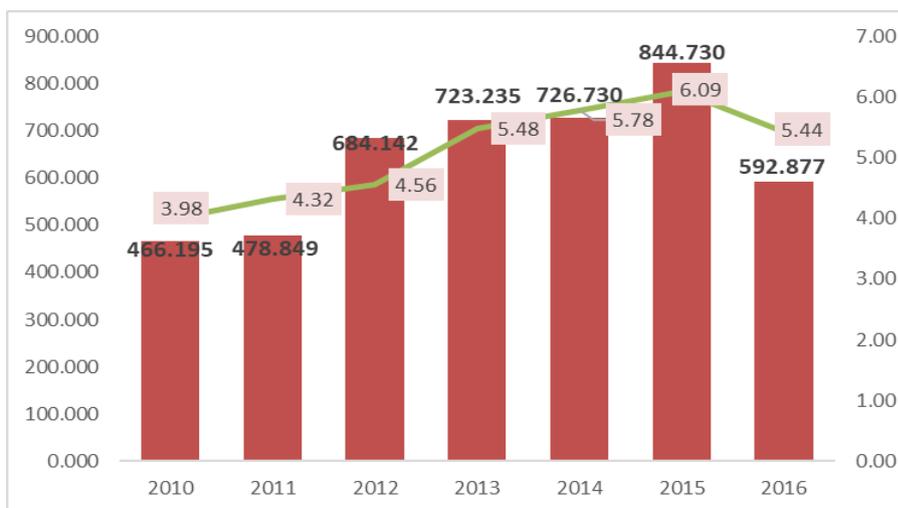


Figura 4. Producción y Rendimientos de Grafico 3. Producción de MAD en la Provincia de Los Ríos.

Fuente: INEC-ESPAC,2016

El rendimiento de la Provincia de Los Ríos del cultivo de MAD el año 2016 fue de 5,44 t/ha se observa una reducción del 11%, respecto al año 2015, esto se debe a debido a problemas fitosanitarios y falta de agua. El gráfico 3 se puede observar una tenencia creciente en el periodo 2010-2015 de un 80%.

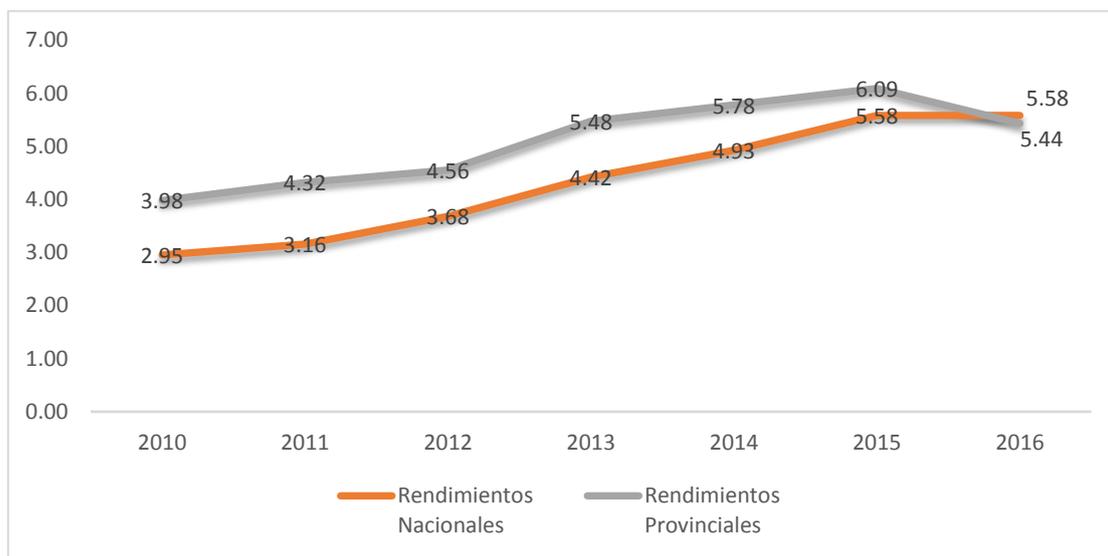


Figura 5. Rendimientos Nacionales y Provinciales de MAD en Ecuador.
Fuente: INEC-ESPAC,2016

A pesar de lo indicado, dicha producción usualmente no ha bastado para cubrir la demanda interna, por tal motivo, según MAGAP (2015), el Ecuador importaba anualmente alrededor de 222 434 t/ha anuales de MAD, para el periodo 2011-2015, lo cual representa el 36% de la oferta total de maíz en el país.

Por lo expuesto, varios gobiernos ecuatorianos han desarrollado planes de acción para reformar las políticas relacionadas con la agricultura, con el fin de lograr incrementos en la productividad y por lo consiguiente la, sustitución de importaciones que representan un rubro importante en la economía del país dado que disminuye la cantidad de reservas disponibles.

Se han implementado diferentes planes y proyectos para incentivar la producción de diferentes cultivos, el mismo que se encuentra en la lista como un cultivo transitorio principal, todo esto forma parte del cumplimiento de los objetivos 5 y 6 del Eje N° 2 del Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021: Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible, de manera redistributiva y solidaria; y Desarrollar las capacidades productivas y del entorno, para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir Rural.

Así, el 29 de Enero de 2014, fue creado el “Proyecto Nacional de Semillas para Agrocadenas Estratégicas” como parte de la continuidad del Proyecto Plan Semillas de Alto Rendimiento; la finalidad de éste fue incrementar la productividad en los cultivos de pequeños y medianos productores mediante la dotación de paquetes tecnológicos subsidiados que contienen semillas certificadas, fertilizantes, agroinsumos, asistencia técnica gratuita del MAGAP y seguro agrícola; lo que permitiría garantizar, acceso y uso tecnificado de la semilla de alto rendimiento, aplicando soluciones integrales agronómicas en el manejo del cultivo y apoyando a la comercialización de la producción generada por los pequeños y medianos productores.

2.1.4. Impacto de la aplicación de mejoras tecnológicas en el cultivo y producción de MAD.

Herrera (2006), señala que el uso de tecnología en el sector agrícola, es una herramienta mediadora entre el hombre y la naturaleza. Ésta contribuye sustancialmente a transformar la naturaleza para beneficio de la gente que vive del campo, el uso de éste factor de producción permite una reconversión de la agricultura tradicional a la agricultura moderna. La Innovación tecnológica ayuda mejorar las condiciones económicas y socioculturales de los involucrados. Así pues, se entiende por tecnología al conjunto de conocimientos específicos y de procesos para transformar la realidad y resolver algún problema (Lara, 1998).

Para Pulgar (2012), el éxito de la producción agrícola de un país depende básicamente de la adquisición de semillas de buena calidad. Es de conocimiento, que las semillas el insumo básico más importante en la agricultura, por sus bajos costos e influencia directa en el retorno de los otros insumos agrícolas como el agua de riego, fertilizantes, pesticidas, herbicidas, maquinaria y por último la mano de obra.

Según datos de la Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, en el mundo más de 90% de los productores de los países en vías del desarrollo utilizan semillas producidas en sus labores agrícolas (Neate y Guei, 2011), afirmando también que las semillas que pueden dar mayor nivel de eficiencia en la agricultura tiene tres componentes principales; el tecnológico, que va de la mano con la selección de variedades; el económico, que refiere a la producción y comercialización y por último el legal, que son las leyes y normas que regulan los dos componentes anteriores.

Por su parte, Cruz et al. (2007), evaluó apropiación de tecnología por productores de maíz en el estado de Tlaxcala, México. Se observó que 73% de los productores son de baja apropiación y solo 1,5% de alta. En este sentido se atribuye que en la apropiación de tecnología agrícola influyen variables como: grado de educación-capacitación, acceso a tecnología, tierra, desempeño de otras actividades complementarias, bajos ingresos y relevancia de las técnicas campesinas. Señalan también que el limitado acceso a factores de producción conlleva a la preponderancia de las prácticas tradicionales que demostraron ser ineficiente para elevar el rendimiento del maíz.

Según, Vielma et al. (2005), el desarrollo e incorporación de nuevos cultivares de maíz, *Zea mays L.*, eleva la productividad y rentabilidad de los agricultores del sector maicero. Destaca que el uso de tecnología deriva de la producción mayores rendimientos que indican directamente en la generación de flujos monetarios incrementales, ayudando a la maximización de los beneficios.

Por su parte Ferro et al. (2009), llevaron a cabo una investigación en el municipio La Palma, Pinar del Río, con el objetivo de valorar el papel que ha jugado el sistema formal de producción y distribución de semillas mejoradas de granos principales: frijol (*Phaseolus vulgaris, L.*), maíz (*Zea mays, L.*) y arroz (*Oryza sativa, L.*), en apoyo a la seguridad alimentaria de este municipio. El estudio detectó que la agricultura de los granos principales de La Palma se lleva a cabo en más de un 94,8 % con semillas de producción campesina y que el sistema formal de semillas ha tenido un aporte pobre a la seguridad alimentaria de este municipio, contribuyendo con un 4,08 % de semilla mejorada para el cultivo del maíz, 5,20 % al frijol y 0 % al arroz.

Chura y Tejada (2014), indican que el uso de maíces híbridos constituye un paso importante para el desarrollo de la agricultura, siendo considerado una de las mejores innovaciones en el fitomejoramiento. Por su parte, Sevilla (2000) señala que la principal estrategia para lograr el autoabastecimiento de maíz amarillo es el aumento de la productividad, lo que a su vez lo que implica utilizar semillas de buena calidad de maíces híbridos con alto potencial de rendimiento.

Cabe agregar que, el MAGAP (2013), realizó un estudio sobre el uso de semillas certificadas en la producción de MAD en Ecuador, y se encontró que solo el (47%) de los productores a

nivel nacional realizan esta práctica. Determinando que, el 81% de los productores en Guayas utilizaron dicha semilla, comparado a 74% en Loja, 42% en Manabí y 33% en Los Ríos. Teniendo como resultados los mayores rendimientos en la provincia del Guayas durante el 2012 en las estadísticas del MAGAP mencionadas anteriormente, al sugerir que esta provincia ha venido liderando el uso de semilla certificada, la cual en la mayoría de los casos se refiere a semilla híbrida, semilla muy productiva. Se encontró además que todos los encuestados fertilizan sus terrenos y usan plaguicidas, aunque es conocido que las cantidades de estos insumos varían de acuerdo a la economía del productor.

Asimismo, según datos del MAPAG (2013), la producción nacional de maíz duro en grano seco y limpio en el Ecuador aumentó el 188% para el periodo que comprende el año 2000 al 2012, dicho incremento es atribuido principalmente al uso de semillas de alto rendimiento, al incremento en los precios internacionales y a su alta demanda por parte de la agroindustria. En el año 2000 se produjeron 423 mil toneladas y para el 2012 se incrementó a 1,22 millones de toneladas, registrando una tasa de crecimiento promedio anual de 12,06%.

Moreno y Salvador (2015), en su estudio “Determinantes del Rendimientos del MAD”, determinan que los factores que influyen directamente en el incremento de la productividad del MAD en el Ecuador son; Fertilización, tipo de semilla, tipo de riego, paquetes tecnológicos y superficie sembrada. Entre sus principales resultados se observa que el aumento en los rendimientos en más del 50% durante el periodo 2012-2014, es por buenas prácticas agrícolas y el uso eficiente de los factores, mas no por la expansión de la superficie cultivada.

Desagregando lo antes mencionado, se observa que durante este mismo período analizado la producción aumente en 0,5 t/ha en promedio, si el volumen de agua disponible asciende de 150 mm³, el uso de fertilizando provoca resultados positivos en la producción de MAD incrementado en 3 qq/ha y 0,83 t/ha si se utilizan semillas mejoradas que son incluida en los paquetes tecnológicos de altos rendimientos.

Según Monteros (2016), en Ecuador la época de verano es una variable exógena que contribuye al incremento de la productividad, donde se exhiben resultados destacados en los rendimientos promedios de 6.33 t/ha; durante el periodo 2014-2015. Los resultados obtenidos son atribuidos al uso de semillas mejoradas, un alto porcentaje de productores que

optaron a mecanizar la preparación del suelo (39%), la siembra (36%) y cosecha (26%), entre otros factores.

Por otra parte, se determinó también que los mayores rendimientos durante la época de invierno 2014-2015, se concentraron en la provincia del Guayas con 6,87 t/ha, mientras que Manabí, Los Ríos, Santa Elena y Loja presentan rendimientos de 6,49 t/ha, 6,29t/ha, 5,66 t/ha y 5,64 t/ha, respectivamente.

Según, Copeland y McDonald (2001), indican que el uso de semillas mejoradas es el canal de articulación para el incremento de los rendimientos y calidad de cosecha. Asimismo, Luna et al. (2012) señalan que la introducción de semillas mejoradas en países en vías del desarrollo permitirá alcanzar niveles competitivos óptimos, otorgándole a los agricultores y al país mayores beneficios.

Varios estudios demuestran, que el uso de semillas mejorada es rentable en los países desarrollados, donde ganan los demandante y oferentes, (Diez et al., 2013), señalan además que los productores se ven beneficiados porque incrementan su productividad, mejoran su competitividad y obtienen rentabilidad; y por el lado de los consumidores, donde se va a disfrutar de un mercado con mayor oferta de MAD y a menor precio.

2.1.5. Contexto mundial de los cultivos transgénicos

En el mundo para el año 2016, las hectáreas acumuladas (plantadas desde 1996) aumentaron a un récord de 2,1 mil millones de hectáreas. Del total de 26 países que plantaron cultivos biotecnológicos en 2016, 19 eran países en desarrollo y 7 países industriales. Para poner el contexto mundial de los cultivos biotecnológicos en 2016, 185,1 millones de hectáreas de cultivos biotecnológicos equivalen a casi el 20% de la superficie total de China (956 millones de hectáreas) o los Estados Unidos (937 millones de hectáreas) y más de 7 Veces la superficie del Reino Unido (24,4 millones de hectáreas). El aumento entre el 2015 y el 2016, del 3%, equivale a 5,4 millones de hectáreas (ISAAA,2016).

Cuadro 2. Área mundial de cultivos biotecnológicos, los primeros 21 años, 1996 a 2016

Años	Hectáreas (millones)
1996	1.7
1997	11
1998	27.8
1999	39.9
2000	44.2
2001	52.6
2002	58.7
2003	67.7
2004	81
2005	90
2006	102
2007	114.3
2008	125
2009	134
2010	148
2011	160
2012	170.3
2013	175.2
2014	181.5
2015	179.7
2016	185.1
total	2,149.70

Fuente: ISAAA, 2016

El Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones de Agrobiotecnología (ISAAA) ha publicado el Estatus Mundial de Cultivos Comercializados de Biotecnología / GM: 2016, su informe anual mostrando el aumento de 110 veces en la tasa de adopción global de cultivos biotecnológicos en 21 años de comercialización - pasando de 1,7 millones de hectáreas en 1996 a 185,1 millones de hectáreas en 2016. El informe de 2016 continúa demostrando los beneficios de largo plazo de los cultivos biotecnológicos para los agricultores de los países en desarrollo y los países industrializados, así como los beneficios para el consumidor de las variedades recientemente aprobadas y comercializadas.

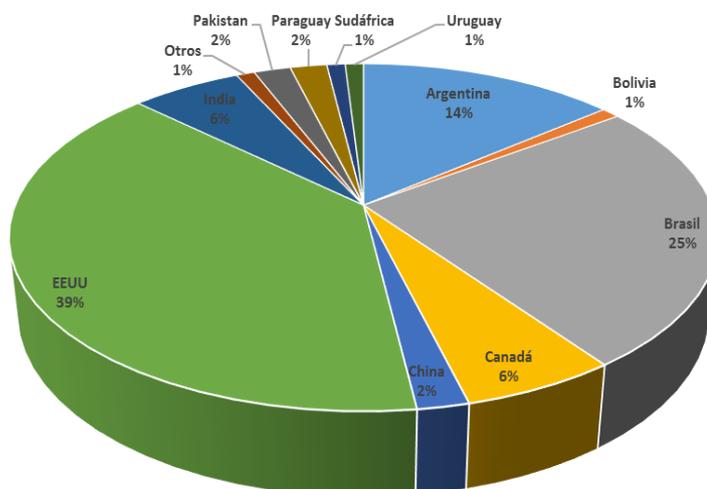


Figura 6. Área Global de Cultivos GM, por país (Sobre 179,7 millones de ha)

Fuente: ISAAA, 2015

Los países con más del 90% de la adopción de soja biotecnológica son Estados Unidos, Brasil, Argentina, Canadá, Sudáfrica y Uruguay; Cerca o más del 90% de la adopción de maíz biotecnológico son Estados Unidos, Brasil, Argentina, Canadá, Sudáfrica y Uruguay; Más del 90% del algodón biotecnológico son EE.UU., Argentina, India, China, Pakistán, Sudáfrica, México, Australia y Myanmar; y con un 90% o más de canola biotecnológica son EE.UU. y Canadá.

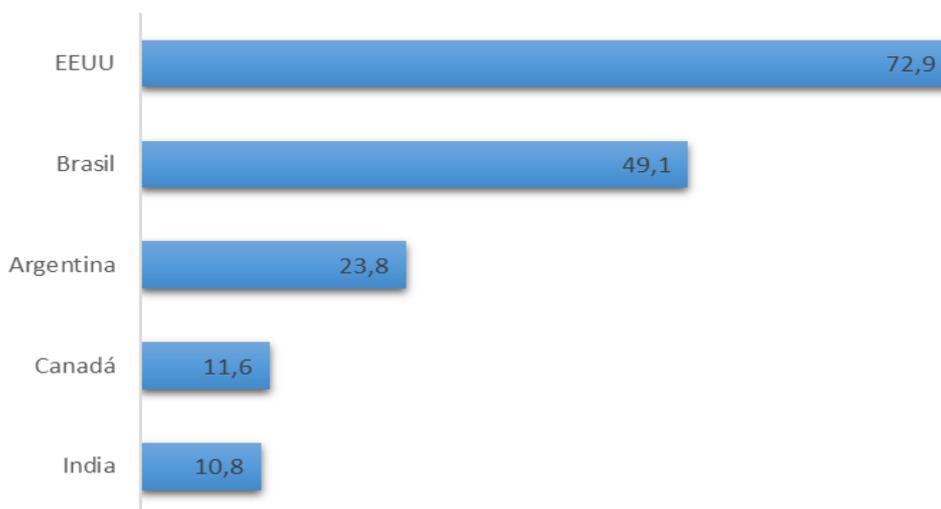


Figura 7. Top 5 países que cultivan cultivos biotecnológicos (área en millones de ha)
Fuente: ISAAA, 2016

A medida que se aprueban y comercialicen más variedades de cultivos biotecnológicos para su uso por los agricultores, ISAAA espera que las tasas de adopción sigan subiendo y beneficien a los agricultores de los países en desarrollo. Por ejemplo, entre los países africanos donde los procesos regulatorios han creado tradicionalmente barreras a las tasas de adopción de cultivos biotecnológicos, se están logrando avances. En 2016, Sudáfrica y Sudán aumentaron la plantación de maíz, soja y algodón de biotecnología a 2,66 millones de hectáreas de 2,29 millones de hectáreas en 2015. En el resto del continente, se está gestando una nueva oleada de aceptación como Kenia, Malawi, Nigeria, Etiopía, Ghana, Nigeria, Swazilandia y Uganda realizan avances en la revisión reglamentaria y aprobaciones comerciales para una variedad de cultivos biotecnológicos.

Según datos de ISAAA (2014), consultado Brookes y Barfoot, (2016) en los principales rasgos de GM plantados globalmente en 2014. La soja tolerante a herbicidas GM (HT) domina, representando el 39% del total, seguida por el maíz resistente a los insectos (IR: en gran parte Bt), el maíz HT y el algodón IR con respectiva Acciones del 21%, 20% y 10%

14F. En total, los cultivos HT representan el 65%, y los cultivos resistentes a los insectos representan el 35% de las plantaciones mundiales.

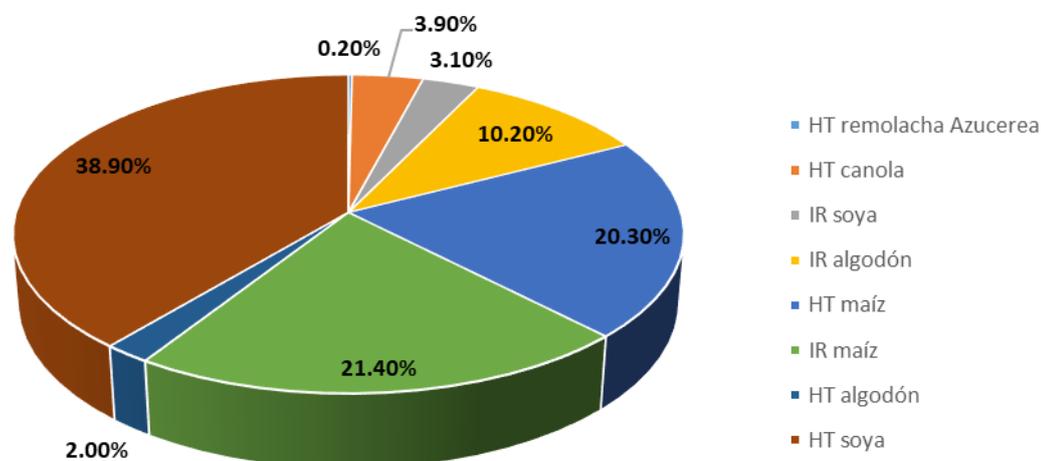


Figura 8. Plantaciones de cultivos GM globales por rasgo principal y cultivo: 2014
Fuente: Brookes y Barfoot, 2016

2.1.6. Maíz BT resistente a insectos: Impactos Económicos y Ambientales

2.1.6.1. Impactos Económicos.

La fuente de toxinas insecticidas producidas por plantas transgénicas comerciales, es la bacteria del suelo *Bacillus thuringiensis* (Bt). Las cepas Bt muestran diferentes efectos de su actividad insecticida hacia insectos plagas, y constituye una reserva de genes que codifican para proteínas insecticidas, las cuales son acumuladas en inclusiones cristalinas producidas en la esporulación bacteriana (proteínas Cry y proteínas Cyt) o expresadas durante el crecimiento bacteriano (proteínas Vip; Gatehouse, 2008). Diferentes genes derivados de Bt han sido transferidos exitosamente a algodón, maíz, tomate y papa (Cera, 2010).

El maíz GM IR se sembró por primera vez en los Estados Unidos en 1996 y en 2014 cultivando semillas que contenían rasgos GM IR en el 80% (26,91 millones de hectáreas) de la cosecha total de maíz en Estados Unidos (Brookes y Barfoot, 2016)

El principal impacto ha sido el aumento de los rendimientos medios. Gran parte del análisis en los primeros años de adopción, Marra et al. (2002) y James (2003) identificó un impacto de rendimiento medio de aproximadamente + 5%. Un trabajo más completo y reciente de

Hutchison et al. (2010) examinó los impactos durante el período 1996-2009 y consideró el impacto positivo en el rendimiento de los cultivos no GM IR de la adopción de la tecnología en toda la zona. El hallazgo clave de este trabajo pone el impacto medio del rendimiento en + 7%. En 2014, esta producción adicional es igual a un aumento en la producción total de maíz de Estados Unidos de + 7,9% (Brookes y Barfoot, 2016)

Cuadro 3. Incidencia de los ingresos en el nivel de las explotaciones agrícolas de la utilización del maíz transgénico en los Estados Unidos 1996-2014

Años	Ahorro de costos (\$ / ha)	Ahorro de costes (neto después del coste de la tecnología (\$ / ha)	Aumento neto de los márgenes brutos (\$ / ha)	Aumento de los ingresos agrícolas a nivel nacional (\$ / ha)
1996	15.5	-9.21	45.53	13.54
1997	15.5	-9.21	39.38	96
1998	8.12	-12.18	27.93	179.2
1999	5.98	-14.32	23.63	188.5
2000	8.16	-14.08	25.37	163.3
2001	8.16	-14.08	28.34	160
2002	6.33	-15.91	30.96	234.7
2003	5.34	-16.9	31.22	297.9
2004	4.82	-17.42	33.84	420
2005	4.54	-12.76	33.15	381.4
2006	3.98	-13.33	55.23	752.4
2007	3.24	-14.06	66.05	1,375.90
2008	2.79	-14.13	89.2	1,755.70
2009	2.52	-18.14	78.81	1,738.20
2010	2.52	-21.4	87.43	1,799.70
2011	2.45	-21.25	127.2	3,101.90
2012	2.37	-21.87	114.15	2,905.10
2013	2.09	-24.14	98.13	2,875.90
2014	1.99	-25.5	89.58	2,628.90

Fuentes. Brookes&Barfoot,2014

Elaboración propia

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

En el caso de Argentina para el año 2014, los caracteres de maíz GM IR fueron sembrados en 73% del cultivo total de maíz argentino (las variedades GM IR fueron plantadas por primera vez en 1998).

El principal impacto del uso de la tecnología en la rentabilidad de la finca ha sido a través de aumentos de rendimiento, James (2003) han identificado un aumento del rendimiento promedio en la región de 8% a 10%; Por lo que se ha utilizado un promedio del 9% en el análisis hasta 2004. Las estimaciones de las fuentes comerciales más recientes proporcionadas a los autores ponen el aumento del rendimiento medio en los últimos 4-5 años a estar entre 5% y 6%. En el análisis de Brookes y Barfoot (2016) utiliza un aumento del rendimiento del 5,5% para los años desde 2004.

Por otra parte, según Brookes y Barfoot (2016), no se produjeron ahorros en los costos de producción en Argentina, para la mayoría de los agricultores porque muy pocos productores de maíz en la Argentina han usado tradicionalmente insecticidas como método de control para las plagas de la taladradora del maíz. Por lo tanto, los costos promedio de producción aumentaron en \$ 20 / ha- \$ 27 / ha (el costo de la tecnología) en años hasta 2006. A partir de 2007, con la disponibilidad de semillas apiladas y ampliamente utilizadas, el costo adicional de la tecnología relativa A semillas convencionales ha aumentado a cerca de \$ 28 / ha-\$ 33 / ha.

Cuadro 4. Evolución y distribución de beneficios de la adaptación de maíces GM
(1998/2015)

Campana	Beneficio Bruto Total (millones \$)	Área con Maíz GM	Distribución del Beneficio (Millones \$)			
			Productores	Proveedores de Tecnología		Estado
				Semilla (*)	Herbicida Glifosato	
1998/99	11,50	191.742	7,7	3,8		0,0
1999/00	23,72	432.686	15,1	8,7		0,0
2000/01	51,82	940.980	33,0	18,8		0,0
2001/02	99,29	1.596.178	67,4	31,9		0,0
2002/03	144,17	2.228.992	89,6	40,1		14,4
2003/04	177,36	2.671.573	92,8	66,8		17,7
2004/05	167,36	2.909.458	51,7	98,9		16,7
2005/06	236,76	2.990.674	123,4	89,7		23,7
2006/07	378,84	3.748.582	228,5	112,5		37,9
2007/08	448,31	3.000.406	189,8	120,0	26,4	112,1
2008/09	377,36	3.000.974	130,8	135,0	36,0	75,5
2009/10	432,10	3.001.182	180,9	150,1	14,7	86,4
2010/11	651,84	3.001.258	345,0	150,1	26,4	130,4
2011/12	538,40	3.001.287	278,3	135,1	17,4	107,7
2012/13	517,60	3.001.298	244,8	135,1	34,2	103,5
2013/14	491,13	3.001.302	173,8	165,1	54,0	98,2
2014/15	377,68	3.001.302	115,8	135,1	51,3	75,5
2015/16	385,25	3.001.303	121,8	135,1	51,3	77,0
Total	5.510,50		2.490	1.732	312	977

Fuente. Argebio, 2016

Elaboración propia

Según estudios realizados en Filipinas para el año 2014 se sembraron 602 mil hectáreas de las plantaciones totales de 2,6 millones (23%) fueron GM IR. Las estimaciones del impacto del uso de los RG de GM, Gonsales (2005), Yorobe (2004) y Ramón (2005) muestran aumentos promedio anuales en el rango de 14.3% a 34%. El punto medio de este rango (+ 24,15%) utilizado para los años los años 2003-2007. Para 2008 se ha utilizado un impacto de rendimiento de + 18% sobre la base de Gonsales et al (2009). Sobre la base de los hallazgos de estos trabajos de investigación, se ha utilizado un pequeño ahorro promedio anual de insecticida de aproximadamente \$ 12 /ha- \$ 15 /ha y el costo promedio de la tecnología de \$ 30 / ha- \$ 47 /ha.

Falck Zepeda (2009), señalaron que el impacto primario de la tecnología ha sido aumentar los rendimientos medios (en 2008 + 24%). Dado que los insecticidas no han sido tradicionalmente utilizados por la mayoría de los agricultores, no se han producido ahorros

de costos en la producción. En el caso de la prima de semilla no se cobraron primas durante el período de ensayos para el cultivo (2003-2006), aunque para los propósitos del análisis se asumió una prima de semilla de \$ 30 / ha. A partir de 2006, la prima de semilla aplicada se basa en Falck-Zepeda (2009) a \$ 100 / ha. Sobre la base de estos costos, el beneficio de ingresos agrícolas estimado derivado de la tecnología en 2014 fue de \$ 1 millón y acumulativamente desde 2003 la ganancia de ingresos fue de \$ 9.6 millones.

Méndez et al. (2011), que exploró los impactos en una pequeña región (valle de San Juan), el aumento promedio del rendimiento fue de + 22%, la prima de semilla alrededor de \$ 47 /ha y el ahorro de insecticida en aproximadamente \$ 53 / Ha (es decir, un ahorro neto de costos de alrededor de \$ 6 / ha). Incluyendo el aumento del rendimiento, la ganancia promedio del ingreso agrícola en 2014 fue de aproximadamente \$ 266 / ha. Si se agrega a la totalidad del área de RGM en 2014, esto equivale a una ganancia neta de ingresos agrícolas de \$ 17,75 millones. Desde el año 2007, la ganancia neta de los ingresos agrícolas ha sido de unos 82,5 millones de dólares.

Por su parte, Mogollón (2014), señala que los cultivos genéticamente modificados se encuentran sobre los cultivos tradicionales en un rango de variabilidad que va desde el 15% y 30%. Los rendimientos de los cultivos son mayores cuando la tecnología empleada es de bajo costo (lo que ocurre en la mayoría de países en desarrollo como el Perú), esto trae como resultado un valor esperado que muestra un incremento del 23% en el rendimiento ante la adopción de la nueva tecnología.

2.1.6.2. Impactos Ambientales.

La adopción de cultivos biotecnológicos ha reducido las emisiones de CO₂ igual a eliminar ~ 12 millones de automóviles de la carretera anualmente en los últimos años; Conservando la biodiversidad eliminando 19,4 millones de hectáreas de tierra de la agricultura en 2015; Y disminuyó el impacto ambiental con una reducción del 19% en el uso de herbicidas e insecticidas (Brookes y Barfoot, 2017, Próximos). Además, en los países en desarrollo, la siembra de cultivos biotecnológicos ha ayudado a aliviar el hambre aumentando los ingresos de 18 millones de pequeños agricultores y sus familias, logrando una estabilidad financiera mejorada para más de 65 millones de personas (ISAAA,2016)

Dos son los rasgos que se han introducido en los cultivos GM liberados en el ámbito comercial son resistente a insectos y tolerancia a herbicidas, existiendo una principal diferencia de los cultivos convencionales. Unos pocos cultivos han sido liberados con la característica de resistencia a virus (papaya, papa y calabaza), usando genes derivados de los mismos virus (Cera, 2010).

2.2.Presupuesto Parcial Determinístico y Probabilístico.

Por su parte, Chauvet y Lazos (2014), señalan que unos de los factores que influyen de manera directa en una evaluación de los costos de producción es la relación existente entre los costos de los cultivos convencionales y los costos de los cultivos genéticamente modificados, recalca también que puede haber ciertas desventajas potenciales de índole económica, social, ambiental y cultural que presentan.

De la estructura de costos resalta la compra de la semilla, por un lado, y el ahorro que se tendría en la aplicación de insecticidas y herbicidas, por otro; dado que las semillas genéticamente modificadas (gm) que se comercializan ofrecen resistencia a plagas, a herbicidas o a ambos, lo que se conoce como genes apilados, el precio de la semilla gmes más elevado que el de la híbrida en los países donde se ha introducido. En Honduras, la diferencia promedio de la semilla convencional de alto rendimiento, frente a la semilla de maíz Bt es de cincuenta dólares por hectárea (Roca, et al., 2013)

Falck – Zepeda (2010), señala que éste método ayuda a evaluar el impacto de cambios puntuales en el proceso productivo a nivel de sus impactos sobre los costos y los ingresos. Así, el análisis de presupuesto parcial permite evaluar las variaciones tanto en los ingresos netos como en los beneficios ante la eventual adopción de una nueva tecnología (cambio tecnológico) que impacta los procesos productivos.

Asimismo, Vásquez (1992), indica que el presupuesto parcial mide la eficiencia de aplicación de transferencia tecnológica en la agricultura. Comúnmente las técnicas empíricas aplicadas por los agricultores es hacer mentalmente el presupuesto de una finca o, en el caso de decisiones complejas, puede escribir los factores más importantes siguiendo para ello un procedimiento formal de presupuesto. Para ambos casos el agricultor trata de saber el impacto que causa su decisión al utilizar insumos o tecnológicas mejoradas directamente en el costo. Según Zevallos (2015), se utiliza cuando se requiere hacer un análisis de la bondad

de un plan alternativo en relación al plan actual, determinando efectos en los cambios que registran los ingresos y gastos. Es parcial ya que no se analiza el presupuesto total. Se utiliza comúnmente para estimar la rentabilidad de efectuar cambios comparativamente pequeños en una organización existente.

El presupuesto parcial se tiene que tomar en cuenta varios factores son: la disponibilidad estacional de operarios, flujos de dinero y el más importante los riesgos de abandonar sus prácticas de producción respaldadas por los ahorros. Todo esto se determina por medio de un análisis de presupuesto parcial que se emplea para comprar impacto de un cambio tecnológico sobre los costos e ingresos de una finca. En este contexto el presupuesto se denomina parcial porque no incluye todo el costo de producción sino aquello que son diferentes al comparar las prácticas usuales de la producción (Tecnología). El análisis de presupuesto parcial permite saber en cantidades el impacto que un cambio en el sistema de producción del ingreso que tenga sobre la ganancia neta sin necesidad de conocer todos los costos de producción (Horton 1982).

Varona (2012), señala que el presupuesto parcial es un método de organización de los datos experimentales que se relaciona directamente con los costos y beneficios de diversas alternativas de mejoras tecnológicas. En este sentido, el presupuesto parcial es una forma de calcular el total de los costos que varían y los beneficios netos generados de cada alternativa tecnológica en la unidad agrícola. Éste incluye en sus análisis los rendimientos medios de cada alternativa, los rendimientos ajustados y los beneficios brutos de campo, como también los costos totales que varían en la utilización de cada tratamiento. La metodología permite conocer la eficiencia de la mejora tecnológica en la agricultura, mediante el $BE = IT - CT$. El resultado se obtendrá de la diferencia de las variaciones de los ingresos totales y de los costos totales, y se representa en la siguiente fórmula.

$$\Delta BE = \Delta IT - \Delta CT$$

$$\Delta BE = \Delta IT(IT_1 - IT_0) - \Delta CT(CT_1 - CT_0)$$

Se desea conocer también si los beneficios que se obtendrán serán mayores que los costos de producción, será determinado mediante el ratio del Beneficio/Costo (B/C) y se obtendrá aplicando la siguiente fórmula:

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

Seragro (2008) indica que la ratio B/C, permite evaluar de manera puntual los costos y beneficios de un proyecto, determinado la viabilidad y el bienestar social. Estas variables deben ser expresadas de manera cuantitativa (unidades monetarias), para saber con exactitud los beneficios netos de un proyecto para la sociedad.

2.3. Enfoque del excedente económico

Alston et al. (1998), señalan que la mayoría de los métodos para evaluar los impactos de cultivos con mejoras tecnológicas en el bienestar social se basa en el enfoque de los excedentes económicos. El enfoque de excedente económico es un método comúnmente utilizado por economistas para estimar los costos y beneficios de las investigaciones agrícolas.

Mediante este enfoque se puede conocer que los beneficios a obtener, que van a estar en función de la probabilidad de éxito y el nivel de adaptación de las semillas mejoradas.

Varona (2012), enfatiza que la adaptación de cambios tecnológicos en el sector agrícola provoca excedentes en el bienestar social. Esto se puede dar por tener una disminución en los costos o por el incremento en la producción, teniendo como efecto la expansión de la curva de oferta en una proporción (K) desplazándola a la derecha.

Y es expresado de la siguiente manera:

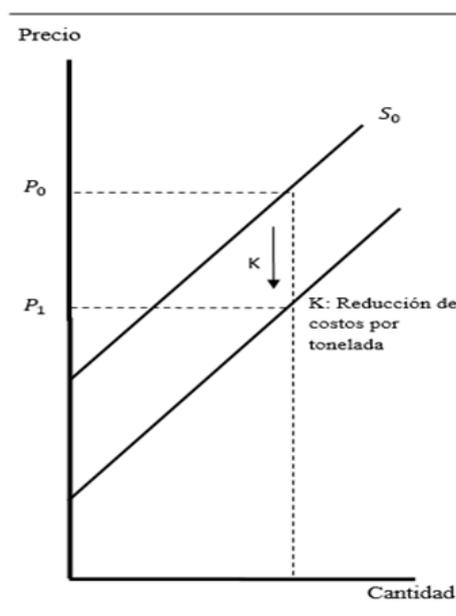


Figura 9. Cambio Tecnológico Disminución de Costos
Fuentes: Falck-Zepeda (2010)

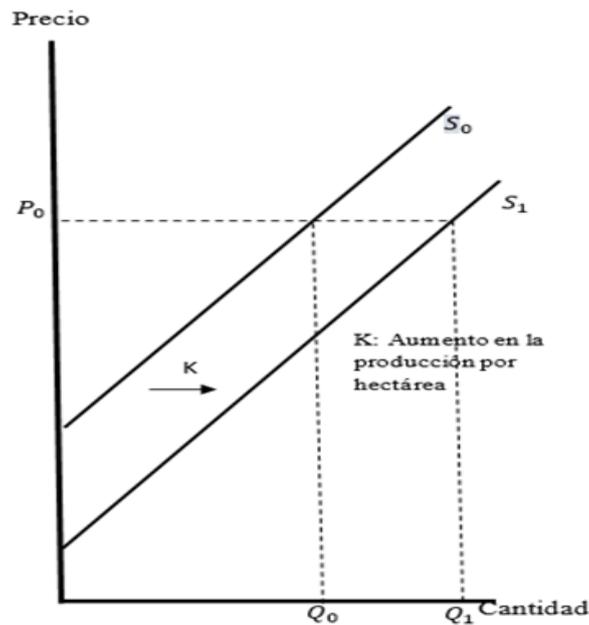


Figura 10. Cambio Tecnológico Incremento en la Producción
Fuentes: Falck-Zepeda (2010)

Para entender mejor los excedentes provocados por la aplicación de mejoras tecnológicas existe una descripción gráfica y algebraica. En este sentido según Alsont et al. (1995), destaca la representación que tiene la demanda de un producto homogéneo y que S_0 y S_1 , respectivamente, son la oferta del producto pre y post de la aplicación de mejoras tecnológicas.

El modelo determina el equilibrio inicial P_0 y Q_0 ; y el final que está dado por P_1 y Q_1 , donde los beneficios que se obtienen por las mejoras tecnológicas es el área debajo de la curva de la demanda y que se encuentra entre la curva de S_0 y S_1 . En este sentido el área puede ser determinada por; el ahorro de costo de la cantidad Q_1 y por el aumento de la producción y consumo. Por lo tanto, la diferencia del área triangular abc, que es el valor total del incremento en consumo y del costo total el incremento en la producción, se determina el excedente económico de la actividad.

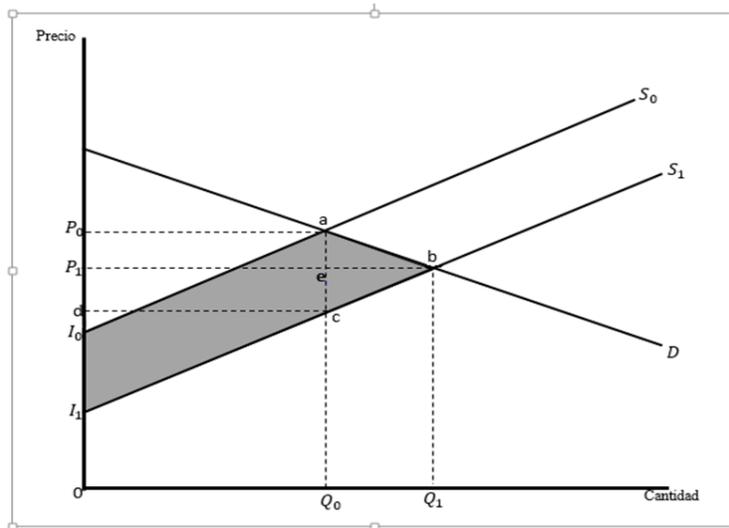


Figura 11. Distribución de los excedentes económicos
Fuentes: Alston et al. (1995)

Los efectos por el incremento de la productividad se pueden medir de manera algebraica con la siguiente fórmula.

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

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

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

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

Por su parte Falck-Zepeda (2010) indica que un enfoque básico para calcular los beneficios que se obtendrían en la actividad agrícola se dan específicamente por el incremento en la productividad, efecto de una reducción en los costos unitarios. Según este contexto se obtiene que:

$$\text{Valor de la producción} = P \cdot Q$$

$$\text{Beneficio potencial} = k (P \cdot Q)$$

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

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

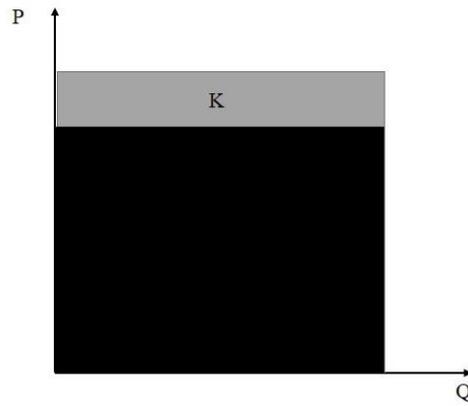


Figura 12. Beneficio de la aplicación de mejoras tecnológicas

Fuente: Falck Zepeda (2010)

Donde:

K: Reducción de costos

K: K/p

P: Probabilidad de éxito

A: Nivel de adopción

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ámbito del estudio.

La población de estudio fueron todas las unidades de producción de MAD en la Provincia de los Ríos- Ecuador esquematizadas en el Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (SINAGAP).

3.2. Productos a Estudiar

El producto comprendido en el presente trabajo de investigación es Maíz Amarillo Duro.

3.3. Hipótesis

Hipótesis General

Insertar semillas mejoradas incide de manera directa en el incremento de la productividad del Maíz Amarillo Duro otorgándoles beneficios económicos a los pequeños productores.

Hipótesis Específicas

HE1: Los rendimientos de Maíz Amarillo Duro se encuentran por debajo de los promedios nacionales.

HE2: La utilización de semillas mejoradas, mejorará los rendimientos de la producción de Maíz Amarillo Duro.

HE3: La utilización de semillas mejoradas, otorga beneficios económicos a los pequeños productos de Maíz Amarillo Duro en la Provincia de Los Ríos- Ecuador.

3.4.Método

Se realizó un análisis aplicando el presupuesto parcial y se obtuvo el coeficiente de Beneficio Costo Marginal de hipotéticas aplicaciones de semillas mejoradas en la producción de MAD.

3.5. Modelos de Análisis

Primer modelo de análisis: Comparativo de la productividad del MAD en la Provincia de los Ríos y la Productividad a nivel País.

Segundo modelo: Evaluación de los posibles impactos de la introducción de semillas mejoradas en la producción de MAD en la Provincia de los Ríos.

Tercer modelo: Presupuesto parcial en entorno del software @Risk, para estudiar y determinar la rentabilidad del MAD con semillas mejoradas. Además, se empleará el modelo de excedentes económicos que permitirá evaluar la rentabilidad económica probable causada por la inserción de mejoras tecnológicas en la producción de MAD.

3.6.El Software @Risk

Según Varona (2012), el software @Risk ayuda a la realización de un análisis en entorno de riesgo, con escenarios de incertidumbre lo que permite mantener simulaciones de riesgo. Todo esto una vez identificado el tipo de distribución de probabilidad para cada variable del modelo o la definición de las mismas que se encuentran correlacionadas al comportamiento esperado de cada una de ellas. Es por ello que la presente investigación, muestra los cambios en la producción de Maíz Amarillo Duro, debido a la adaptación de semillas mejoradas

Desarrollo de la simulación:

El software @Risk permite efectuar miles de iteraciones que muestran los posibles escenarios considerando variables de entradas y salidas como: precios, rendimientos e insumos; por lo tanto, esto muestra la simulación del análisis del riesgo del producto indicado y revela su probabilidad de ocurrencia.

Paso 1: Escenario de partida de la productividad, evaluando si existe una brecha de productividad de los productores de Maíz Amarillo Duro de la provincia de los Ríos y la productividad que existe en promedio nacional. Dicha brecha valida la necesidad de evaluar impacto de la nueva semilla.

Paso 2: Presupuestos de producción del cultivo. Se identifican los ítems probabilísticos y se define su distribución de probabilidad.

Paso 3: Establecer precios del cultivo, variable probabilística.

Paso 4: Cambios en el presupuesto del cultivo al aplicar la innovación tecnológica: En rendimiento por hectárea, en el costo de la semilla y en el uso de compuestos químicos.

Paso 5: Estructurar los cuadros de presupuesto parcial y proceder a la Simulación.

Paso 6: Analizar resultados en función de las salidas: Cuadros de variables de salida (Incrementos de rentabilidad, beneficio/costo marginal de la nueva semilla).

Paso 7: Evaluar el impacto a nivel de la Provincia de estudio, extrapolando los resultados a nivel del área cultivada de la semilla.

3.7. Variables a Analizar.

Variables de entrada.

- Precio de los pesticidas, Precio de los fungicidas, Precio de la semilla convencional, Producción en Tn/Ha, Precio en chacra en S/Kg, en los Cantones de Mocache, Palenque, Ventanas, Vinces y Pueblo Viejo.
- Precio semilla MAD Bt, Producción en Tn/Ha, Precio de los fungicidas, en en los Cantones de Mocache, Palenque, Ventanas, Vinces y Pueblo Viejo.
- Insumos que varían ante la inclusión de la semilla genéticamente modificada.

Variables de salida.

- Incrementos en los Rendimientos.
- Ratio B/C Marginal del cultivo MAD Bt.
- Incrementos en Margen bruto o Beneficios del cultivo MAD Bt.

3.8. Excedentes Económicos

3.8.1. Tasa de Adaptación

Para la evaluación de los impactos a largo plazo debemos considerar los siguientes supuestos: Costo de inversión en adaptación de la semilla de maíz amarillo duro Bt con resistencia a insectos, aplicando material genético de *Bacillus thuringiensis*: Según los expertos el costo podría estar entre 1.4 y 1.5 millones de dólares. El resultado probable esperado sería de 1.45 millones de dólares (Schiek et al, 2016).

Para Griliches (1960), la velocidad de adopción de una nueva tecnología en la agricultura depende de su impacto en la rentabilidad. Por otra parte, según Sztulwalrk y Braude (2010), la adopción de la semilla GM de soya en Argentina señalan que existe un horizonte de tiempo de 7 años, el cultivo transgénico de soya, cubriría un 98% de la superficie sembrada. Autores como Ruttan y Hayami (1973) señalan que existen varios elementos complementarios para determinar una adaptación óptima en la agricultura, como *“la existencia del espíritu emprendedor de empresarios y la disponibilidad de capacidades técnicas y científicas que permitan lograr la adaptación de la nueva tecnología a las características locales”*. Es por ello que la adaptación de nuevas tecnologías principalmente la inserción de semillas mejoradas en la producción en el sector agricultura requieren una serie de cambios estructurales liderado por las diferentes instituciones gubernamentales involucradas como también por las empresas privadas las cuales obtendrían beneficio permitiéndoles así viabilizar la comercialización de productos genéticamente modificados.

Al no existir estudios previos a la presente investigación en Ecuador, la propuesta sugerida por investigadores como el Dr. Salomón Pérez (Centro de Investigación en Agricultura Tropical– CIAT, sito en Colombia) y el Dr. Enrique Fernández (IBT-UNALM), donde se indica un periodo de acogimiento de la semilla GM en el Perú de 6 años en promedio (Mogollón, 2014). Se asume lo antes mencionado por considerarse un país con similitudes en aspectos ambientales, y labores agropecuarias que influyen directamente en la producción del producto estudiado, es por ello que, para la presente investigación, se considera una tasa de adaptación de 2.8% esto refiere al grado de adaptación de los agricultores, asumiendo que en un plazo de 5 años se lograría un 80%, todo esto de acuerdo a los rendimientos de las semillas mejoradas y los precios variables del mercado. Se propone una tasa de adopción del 2.8%, inicial, la cual podrá seguir creciendo de acuerdo a las tasas señaladas por Rogers *et al* (1997) con la finalidad de un mayor beneficio.

3.8.2. Tasa de Descuento

La tasa de descuento o denominada también como tasa de actualización considerada en la presente investigación fue tomada del Ministerio de Economía y Finanzas de Ecuador con un valor del 9 %, con una probabilidad de éxito promedio para innovaciones tecnológicas en general del 85% (Varona, 2012).

3.8.3. Tasa de variaciones

En la Cuadro 5 se muestra los supuestos a utilizar para realizar al cálculo de las variaciones estimadas en variables claves en la presente investigación como: Uso de insecticidas, precios de semillas, rendimientos, variación en fertilizantes y variación en mano de obra, derivados de uso de semillas mejoradas.

Dicha base se construye con resultados obtenidos de investigaciones en varios países como Estados Unidos, Argentina y Brasil por (United States Department of Agriculture, 2016); En Colombia por (Mendez, 2011), y Honduras por (Martinez,2015) sobre la liberación de semillas mejoradas.

Cuadro 5. Variación de variables fundamentales

Variaciones en rubros	Mínimo	Máximo	Moda	Esperado
Uso de insecticida (-)	-50%	100%		25%
Incremento en precio de semillas	18%	286%	286%	197%
Incremento en rendimiento	8%	92%		50%
Variación en fertilizantes	-13%	25%		6%
Variación en mano de obra	0%	60%		30%

Fuentes. United States Department of Agriculture, 2016, Mendez, 2011 y Martinez, 2015
Elaboración propia

IV. RESULTADOS

4.1. ENCUESTA INDIVIDUAL REALIZADA A LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES DE MAÍZ AMARILLO DURO EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS ECUADOR.

Los primeros resultados obtenidos del trabajo realizado en campo serán descritos en la siguiente sección. Se realizó una encuesta individual que se encontraba dividida en tres bloques; variables socioeconómicas, sistema de producción y costos de producción convencional. La siguiente información se consideró importante para este estudio por muestra la realidad social y económica de los pequeños agricultores de Maíz Amarillo Duro.

En este contexto es necesario conocer además características o variables únicas que definen al agricultor maicero en la provincia de Los Ríos en el Ecuador, detalladas a continuación:

La edad promedio del productor de MAD en Los Ríos- Ecuador es de 44 años. De total de productores encuestados, el 69 % respondió que tiene un nivel de educación primario representando un total de 5 años de estudios, también se pudo determinar que su principal nivel de ingresos depende básicamente de la producción de MAD siendo esta una variable fundamental en este estudio. Asimismo, el 71% dice ser parte de una asociación con fines de mejorar sus condiciones de producción. Los beneficios principales son, descuentos en los insumos y acceso a asistencia técnica en temas de producción otorgados por técnicos de Ministerio de Agricultura y Ganadería.

El 100% de los agricultores de MAD declara que su ingreso mensual principal proviene de la producción de dicho cultivo. Esto indica que la producción es vital para ellos, como para su familia.

Cuadro 6. Caracterización Socioeconómica del Productor de MAD en la Provincia de Los Ríos-Ecuador

Provincia /Variables	Edad Promedio del productor	Nivel de Educación (% prod)	Fuente de Ingresos (% prod)	Asociatividad (% prod)	Beneficios
Los Ríos- Ecuador	44	Primaria 69%	Producción de MAD 100%	Si 71%	Descuentos en insumos/ Acceso a asistencia Técnica

La producción de MAD en la Provincia de los Ríos se caracteriza por lo siguiente: Rendimientos promedio de 6.54 t/ha, los productores de MAD en dicha localidad sembraron 6 hectáreas aproximadamente utilizando un sistema de producción convencional, la variedad de semilla certificada que utilizaron de DK 7088, se tiene referencia que el problema principal según los productores encuestados es la incidencia alta de plagas y enfermedades, como es el conocido comúnmente con gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) que afectado de manera directa a los rendimientos en esta Provincia.

Cuadro 7. Caracterización de la producción de MAD en la Provincia de Los Ríos-Ecuador

Provincia /Variables	Rendimientos ton/ha	Superficie Sembrada Promedio (ha)	Sistema de producción	Semilla Certificada principal	Problema Principal	Plagas y Enfermedades
Los Ríos- Ecuador	6.54	6	Convencional	DK 7088	Plagas y Enfermedades	Spodoptera frugiperda (Gusano cogollero)

La plaga que más afecta a la producción de maíz amarillo duro es el gusano cogollero (*Spodoptera Frugiperda*). El 58% de los productores manifestaron haber sido atacados por este problema, cuando afecta a plantas jóvenes los daños pueden ser totales. Otra plaga de alta incidencia fue el barrenador del tallo (*Diatraea spp.*). Esta plaga causó malestar al 26% de los productores. El daño de esta plaga es causado por una larva, que ataca a todas las partes de la planta provocando perforaciones, que son puerta de entrada para microorganismos que ocasionan la pudrición de la planta o mazorca atacada. Una enfermedad que también afecta en la productividad de este cultivo es (*Helminthosporium turcicum*) respondiendo a un 21% de participación en la encuesta realizada a los pequeños agricultores en la Provincia donde se realizó la investigación.

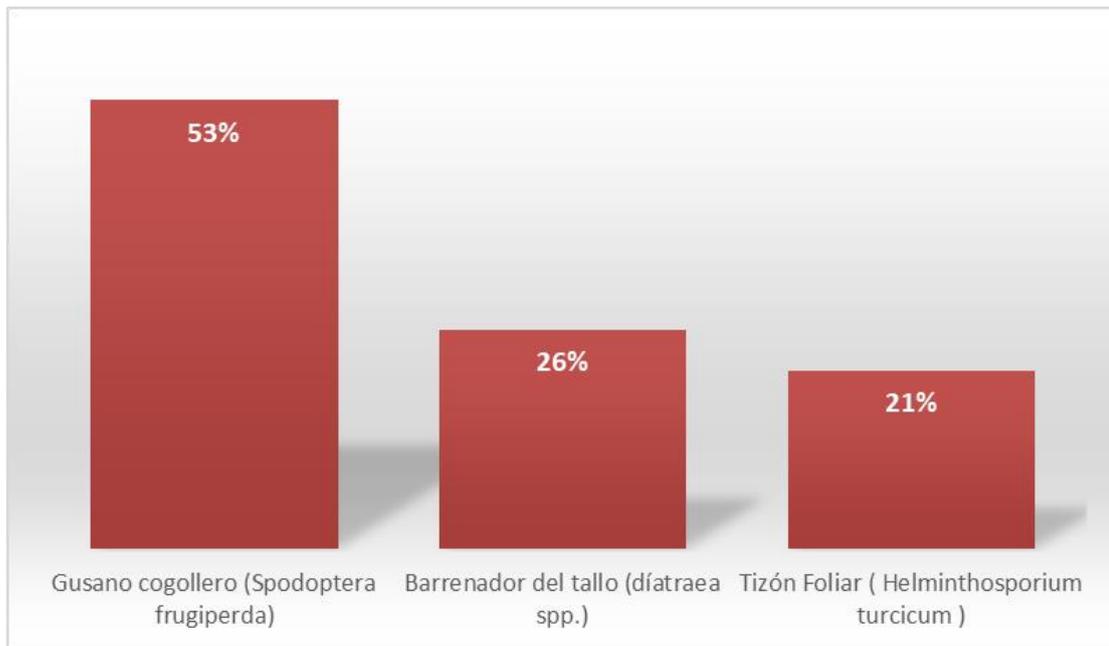


Figura 13. Plagas y enfermedades que afecta al cultivo de MAD

EL gráfico 7 muestra la distribución de los costos de producción del MAD , misma que concentra su mayor proporción en la mano de obra con un 44% del total, seguido de la utilización de fertilizantes de 20%, rubros como gastos en semilla, pesticidas, costos indirectos y utilización de herbicidas constituyen un 13%, 9%, 9% y 5%, respectivamente.

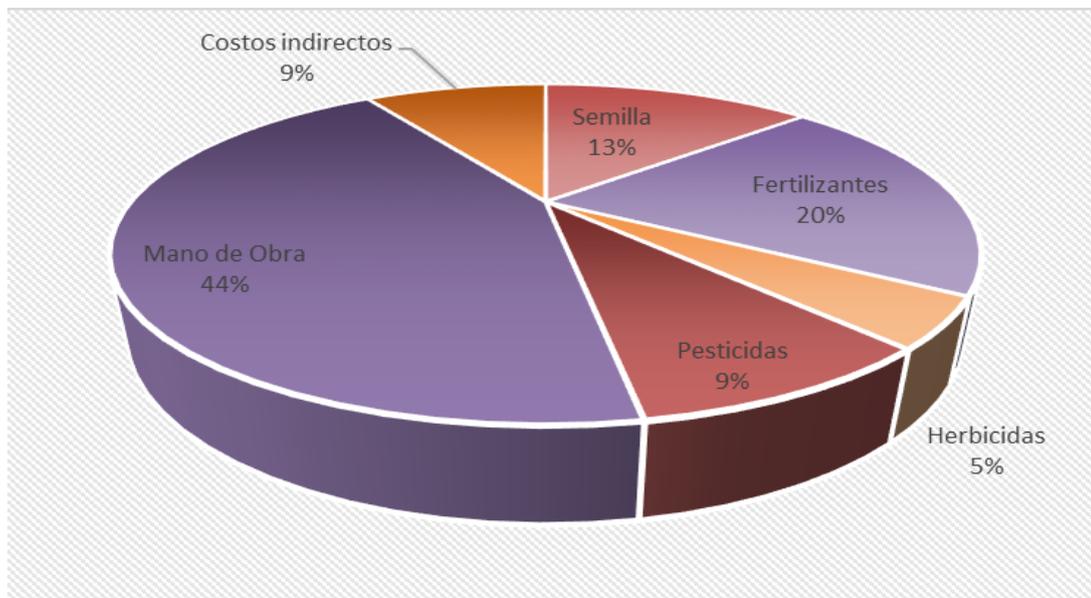


Figura 14. Distribución de los costos de producción del cultivo de MAD en la Provincia de Los Ríos Ecuador (Hectárea)

Se puede observar en la Cuadro 8, los costos de insumos en la producción convencional de maíz amarillo duro en la Provincia de los Ríos- Ecuador, mismo que se concentran en la utilización de fertilizantes con un 36%, y utilización de semillas certificadas con una participación de 24%.

Cuadro 8. Costos de Insumos: Producción de Maíz Amarillo Duro en Los Ríos-Ecuador
(Hectáreas)

Insumos	Total (\$)	%
Semilla	161.25	23.77
Fertilizantes	243.30	35.86
Herbicidas	55.30	8.15
Pesticidas	109.33	16.11
Costos indirectos (10% cos. Dire)	109.27	16.11
Total	678.44	100

Es importante mencionar que, la estructura de los costos de producción del MAD ese encuentra representada por los costos directos, siendo así la mano de obra el rubro más significativo, lo que representan un 44%, lo que a si vez se asume que dicho proceso no demanda labores calificados.

4.2.PRESUPUESTO PARCIAL EVALUACIÓN ECONÓMICA (BENEFICIO/COSTO) AL EMPLEAR SEMILLAS MEJORADAS EN LA PRODUCCIÓN DE MAD EN LOS RIOS –ECUADOR.

Tomando en consideración los resultados de la encuesta individual y una vez determinado que los rendimientos son un factor importante para los productores que permite incrementar su nivel de ingreso y por ende la calidad de vida, como también para los distintos gobierno nacionales ya que tiene incidencia directa a la balanza comercial, teniendo una sustitución de importaciones un aumento en su PIB, es por ello que se considera que en función a resultados de la investigación se tomarán decisiones favorables para el sector agrícola de país. Se realizó un análisis de riesgo que reduzca la incertidumbre al modelo, dado que esto mejorará las estimaciones presentadas. Para ello, se utilizó el software @Risk, que permite a través del método de simulación de Monte Carlo generar la mayor cantidad de escenarios con el fin de incrementar la fiabilidad del modelo.

Como se observa en la Figura 15, el valor esperado en la variable rendimientos muestra una frecuencia relativa de las probabilidades que están sujetas las variaciones en el rendimiento. En contexto existe la probabilidad de 98% que los rendimientos se incrementen en un 92 % con la utilización de semillas mejoradas y un 1.98% se escenarios que indican que estos solo pueden aumentar en 9% su productividad.

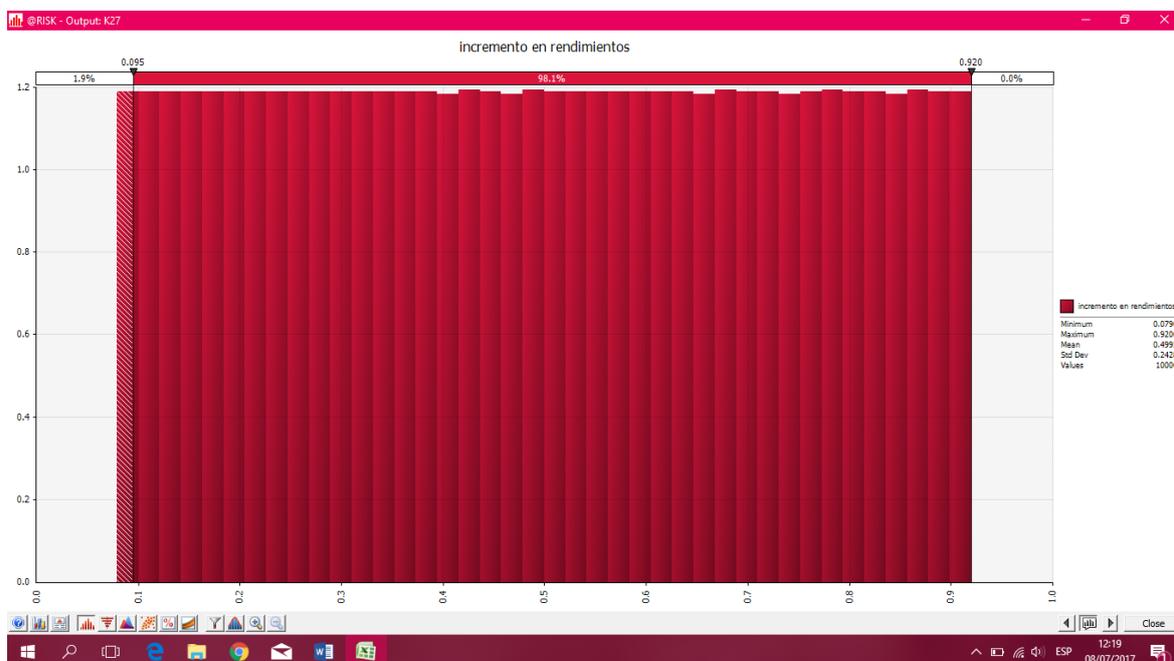


Figura 15. Incremento en rendimientos
Fuente: Salida @Risk 5.5

Los rendimientos por hectáreas en este estudio tuvieron una variación positiva de 50% trabajando bajo el supuesto de utilización de semillas mejoradas, respecto a los rendimientos obtenidos con semillas híbridas convencionales, lo que afecta directamente a los costos de producción teniendo aumento de un 42%, comercialmente el precio de las semillas mejoradas es más alto que el de las semillas convencional con una diferencia sustancial de 197%. Se determinó también que otros rubros como fertilización y la mano de obra aumentaron en un 30% y 6%, respectivamente, otro componente de los costos que actuó de manera adversa a los antes mencionados es el uso de pesticidas que fue menor en un 25%, respecto al sistema de producción convencional, existiendo una reducción leve en el total de los costos de producción, pero que también influyen de manera positiva en los ingresos de los pequeños productores. El resultado final de tener rendimientos incrementales en este estudio se original un incremento directo en el margen bruto o beneficios monetarios en 493.72 (\$/ha)

Cuadro 9. Presupuesto Parcial Probabilístico de MAD con semilla convencional y semillas Bt (\$/ha)

RUBROS	CONVENCIONAL	Bt	Incremento en costos	Incremento en costos (%)	Incremento en Margen bruto \$
COSTOS Qx *Px					
Semilla	\$161.25	\$478.38			
Fertilizantes	\$243.30	\$257.70			
Herbicidas	\$55.30	\$55.30			
Pesticidas	\$109.33	\$81.74			
Mano de Obra	\$523.50	\$681.26			
Costos directos	\$1,092.68	\$1,554.38			
Costos indirectos (10% cos. Dire)	\$109.27	\$155.44			
COSTOS TOTALES	\$1,201.94	\$1,709.82	\$507.87	42%	
INGRESOS Q*P					
Rendimientos	6543	9811			
Precios al productor promedio	\$0.34	\$0.34			
Ingresos Brutos	\$2,212.97	\$3,318.35			
INGRESOS NETOS	\$1,011.03	\$1,608.54		59%	\$597.51

En la Figura 16, se puede observar un 90% de escenarios de variación positiva del margen, llegando a un valor máximo de 1793.34 (\$/ha) y un valor promedio de incremento de 493.76 (\$/ha). Existe un 5 % de escenarios negativos hay un valor mínimo, de -767.82(\$/ha).

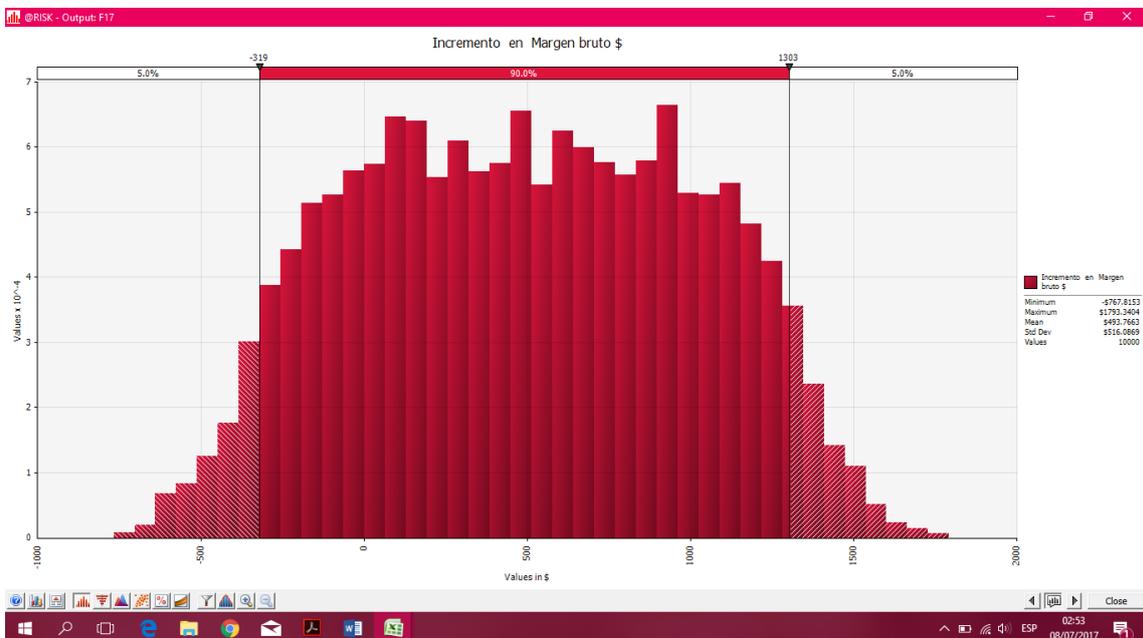


Figura 16. Incremento del Margen

Fuente: Salida @Risk 5.5

En coeficiente beneficio costo marginal que se obtuvo en esta investigación fue de 1.13, lo que significa que el agricultor va a ganar 0.13 centavos adicionales ante un incremento de 1 dólar por inversión.

Cuadro 10. Coeficiente B/C Marginal

BENEFICIO COSTO MARGINAL	
BENEFICIOS	
Ingresos Incrementales	\$3,318.78
Costos Abandonados	\$1,201.94
Total de Beneficios	4,520.29
COSTOS	
Ingresos Abandonados	\$2,212.97
Costos Incrementales	\$1,709.81
Total de Costos	3,922.78
BENEFICIO COSTO MARGINAL	1.15

En la figura 17 de la simulación realizada en el programa @Risk, se puede observar el porcentaje de escenarios positivos y negativos en el coeficiente b/c marginal, para los pequeños productores de MAD en la Provincia de los Ríos en el Ecuador, por la utilización o introducción de semillas mejoradas.

Se puede observar que existe una probabilidad del 91.3%, que los productores pueden tener un incremento máximo de beneficios de 0.54 centavos por cada dólar adicional en los costos de producción, teniendo un 5% de probabilidades que su b/c se menor a 1, siendo esto un escenario negativo para los agricultores ya que no se obtendrían beneficios de la introducción de semillas mejoradas para este cultivo.

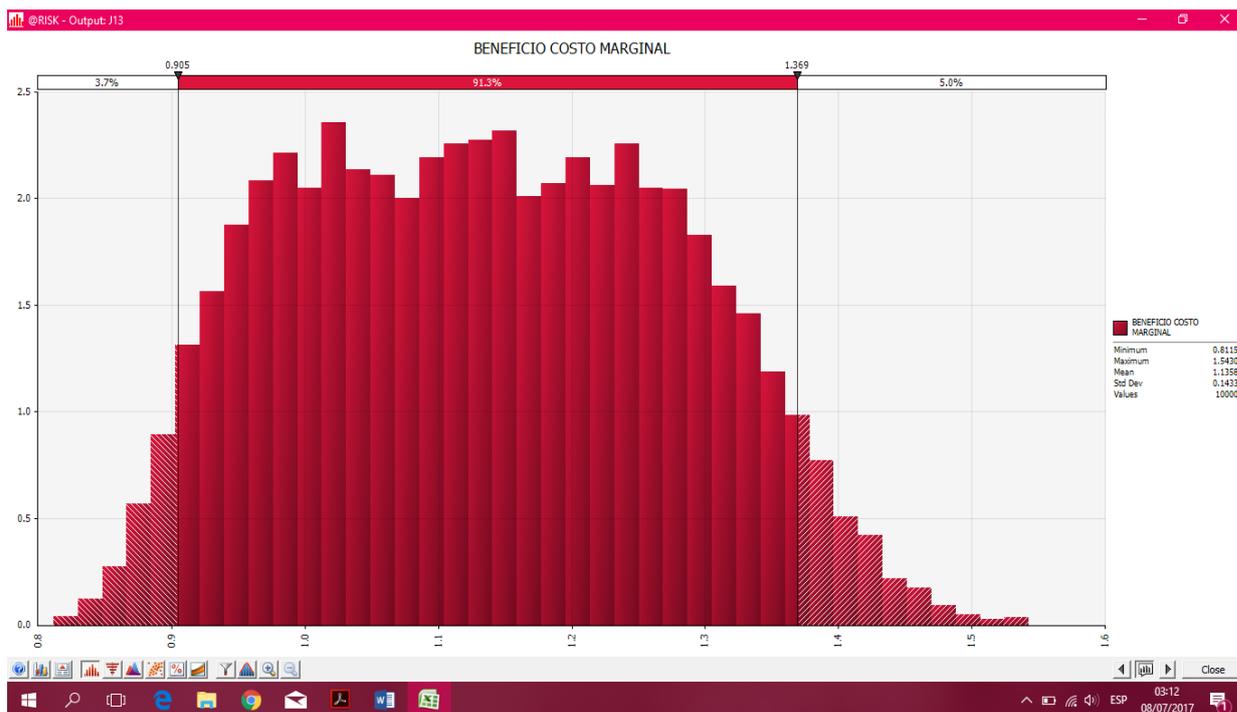


Figura 17. Beneficio/ Costo Marginal
Fuente: Salida @Risk 5.5

En la Cuadro 11, se muestra un reporte del software @Risk que resume los principales estadísticos para la utilidad por la producción de Semillas mejoradas de Maíz Amarillo Duro. Se observa que existe un 90% de probabilidad de que productores de MAD tengan una utilidad máxima de 0.54 centavos de dólar, por adoptar esta nueva tecnología

Cuadro 11. B/C Marginal - valores y escenarios

Escenarios positivos (de 1 a más) 100%		
Valor mínimo 0.82	Valor medio 1.13	Valor máximo 1.54

Fuente: Salida @Risk 5.5

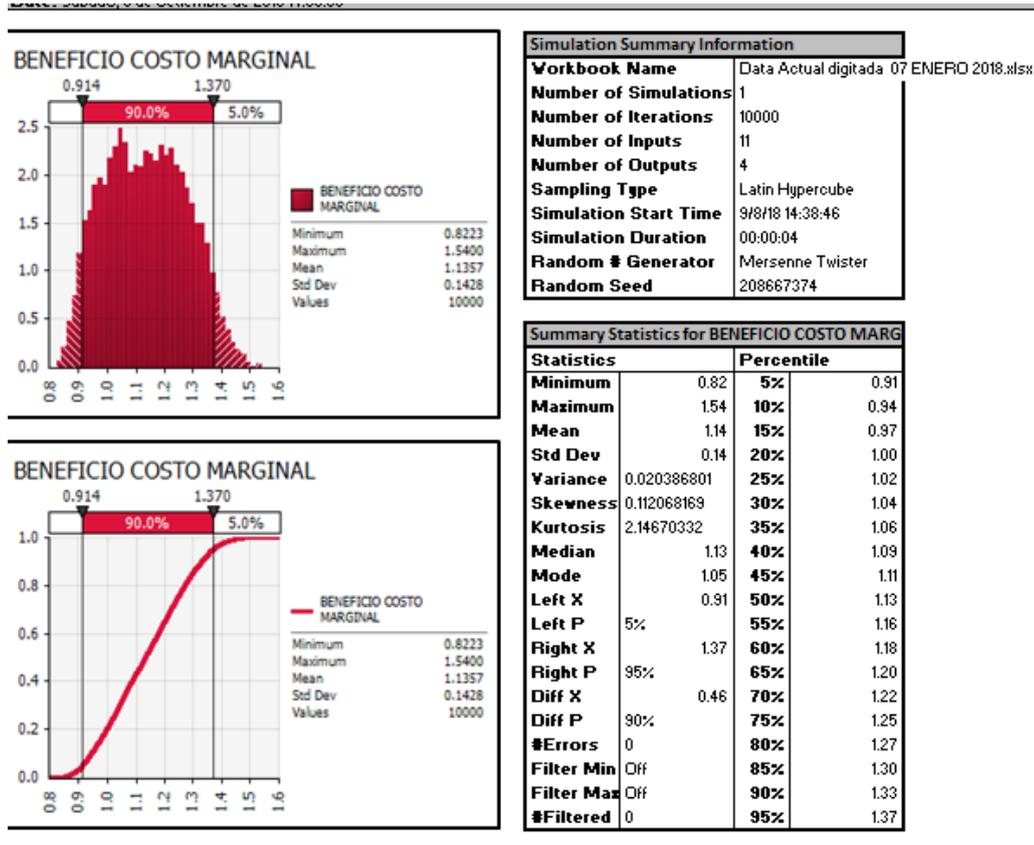


Figura 18. Beneficio Costo Marginal Percentiles
Fuente: Salida @Risk 5.5

El valor según percentiles, que muestra la Figura 18 a mayor porcentaje de riesgo asumido mayores son las utilidades; en este sentido, un riesgo del 5% implicaría utilidades de \$ 0.91 centavos, uno del 50 % de \$ 1.13 dólares y uno de 95% utilidades de \$ 1.37 dólares.

4.3.CÁLCULO DE EXCEDENTES ECONÓMICOS DE PRODUCTORES Y CONSUMIDORES

El siguiente bloque comprende la explicación del método de evaluación de excedentes económicos de los consumidores y productores de la provincia de Los Ríos-Ecuador, derivados de la aplicación hipotética de semillas mejoradas en la producción de Maíz Amarillo Duro, se determinó que se obtendrán resultados positivos a largo plazo, cabe recalcar que, los valores citados con actuales referente a los beneficios.

Dicho análisis es resultado de información desarrollada a lo largo de la investigación, las variables consideradas son: rendimientos, precios del producto en escenarios hipotéticos de adaptación se de nuevas tecnologías en la producción

En la Cuadro 12 se muestra el resumen de los supuestos utilizados en la presente investigación, descritos también en el capítulo tres.

Cuadro 12. Resumen de supuestos para el Análisis de Excedentes sociales, Rendimiento, Tasa de adaptación y Tasa de adopción

Detalle	Semilla convencional	Semilla Bt	Variación
Costo de Producción	\$1,201.94	\$1,709.81	30%
Precio al productor(promedio \$/kg)	\$0.38	\$0.38	0%
Rendimiento (kg/ha)	6543	9811	33%
Ingreso Neto Estimado (\$)	\$803.25	\$1,296.97	38%
Superficie(ha)	109.056		
Tasa de Adaptación	90%		
Costo de la Investigación (\$. Años)	1.45 millones		
Costo de Transferencia (\$. Años)	\$312,500.00		
Probabilidad de éxitos (%)	85%		
Tasa de Interés (%)	9%		

En la Cuadro 13, la columna de K insumos, muestra el incremento de la producción en caso se cultive la semilla mejoradas, esta variación con tendencia al alza se refleja desde el primer año y en su totalidad, lo que se supondría un éxito en la adaptación de nuevas tecnologías, se supone que exista un éxito probable de 100%, sin embargo, un siendo un poco más conservadores se espera que esto se asiente en un 0.75 por ciento para años posteriores.

Existen también un desplazamiento de la curva de la oferta (columna Kmax) desde un valor de 0.0046, cuando la tasa de adaptación es 0.28 por ciento, a un valor de 0.082 cuando se presente una nueva tasa de adopción igual a 0.16, y un valor de 0.113 cuando la tasa de adaptación es 0.80 por ciento, esto representa el valor que los productores de Maíz Amarillo Duro de la dan a la utilización de la semilla.

El precio representado en la columna Z, se muestran con tendencia a la baja, dicha disminución se reflejará al incorporarse una mayor cantidad de productores, esto en relación a la inserción de semillas mejorada. Esto se mostrará al tener una tasa de adaptación de 0.28 por ciento, con un 0.028, incluso se alcanzará una disminución de hasta alcanzar una

disminución del 0.0544 en el quinto año, bajo una probabilidad de adopción del 0.80 por ciento, se atribuye esto a que a partir de último año mencionado los productores de Maíz Amarillo Duro adoptarían nueva tecnología como semillas mejoradas en dicho cultivo. En este sentido, se espera que los precios de venta del Maíz Amarillo Duro se reduzcan 50% a partir del año 10 (2027).

Cuadro 13. Elasticidades, cambios de rendimiento y costos por semilla mejoradas en la producción de MAD

Año	Elasticidad de la demanda	Elasticidad de la oferta	Cambio rendimiento	Cambios equivalente rendimiento	Cambio costos insumos	Cambio equivalente costos
2017						
2018	0.80	0.408	0.5	1.23	0.42	0.28
2019	0.80	0.408	0.5	1.23	0.42	0.28
2020	0.80	0.408	0.5	1.23	0.42	0.28
2021	0.80	0.408	0.5	1.23	0.42	0.28
2022	0.80	0.408	0.5	1.23	0.42	0.28
2023	0.80	0.408	0.5	1.23	0.42	0.28
2024	0.80	0.408	0.5	1.23	0.42	0.28
2025	0.80	0.408	0.5	1.23	0.42	0.28
2026	0.80	0.408	0.5	1.23	0.42	0.28
2027	0.80	0.408	0.5	1.23	0.42	0.28
2028	0.80	0.408	0.5	1.23	0.42	0.28
2029	0.80	0.408	0.5	1.23	0.42	0.28
2030	0.80	0.408	0.5	1.23	0.42	0.28
2031	0.80	0.408	0.5	1.23	0.42	0.28
2032	0.80	0.408	0.5	1.23	0.42	0.28
2033	0.798	0.408	0.5	1.23	0.42	0.28

Cuadro 14. Cambio equivalente en costos y otra data

Año	Cambio neto costos insumos (K potencial)	Probabilidad de éxito	Tasa de adopción	Tasa de depreciación	Kmax	Z
2017						
2018	0.94	0.75	0.028	1	0.0198	0.0067
2019	0.94	0.75	0.16	1	0.113	0.038
2020	0.94	0.75	0.5	1	0.354	0.120
2021	0.94	0.75	0.8	1	0.566	0.192
2022	0.94	0.75	0.8	1	0.566	0.192
2023	0.94	0.75	0.8	1	0.566	0.192
2024	0.94	0.75	0.8	1	0.566	0.192
2025	0.94	0.75	0.8	1	0.566	0.192
2026	0.94	0.75	0.8	1	0.566	0.192
2027	0.94	0.75	0.8	1	0.566	0.192
2028	0.94	0.75	0.8	1	0.566	0.192
2029	0.94	0.75	0.8	1	0.566	0.192
2030	0.94	0.75	0.8	1	0.566	0.192
2031	0.94	0.75	0.8	1	0.566	0.192
2032	0.94	0.75	0.8	1	0.566	0.192
2033	0.94	0.75	0.8	1	0.566	0.192

Cuadro 15. Precio, Tasa externa, Cantidad, Cambio en Excedentes de Productos y Consumidor

Año	Precio	Tasa externa de crecimiento	Cantidad	Cambio en excedente total	Cambio excedente productor	Cambio excedente consumidor
2017						
2018	338.24	0	6543	\$43,980.52	\$29,101.54	\$14,878.98
2019	338.24	0	6543	\$254,478.52	\$168,386.28	\$86,092.23
2020	338.24	0	6543	\$820,691.20	\$543,044.42	\$277,646.77
2021	338.24	0	6543	\$1,349,029.45	\$892,641.38	\$456,388.07
2022	338.24	0	6543	\$1,349,029.45	\$892,641.38	\$456,388.07
2023	338.24	0	6543	\$1,349,029.45	\$892,641.38	\$456,388.07
2024	338.24	0	6543	\$1,349,029.45	\$892,641.38	\$456,388.07
2025	338.24	0	6543	\$1,349,029.45	\$892,641.38	\$456,388.07
2026	338.24	0	6543	\$1,349,029.45	\$892,641.38	\$456,388.07
2027	338.24	0	6543	\$1,349,029.45	\$892,641.38	\$456,388.07
2028	338.24	0	6543	\$1,349,029.45	\$892,641.38	\$456,388.07
2029	338.24	0	6543	\$1,349,029.45	\$892,641.38	\$456,388.07
2030	338.24	0	6543	\$1,349,029.45	\$892,641.38	\$456,388.07
2031	338.24	0	6543	\$1,349,029.45	\$892,641.38	\$456,388.07
2032	338.24	0	6543	\$1,349,029.45	\$892,641.38	\$456,388.07
2033	338.24	0	6543	\$1,349,029.45	\$892,641.38	\$456,388.07
				\$18,656,533.08	\$12,344,870.15	\$6,311,662.93

Cuadro 16. Suma EC y EP, Costos de investigación y transferencia y beneficios netos

Año	Suma EC y EP	Costos de investigación	Costos Transferencia	Beneficios netos
2017		\$1,500,000.00		-\$1,500,000.00
2018	\$43,980.52	\$0.00	\$125,000.00	-\$81,019.48
2019	\$254,478.52		\$93,750.00	\$160,728.52
2020	\$820,691.20		\$62,500.00	\$758,191.20
2021	\$1,349,029.45		\$31,250.00	\$1,317,779.45
2022	\$1,349,029.45			\$1,349,029.45
2023	\$1,349,029.45			\$1,349,029.45
2024	\$1,349,029.45			\$1,349,029.45
2025	\$1,349,029.45			\$1,349,029.45
2026	\$1,349,029.45			\$1,349,029.45
2027	\$1,349,029.45			\$1,349,029.45
2028	\$1,349,029.45			\$1,349,029.45
2029	\$1,349,029.45			\$1,349,029.45
2030	\$1,349,029.45			\$1,349,029.45
2031	\$1,349,029.45			\$1,349,029.45
2032	\$1,349,029.45			\$1,349,029.45
2033	\$1,349,029.45			\$1,349,029.45
	\$18,656,533.08		VAN (TSD 9%) TIR	\$6,923,371.36 40%

La columna cambio excedente al productor, muestra que los agricultores de maíz amarillo duro con semillas mejoradas mantienen un incremento desde el primer año con un monto de \$29,101.54y para el décimo año llegan a \$892,641.38, en el que la tasa de adopción es del 90%. Los consumidores también se ven beneficiados; estos presentan un incremento en sus excedentes de \$456,388.07cuando la tasa de adopción alcanza el 90% en el décimo año. Finalmente es importante resaltar que productores obtienen el 66% del excedente total y los consumidores el 36% restante. Los excedentes totales alcanzan \$ \$18, 656,533.08.

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.4.1. SOBRE LA EFICIENCIA TÉCNICA EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS Y A NIVEL NACIONAL

En la presente evaluación se determinó que la producción de Maíz Amarillo Duro promedio es de 6.54 t/ha, mismo que se encuentran sobre los rendimientos nacionales que se encuentran por los 5.88 t/ha, manteniendo un sistema de producción convencional; dicho resultado es atribuido al uso de semilla certificada en la zona estudiada. De la información

de campo se pudo verificar el Gobierno Nacional del Ecuador mantiene programas y proyectos fomenta el uso de insumos de alto rendimiento para la producción de cultivos transitorios como es el arroz y el maíz amarillo duro. Un factor externo que afecta a la producción de este cultivo en mayor fueron las plagas y el exceso de humedad, en su mayoría declararon haber sido perjudicados por problemas fitosanitarios, la plaga que más afecta es el gusano cogollero (*Spodoptera Frugiperda*), respecto a este tipo de problemas deberían de existir medidas de irrigación por parte de las carteras de estados involucradas, como lo es el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

4.4.2. SOBRE EL IMPACTO EN RENDIMIENTOS

La inserción de semillas mejoradas en la producción de Maíz Amarillo Duro, tendría un efecto favorable para los productos de este cultivo, si observamos el incremento en rendimientos es de 50% más que con la utilización de semillas certificadas, lo que pasaría de tener rendimientos de 6.54t/ha a 9.8 t/ha, por ende nos ayudaría a ser más competitivos a nivel mundial. Por otro lado, al analizar en términos agregados, consideramos la superficie total dedicada a la siembra de maíz amarillo duro en la Provincia de Los Ríos 109 mil hectáreas, siendo la que tiene mayor participación en el país con un 45 % aproximado de superficie sembrada un incremento en la productividad sería un referente para el Ecuador y la Región, aportando así a la economía y soberanía y seguridad alimentaria.

4.4.3. SOBRE LOS BENEFICIOS ECONOMICOS A LOS PRODUCTORES

En la evaluación se obtuvo como resultado que los productores incrementan sus ingresos en 0.15 centavos por cada dólar adicional invertido en adquirir semillas mejoradas genéticamente e incluso varios en insumos como fertilizantes y herbicidas. Mientras si se observa medido en margen bruto el incremento sería \$597.51 en promedio. Además, cabe mencionar que si en la Provincia de Los Ríos existe una superficie total de aproximado de 190 000 hectáreas dedicada a la producción de Maíz Amarillo Duro, considerando los beneficios incrementales aproximados son \$597.51 se obtiene un incremento en ingresos para los agricultores de la provincia de estudio de equivalente a \$ 57.528, lo que representaría un monto perdido para los productores maiceros al no tener acceso al uso de esta tecnología.

V. CONCLUSIONES

De la presente investigación podemos inferir, que existen resultados evidentes de las ventajas de la utilización de semillas mejoradas en la producción de Maíz Amarillo Duro, debido a que, existiría un incremento en rendimientos lo que a su vez es provoca que productores tengan más beneficios económicos y bienestar, puesto se determinó también, que la mayor parte de estos agricultores depende directamente de la producción de este cultivo. Estas mejoras en la producción también se observan en los consumidores que obtendrán precios más bajos.

Del análisis económico, utilizando el método de presupuesto parcial se evidencia un incremento en la rentabilidad, a consecuencia del aumento en los rendimientos (kilogramos producidos por hectárea) del cultivo del Maíz Amarillo Duro, a pesar de presentar incrementos en los costos debido al uso de semillas mejoradas y variación en los insumos (dólares por hectáreas). Los agricultores obtienen un incremento en la utilidad (ingresos menos costos) del 59%, presentando también incrementos considerables en los costos de 42%.

De la evaluación económica, el Ratio Beneficio/Costo, presentado como la variación entre de los beneficios que se obtienen y costos agregados (post adopción de la tecnología), se evidencia que existe un valor de \$ 0,15 centavos de ingresos adicionales, lo que indica que si el productor de Maíz Amarillo Duro incrementa sus gastos en \$ 1,00 dólar en sus costos de producción se tienen como resultado un beneficio neto de \$ 0,15 centavos.

Finalmente, respecto al análisis de excedentes económicos, en la investigación se determina que existen resultados favorables, los cuales se alcanzan en el quinto año, bajo una tasa de adopción en los productores del 80 por ciento. Los consumidores obtienen un incremento de su bienestar de hasta un 34 por ciento del total de excedentes sociales, mientras que los productores un 66 por ciento.

VI. RECOMENDACIONES

El Gobierno por medio de sus carteras de estados involucradas en este sector como es el Ministerio de Agricultura y Ganadería, y a la vez la nueva propuesta, el Instituto Publico de Investigación Agropecuaria, deben evaluar la adaptación de nuevas tecnologías, especialmente las que tienen mayor impacto y fácil focalización como es el uso de semillas mejoradas genéticamente. Asimismo, de debe fomentar políticas de créditos agrícolas que coadyuve a tener acceso a nuevas tecnologías como las ya mencionadas.

Se debe tener una base de información científica que permita conocer sobre los impactos técnicos, económicos y ambientales de la aplicación de semillas mejoradas genéticamente, es por ello que financiar investigaciones de este corte es necesario en el sector agrícola, todo esto con el fin de conocer los beneficios posibles con esta nueva adaptación.

Es importante realizar campaña que permitan informar sobre estudios científicos objetivos, mismo que pueden ayudar a tomar decisiones por parte del Gobierno Nacional, que es la vía de articulación para la aceptación o rechazo de la adaptación de nuevas tecnologías en la agricultura por parte de los productores.

Finalmente, de acuerdo a la evaluación económica a nivel de costos, rendimientos y niveles de producción, causada por la inserción de semillas mejoradas genéticamente, reflejaría un resultado positivo en los ingresos del pequeño productor de la Provincia de Los Ríos, la cual sería un referente a nivel nacional. Lo que le permitiría al país obtener mejores resultados en su balanza comercial.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alston, J; Marra, M; Pardey, P; Wyatt, T. 1998. Dynamics in the creation and depreciation of knowledge, and the return to agricultural research. EPTD Discussion Paper N°.56. International Food Policy Research Institute. Washington, DC.

Alston, J; Norton, G; Pardey, P. 1995. Science under scarcity: Principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting. Ithaca. ISNAR. 585 p.

Ashley, T., Wiseman, B., Davis, F. y Andrews, K. (1989). The fall armyworm: a bibliography. Florida. Entomologist. 72: 152-202.

Banco Central del Ecuador. 2006. Situación Macroeconómica: Ecuador. Recuperado el 05 de 10 de 2016: http://contenido.bce.fin.ec/documentos/Publicaciones_Notas/Catalogo/Memoria/2006/03situacion%20macroeconomica.

Bravo, A. 2009. Análisis de las políticas agrícolas aplicadas en el Ecuador en los noventa desde la perspectiva de la soberanía alimentaria. Tesis para obtener el título de maestría en ciencias sociales con mención en estudios sociambientales. Facultad Latinoamericana De Ciencias Sociales Sede Ecuador. Quito, Ecuador. 8-9 p.

Brookes, G; Barfoot, P. 2016. GM crops: global socio-economic and environmental impacts 1996- 2014. PG Economics Ltd, UK. 21-22P.

Castro, M. 2017. Rendimientos de maíz duro seco verano 2016. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Quito. 10pp.

CERA. 2010. GM Crop Database. Center for Environmental Risk Assessment (CERA). Washington D.C.: ILSI Research Foundation;
Disponibile en: http://cera-gmc.org/index.php?action=gm_crop_database.

Chura, J; Tejada, J. 2014. Comportamiento de híbridos de maíz amarillo duro en la localidad de La Molina, Perú. *Idesia (Arica)* 32(1): 113-118p.

Copeland, LO; McDonald, MB. 2001. *Principles of Seed Science and Technology*. 4th ed. Kluwer Academic Publishers. Massachusetts, USA. 467 P.

Cruz, A; Francisco, J; Olgúin, L. 2007. Apropiación de tecnología por productores de maíz en el estado de tlaxcala, México* appropriation of technology by maize growers in the state of tlaxcala, Mexico. 33: 163-173p.

Chauvet, M; Lazos, E. 2014. El maíz transgénico en Sinaloa: ¿tecnología inapropiada, obsoleta o de vanguardia? Implicaciones socioeconómicas de la posible siembra comercial. 9p.

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

Earth Policy Research. 2016. Earth Policy Research. Disponible en: Data Center: http://www.earth-policy.org/data_center/C24.

ESPAAC (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua). 2015. Presentación de Resultados.

Falck Zepeda J. 2009. Small 'resource poor' countries taking advantage of the new bio-economy and innovation: the case of insect protected and herbicide tolerant corn in Honduras, paper presented to the 13th ICABR conference, Ravello, Italy.

Falck-Zapeda, J. 2010. Sesión 3: Descripción de Métodos Rápidos Internacional Food Policy Research Institute del Taller realizado en Cali.

Falck-Zapeda, J. 2010. Socio - Economic Impact Assessments and Biotechnology: The Experience to Date. IFPRI, New York.

Fernández, J. 2014. Informe de evaluación de resultados y mecanismos de incidencia grupo de diálogo rural Ecuador. 15pp.

Ferro, EM; Chirino, E; Márquez, M; Ríos, H; Rodríguez, O; Valdés, RJ; Sarmiento, AA. 2009. Aporte Del Sistema Formal En Semillas Mejoradas De Granos Básicos Y Cereales a La Seguridad Alimentaria De La Palma, Pinar Del Río. Cultivos Tropicales 30(2): 59-65p.

Flores Hueso, R. 2000. Efecto de la Variedad de Maíz sobre el Desarrollo y Susceptibilidad de Larvas de Spodoptera frugiperda (Lepidoptera: Noctuidae) a Bacillus thuringiensis, Tesis de Maestría, Universidad de Colima, Tecoma, Colima, México.

Griliches, Z. 1960. Hybrid Corn and the Economics of Innovation. Science, vol 132, N°3422. 275-280.

Gonsales, L. 2005. Harnessing the benefits of biotechnology: the case of Bt corn in the Philippines. ISBN 971-91904-6-9. Strive Foundation, Laguna, Philippines.

Gonsales, L. 2009. Modern Biotechnology and Agriculture: a history of the commercialisation of biotechnology maize in the Philippines, Strive Foundation, Los Banos, Philippines. ISBN 978-971- 91904-8-6.

Herrera, F. 2006. Innovaciones tecnológicas en la agricultura empresarial mexicana: Una aproximación teórica. Gaceta Laboral, 12(1), 93-119. Recuperado el 05 de 10 de 2016: disponible en:

http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-85972006000100005&lng=es&tlng=es.

Hamilton, K; Steffey, L; Gray, M. 2010. Area-wide suppression of European Corn Borer with Bt maize reaps savings to non-bt maize growers, Science, 2010, Vol 330, 222-225. www.sciencemag.org

Horton, D. 1982, Análisis de presupuesto parcial para investigación de papa a nivel de finca, Lima, Perú: Editorial, Centro de Internacional de la papa (CIP). 16p.

INEC. 2011. Datos estadísticos agropecuarios. Datos Estadístico Agropecuario Nacional 2011: 14.

James, C. 2003. Global review of commercialized transgenic crops 2002: feature Bt maize, ISAAA No 29.

(ISAAA). Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones de Agrobiotecnología. 2015. Disponible en:

<http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp>

(ISAAA). Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones de Agrobiotecnología. 2016. Disponible en:

<http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/default.asp/> <http://isaablog.blogspot.pe/>

Lara, F. 1998. “Actores y procesos en la innovación tecnológica”. En: LARA, Felipe (Coordinador). Tecnología. Conceptos, problemas y perspectivas. Siglo Veintiuno Editores. UNAM. México.

Luna, B.; Hinojosa, MA A.; Ayala, O., Castillo, J.; Mejía, A. 2012. Perspectives of the maize seed industry development in México. Rev. Fitotec.Mex.35 (1):1-7.

Lusero, E. 2014. Producción Histórica de Maíz Duro Seco. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Quito. 1-15 pp.

MAGAP. 2013. Maíz Duro Seco Boletín Situacional. Boletín Situacional 1: 1-5.

MAGAP.2014. Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Coordinación General del Sistema de Información Nacional Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Quito, Ecuador. 1-19pp.

MAGAP. 2015. Diagnóstico de los factores que influyen en la productividad del cultivo de maíz amarillo duro. 10 p.

MAGAP-CGSIN. 2016. Coordinación General de Sistema de Información Nacional. Compendio Agroestadístico. Disponible en:

<http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/compendio-agro>

Marra M & Piggott N (2007) The net gains to cotton farmers of a national refuge plan for Bollgard II cotton, *Agbioforum* 10, 1, 1-10. www.agbioforum.org.

Méndez, K; Chaparro, A; Reyes, G; Castro, S. 2011. Production cost analysis and use of pesticides in the transgenic and conventional crop in the valley of San Juan (Colombia), *GM Crops*, vol 2, issue 3.163-168p .

Mogollón, R. 2014. Rentabilidad Del Maiz Amarillo Duro (*Zea Mays*) resistente al gusano cogollero (*Spodoptera Frugiperda*) en el Distrito De Jayanca, Departamento De Lambayeque. Tesis para optar el diploma de Economista. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.

Monteros, A. 2016. Rendimientos de maíz duro seco verano 2015. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Quito. 14pp.

Monteros, A; Sumba, E; Salvador, S. 2014. Productividad agrícola en el Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Quito. 12pp.

Monteros, A; Salvador, S. 2014. Panorama Agroeconómico del Ecuador. Productividad agrícola en el Ecuador. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Quito. 16pp.

Monteros, A; Gaethe, R; Lema, V; Salazar, C; Sánchez, C; Llive, F. 2016. Panorama Agroeconómico del Ecuador 2016 Coordinación General del Sistema de Información Nacional Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito. 15pp.

Moreno, B; Salvado, S;. 2015. Determinantes del rendimiento del cultivo De maíz duro seco. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Quito. 16pp.

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

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

Ramon, G. 2005. Acceptability survey on the 80-20 bag in a bag insect resistance management strategy for Bt corn, Biotechnology Coalition of the Philippines (BCP).

Roca, M; Trabanino, A; Sanders, C; J. Falck-Zepeda. 2013. Introducción al ambiente del maíz transgénico. Análisis de ocho casos en Iberoamérica, AgroBio México-CamBioTec, México, pp. 278-338.

Rosero, F; Albuja, K; Regalado, F. 2011. Hacia nuevas políticas alimentarias en América Latina y Europa. 2011: 1-44.

SERAGRO (Cámara Uruguaya de Semillas). 2008. Estudio Sectorial, Impacto de la adopción de cultivos transgénicos en la economía y agricultura Uruguaya, Uruguay.

Sevilla, R. 2000. Perspectivas del cultivo de maíz en el Perú. El autoabastecimiento del maíz amarillo duro. Revista Agroenfoque, 15 (111): 10-12p.

Simmons, A. M., y B. R. Wiseman. (1993). James Edward Smith, taxonomic author of fall armyworm. Fla. Entomol. 76: 271-276.

SINAGAP (Sistema de Información del Agro, información estadística del agro ecuatoriano). 2013. Recuperado el 05 de 10 de 2016: <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/produccion-maiz>.

Schiek, B; Hareau, G; Baguma, Y., Medakker, A; Douches, D; Shotkoski, F; y Ghislain, M. 2016. Demystification of GM crop costs: releasing late blight resistant potato varieties as public goods in developing countries. Int. J. Biotechnology, Vol. 14. No.2, 2016. New York: Interscience Publishers (a division of John Wiley & Sons)

Sztulwark, S; Braude, H. 2010. La adopción de semillas transgénicas en Argentina. Un análisis desde la perspectiva de la renta innovación. *Desarrollo Económico Revista de Ciencias Sociales*, (50, 8), Buenos Aires, Argentina.

Uribe, F. 2014. Informe sectorial Ecuador Agrícola. Pacific Credit Rating. 1p.

USDA. (United States Department of Agriculture).2013. Recuperado el 05 de 10 de 2016, de FASUSDA: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>.

Varona, A. 2012. Evaluación ex antes de los costos y beneficios de la liberación de organismos genéticamente modificados: Caso de la papa, Distrito de Huasahuasi, Provincia Tarma, Región Junín. Lima, Perú. 19 p.

Vásquez, V. 1992. Evaluación Económica de Alternativas Tecnológica: Estudio de Casos. Tesis para Optar el Grado de Magíster Scientiae. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.120 p.

Vielma B, M; Cerovich, M; Miranda, F; Marin R, C. 2005. Influencia de la semilla certificada de maíz en la productividad de los sistemas de producción de maíz en grano de los estados portuguesa y guárico. *Agronomia Trop* 55(3): 343-361.

Yorobe, J. 2004. Economics impact of Bt corn in the Philippines. Paper presented to the 45th PAEDA Convention, Querzon City.

Zevallos, R. 2017. Impacto de la aplicación de semillas mejoradas sobre el rendimiento de los principales productos agrarios en el Perú. Tesis para optar el diploma de Maestría en Economía Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.