



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

“COMPARACIÓN ECONÓMICA PRODUCTIVA DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ DURO DEL ECUADOR Y COLOMBIA, DURANTE EL PERÍODO 2007 – 2017”

GUSTAVO ADOLFO ECHEVERRIA ZABALA

Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAGÍSTER EN ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN AGRÍCOLA

RIOBAMBA - ECUADOR

MARZO 2019



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

CERTIFICACIÓN:

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, titulado: “COMPARACIÓN ECONÓMICA PRODUCTIVA DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ DURO DEL ECUADOR Y COLOMBIA, DURANTE EL PERÍODO 2007 – 2017”, de responsabilidad del Sr. Gustavo Adolfo Echeverría Zabala, ha sido prolijamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal:

Ing. Freddy Proaño Ortiz, Ph.D.

PRESIDENTE

FIRMA

Ing. Fabián Reyes Silva, M.Sc.

DIRECTOR

FIRMA

Ing. Alex Erazo Lara, M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

FIRMA

Ing. Raúl Quijije Pinargote, M.Sc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

FIRMA

Riobamba, marzo 2019

DERECHOS INTELECTUALES

Yo, Gustavo Adolfo Echeverría Zabala, declaro que soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el **Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo**, y que el patrimonio intelectual generado por la misma pertenece exclusivamente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

GUSTAVO ADOLFO ECHEVERRÍA ZABALA

No. CÉDULA: 0603123589

©2019, Gustavo Adolfo Echeverría Zabala

Se autoriza la reproducción parcial o total de este documento de investigación, con objetivos académicos, utilizando cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento de investigación, siempre y cuando se respete el Derecho de Autor.

RESPONSABILIDAD LEGAL Y ACADEMICA

Yo, Gustavo Adolfo Echeverría Zabala, declaro que el presente proyecto de investigación es de mi autoría, y que los resultados obtenidos, genuinos y originales. Las referencias y los textos que son procedencia de otras fuentes se encuentran debidamente citados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de investigación.

GUSTAVO ADOLFO ECHEVERRÍA ZABALA

No. CÉDULA: 0603123589

DEDICATORIA

El reto más importante de todo hombre, es luchar consigo mismo, el valor y la persistencia para brillar en un mundo de tinieblas de la ignorancia, hacen que el esfuerzo valga la pena, por eso el mayor impulso que tiene un individuo es el alcanzar el conocimiento.

La dedicatoria a la culminación de este proyecto se la hago de manera gratificantes a mi esposa, por su paciencia y apoyo, y a mi hijo, quien tendrá una meta cada vez más larga de superar.

Y a toda mi familia que siempre creyó en mí, en especial a mi madre que desde pequeño me enseñó el camino a la victoria.

Gustavo Adolfo

AGRADECIMIENTO

Agradezco muy profundamente al Instituto de Educación Continua IPEC de la ESPOCH, quien por medio de sus Autoridades y Docentes encaminaron a una administración e impartición de conocimientos científicos a la altura, y ha permitido que culmine eficientemente el programa académico para poder alcanzar el título de Master en Economía y Administración Agrícola.

Agradezco e la carrera de Ingeniería Agronómica por acogerme y forjarme como un Agrónomo con la visión única y clara del desarrollo económico de la provincia y país, a través del sector agro productivo.

Un especial agradecimiento a los miembros del Tribunal: Msc. Fabian Reyes como Tutor; Msc Alex Erazo; Msc Raul Quijije miembros del tribunal quienes han participado con su experiencia profesional, sus aportes y conocimientos para la elaboración del presente proyecto de Investigación.

Gustavo Adolfo

CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Situación problemática.....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.3 Preguntas directrices o específicas de la investigación.....	2
1.4 Justificación de la investigación	2
1.5 Objetivos de la investigación.....	3
<i>1.5.1 Objetivo general.....</i>	<i>3</i>
<i>1.5.2 Objetivos específicos</i>	<i>3</i>
CAPÍTULO II	4
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes del Problema	4
2.2 Bases teóricas	5
<i>2.2.1 Valoración económica</i>	<i>5</i>
<i>2.2.2 Estimación de la Relación beneficio Costo.....</i>	<i>5</i>
<i>2.2.3 Producto interno bruto (PIB).....</i>	<i>6</i>
<i>2.2.4 Balanza Comercial.....</i>	<i>7</i>
2.3 Referencia histórica.....	7
<i>2.3.1 Revolución Industrial.....</i>	<i>7</i>
<i>2.3.2 Crack de los años 20.....</i>	<i>7</i>
<i>2.3.3 Revolución verde.....</i>	<i>8</i>
<i>2.3.4 Economías de mercado.....</i>	<i>8</i>
<i>2.3.5 Desafíos de la agricultura del presente</i>	<i>9</i>
<i>2.3.6 Desafíos a futuro, la población mundial al 2050.....</i>	<i>9</i>
2.4 Marco Conceptual	9
<i>2.4.1 Producción de maíz duro.....</i>	<i>9</i>
<i>2.4.1.1 Superficie, Producción y Rendimientos.....</i>	<i>9</i>
<i>2.4.2 Biotecnología</i>	<i>10</i>
<i>2.4.3 Los transgénicos en la salud</i>	<i>13</i>

2.4.4	<i>Efectos negativos de los cultivos transgénicos sobre el medio natural</i>	13
2.4.5	<i>Efectos positivos de los cultivos transgénicos sobre el medio natural</i>	14
2.4.6	<i>Realidad de Colombia con cultivos transgénicos</i>	14
2.4.7	<i>Maíz Transgénico</i>	15
2.4.8	<i>Evolución de la Producción Mundial y Precios Internacionales</i>	15
2.4.9	<i>Legislaciones nacionales sobre transgénicos</i>	16
CAPÍTULO III		18
3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	18
3.1	Hipótesis	18
3.1.1	<i>Hipótesis general:</i>	<i>18</i>
3.1.2	<i>Identificación de variables:</i>	<i>18</i>
3.1.3	<i>Operacionalización de variables</i>	<i>19</i>
3.1.4	<i>Matriz de consistencia:</i>	<i>20</i>
3.2	Metodología	20
3.2.1	<i>Tipo y diseño de la Investigación</i>	<i>20</i>
3.2.2	<i>Método de Investigación</i>	<i>21</i>
3.2.3	<i>Enfoque de la Investigación</i>	<i>23</i>
3.2.4	<i>El alcance de la Investigación</i>	<i>23</i>
3.2.5	<i>Población de estudio</i>	<i>23</i>
3.2.6	<i>Selección de la Muestra</i>	<i>23</i>
3.2.7	<i>Técnica de recolección de datos primarios y secundarios</i>	<i>24</i>
3.2.8	<i>Instrumentos de recolección de datos primarios y secundarios</i>	<i>24</i>
3.2.9	<i>Instrumentos para procesar datos recopilados</i>	<i>25</i>
CAPÍTULO IV		26
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
4.1	Resultados	26
4.1.1	<i>Determinación de la dinámica productiva y económica del sistema de producción de maíz duro producido en la costa del Ecuador, durante el período 2007 -2017 ...</i>	<i>26</i>
4.1.2	<i>Modelos de regresión lineal multivariado para el sistema de producción de maíz duro en Colombia</i>	<i>30</i>
4.1.2.1	<i>Análisis de los componentes prioritarios (CP1 – CP2 -CP3) para Colombia</i>	<i>31</i>
4.1.3	<i>Modelos de regresión lineal multivariado para el sistema de producción de maíz duro en Ecuador</i>	<i>34</i>
4.1.3.1	<i>Análisis de los componentes prioritarios (CP1 – CP2 -CP3) para Ecuador</i>	<i>35</i>
4.1.4	<i>Valoración económica del cultivo de maíz transgénico en Colombia</i>	<i>38</i>

4.1.4.1	<i>Modelos de Regresión lineal multivariado para la producción de maíz con OGM en Colombia</i>	39
4.1.4.2	<i>Análisis de los componentes prioritarios (CP1 – CP2 -CP3) para maíz transgénico en Colombia.....</i>	41
4.1.5	<i>Simulación de la productividad y beneficios económicos del maíz transgénico que alcanzarían los productores del Ecuador.</i>	43
4.1.6	<i>Simulación de Producción de maíz transgénico en Ecuador para el periodo 2007 al 2017</i>	44
4.1.7	<i>Simulación de Producción de maíz con tecnologías de producción tradicional y tecnificado en Ecuador para el periodo 2007 al 2017</i>	45
4.1.8	<i>Simulación de la productividad y beneficios económicos del maíz transgénico en Ecuador y su tendencia para diez años.....</i>	47
4.1.8.1	<i>Simulación de Producción de maíz OGM en Ecuador a diez años.</i>	47
4.1.8.2	<i>Simulación de Producción de maíz con tecnologías tradicionales y tecnificadas en Ecuador a diez años.</i>	48
4.1.9	<i>Análisis mediante la valoración económica en términos macro y microeconómicos de la introducción del maíz GMO en el Ecuador</i>	49
4.1.9.1	<i>Valoración económica en términos macro y microeconómica de la conveniencia del uso de esta tecnología en el Ecuador</i>	49
4.1.9.2	<i>Valoración económica en términos microeconómicos de la conveniencia del uso de esta tecnología en el Ecuador.....</i>	51
4.2	Discusión.....	52
	CONCLUSIONES.....	54
	RECOMENDACIONES.....	56
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-2.	Área Global de Cultivos Biotecnológicos en 2014 en millones de hectáreas	11
Tabla 1-3.	Operacionalización de la Variable independiente	19
Tabla 2-3.	Operacionalización de la Variable dependiente	19
Tabla 3-3.	Aspectos generales de la matriz de consistencia	20
Tabla 4-3.	Técnica de recolección de datos primarios y secundarios	24
Tabla 5-3.	Instrumentos de recolección de datos primarios y secundarios.....	24
Tabla 1-4.	Análisis de componentes principales para las variables	30
Tabla 2-4.	Coeficientes calculados que toman los compontes principales para las variables que influyen directamente en el sistema de producción de maíz duro en Colombia.	31
Tabla 3-4.	Valores que toman los componentes principales para el análisis del sistema de producción de maíz duro en Colombia.....	32
Tabla 4-4.	Estadísticas de la regresión para la Producción de maíz duro en Colombia.....	33
Tabla 5-4.	Análisis de varianza para la Producción de maíz duro en Colombia	33
Tabla 6-4.	Análisis de regresión lineal para la Producción de maíz duro en Colombia	33
Tabla 7-4.	Análisis de componentes principales para las variables que inciden el sistema de producción de maíz en Ecuador.....	35
Tabla 8-4.	Coeficientes que toman los componentes principales para las variables que influyen en el sistema de producción de maíz duro en Ecuador.....	35
Tabla 9-4.	Valores que toman los componentes principales para el análisis del sistema de producción de maíz duro en Ecuador	36
Tabla 10-4.	Estadísticas de la regresión para la Producción de maíz duro en Ecuador	37
Tabla 11-4.	Análisis de varianza para la Producción de maíz duro en Ecuador	37
Tabla 12-4.	Análisis de regresión lineal para la Producción de maíz duro en Ecuador.....	37
Tabla 13-4.	Matriz de Compontes principales para las variables que influyen en la producción de maíz OGM en Colombia.....	40
Tabla 14-4.	Coeficientes que toman los compontes principales para las variables que influyen en la producción de maíz con OGM en Colombia.	40
Tabla 15-4.	Valores que toman los componentes principales para el análisis de producción de maíz con OGM en Colombia.....	41
Tabla 16-4.	Estadísticas de la regresión para la Producción de maíz OGM en Colombia.....	42
Tabla 17-4.	Análisis de varianza para la Producción de maíz OGM en Colombia	42
Tabla 18-4.	Análisis de regresión lineal para la Producción de maíz OGM en Colombia	42

Tabla 19-4.	Descripción de las áreas de maíz GMO y tecnificado simulado en Ecuador desde el 2007 al 2017.	44
Tabla 20-4.	Valores simulados que toman los componentes principales para el análisis de producción de maíz OGM simulado en Ecuador para el periodo del 2007 al 2017.	45
Tabla 21-4.	Valores simulados que toman los componentes principales para el sistema de producción de maíz con tecnología tradicional y tecnificado en Ecuador para el periodo del 2007 al 2017.	46
Tabla 22-4.	Valores simulados que toman los componentes principales para el análisis de producción de maíz OGM en toneladas en Ecuador para el periodo del 2018 al 2028.	47
Tabla 23-4.	Valores simulados que toman los componentes principales para el sistema de producción de maíz con tecnología tradicional y tecnificado en Ecuador para el periodo del 2018 al 2027.	48
Tabla 24-4.	Total de producción estimada de maíz en Ecuador para el periodo 2018 al 2027.	49
Tabla 25-4.	Detalle de valores en USD de importaciones ahorradas y excedentes exportados por el Ecuador a partir del 2007 hasta el 2017.	50
Tabla 26-4.	Relación Beneficio costo que tiene cada tecnología de acuerdo al precio de producción e ingresos según un determinado año en Ecuador.	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1-2.	Cultivos Biotecnológicos Países y Mega Países, 2014.....	12
Gráfico 1-4.	Resumen histórico y comparación de la producción total de maíz duro y áreas sembradas con diferentes tecnologías para Colombia y Ecuador, en el periodo 2000 al 2017.	27
Gráfico 2-4.	Registro de producción, importaciones y precio de maíz a nivel de productor en Ecuador y Colombia desde el 2000 al 2017.	28
Gráfico 3-4.	Tasa de cambio y producción de maíz en Colombia, periodo 2000 al 2017	29
Gráfico 4-4.	Porcentaje de adopción de la tecnología en función de las áreas de maíz tecnificado en Colombia en el periodo del 2007 al 2017	39
Gráfico 5-4.	Efectos de la participación de la producción de maíz en el PIB real total y PIB real agrícola.....	50

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A.** Línea base de variables y datos analizados para la producción maíz duro de Colombia
- Anexo B.** Línea base de variables y datos analizados para la producción maíz duro en Ecuador
- Anexo C.** Línea base de variables y datos analizados para la producción de maíz OGM de Colombia
- Anexo D.** Línea base de variables y datos analizados para la producción simulada de maíz OGM de Ecuador
- Anexo E.** Línea base de variables y datos analizados para la producción simulada de maíz OGM de Ecuador a diez años

RESUMEN

La investigación busca realizar una comparación económica entre el sistema de producción de maíz duro del Ecuador con el sistema que maneja Colombia, que incluye el uso de semillas de Organismos Genéticamente Modificados (OGM), y determinar la dinámica productiva y económica del maíz duro producido en Ecuador, una valoración económica del cultivo de maíz transgénico en Colombia y simular la productividad y beneficios económicos del maíz transgénico que alcanzarían los productores del Ecuador y su tendencia para diez años. Se analizaron variables como producción, número de hectáreas y rendimientos con cada tecnología, precios al productor, importaciones de maíz duro y urea, tasa de cambio y participación del maíz duro en el PIB; para los dos países. El análisis estadístico a través de componentes principales y de regresión lineal multivariada con el Software SPSS, determinó que Ecuador al no usar maíz con OGM desde el 2007 al 2017, dejó de producir un total de 2'209.043 toneladas de maíz duro, que equivale a 645'131.066 USD; la Balanza Comercial a partir del año 2013 habría sido positiva, existiría un incremento del PIB total por año en promedio del 0,09%; y, al proyectar diez años (2018-2027), Ecuador llegaría a producir 22'942.375 de toneladas de maíz duro, siendo el 43 % de la tecnología OGM, y generaría un ingreso de 5.597'939.613 USD. Las relaciones de Beneficio Costo de la dinámica de producción de maíz OGM en Colombia tubo un promedio de 1,36 versus 0,81 que tuvo Ecuador del periodo 2007 al 2017. Con lo anterior descrito se puede concluir que no se rechaza la hipótesis de investigación. Si bien es cierto las políticas públicas inciden en este sector para los dos países, pero lo que permanece en los agricultores son los recursos intangibles como el conocimiento del mejoramiento de la producción con nuevas tecnologías.

PALABRAS CLAVE:

CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS // ECONOMÍA AGRÍCOLA // DESARROLLO ECONÓMICO // PRODUCCIÓN DE MAÍZ TRANSGÉNICO // SIMULACIÓN DE PRODUCCIÓN // ECUACIONES DE PRODUCCIÓN // POLÍTICAS PÚBLICAS.

ABSTRACT

This research seeks to make an economic comparison between the hard corn production system of Ecuador with the system that manages Colombia, which includes the use of Genetically Modified Organisms (GMO) seeds, and to determine the productive and economic dynamics of hard corn produced in Ecuador, an economic assessment of cultivation of transgenic corn in Colombia and simulate the productivity and economic benefits of transgenic corn that would reach the products of Ecuador and its tendency for ten years. Variables are analyzed such as production, number of hectares and yields with each technology, producer prices, imports of hard corn, and urea, Exchange rate and share of hard corn in GDP (Gross Domestic Product) for the two countries. The statistical analysis through principal components and multivariate linear regression with the SPSS software, determined that Ecuador, by not using corn with (GMO) from 2007 to 2017, it stopped producing a total of 2'209.043 tons of hard corn, which its equivalent is 645'131.066 USD. ; the trade balance from the year 2013 would have been positive, there would be an increase in total GDP per year on averaged of 0.09% ; and when projecting 10 years (2018-2027), Ecuador would produce 22'942.375 tons of hard corn, 43% of GDP technology, and generate an income of 5.597'939.613 USD. The Profit-Cost relationship of production dynamics of GDP corn in Colombia averaged 1.36 versus 0.81 that Ecuador had in the period 2007-2017. With the above described, it can be concluded that the research hypothesis can not be rejected. While it is true that public policies affect this sector for the two countries, but what remains in the farmers are intangibles resources such as knowledge of the improvement of production with new technologies.

KEYWORDS:

ECONOMIC AND ADMINISTRATIVE SCIENCES // AGRICULTURAL ECONOMY // ECONOMIC DEVELOPMENT // TRANSGENIC CORN PRODUCTION // PRODUCTION SIMULATION // PRODUCTION EQUATIONS // PUBLIC POLICIES .

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Situación problemática

El problema que ocupa esta investigación se basa en el análisis económico de las Biotecnologías Agrícolas, como elemento para producir alimentos y fortalecer la seguridad alimentaria; ya que el hambre es una manifestación articulada generalmente por eventos climáticos, económicos, sociales y políticos; que no surge de modo repentino; puede predecirse y por tal motivo, puede preverse desarrollando y aplicando programas estratégicos.

Según Alessandro Nicolia, en su artículo “Un resumen de los últimos 10 años de investigación de seguridad de cultivos modificados genéticamente”, menciona que la producción mundial de alimentos debe enfrentar varios retos como el cambio climático, crecimiento de la población y competencia por tierras agrícolas. Alimentos saludables deben ser producidos con reducido impacto ambiental y con menos entrada de recursos no renovables. Los cultivos genéticamente modificados podrían ser una herramienta importante en este escenario, pero su liberación en el medio ambiente y su uso como alimento y alimentación ha expresado su preocupación, especialmente en la Unión Europea. (Nicolia, 2013).

Según mi criterio, esto define los desafíos que tiene la agricultura del futuro, producir más alimentos en las mismas áreas incluso menores, frente al cambio climático como mayores periodos de sequías, fuertes vientos que provocaran la diseminación de enfermedades, también hay que considerar la resistencia de plagas a los pesticidas, por todo esto las alternativas biotecnológicas buscan reducir estos riesgos y garantizar la cantidad de alimento para la población en el futuro, en valores asequibles para la población y con una aceptable rentabilidad para los productores

Esto lo reafirma Jaffe (2004), los cultivos transgénicos tienen un beneficio potencial para países desarrollados y en vías de desarrollo. Para asegurar que los cultivos sean seguros para los seres humanos y el medio ambiente, una fuerte regulación del sistema debe ser establecido y debidamente implementado (Jaffe, 2004).

1.2 Formulación del problema

¿Qué diferencia económica existe entre, el sistema de producción del maíz duro producido en la costa del Ecuador y el sistema de producción de maíz duro producido en Colombia?

1.3 Preguntas directrices o específicas de la investigación

¿Cuál es la dinámica productiva y económica del sistema de maíz duro producido en la costa del Ecuador, durante el período 2007 -2017?

¿Cuál ha sido la estrategia de producción y rendimientos promedio de los cultivos de maíz transgénicos en Colombia?

¿Con el uso de la tecnología de maíz transgénico, es posible incrementar la utilidad que obtendrá el productor, al incrementar los rendimientos y reducir los costos?

¿Existe la necesidad del uso de semillas transgénicos en el Ecuador?

1.4 Justificación de la investigación

Desde el punto de vista de la Seguridad y Soberanía Alimentaria, el maíz duro es uno de los cultivos de ciclo corto más importantes del Ecuador, según el Banco Central del Ecuador (2014):

El maíz duro representa el 4% del Producto Interno Bruto (PIB) agrícola y genera más de 140.000 puestos de trabajo. En los últimos 5 años, las ventas globales al exterior generaron ingresos por divisas en 49 millones de dólares, siendo Colombia el principal destino del grano.

Durante el año 2014, las importaciones a nivel nacional disminuyeron en 8.71% con respecto al año 2013, este comportamiento se debe al fomento de la producción nacional implementado por el Gobierno Nacional en los últimos años (MAGAP, 2014).

Los resultados del presente estudio aportarán a la justificación económica para el uso de maíz transgénico en el país de manera teórica, mediante la comparación económica del sistema de producción de maíz duro producido en la costa del Ecuador con el sistema de producción de maíz duro en Colombia dándole mayor énfasis al uso de semillas transgénicas, y así sabremos si tiene ventajas o no el uso de esta tecnología en nuestro país.

Igualmente, se obtendrán datos actualizados sobre el rubro para uso de investigadores, transferencias, organismos que dirigen la agricultura a nivel provincial o nacional, estudiantes y principalmente se contribuirá con los productores en el reconocimiento, manejo de información económica para que puedan planificar sus próximas siembras, reorienten sus decisiones, mejoren el sistema productivo y el nivel de vida. Los datos aportaran a determinar una reducción en el uso de pesticidas y por ende las importaciones que realiza varias empresas, generando un impacto ambiental positivo.

Según Jara (2013), las importaciones de plaguicidas en Ecuador pasaron de 2.3 millones de dólares en 1972 a 107,8 millones en el 2002, llegando a 210 millones en el 2012.

Considerando que el 100% de los ingredientes activos químicos provienen del exterior: Al reducir el uso de pesticidas con el uso de transgénicos puede influenciar en la reducción de estas importaciones.

Además, el compendio de toda esta información puede repercutir en el cambio de políticas agrarias a nivel nacional, que prohíben el uso de esta tecnología, mal entendida y no debatida. Además, aportara como modelos para otros cultivos transgénicos de gran interés comercial como soya, algodón, papaya y arroz amarillo.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

Comparar económicamente el sistema de producción del maíz duro producido en la costa del Ecuador con el sistema de producción de maíz producido en Colombia, durante el período 2007 -2017.

1.5.2 Objetivos específicos

- a. Determinar la dinámica productiva y económica del sistema de producción del maíz duro producido en la costa del Ecuador, durante el período 2007 -2017.
- b. Valorar económicamente el cultivo de maíz transgénico en Colombia.
- c. Simular la productividad y beneficios económicos del maíz transgénico que alcanzarían los productores del Ecuador y su tendencia para diez años.
- d. Analizar mediante la valoración económica en términos macro y microeconómicos si es conveniente el uso de esta tecnología en el Ecuador.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del Problema

Según la Corporación Nacional de Avicultores de Ecuador (CONAVE), la producción nacional de maíz, que normalmente suplía un 50% de las necesidades de la industria de alimentos balanceados, este año cubrirá un 75% de sus requerimientos, lo que disminuye substancialmente la necesidad de importar el grano. (MAGAP, 2014).

En la mayoría de los cantones del Litoral ecuatoriano, el cultivo de maíz amarillo duro es visto y tratado como una forma de vida que se mantiene y se cultiva de manera tradicional, lo que se refleja en la baja producción por unidad de superficie, para el agricultor y el consiguiente detrimento de la economía nacional.

En el Ecuador, la productividad del cultivo de maíz duro ha tenido un comportamiento ascendente, pasando de 36 quintales por hectárea en el año 2004 a 67 quintales por hectárea en el año 2011, lo que significa un incremento de productividad del 86% (Sumba, 2014).

La provincia de Los Ríos que cuenta con la mayor superficie sembrada del país, se sobrepasan normalmente los ochenta quintales por hectárea, pero en otras provincias como Manabí, aún se mantienen bajos niveles de productividad, que tienen como máximo de producción cuarenta quintales por hectárea (MAGAP, 2014).

La cuestión de la producción agrícola a partir de cultivos transgénicos, es sin lugar a dudas, unas de las temáticas más controvertidas de la actualidad y los Estados dudan en resolverla después de haber sido, en un primer momento, favorables a esta práctica innovadora, de tal manera que según (Chilian, 2010), “los organismos genéticamente modificados (OMG) llegaron para quedarse”.

Para el Ecuador según su última Constitución (2008), prohíbe el uso y cultivo de semillas transgénicas, con una actualización por medio de la Asamblea Nacional en el 2017 en la cual aprueba su uso pero solo con fines investigativos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Valoración económica

En la valoración económica pueden existir elementos perceptibles por una comunidad como perjuicio o beneficio, pero que al momento de su ponderación en unidades monetarias, sea imposible o altamente difícil materializarlo (Reyes, 2001).

La valoración es la práctica de asignar valor económico a un bien o servicio con el propósito de ubicarlo en el mercado de compra y venta. Para las finanzas y la economía, se considera valoración o tasación a la contemplación de diversos indicadores en particular para determinar el valor final de un producto o bien de cualquier índole y, así, posibilitar su intercambio en operaciones económicas (Carvajal, 2013)

2.2.2 Estimación de la Relación beneficio Costo

La Relación Beneficio Costo (RB/C), se expresa en términos relativos, y es un indicador que refleja el estado de ganancia, ya que toma los egresos e ingresos netos totales, para poder determinar cuál es el beneficio por cada dólar que se invierte en un proyecto determinado.

La fórmula que se utiliza es la siguiente:

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{Vi}{(1+i)^n}}{\sum_{i=0}^n \frac{Ci}{(1+i)^n}}$$

Dónde:

RB/C = Relación Beneficio / Costo

Vi = Valor de la producción (beneficio bruto)

Ci = Egresos (i = 0, 2, 3,4...n)

i = Tasa de descuento

2.2.3 *Producto interno bruto (PIB)*

El PIB es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un período determinado.

Existen varias maneras de calcular el PIB, pero el método que utiliza el Banco Central del Ecuador (BCE) para el cálculo del PIB es por el enfoque del ingreso. Esta información es esencial para el análisis económico, pues permite conocer cómo se reparte entre la población la riqueza generada en el país cada año: esto es el reparto de la riqueza nacional en salarios, ingreso del capital, entre otros. (BCE, 2014).

Esta forma de cálculo con el enfoque de ingresos se lo realiza con la suma de todos los ingresos que contribuyen al proceso de producción. Hablamos de factores como sueldos, comisiones, alquileres, honorarios, derechos de autor, utilidades, intereses, etc. Todo ello, antes de deducir de impuestos.

A continuación se detalla la siguiente fórmula del PIB calculado con el método de ingreso:

$$PIB = R_L + R_K + R_r + B + A + (I_i - S_b)$$

Dónde:

PIB = Producto Interno Bruto

R_L = Salarios que proceden del trabajo

R_K = Rentas procedentes del capital o tierra

R_r = Intereses financieros

B = Beneficios

A = Liquidaciones

I_i = Impuestos indirectos

S_b = Subsidios

Además, el PIB puede ser Nominal o Real, el cual el primero mide el valor total de la producción de bienes y servicios finales en un período dado, utilizando los precios vigentes en el ciclo en que ésta se genera, ósea en precios corrientes, mientras el segundo mide el valor de la producción de bienes y servicios finales obtenido en una determinada etapa utilizando los precios de un año fijo, que se conoce como año Base.

Para el estudio utilizaremos los datos del PIB Real, con año base 2007.

2.2.4 *Balanza Comercial*

Otra variable macroeconómica a más del PIB, es la Balanza Comercial que se puede definir como un indicador determinante de la economía de un país, que mide el número de exportaciones e importaciones que realiza el mismo en el intercambio de bienes y servicios; contribuye a determinar un resultado, ya sea positivo o negativo, según el flujo de mercancías de este país. (Hernández, 2017).

Por ende será positivo cuando las exportaciones sean mayores a las importaciones, y negativo en caso contrario, lo que conlleva a un déficit comercial resultado por la pobre autosuficiencia de un país por el bajo desarrollo, la inflación y la acción de la empresa privada, puede provocar estos bajos niveles de exportación.

2.3 Referencia histórica

2.3.1 *Revolución Industrial*

El auge de esta revolución agraria en Inglaterra y Europa inicia desde el siglo XVII y llega a su esplendor en el siglo XIX, a pesar que la revolución industrial que arrancaba a mediados del siglo XVIII y como lo asevera Harley en su libro “Una nueva evaluación macroeconómica de la Revolución Industrial” que el vapor y carbón, puntos clave para la revolución industrial tuvieron un menor impacto en la agricultura (Harley, 2010).

2.3.2 *Crack de los años 20*

Uno de los momentos que cambio el orden geopolítico y el mercado bursátil internacional fue la época de la gran depresión en Estados Unidos, acompañados por un crecimiento envidiable desde inicios del siglo XX, luego de una mezcla de algunos factores como sobreproducción de materias

primas y posterior baja de precios, alta especulación en la bolsa, pésimo control a los bancos y políticas arancelarias proteccionistas desencadenaron la mayor crisis financiera.

El demócrata Roosevelt gana elecciones en 1933 con un mensaje de esperanza y unas propuestas económicas fundamentadas en la recuperación del consumo, el empleo, la confianza, y ciertas mejoras sociales, se centra en los siguientes objetivos: Reactivar producción industrial y agrícola. Promover acuerdos tripartitos entre patronos-sindicatos-administración. Reactivar el consumo. Mejorar las condiciones sociales con impuestos progresivos y medidas de protección social. Para lograr estos objetivos recurre al intervencionismo estatal y a políticas económicas próximas a lo que luego serían las teorías keynesianas, siendo una de las leyes en primer momento aprobadas por el congreso en 1933 la de “Agricultural Adjustment Act” (Ley de Regulación o Adaptación Agrícola), que intentaba aumentar los precios agrícolas y la reducción pactada del excedente de las cosechas a cambio de subvenciones del gobierno (Gómez) .

2.3.3 *Revolución verde*

Para Woodward (2009), nombra a Norman Borlaug, como el padre de la revolución verde acreditado por salvar a más de mil millones de personas de morir de hambre se refiere a una serie de investigaciones, desarrollo e iniciativas de transferencia de tecnología, que se producen entre la década de los 40 y finales de los 70, que incrementó la producción agrícola en todo el mundo, empezando más notablemente en la década de los 60. Estas iniciativas implican el desarrollo de variedades de alto rendimiento de los granos de cereales, la expansión de la infraestructura de riego, la modernización de las técnicas de gestión, distribución de semillas híbridas, fertilizantes sintéticos y pesticidas a los agricultores.

2.3.4 *Economías de mercado*

Para Andrade (2011), el sistema capitalista y la sociedad de consumo se imponen globalmente tras la caída de la Unión Soviética y el fin de la Guerra Fría aunque surgen cuestionamientos al consumo excesivo y a la concentración económica, indicadores de la fragilidad del sistema socioeconómico mundial. Los mercados también se globalizan y florecen corporaciones transnacionales, sociedades civiles internacionalmente conectadas y relevantes actores globales.

Frente a este panorama la economía actual se basa netamente en una economía de mercado, donde el capital prevalece sobre el ser humano, dato destacado en la conferencia realizada por el Presidente de la República del Ecuador en Alemania el 2007 titulada el Ser humano sobre el Capital.

2.3.5 *Desafíos de la agricultura del presente*

En la actualidad, el mundo experimenta una fuerte globalización caracterizada por una creciente comunicación e interdependencia entre los distintos países que incluye componentes ambientales, tecnológicos, geopolíticos, económicos, culturales e institucionales (Ferrer, 1997). La población comienza a tomar conciencia de los riesgos del cambio climático, el agujero de ozono, la pérdida de biodiversidad y la degradación ambiental.

2.3.6 *Desafíos a futuro, la población mundial al 2050*

La proyección de la explosión demográfica es alarmante para los próximos años, inclusive con las políticas de natalidad que tienen ciertos estados, la proyección de habitantes para el año 2050 es sin duda un dato que hay que tomar en cuenta para el bienestar de cada uno de los habitantes de este planeta.

En 2050 la población mundial alcanzará los 9.200 millones de habitantes, lo que representa un aumento del 35% respecto a la actual y la mayor parte de este aumento de población ocurrirá en los países en desarrollo. La población urbana representará el 70% del total, frente al 49% actual, y la renta por habitante aumentará fuertemente en los países en desarrollo. Para satisfacer el aumento de la demanda de alimentos de una población cada vez más numerosa, más urbana y con más renta, se estima que la producción mundial de alimentos debe aumentar de aquí al 2050 un 70%, y duplicarse en los países en desarrollo, y este es el gran reto al que se enfrenta la humanidad en el futuro (Viñas, 2012).

2.4 Marco Conceptual

2.4.1 *Producción de maíz duro*

2.4.1.1 *Superficie, Producción y Rendimientos*

Para el MAGAP (2014), en el Ecuador desde el año 2000 al 2012, la producción de maíz duro en grano seco y limpio aumentó el 188%, debido 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%. El censo del año 2000 reveló una superficie cosechada de alrededor de 257 mil hectáreas, que comparadas con las 330 mil hectáreas que arrojó en el 2012. La Encuesta de Superficie y

Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) conjuntamente con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), significa un aumento del 28%. En este mismo periodo, la productividad se elevó en 124% (de 1,64 a 3,68 t/ha) como resultado de la implementación de variedades e híbridos mejor adaptados a las zonas de producción y con mayor potencial de rendimiento. La productividad del país se encuentra muy cercana a la de Colombia (3,79 t/ha) y es menor a la de Perú (4,72 t/ha). Para el 2013, aún sin datos oficiales, la producción de maíz se estima que fue de 1,36 millones de toneladas. La provincia de Los Ríos posee la mayor producción de maíz (56%), cuenta con una productividad de 4,56 T/ha y con la mayor superficie cosechada, 150 mil hectáreas. Por otro lado, Manabí es la provincia de más baja productividad (2,20 t/ha) y genera el 11% de la producción nacional.

José Orellana, titular de Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE), destacó que se ha cumplido en un 70% el objetivo de utilizar semillas mejoradas de alto rendimiento, con lo cual la productividad aumentó a 2,6 t por hectárea en 2011 a 3,82 t por hectárea en este año. Para conseguir el total autoabastecimiento es necesario conquistar un promedio de entre 5 y 6 t por hectárea, recalcó. (MAGAP, 2014).

2.4.2 Biotecnología

La llamada “tercera revolución tecnológica” que atraviesa el mundo de hoy presenta graves retos para América Latina y el resto de los países del Tercer Mundo. Se trata de una revolución que ha de definir el papel de este grupo.

Para Sasson (1989), la biotecnología la puede definir de la siguiente manera:

"La aplicación de principios científicos y de ingeniería para el procesamiento de materiales por medio de agentes biológicos con el objetivo de producir bienes y servicios, en donde los agentes biológicos se refieren principalmente a microorganismos, células de animales y plantas, enzimas, y material genético aislado y clonado."

Según Roca (2000), la biotecnología vegetal comprende una serie de técnicas que incluyen:

- Las técnicas de cultivo de células y tejidos in vitro, muy utilizadas para la clonación de plantas y la transformación genética;
- Las técnicas de DNA recombinante, que permiten hacer las construcciones genéticas para la transformación de plantas;

- Los marcadores moleculares que permiten "marcar" los genes de interés; para la construcción de mapas genéticos y para estudios de caracterización y filogenéticos.

Tabla 1-2. Área Global de Cultivos Biotecnológicos en 2014 en millones de hectáreas

Ranking	País	Área (millones de hectáreas)	Cultivos biotecnológicos
1	USA*	73.1	Maíz, soya, algodón, canola, remolacha azucarera, alfalfa, papaya, suquini.
2	Brasil*	42.2	soya, maíz, algodón
3	Argentina*	24.3	soya, maíz, algodón
4	India*	11.6	algodón
5	Canadá*	11.6	Canola, maíz, soya, remolacha azucarera
6	China*	3.9	algodón, papaya, álamo, tomate, pimiento dulce
7	Paraguay*	3.9	soya, maíz, algodón
8	Pakistán*	2.9	algodón
9	South África *	2.7	maíz, soya, algodón
10	Uruguay*	1.6	soya, maíz
11	Bolivia*	1.0	soya
12	Filipinas*	0.8	maíz
13	Australia*	0.5	algodón, canola
14	Burkina Faso*	0.5	algodón
15	Myanmar*	0.3	algodón
16	México*	0.2	algodón, soya
17	España*	0.1	maíz
18	Colombia*	0.1	algodón, maíz
19	Sudan*	0.1	algodón
20	Honduras	<0.05	maíz
21	Chile	<0.05	maíz, soya, canola
22	Portugal	<0.05	maíz
23	Cuba	<0.05	maíz
24	Republica Checa	<0.05	maíz
25	Romania	<0.05	maíz
26	Eslovaquia	<0.05	maíz
27	Costa Rica	<0.05	algodón, soya
28	Bangladesh	<0.05	Berenjena
	Total	181.5	

* 19 mega-países de biotecnología que cultivan 50.000 hectáreas, o más, de cultivos biotecnológicos.

** Redondeado a los cien mil más cercanos

Fuente: (Clive, 2014)

El nuevo paso de la tecnología en la agricultura es el cultivo de transgénicos o genéticamente modificados, gracias a la ayuda de la investigación de la ingeniería genética y biotecnología.

Según la Conaré y Katell (2000), un organismo genéticamente modificado (OGM) se puede definir como:

“Un organismo animal o vegetal que ha sufrido un cambio genético y, generalmente, una manipulación de su patrimonio genético destinada a darle nuevas propiedades”, concepto ambiguo que no expresa la intervención del hombre en la manipulación del material genético, consistente en aislar segmentos del ADN de un ser vivo para introducirlos en otro, de manera artificial.”

En el reporte de Clive (2014), presentado en el Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops, demuestra una tabla con las áreas de cultivos biotecnológicos en todo el mundo (Tabla 1-2) y posteriormente se presenta una figura que esquematiza de manera geo referencial los cultivos presentes en cada país que usan esta tecnología (Figura 1-2).

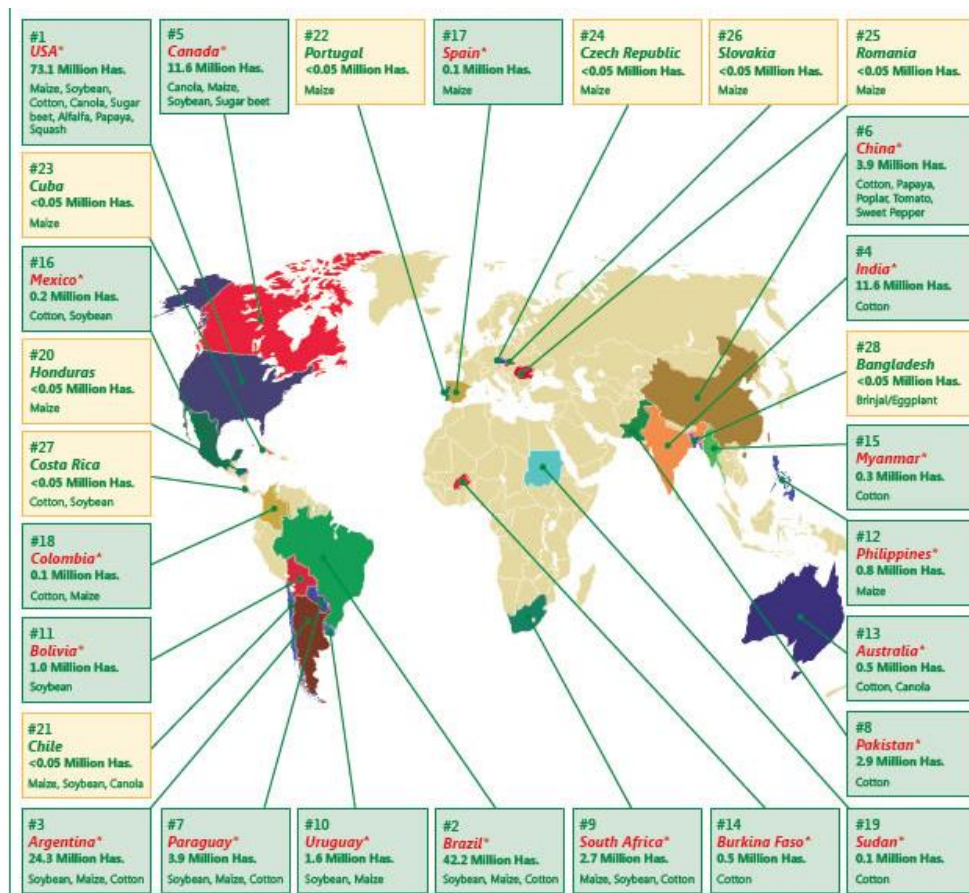


Gráfico 1-2. Cultivos Biotecnológicos Países y Mega Países, 2014

Fuente: (Clive, 2014)

Un record de 170,3 millones de hectáreas de cultivos biotecnológicos fue plantado durante el 2012 en todo el mundo, con una tasa anual de crecimiento del 6%, 10,3 millones más que de los 160 millones de hectáreas de 2011. En el año 2012 fue el 17avo año de comercialización de cultivos biotecnológicos, 1996 a 170 millones de hectáreas en 2012. Esto convierte a los cultivos biotecnológicos en la tecnológica de más rápida adopción en la historia reciente, la simple razón es que produce beneficios.

2.4.3 *Los transgénicos en la salud*

Según la Organización Mundial de la Salud (2014), en su publicación de Frequently asked questions on genetically modified foods en el 2014, manifiestan que:

“No han encontrado riesgos en la salud, alergénicos ni de transferencia de genes en los productos transgénicos que están en el mercado, recomendando no generalizar que no existe riesgo para los futuros productos que estarán disponibles en el mercado, los cuales deberán cumplir las rigurosas pruebas de seguridad”.

2.4.4 *Efectos negativos de los cultivos transgénicos sobre el medio natural.*

Los genes se pueden transferirse a otros organismos de la misma especie y aún de especies distintas. Los genes introducidos en los organismos genéticamente modificados (OGM) no son una excepción, y la interacción puede ocurrir en el ámbito de los genes, las células, las plantas y el ecosistema.

Tres criterios, de los posibles problemas que ya han ocasionado el uso de esta tecnología se describe a continuación:

- a) Schmeiser, agricultor canadiense “reconoció que parte de su campo contenía colza de Monsanto, pues fue contaminado un año antes por el polen procedente de un predio vecino y por semillas que volaron desde camiones cargados con colza rumbo a una planta de procesamiento cercana” (García, 2012),
- b) Se presupone que ha ocurrido una transferencia de genes entre la planta modificada genéticamente, soja, y algunas hierbas indeseables como el amaranto, una planta sagrada para los incas, que se ha convertido en resistente al herbicida Roundup e invade 5 000 hectáreas de soja transgénica que provoca su abandono por parte de los agricultores y otras 50 000 están amenazadas en Estados Unidos, según (Sanchez, 2009).

- c) El empleo de cultivos transgénicos resistentes a herbicidas incrementa las áreas de explotación de los mismos y hace que se favorezca las áreas deforestadas, la degradación de los suelos, la contaminación de las aguas y la pérdida acelerada de germoplasmas autóctonos. Aigner, 2009, citada por (Palacios, 2009).

2.4.5 Efectos positivos de los cultivos transgénicos sobre el medio natural.

Los cultivos transgénicos tolerantes a herbicidas ocuparon un 59% (93.9 millones de hectáreas) del total del área plantada en el mundo, que unido a los resistentes a plagas y enfermedades, evidencian un “ahorro de 443 millones de kg (ia) de plaguicidas” (Clive, 2014), quienes plantean también que “en 2010, los ahorros combinados permanentes y adicionales, a través del secuestro de carbono, era equivalente a un ahorro de 19 millones de kg de CO₂ o la eliminación de 9 millones de coches de las carreteras”.

En lo que tiene que ver a la sostenibilidad, los cultivos biotecnológicos aportan en cinco formas:

- a) Contribución a las seguridades y autosuficiente de alimentos forrajes y fibra, incluyendo alimentación más asequible, incrementando la productividad y los beneficios económicos de manera sostenible para los agricultores.
- b) Conservación de biodiversidad, los cultivos biotecnológicos son tecnologías que ahorra suelo.
- c) Contribución a reducción de la pobreza y el hambre.
- d) Reducción de la huella ambiental de la agricultura.
- e) Ayuda a mitigar el cambio climático y reducir los gases de efecto invernadero. (Monsanto Company, 2015).

2.4.6 Realidad de Colombia con cultivos transgénicos

La industria tecnológica colombiana se caracteriza por hacer uso de la tecnología basada en organismos vivos, desarrollando productos y servicios que benefician entre comillas a la sociedad.

La aceptación de los colombianos sobre las aplicaciones de la biotecnología en las plantas, y en particular en los animales, es relativamente buena ya que nuestro país es de tradición agrícola, y

en lo que se refiere a la biotecnología en salud humana y/o animal han sido poco a poco aceptadas. Esta aceptación, ha motivado a las empresas multinacionales y a algunas empresas de nuestro país a financiar centros de investigación de algunas universidades y desarrollar pruebas de campo con varias especies como el algodón, el maíz, trigo, semilla de soya y remolacha azucarera entre otros (Trujillo, 2006).

2.4.7 *Maíz Transgénico*

La producción de organismos genéticamente modificados en su mayor parte son creaciones de empresas transnacionales a las cuales lo que les interesa es la generación de ganancias extraordinarias, con la menor cantidad posible de costos.

Por ello, las nuevas variedades de maíz se diseñaron para resistir el consumo indiscriminado de herbicidas que la misma empresa transnacional producen (Monsanto, Novartis, Du Pont, etcétera). La resistencia a los herbicidas hace posible que la planta sea roseada con grandes cantidades sin que muera o bien le brinda a la planta la capacidad de resistir insecticidas más tóxicos que los usuales. (Cevallos, 2003)

2.4.8 *Evolución de la Producción Mundial y Precios Internacionales*

El maíz es una planta de la familia Poaceae, originaria de América tropical, se lo considera un bien de producción primaria de gran importancia a nivel mundial por la amplitud en su cadena de valor, la cual abarcan desde la alimentación humana, animal y piscícola hasta su procesamiento en plantas de alto nivel tecnológico. El producto final de este cultivo puede ser un alimento, combustible o materia prima para elaborar productos químicos como los biomateriales.

Debido a la creciente demanda, la producción mundial del maíz entre el año 2000 al 2012 registró un crecimiento de 47,19%, pasando de 592 millones de toneladas producidas en el año 2000 a 872 millones de toneladas en el año 2012. Este comportamiento refleja una tendencia positiva en este periodo de tiempo, con una tasa de crecimiento anual promedio de 3,39% Los precios a nivel internacional muestran una tendencia al alza. El precio internacional del maíz amarillo (No.2) del Golfo de Lousiana (Export Elevators) presentó un incremento de 240% entre el año 2000 al 2012, pasando de 88 USD/T en el 2000 a 299 USD/T para el año 2012, siendo además estos años los que registraron el precio mínimo y máximo del maíz en este periodo de tiempo, (Clive, 2014).

2.4.9 Legislaciones nacionales sobre transgénicos

Para el Ecuador según su última Constitución (2008), en el tema que aborda sobre semillas y hace acotación a los transgénicos menciona en el artículo **Art. 401**.

“Se declara al Ecuador libre de cultivos y semillas transgénicas. Excepcionalmente, y solo en caso de interés nacional debidamente fundamentado por el Presidente de la República y aprobado por la Asamblea Nacional, se podrá introducir semillas y cultivos genéticamente modificados. El Estado regulará bajo estrictas normas de seguridad, el uso y desarrollo de la biotecnología moderna y sus productos, así como su experimentación, uso y comercialización. Se prohíbe la aplicación de biotecnologías riesgosas o experimentales”.

Bajo este esquema se ha prohibido las investigaciones para responder muchas de las preguntas como la adaptabilidad de estas semillas en nuestro medio, los beneficios o perjuicios que causaría esta tecnología, los efectos sobre el medio ambiente. Esta ambigüedad lo que ha hecho es tratar sobre supuestos el efecto real del uso de esta tecnología, y no sobre experimentación y resultados in situ.

Colombia entró en la era de los cultivos modificados en 2003 cuando se autorizó la liberación del algodón resistente a plagas de lepidópteros.

Pero sólo hasta principios de marzo de 2004 el Ministro de Agricultura, durante un consejo comunitario, anunció que el país daba un paso más en ese camino y permitiría la siembra controlada de maíz transgénico en el Alto Magdalena y en el Caribe Húmedo comercializado por las empresas Monsanto y Dupoint. (Cuellar, 2012)

Citando otros ejemplos a nivel Latinoamericano, según un análisis del blog Agrobio existen políticas públicas, que regulan, controlan y manejan la biotecnología dando énfasis al tema de transgénicos, así por ejemplo:

En Argentina la autorización para la comercialización de un cultivo transgénico está a cargo de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA); en Brasil cuenta con una ley de bioseguridad que establece normas y procedimientos relativos al uso de las técnicas de ingeniería genética (Ley 8974/95, modificada por la medida provisoria 2191-9, Decreto 1752/95 y reglamentaciones específicas para diversas actividades); en Chile mediante la Resolución N° 1927 de 1993 sobre Normas y Regulación de Liberación de Transgénicos (Servicio Agrícola y Ganadero, Ministerio de Agricultura) actualizada por la N° 1523 de 2001, autoriza la entrada de

semillas transgénicas para multiplicación con fines de exportación; en México cuenta con una Ley de Bioseguridad que regula el uso, producción e importación de OGM. En este país el órgano regulador encargado de establecer toda la política de OGM es la Comisión Intersectorial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (Cibiogem); y , en Bolivia el 26 de enero del 2005 el Comité de Bioseguridad aprobó el informe final de los tres ensayos, presentados por el Comité Regional de Semillas de Santa Cruz dando lugar a la Resolución N° 016/05 de fecha 14/3/05 que autoriza la “Liberación Ambiental para cultivos e importación de soya transgénica para fines de investigación y experimentación de producción de semilla y producción agrícola”.

CAPÍTULO III

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Hipótesis

3.1.1 *Hipótesis general:*

EL Sistema de Producción de maíz duro en la Costa del Ecuador, brinda menores beneficios económicos, que el Sistema de Producción de maíz en Colombia.

3.1.2 *Identificación de variables:*

Variable 1 Variable Dependiente Valoración del impacto económico.

- Producción estimada de maíz duro en toneladas en Ecuador y en Colombia.
- Ingresos promedios de productores en cultivos de maíz duro en Ecuador y en Colombia.

Variable 2 Variable Independiente Sistemas de producción de maíz duro de cada país.

- Número hectáreas totales de siembra de maíz duro en Ecuador y en Colombia.
- Número hectáreas tecnificadas de siembra de maíz duro en Ecuador y Colombia.
- Número hectáreas tradicionales de siembra de maíz duro en Ecuador y Colombia.
- Número hectáreas de maíz transgénico en Colombia.
- Costos de producción de maíz en las diferentes tecnologías en Ecuador y Colombia.
- Precio al productor en Ecuador y en Colombia.
- RB/C en Ecuador y en Colombia.
- Rendimiento del cultivo de maíz duro en sus diferentes tecnologías en Ecuador y en Colombia.
- Tasa de cambio en Ecuador y en Colombia.
- Participación en el PIB real total en Ecuador y en Colombia.
- Importación de maíz duro en toneladas en Ecuador y en Colombia.
- Importación de fertilizantes (Urea) en Ecuador y en Colombia.

3.1.3 Operacionalización de variables

En la tabla 1-3 y 2-3 se detalla la operacionalización de las variables

Tabla 1-3. Operacionalización de la Variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala
Sistema de Producción de maíz duro producido en la costa del Ecuador y el sistema de producción de maíz duro producido en Colombia	El maíz transgénico consiste de manera artificial incluir características biológicas nuevas provenientes de otras especies de plantas, animales o bacterias, para que adquiera capacidades inusitadas como la resistencia al uso de herbicidas, que la propia planta adquiera la propiedad matar insectos que la atacan o bien.	Los cultivos de transgénicos en el País están prohibidos, pero se estimará la producción y el uso en otros países, para ser replicados en los modelos usados en el Ecuador.	Tipo de semillas	Rendimientos de semillas transgénicas y de las demás tecnologías.	t / ha	Continua
			Tipo de tecnología	Costos de producción de cada una de las tecnologías.	USD/ ha	Continua
			Proveedores de semillas			

Elaborado por: Gustavo Echeverría

Tabla 2-3. Operacionalización de la Variable dependiente

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala
Valoración del impacto económico	De un modo general, se denomina beneficio económico a la ganancia, o exceso de ingresos sobre gastos, de una transacción, o actividad económica, y es pérdida cuando los gastos superan a los ingresos	Mediante la comparación del sistema de producción en países que usan semillas transgénicas se puede valorar el beneficio que tienen los productores al utilizar esta tecnología	Tipo de manejo	Producción total de maíz duro sumada todas las tecnologías	t / ha	Continua
			Proporción de uso de esta tecnología	Ingresos totales generados por la producción de maíz duro.	USD	Continua

Elaborado por: Gustavo Echeverría

3.1.4 Matriz de consistencia:

En la tabla 3-3 se describe la matriz de consistencia de la presente investigación

Tabla 3-3. Aspectos generales de la matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
¿Qué diferencia económica existe entre, el sistema de producción del maíz duro producido en la costa del Ecuador y el sistema de producción de maíz duro producido en Colombia?	Comparar económicamente la producción del sistema de producción de maíz duro producido en la costa del Ecuador con el maíz sistema de producción de maíz duro producido en Colombia, durante el período 2007 – 2017.	EL Sistema de Producción de maíz duro en la Costa del Ecuador, brinda menores beneficios económicos, que el Sistema de Producción de maíz en Colombia.	Uso de maíz tradicional, transgénico y/o híbrido. Mejoramiento de la utilidad del productor al uso de maíz transgénico. Variables micro y macro económicas como RB/C, PIB, Balanza Comercial.	Rendimientos de semillas tradicionales, transgénicas y/o híbrido. Costos de producción. RB/C.	Análisis de correlación. Regresión lineal multivariada.	Software SPSS EXCEL

Elaborado por: Gustavo Echeverría

3.2 Metodología

3.2.1 Tipo y diseño de la Investigación

La investigación es de tipo no experimental, longitudinal y bibliográfica; también se utilizó la correlación y regresión múltiple.

Se desarrolló también con base en un análisis metódico que supera el enfoque limitado a un problema eminentemente sectorial (prohibición de siembra de maíz transgénicos) y social (beneficios económicos de los agricultores)

La presente investigación consta de tres etapas:

- Caracterización de la producción de maíz nacional y la producción de maíz transgénico en Colombia
- Estimación de los costos de producción a nivel nacional y los costos de producción en Colombia que utilizan maíz transgénico.
- Análisis de las leyes relacionadas al cultivo de transgénicos a nivel de Ecuador y Colombia.

3.2.2 *Método de Investigación*

Se utilizó el método descriptivo, que permitió indagar aspectos relacionados con los factores de productividad, así como también los aspectos socioeconómicos de los actores; para lo cual se trabajó con los productores de maíz duro en el Ecuador, con datos secundarios obtenidos en investigaciones de realidades socioeconómicas que presentaban los agricultores.

El procedimiento que se llevó a cabo para el presente estudio se desarrolló aplicando el método de investigación inductivo y cuantitativo propuesto por (Mendez, 1996).

“Que parte de casos particulares para llegar a conclusiones generales. Esto implica recolectar resultados históricos de producción de maíz duro en el Ecuador y en países que utilizan la tecnología de maíz transgénico, que abarcaron a la totalidad de unidades de producción agropecuarias”.

Para el cumplimiento del primero objetivo, se empleó el método inductivo y, mediante la información recabada, con el fin de generar modelos de regresión lineal multivariada, se determinó la dinámica de producción de maíz duro en la costa del Ecuador y con el maíz transgénico producido en Colombia.

Posteriormente se determinó los ingresos, RB/C, dinámica de la balanza comercial y participación en el PIB y, en base a este análisis, se realizó la comparación económica.

Para el cumplimiento del segundo objetivo, se utilizó el método inductivo, en el cual a partir de observaciones particulares como hectáreas de maíz transgénicos sembrados en Colombia y sus rendimientos de cada año a partir del 2007, se realizaron proposiciones generales, como la producción e ingresos para valorar económicamente este cultivo con esta tecnología. Posteriormente se realizó una regresión lineal multivariada, generando un modelo de regresión que explicó la producción de este tipo de maíz con esta tecnología en Colombia.

Para el cumplimiento del tercer objetivo, mediante el método inductivo, se indujo, de manera hipotética, el uso de semillas de maíz transgénicas en la Costa del Ecuador, partiendo del porcentaje de adopción de tecnología en Colombia. Se obtuvieron áreas simuladas de maíz transgénico y áreas simuladas de maíz tecnificado a partir del 2007, además se mantuvieron las áreas tradicionales, con los mismos rendimientos de maíz GMO de Colombia.

Partiendo de la ecuación de regresión de maíz transgénico y los coeficientes de componentes principales de Colombia, pero con las observaciones simuladas de Ecuador, se obtuvo un modelo de regresión multivariada que explicó la producción de maíz transgénico simulada en Ecuador.

Posteriormente al analizar el comportamiento de cada variable en los años observados, se estimó una proyección a diez años de cada una de ellas, con el fin de generar observaciones para cada variable estudiada en el periodo 2018 al 2027. Estas se usaron para generar un nuevo modelo de regresión multivariada, partiendo de la ecuación de regresión de maíz transgénico para Colombia más la ecuación para la producción de Ecuador con sus coeficientes de componentes principales, se obtuvieron dos modelos de regresión multivariada, el primero que explicó la producción de maíz transgénico simulada en Ecuador para los próximos diez años y el segundo modelo que explicó la producción de maíz duro con tecnologías tecnificadas y tradicionales. La suma de las producciones simuladas de los dos modelos para el periodo 2018 al 2027, dieron el total de producción de maíz duro con el uso de la tecnología de maíz transgénico.

Para dar cumplimiento al cuarto y último objetivo, se utilizó un método inductivo, partiendo de la información obtenida de las observaciones y simulaciones, con el fin de determinar los ingresos económicos que generaría para el estado, y analizando el incremento de la producción con estos modelos simulados, se determinó, por ende, la reducción de importaciones y la hipotética generación de superávit que puede convertirse en exportaciones. A más de eso al incrementar la producción y los ingresos causa un efecto en el PIB y su participación.

En el caso del indicador microeconómico, se analizó las RB/C de cada uno de los años observados con las diferentes tecnologías, de igual manera con los datos reales versus los simulados, para su comparación. Al final se compararon las producciones simuladas con el uso de esta tecnología versus las observaciones reales recopiladas de fuentes gubernamentales, para proceder a determinar la conveniencia del uso de maíz transgénico en Ecuador.

3.2.3 *Enfoque de la Investigación*

La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo, partiendo de la recolección de datos generales de información con base en fuentes gubernamentales. De igual manera se conocieron los efectos de la simulación de la siembra de maíz transgénico en el Ecuador, en la forma de beneficios económicos a nivel del agricultor, como los efectos macroeconómicos que causarían en el país.

3.2.4 *El alcance de la Investigación*

Para alcanzar los resultados basados en los objetivos planteados se procedió a realizar una correlación entre las variables estudiadas, un análisis de componentes principales y se culminó con un modelo de regresión lineal multivariado. Con lo cual, mediante el análisis de los datos recopilados, se validó la hipótesis propuesta.

3.2.5 *Población de estudio*

La población de estudio fue toda la producción de maíz duro de Ecuador y la producción de maíz duro en Colombia incluido la producción de maíz transgénico.

3.2.6 *Selección de la Muestra*

Se realizó un censo, sobre el sistema de producción de maíz duro tanto en la Costa Ecuatoriana como en Colombia, mediante la recolección secundaria de información de fuentes oficiales.

3.2.7 *Técnica de recolección de datos primarios y secundarios*

Tabla 4-3. Técnica de recolección de datos primarios y secundarios

Objetivo General / Específicos	Técnicas
Comparar económicamente el sistema de producción del maíz duro producido en la costa del Ecuador con el sistema de producción de maíz producido en Colombia, durante el período 2007 -2017	Análisis documental
Determinar la dinámica productiva y económica del sistema de producción del maíz duro producido en la costa del Ecuador, durante el período 2007 -2017.	Análisis de contenido
Valorar económicamente el cultivo de maíz transgénico en Colombia	Análisis de contenido
Simular la productividad y beneficios económicos del maíz transgénico que alcanzarían los productores del Ecuador y su tendencia para diez años	Análisis de contenido

Elaborado por: Gustavo Echeverría

Se detalla las técnicas utilizadas para recolección principal de datos, tal como lo muestra la tabla 4-3.

3.2.8 *Instrumentos de recolección de datos primarios y secundarios.*

A continuación, se detalla las técnicas utilizadas para la recolección principal de datos, tal como lo muestra la tabla 5-3.

Tabla 5-3. Instrumentos de recolección de datos primarios y secundarios

Objetivo General/Específicos	Instrumentos
Comparar económicamente el sistema de producción del maíz duro producido en la costa del Ecuador con el sistema de producción de maíz producido en Colombia, durante el período 2007 -2017	Fichas, Computadora y sus unidades de almacenaje
Determinar la dinámica productiva y económica del sistema de producción del maíz duro producido en la costa del Ecuador, durante el período 2007 -2017.	Cuadro de registro y clasificación de las categorías
Valorar económicamente el cultivo de maíz transgénico en Colombia	Cuadro de registro y clasificación de las categorías
Simular la productividad y beneficios económicos del maíz transgénico que alcanzarían los productores del Ecuador y su tendencia para diez años	Cuadro de registro y clasificación de las categorías

Elaborado por: Gustavo Echeverría

3.2.9 Instrumentos para procesar datos recopilados.

En el análisis de la información se utilizó Microsoft Excel, Microsoft Word y el paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versión 19.0 para Windows, para la elaboración de cuadros o medidas estadísticas (media, varianza, desviación estándar, etc.), de modo que facilite el análisis y la interpretación de la información.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Luego de la recopilación de datos relacionados a las variables que contiene la presente investigación, las mismas que provienen de fuentes gubernamentales tanto de Colombia y Ecuador, se describen los resultados expresados en gráficos, cuadros, formulas y previsiones; y para responder la hipótesis planteada, se procedió al análisis estadístico de los datos, utilizando la “Estadística Descriptiva”, correlacionan a esta información con modelos matemáticos que apoyados con sus respectivas ADEVA contribuyeron a la interpretación a resultados, los análisis se presentan a continuación, señalando la secuencia de los objetivos plateados.

4.1.1 Determinación de la dinámica productiva y económica del sistema de producción de maíz duro producido en la costa del Ecuador, durante el período 2007 -2017

En la gráfica 1-4, explica las líneas de producción de maíz total en ambos países, con la influencia de otras variables como son áreas sembradas bajo diferentes tipos de tecnología (tradicional y tecnificada), más las áreas de Maíz Transgénicos o con Organismos Genéticamente Modificados (OGM) para el caso de Colombia, siembras y cosechas se inician en el 2007 con 6910 ha, que fueron aprobados su uso, desde el 2006 por el Ministerio de Agricultura.

Para el caso de Ecuador, la producción de todo cultivo con OGM, están prohibidos en la Constitución, a pesar de que en junio del 2017 la Asamblea Nacional aprobó una ley que permite el ingreso de semillas transgénicas al país únicamente con fines investigativos, por tal motivo no se han podido realizar siembras comerciales, sin embargo para este análisis de producción de maíz duro se tomó en consideración las dos tecnologías aplicadas en la costa ecuatoriana, como son la tecnificada y tradicional.

En la gráfica también se aprecia el incremento de la producción y siembras de maíz en Ecuador, a partir del año 2012, evidenciándose el efecto de las Políticas Públicas empleados por el Gobierno de esa época, y entre las políticas de incentivos para el agricultor se priorizaba el uso de los KITS DE ALTO RENDIMIENTO, que consistían en semillas híbridas importadas, fertilizantes y pesticidas para el control de plagas y enfermedades. Dichos kits fueron puestos a

disposición de pequeños y medianos agricultores con tenencia de menos de 20 ha a un precio subsidiado casi en un 40%. Otra estrategia fue la creación de la Unidad Nacional de Almacenamiento (UNA), la cual comenzó a absorber las cosechas y a regular precios a través del reglamento de compra de maíz con sus condiciones de calidad, y un precio de sustentación para el productor del grano seco. Por último la regulación de las importaciones que apuntaló a un modelo exitoso dentro del espectro microeconómico, que beneficiaba a los agricultores y en el sentido macro económico, beneficiando al país al reducir las importaciones.

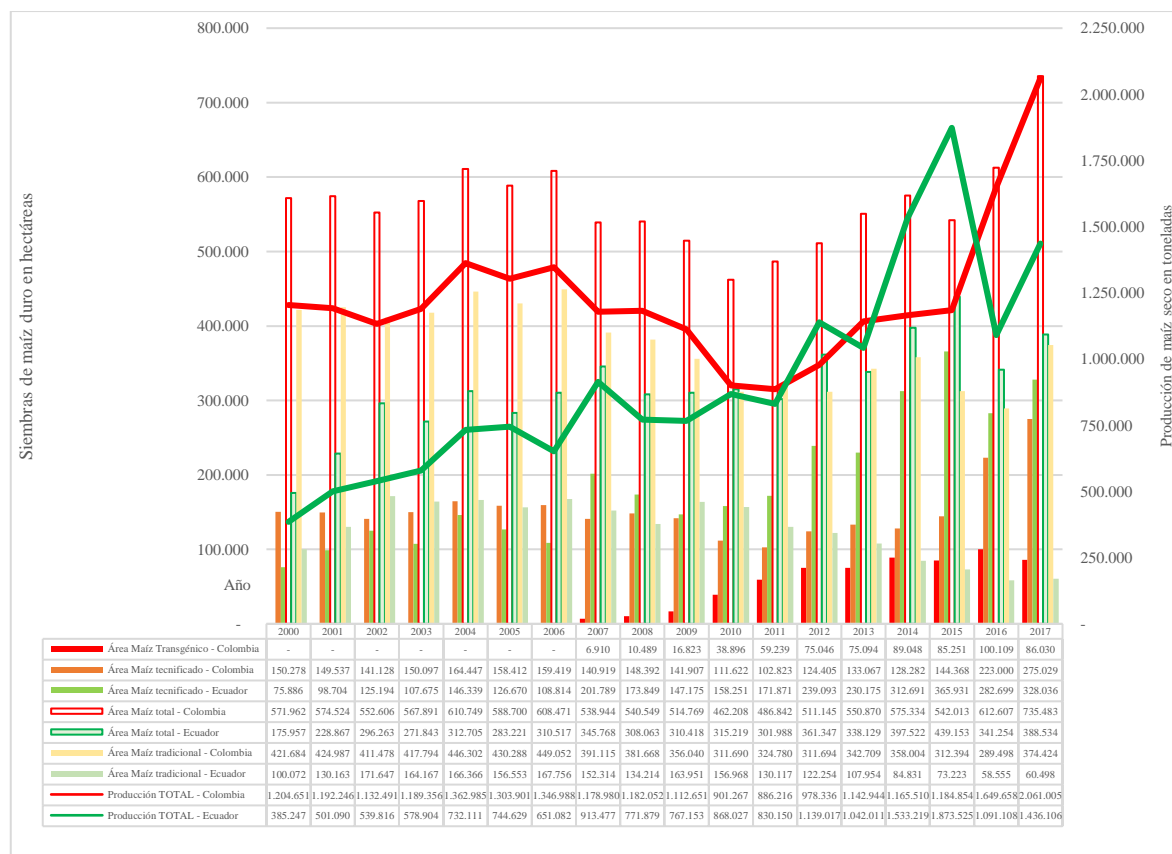


Gráfico 1-4. Resumen histórico y comparación de la producción total de maíz duro y áreas sembradas con diferentes tecnologías para Colombia y Ecuador, en el periodo 2000 al 2017.

Fuentes: Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) Ecuador y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Colombia 2018.

Elaborado por: Gustavo Echeverría

Luego en los dos últimos años (2016 – 2017) analizando el desplome, se debe a que no se continuó con las políticas anteriores, no se controló el precio del maíz y de los insumos agrícolas, la UNA saturó su capacidad de almacenamiento ya que nunca lograron comercializar el grano comprado, y por último el incremento de las importaciones, ocasionó un aumento en la oferta y reducción de precio al productor.

En Colombia la situación fue similar a la de Ecuador, que gracias a la implementación de Políticas Públicas a través del PLAN PAÍS MAÍZ lanzado desde el 2011, con estrategias similares a las usadas por Ecuador donde los usuarios de semilla certificada (híbridos y transgénicos), tenían coberturas de paquetes tecnológicos en sistemas de siembra, cobertura de paquetes tecnológicos en sistemas de siembra tradicional, manejo eficiente de fertilizantes, sistema de información actualizado de indicadores de producción de cada zona, regionalización del cultivo y mayor acceso a créditos, ayudó a tener un repunte en áreas y producción; pero el desplome de la producción en el año 2010 se debió a razones externas, por ejemplo, al tratado de libre comercio con USA con un acuerdo de importaciones de maíz con un arancel inferior al que maneja el MERCOSUR, hace que se vea más atractivo el consumo de este tipo de materia prima versus el que se encuentra de manera interna, tal como se muestra en el gráfico 2-4.

De lo que antecede, el total de producción de maíz para Colombia cubre un índice de 13'443.474 toneladas de grano seco y para el caso Ecuador el índice de producción es de 12'265.671 toneladas, basado en un periodo entre el 2007 hasta el 2017.

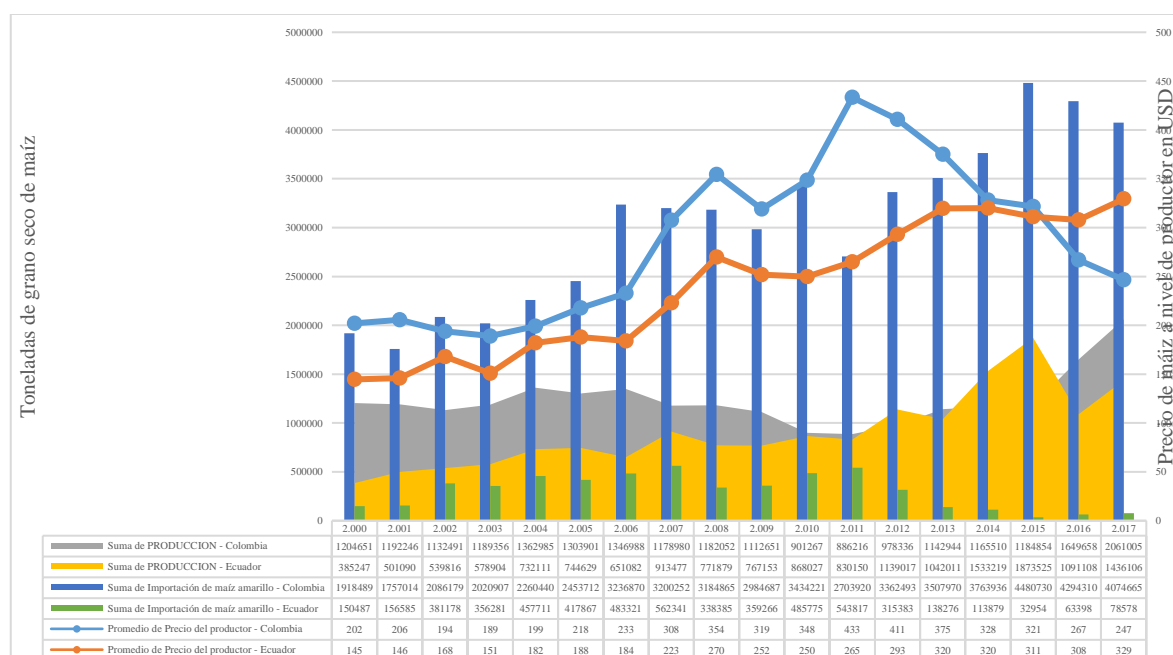


Gráfico 2-4. Registro de producción, importaciones y precio de maíz a nivel de productor en Ecuador y Colombia desde el 2000 al 2017.

Fuentes: ESPAC Ecuador y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Colombia 2018

Elaborado por: Gustavo Echeverría

En cuestión de ingresos, el valor promedio de la producción de maíz representa para Colombia un total de 4.377 millones de USD y para Ecuador de 3.591 millones de USD, lo que es representativo para la participación que genera el maíz en el PIB real de cada país; por ejemplo, el promedio de participación del PIB de Colombia es de 0,17 % y el de Ecuador 0,32%, este

último refleja mayor participación en el PIB debido al tamaño del mismo comparándolo con Colombia, los cuales tienen una relación casi de 2 a 1.

Para el caso de Ecuador la reducción de las importaciones de maíz se vio favorecida por las Políticas Públicas desde el 2012, enfocándose en la mejora de la producción interna, teniendo como objetivo básico el control de la balanza comercial, así se describe en el gráfico 2-4, en el que se observa la tendencia a la baja de importaciones con relación al incremento de producción para el Ecuador. En este caso ayudó mucho el control de importaciones mediante la entrega de cupos a las empresas que requirieron materia prima, la cual garantizó el consumo interno en el país.

Según el gráfico 2-4, para el caso de Colombia ocurre todo lo contrario que Ecuador, la reducción del precio a nivel de productor del maíz se ve afectado por el incremento de las importaciones, y a un precio más bajo se desincentiva las siembras por ende el desplome de la producción.

Otro punto que destacar de manera positiva para el sector productivo es la tasa de cambio del Peso Colombiano y su disponibilidad para ser depreciado, tal como se demuestra en el gráfico 3-4, donde la relación de la producción de maíz se muestra contraria en Ecuador, que a través del Dólar le impide realizar estas medidas macroeconómicas.

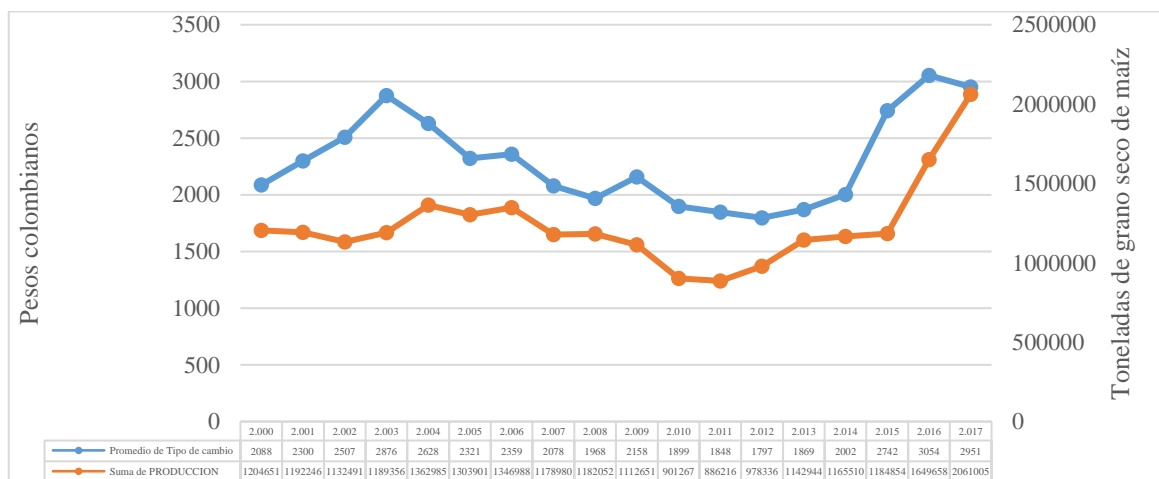


Gráfico 3-4. Tasa de cambio y producción de maíz en Colombia, periodo 2000 al 2017

Fuentes: Banco de la República - Gerencia Técnica, (2018)

Elaborado por: Gustavo Echeverría

Si bien es cierto las políticas públicas ayudan al desarrollo de un sector, sean estas de manera positiva a corto y mediano plazo, las aplicaciones de las tecnologías conllevan a cristalizar ese proceso, y en Colombia desde que comenzaron a utilizar maíz y otros cultivos con OGM para la producción agrícola, han mejorado su entorno micro y macroeconómico.

A continuación se exhiben los modelos matemáticos y los análisis de varianza generados en este estudio, los cuales fueron procesados empleando el programa SPSS, cuyos resultados se presentan a continuación, resumiéndolos en tablas y gráficos.

4.1.2 Modelos de regresión lineal multivariado para el sistema de producción de maíz duro en Colombia

Con la línea base de datos obtenidos de la recolección secundaria, que se encuentran en los Anexos A y B para Colombia y Ecuador respectivamente, se procedió a realizar los análisis de correlación, y posteriormente determinar los modelos de regresión lineal, basado en las variables planteadas.

Tabla 1-4. Análisis de componentes principales para las variables que inciden en el sistema de producción de maíz en Colombia

Variables o Componentes	Autovalores iniciales		
	Total	% de varianza	% Varianza acumulada
1	7,350	45,935	45,935
2	5,412	33,822	79,757
3	1,259	7,867	87,624
4	0,709	4,434	92,058
5	0,574	3,590	95,648
6	0,396	2,473	98,121
7	0,143	0,894	99,015
8	0,087	0,546	99,561
9	0,064	0,399	99,960
10	0,006	0,040	100,000
11	4,390E-16	2,744E-15	100,000
12	3,214E-16	2,009E-15	100,000
13	1,406E-16	8,787E-16	100,000
14	-9,033E-17	-5,645E-16	100,000
15	-1,961E-16	-1,226E-15	100,000
16	-5,033E-16	-3,146E-15	100,000

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Elaborado por: Gustavo Echeverría

Al utilizar esta línea base en el programa SPSS, se analizó las 16 variables; pero debido a su alta correlación se presentó un problema de multicolinealidad, por ende, se procedió a realizar la reducción de dimensiones, y a obtener los componentes principales.

Al analizar la tabla 1-4, se determinó una reducción favorable de las dimensiones de los 16 componentes en estudio (Anexo A), de los cuales tres componentes principales alcanzaron un 87,62% de la varianza explicada.

Tabla 2-4. Coeficientes calculados que toman los componentes principales para las variables que influyen directamente en el sistema de producción de maíz duro en Colombia.

Matriz de componente rotado	Componente		
	CP1	CP2	CP3
Años	0,983	-0,006	-0,109
Área Maíz OGM	0,934	0,237	-0,248
Área Maíz tecnificado	0,016	-0,747	0,611
Maíz tradicional	-0,324	-0,165	0,806
Área Rendimiento maíz Tecnificado	0,673	0,355	0,070
Rendimiento maíz Tradicional	0,434	-0,448	0,635
Rendimiento maíz OGM	0,833	-0,057	0,082
Rendimiento maíz TOTAL	0,932	-0,194	0,275
Costos de Producción Maíz Tecnificado	0,006	0,986	-0,064
Costos de Producción Maíz Tradicional	0,334	0,882	-0,217
Costos de Producción Maíz OGM	0,006	0,986	-0,064
Precio del productor	-0,440	0,790	-0,231
Tipo de cambio	0,678	-0,716	-0,040
Importación de maíz	0,806	-0,399	-0,269
Participación de maíz en PIB total	-0,120	-0,820	0,496
Importación de fertilizantes	0,842	0,034	-0,163

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 5 iteraciones.

Elaborado por: Gustavo Echeverría

4.1.2.1 Análisis de los componentes prioritarios (CP1 – CP2 -CP3) para Colombia

CP1: Uso de tecnología en el cultivo.

En cuanto a la interpretación de este componente, se observó que el CP1 tiene un mayor aporte positivo con las variables Años; Área de Maíz con OGM; Área de Maíz tecnificado; Rendimiento de maíz con OGM, Rendimiento de maíz total; Importación de maíz duro; y la Importación de fertilizantes, con los cuales sus valores positivos podrían asimilarse con aquellas siembras con uso de tecnologías apropiadas más los efectos de importación de maíz y los fertilizantes utilizados.

CP2: Componentes macro y microeconómicos.

Los coeficientes del CP2, tienen un aporte positivo muy alta con la variable de Costos de Producción de todas las tecnologías; más el Precio del maíz a nivel del productor, y su correlación negativa con las variables macroeconómicas como es el tipo de cambio, y la participación del maíz en el PIB total, la cual parece indicar que valores positivos de este componente están los indicadores microeconómicos y en los valores negativos se encuentran los indicadores macroeconómicos.

CP3: Ausencia de tecnología en el cultivo .

Por su parte el CP3 tiene una correlación positiva muy alta en el Área y Rendimiento de maíz tradicional, por tanto, lo podríamos asociar con aquellas siembras con ausencia de tecnología.

Tabla 3-4. Valores que toman los componentes principales para el análisis del sistema de producción de maíz duro en Colombia

Años	Producción*	CPI**	CP3***
2000	1204650,7	1571257,77	-115590,929
2001	1192246,2	1433252,4	-68571,9879
2002	1132491,3	1708007,3	-174210,605
2003	1189356,3	1668409,61	-148906,577
2004	1362985,2	1851492,88	-181521,5
2005	1303901,1	2014330,18	-250587,792
2006	1346987,9	2629945,57	-444361,531
2007	1178979,96	2638055,2	-496331,429
2008	1182052,36	2672991,13	-504058,263
2009	1112650,72	2404343,05	-452836,624
2010	901267,41	2944840,61	-661450,903
2011	886215,77	2412361,38	-472742,607
2012	978335,95	2906622,48	-640568,849
2013	1142944,24	3070928,34	-660447,241
2014	1165510,23	3358307,99	-737507,042
2015	1184854,13	3965064,39	-959744,432
2016	1649657,8	3797359,47	-875840,057
2017	2061005,5	3629983,62	-722577,484

Fuente: *Valores estimados por Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas – FENALCE, (2017)

**CPI: Uso de tecnología en el cultivo

***CP3: Ausencia de tecnología en el cultivo

Elaborado por: Gustavo Echeverría

Al realizar la regresión lineal para la Producción de maíz duro en Colombia, se obtuvo los siguientes resultados, como se indica en las tablas 4-4, 5-4 y 6-4.

- Planteamiento de hipótesis

Ho: B1 = 0; B2 = 0; B3 = 0

Ha: B1 ≠ 0; B2 ≠ 0; B3 ≠ 0

- Análisis de Regresión

Tabla 4-4. Estadísticas de la regresión para la Producción de maíz duro en Colombia

Coefficiente de correlación múltiple	0,992
Coefficiente de determinación R ²	0,985

Elaborado por: Gustavo Echeverría

Con un r=0,992 altamente significativo se determinó que existe relación entre las variables dependientes e independientes, ajustándose el 98,5% de los datos a la ecuación.

Tabla 5-4. Análisis de varianza para la Producción de maíz duro en Colombia

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados medios	F
Regresión	2	2,8112E+13	1,4056E+13	501,804948
Residuos	16	4,4817E+11	2,801E+10	
Total	18	2,856E+13		

Elaborado por: Gustavo Echeverría

Tabla 6-4. Análisis de regresión lineal para la Producción de maíz duro en Colombia

	<i>Coefficientes</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>
Intercepción	0	#N/A	#N/A
cp1	0,96977441	15,0109634	7,55753E-11
cp3	2,66934809	8,31995989	3,32187E-07

Elaborado por: Gustavo Echeverría

Ecuación de producción de maíz para Colombia

$$Y = 0,96977441 CP1 + 2,66934809 CP3$$

De Donde :

Y= Producción estimada de maíz duro en toneladas

CP1= Uso de tecnología en el cultivo

CP3 = Ausencia de tecnología en el cultivo.

Interpretación:

Para CP2 no se rechazó la hipótesis nula donde $B_2=0$, rechazando la hipótesis alternativa, siendo este valor no significativo con un Pvalor de 0,67, para lo cual se corrió nuevamente la regresión con los valores de CP1 y CP3.

Para la CP1 se rechazó la hipótesis nula donde $B_1=0$, aceptando la hipótesis alternativa. Lo que significó que, por cada unidad incrementada, aumenta la producción de maíz en 0,96 toneladas.

Para la CP3 se rechazó la hipótesis nula donde $B_3=0$, aceptando la hipótesis alternativa. Lo que significó que, por cada unidad incrementada, aumenta la producción de maíz duro en 2,66 toneladas.

Para el análisis de regresión se consideró la intercepción igual a 0, que dentro de una lógica al tener coeficientes B igual a 0, las diferentes variables que conforman las CP1 y CP3 tendrían un valor igual a 0 y no existiría producción ($Y=0$).

4.1.3 Modelos de regresión lineal multivariado para el sistema de producción de maíz duro en Ecuador.

En la tabla 7-4 los componentes principales para Ecuador, descartándose las observaciones del año 2000 debido a su alta variabilidad ocurrida por el cambio de moneda en la que generó una inflación del 98%.

Tabla 7-4. Análisis de componentes principales para las variables que inciden el sistema de producción de maíz en Ecuador.

Variables o Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de varianza	% Varianza acumulada
1	8,362	69,684	69,684
2	2,164	18,030	87,714
3	0,728	6,065	93,779
4	0,265	2,205	95,984
5	0,202	1,680	97,664
6	0,138	1,154	98,818
7	0,078	0,652	99,470
8	0,033	0,278	99,747
9	0,023	0,189	99,936
10	0,004	0,031	99,967
11	0,003	0,022	99,989
12	0,001	0,011	100,000

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Elaborado por: Gustavo Echeverría

Tabla 8-4. Coeficientes que toman los componentes principales para las variables que influyen en el sistema de producción de maíz duro en Ecuador.

Matriz de componente rotado	Componente		
	CP1	CP2	CP3
Años	0,845	0,507	0,110
Área Maíz tecnificado	0,739	0,602	-0,188
Área Maíz tradicional	-0,506	-0,824	0,148
Rendimiento maíz Tecnificado	0,823	0,330	-0,400
Rendimiento maíz Tradicional	0,915	-0,065	0,244
Rendimiento maíz TOTAL	0,791	0,542	-0,038
Costos de Producción Maíz Tecnificado	0,910	0,333	0,125
Costos de Producción Maíz Tradicional	0,884	0,396	0,174
Precio del productor	0,824	0,502	0,157
Importación de maíz en toneladas	-0,170	-0,897	0,293
Participación de maíz en PIB total	0,812	0,330	-0,255
Importación de urea	0,136	-0,214	0,947

Elaborado por: Gustavo Echeverría

4.1.3.1 Análisis de los componentes prioritarios (CP1 – CP2 -CP3) para Ecuador

CP1: Variables que inciden en la decisión del agricultor en sembrar.

En cuanto a la interpretación de los componentes, observamos que CP1 tiene un aporte positivo con las variables Años; Área de maíz tecnificado; Rendimientos; Costos de producción; y su

participación en el PIB, con los cuales sus valores positivos podrían asimilarse con aquellas variables que inciden en la decisión del agricultor en sembrar.

CP2: Balanza comercial

Los coeficientes de la CP2 tienen un aporte negativo con variables que perjudican a la balanza comercial como las áreas de maíz tradicional y la importación de maíz, que al parecer indican que los valores negativos hacen que reduzcan los ingresos al país.

CP3: Tecnificación del cultivo.

Por su parte, CP3 tiene un aporte positivo muy alta con las importaciones de Urea, que es el insumo principal para la fertilización de maíz, por tanto, lo podríamos asociar con aquellas siembras con uso de tecnología.

Tabla 9-4. Valores que toman los componentes principales para el análisis del sistema de producción de maíz duro en Ecuador

Años	Producción*	CP1**	CP2***	CP3****
2001	501090	188483	-509673	1475186
2002	539816	346971	-1039400	2915373
2003	578904	182382	-770374	1799417
2004	732111	224115	-889091	2040289
2005	744629	180313	-792620	1745553
2006	651082	239655	-1011557	2390503
2007	913477	184730	-827870	1571907
2008	771879	2144770	-3666417	14950496
2009	767153	2805822	-4824170	19827198
2010	868027	2794150	-4921972	19847145
2011	830150	3476508	-5993832	24504955
2012	1139017	3602044	-5793805	24653463
2013	1042011	122345	-113372	195349
2014	1533219	204764	-31340	207414
2015	1873525	261594	86349	156589
2016	1091108	207817	12475	216964
2017	1436106	236611	26502	204686

*Valores estimados por el MAGAP, (2017)

**CP1: Variables que inciden en la decisión del agricultor en sembrar

**CP2: Balanza comercial

***CP3: Tecnificación del cultivo.

Elaborado por: Gustavo Echeverría

Al realizar la regresión lineal para la Producción de maíz duro en Ecuador, se obtuvieron los siguientes resultados, como se indica en las tablas 10-4, 11-4 y 12-4.

- Planteamiento de hipótesis

Ho: $B_1 = 0; B_2 = 0; B_3 = 0$

Ha: $B_1 \neq 0; B_2 \neq 0; B_3 \neq 0$

- Análisis de Regresión

Tabla 10-4. Estadísticas de la regresión para la Producción de maíz duro en Ecuador

Coefficiente de correlación múltiple	0,992
Coefficiente de determinación R ²	0,984

Elaborado por: Gustavo Echeverría

Con un $r=0,992$ altamente significativo se determinó que existe relación entre las variables dependientes e independientes, ajustándose el 98,4% de los datos a la ecuación.

Tabla 11-4. Análisis de varianza para la Producción de maíz duro en Ecuador

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados medios	F
Regresión	3	1,7101E+13	5,7003E+12	320,108592
Residuos	14	2,493E+11	1,7807E+10	
Total	17	1,735E+13		

Elaborado por: Gustavo Echeverría

Tabla 12-4. Análisis de regresión lineal para la Producción de maíz duro en Ecuador

	Coefficientes	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	0	#N/A	#N/A
cp1	8,499199	25,0945501	4,8668E-13
cp2	-3,13062	-19,9858919	1,0857E-11
cp3	-1,93195	-25,5208788	3,8625E-13

Elaborado por: Gustavo Echeverría

Ecuación de producción de maíz duro en Ecuador

$$Y = 8,4991 CP1 - 3,1306 CP2 - 1,9319CP3$$

De donde:

Y= Producción estimada de maíz duro en toneladas

CP1= Variables que inciden en la decisión del agricultor en sembrar.

CP2= Balanza comercial

CP3 = Tecnificación del cultivo.

Interpretación:

Para la CP1 se rechazó la hipótesis nula donde $B_1=0$, aceptando la hipótesis alternativa. Lo que significa que, por cada unidad incrementada, aumenta la producción de maíz duro en 8,4 toneladas.

Para la CP2 se rechazó la hipótesis nula donde $B_2=0$, aceptando la hipótesis alternativa. Lo que significa que, por cada unidad incrementada, reduce la producción de maíz duro en 3,13 toneladas.

Para la CP3 se rechazó la hipótesis nula donde $B_3=0$, aceptando la hipótesis alternativa. Lo que significa que, por cada unidad incrementada, se reduce la producción de maíz duro en 1,93 toneladas.

Para el análisis de regresión se consideró la intercepción igual a 0, al igual que Colombia, se tuvo la misma respuesta.

4.1.4 Valoración económica del cultivo de maíz transgénico en Colombia

Según datos oficiales, en Colombia se produce maíz transgénico desde el 2017, luego de su aprobación dese el 2016, teniendo una tendencia de adaptación cada vez mayor.

Según el gráfico 4-4, describe la tendencia de adopción de esta tecnología, en la cual su porcentaje de adopción refleja en las semillas de maíz tecnificado, ya que en estas se utiliza híbridos y tecnología para alcanzar altos rendimientos.

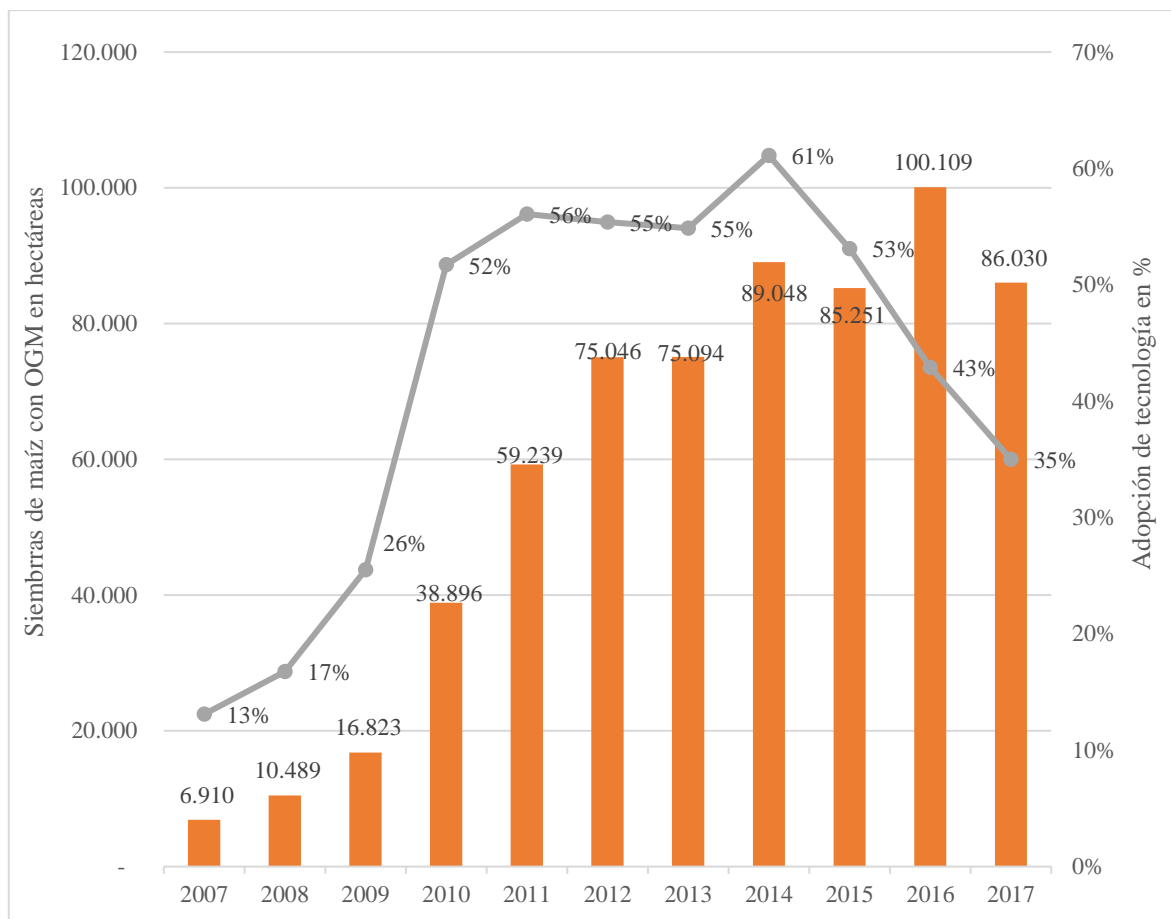


Gráfico 4-4. Porcentaje de adopción de la tecnología en función de las áreas de maíz tecnificado en Colombia en el periodo del 2007 al 2017

Fuente: AGROBIO, (2017).

Elaborado por: Gustavo Echeverría

4.1.4.1 Modelos de Regresión lineal multivariado para la producción de maíz con OGM en Colombia

Tomando en consideración a la línea base que se encuentra en el Anexo C, se procedió a analizar los datos en el programa SPSS, el cual determinó que en el análisis de uso de la tecnología de maíz OGM en Colombia se presentaron los siguientes resultados, particularmente en los datos de áreas y rendimientos de maíz transgénico, más otras variables que ejercieron efecto en la producción, como son precios al productor, costos de producción, tasa de cambio e importación de maíz por parte de Colombia.

Tabla 13-4. Matriz de Componentes principales para las variables que influyen en la producción de maíz OGM en Colombia

Variables Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de varianza	% Varianza acumulado
1	5,010	55,668	55,668
2	2,904	32,261	87,930
3	0,479	5,319	93,249
4	0,238	2,648	95,896
5	0,161	1,790	97,687
6	0,111	1,228	98,915
7	0,078	0,866	99,781
8	0,020	0,218	99,999
9	9,711E-5	0,001	100,000

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Elaborado por: Gustavo Echeverría.

Del análisis realizado por el sistema SPSS, se aprecia la reducción significativa de dimensiones porcentuales de cada varianza en estudio, determinándose que de nueve componentes, solo los tres primeros alcanzaron un de nueve variables, a tres componentes alcanzando un 93,24% de varianza explicada, como lo indica en la tabla 13-4.

En la tabla 14-4 se detalla el coeficiente (r) de cada componente en estudio; priorizando el CP1-CP2 y el CP3, los cuales corresponde a ser analizados a continuación.

Tabla 14-4. Coeficientes que toman los componentes principales para las variables que influyen en la producción de maíz con OGM en Colombia.

Matriz de componente rotado	Componente		
	CP1	CP2	CP3
Años	0,880	0,038	0,438
Área Maíz OGM	0,883	-0,222	0,360
Rendimiento maíz OGM	0,490	0,100	0,849
Costos de Producción Maíz OGM	0,021	-0,976	0,040
Precio del productor	-0,254	-0,837	-0,367
Tipo de cambio	0,589	0,728	0,272
Importación de maíz en toneladas	0,797	0,380	0,302
Participación de maíz en PIB total	-0,225	0,912	-0,098
Importación de fertilizantes urea	0,961	-0,006	0,062

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 5 iteraciones.

Elaborado por: Gustavo Echeverría.

4.1.4.2 Análisis de los componentes prioritarios (CP1 – CP2 -CP3) para maíz transgénico en Colombia

CP1: Decisión de siembras por parte del agricultor

En cuanto a la interpretación de los componentes de la tabla 8-4, observamos que CP1 tiene un mayor aporte positivo con las variables Años; Área de maíz con OGM; Importación de maíz duro; e Importación de fertilizantes con lo cual sus valores positivos podrían asimilarse con aquellas variables que inciden en la decisión de sembrar maíz con semilla con OGM.

CP2: Componentes macro y microeconómicos.

Los coeficientes de la CP2 tienen un aporte negativo muy alta con la variable de Costos de Producción; y el Precio al productor, y presentan un aporte positivo con las variables macroeconómicas como es el tipo de cambio y la participación del maíz en el PIB total. Parece indicar que valores negativos de este componente están incluidos los indicadores microeconómicos, y los valores positivos los indicadores macroeconómicos.

CP3: Rendimiento de maíz transgénico

Por su parte, el CP3 tiene un aporte positivo muy alta con el Rendimientos de maíz transgénico.

Tabla 15-4. Valores que toman los componentes principales para el análisis de producción de maíz con OGM en Colombia

Años	Producción estimada de maíz OGM en toneladas*	CP1**	CP2***	CP3****
2007	34690	2755576	1214306	983385
2008	54125	2793094	1207098	982974
2009	102618	2500611	1130666	915962
2010	196425	3042111	1295229	1070165
2011	308043	2525896	1012504	859861
2012	427762	3000533	1259729	1060440
2013	446058	3181404	1314721	1108596
2014	579970	3480990	1408636	1196342
2015	541344	4068448	1682815	1412968
2016	610665	3887411	1609269	1359169
2017	558335	3756554	1528346	1291340

*Producción estimada por el autor considerando área y rendimiento de maíz GMO, elaborada por el autor.

**CP1: Decisión de siembras por parte del agricultor

***CP2: Componentes macro y microeconómicos.

****CP3: Rendimiento de maíz GMO

Elaborado por: Gustavo Echeverría.

Al realizar la regresión lineal para la Producción de maíz OGM en Colombia, se obtuvieron los siguientes resultados, como se indica en las tablas 16-4, 17-4 y 18-4.

- Planteamiento de hipótesis

Ho: $B_1 = 0$; $B_2 = 0$; $B_3 = 0$

Ha: $B_1 \neq 0$; $B_2 \neq 0$; $B_3 \neq 0$

- Análisis de Regresión

Tabla 16-4. Estadísticas de la regresión para la Producción de maíz OGM en Colombia

Coefficiente de correlación múltiple	0,997
Coefficiente de determinación R ²	0,994

Elaborado por: Gustavo Echeverría

Con un $r=0,997$ altamente significativo se determinó que existe relación entre las variables dependientes e independientes, ajustándose el 99,4% de los datos a la ecuación.

Tabla 17-4. Análisis de varianza para la Producción de maíz OGM en Colombia

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F
Regresión	3	1,8338E+12	6,1127E+11	472,7087969
Residuos	8	1,0345E+10	1293120272	
Total	11	1,8442E+12		

Elaborado por: Gustavo Echeverría

Tabla 18-4. Análisis de regresión lineal para la Producción de maíz OGM en Colombia

	Coefficientes	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	0	#N/A	#N/A
cp1	-0,8712333	0,34223356	-2,5457275
cp3	-9,1310027	0,82963332	-11,0060705
cp3	13,7462241	1,8752583	7,33030971

Elaborado por: Gustavo Echeverría

Ecuación de producción de maíz OGM para Colombia

$$\hat{Y} = -0,8712CP1 - 9,1310 CP2 + 13,7462 CP3$$

De donde:

\hat{Y} = Producción estimada de maíz OGM en toneladas.

CP1= Decisión de siembras por parte del agricultor.

CP1= Componentes macro y OGM.

Interpretación:

Para la CP1 se rechazó la hipótesis nula donde $B_1=0$, aceptando la hipótesis alternativa. Lo que significa que, por cada unidad incrementada, reduce la producción de maíz duro en 0,8712 toneladas.

Para la CP2 se rechazó la hipótesis nula donde $B_2=0$, aceptando la hipótesis alternativa. Lo que significa que, por cada unidad incrementada, reduce la producción de maíz duro en 9,131 toneladas.

Para la CP3 rechazo la hipótesis nula donde $B_3=0$, aceptando la hipótesis alternativa. Lo que significa que, por cada unidad incrementada la producción de maíz duro aumenta en 13,7462 toneladas. Para el análisis de regresión se consideró la intercepción igual a 0, al igual que en Ecuador y Colombia.

La producción de maíz OGM en Colombia tubo una producción desde el 2007 al 2017 de alrededor de 3'860.035 toneladas de maíz duro, representando un 28 % de producción total desde el periodo 2007 al 2017, generando un ingreso de 1.272 millones de USD

4.1.5 Simulación de la productividad y beneficios económicos del maíz transgénico que alcanzarían los productores del Ecuador.

Con el porcentaje de adopción de la tecnología de maíz transgénico o con OGM, en Colombia, como se indicó en la Gráfico 4-4, se simuló las áreas sembradas en Ecuador desde el 2007 al 2017, los cuales son el resultado del porcentaje de adopción que tuvo Colombia por el área de maíz tecnificado.

De igual manera el área real que tenía el Ecuador desde el 2007 al 2017 de maíz tecnificado, se restó el área de maíz con OGM simulado, ya que no se incrementaron nuevas áreas, pero si se remplazaron con siembras con OGM, tal como se explica en la tabla 19-4.

Con estas nuevas áreas simuladas y partiendo de la ecuación de producción de maíz para Ecuador, y la ecuación de maíz con OGM para Colombia se obtuvieron los siguientes resultados.

Tabla 19-4. Descripción de las áreas de maíz GMO y tecnificado simulado en Ecuador desde el 2007 al 2017.

AÑO	Porcentaje de adopción de la tecnología OGM de Colombia*	Área real de Maíz tecnificado de maíz Ecuador **	Área maíz OGM simulado en Ecuador***	Área tecnificada de maíz simulada sin OGM en Ecuador ***
	%	has	has	has
2007	13%	201.789	26.416	175.373
2008	17%	173.849	29.121	144.728
2009	26%	147.175	37.551	109.624
2010	52%	158.251	81.841	76.410
2011	56%	171.871	96.369	75.502
2012	55%	239.093	132.408	106.685
2013	55%	230.175	126.288	103.887
2014	61%	312.691	191.107	121.584
2015	53%	365.931	194.306	171.625
2016	43%	282.699	121.238	161.461
2017	35%	328.036	114.422	213.614

* Porcentaje tomado de la tendencia adoptada por Colombia, según el gráfico 5.

** Datos presentados por el MAGAP, mediante Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua – ESPAC, (2018)

*** Calculado por el autor

Elaborado por: Gustavo Echeverría.

4.1.6 Simulación de Producción de maíz transgénico en Ecuador para el periodo 2007 al 2017

Con la Ecuación 3 que corresponde a la producción de maíz con OGM para Colombia, y los componentes principales de este análisis, se procedió a simular la producción de maíz OGM en Ecuador con datos de áreas sembradas simuladas de maíz OGM en Ecuador, dichos datos se detallan en la tabla 9-4.

Al correr los datos simulados de las áreas de maíz con OGM en Ecuador, partiendo de la línea base de datos que se encuentran en el Anexo D, y usando los coeficientes que toman los componentes principales para las variables que influyen en la producción de maíz GMO en Colombia, tal como se describe en la tabla 14-4, se obtuvieron los siguientes resultados y se presentan en la tabla 20-4.

Tabla 20-4. Valores simulados que toman los componentes principales para el análisis de producción de maíz OGM simulado en Ecuador para el periodo del 2007 al 2017.

Año	Producción calculada de maíz OGM en Ecuador en toneladas *	CP1	CP2	CP3
2007	178.194	487666	206743	181202
2008	207.735	447978	120014	123225
2009	264.123	521408	125676	135742
2010	537.927	661220	163922	189927
2011	63.1051	767475	182412	215718
2012	858.535	619585	87472	159829
2013	818.843	407767	21848	99926
2014	1'224.712	484322	-2090	118402
2015	1'245.010	407073	-33510	94112
2016	793.810	405275	-6018	79436
2017	751.030	402732	1277	81009

* Producción calculada, partiendo de la ecuación de producción de maíz GMO en Colombia, sus coeficientes de los componentes principales

Elaborado por: Gustavo Echeverría.

Con esta simulación Ecuador, pudo haber producido un total de 7'510.971 toneladas de maíz transgénico o con OGM.

4.1.7 Simulación de Producción de maíz con tecnologías de producción tradicional y tecnificado en Ecuador para el periodo 2007 al 2017

Con la modificación de áreas y respectiva reducción de maíz tecnificado en Ecuador, se realiza una nueva simulación partiendo de la ecuación de producción de maíz para Ecuador, pero con menores áreas para la producción de maíz tecnificado, debido a que estas áreas fueron utilizadas para la siembra de maíz OGM de manera simulada, a continuación, tal como se describe la tabla 9-4, que detalla las nuevas áreas de maíz tecnificado.

Al correr los datos simulados de las áreas de maíz tecnificado simulado en Ecuador, partiendo de la línea base de datos que se encuentran en el Anexo E, y usando los coeficientes que toman los componentes principales para las variables que influyen en la producción de maíz en Ecuador, tal como se describe en la tabla 7-4, se obtuvieron los siguientes resultados y se presentan en la tabla 21-4.

Tabla 21-4. Valores simulados que toman los componentes principales para el sistema de producción de maíz con tecnología tradicional y tecnificado en Ecuador para el periodo del 2007 al 2017.

Año	Producción de maíz simulada con tecnologías tradicional y tecnificado en Ecuador en toneladas*	CP1	CP2	CP3
2007	999.165	188483	-509673	1475186
2008	684.614	346971	-1039400	2915373
2009	465.798	182382	-770374	1799417
2010	423.340	224115	-889091	2040289
2011	510.562	180313	-792620	1745553
2012	492.787	239655	-1011557	2390503
2013	415.999	165203	-843775	1576882
2014	527.731	2123243	-3683949	14955981
2015	725.251	2778064	-4846778	19834271
2016	730.756	2733652	-4971245	19862559
2017	987.740	3405271	-6051852	24523105

* Producción calculada, partiendo de la ecuación de producción de maíz GMO en Colombia, sus coeficientes de los componentes principales

Elaborado por: Gustavo Echeverría.

La producción total de maíz simulado en toneladas para Ecuador para el periodo del 2001 al 2017, se traduce en la siguiente ecuación.

Ecuación de Producción total de maíz simulado en Ecuador

Produccion total estimada

= Producción de maíz OGM

+ Producción de maíz tecnificado y tradicional

Produccion total estimada = 7'510.971 t + 6'963.743 t

Produccion total estimada = 14'474.174 toneladas

Con una producción real, según el MAGAP para el periodo comprendido entre el 2007 al 2017 de 12'265.671 toneladas de maíz en las condiciones descritas anteriormente con áreas sembradas de manera tradicional y tecnificada y con las demás variables, versus la producción simulada con el uso de maíz OGM desde el 2007, asumiendo la misma tendencia de adopción de esta tecnología como lo hizo Colombia, se obtendría un valor de 14'474.174 de toneladas de maíz. Ecuador al no usar esta tecnología de OGM, dejó de producir un total de 2'209.043 toneladas de maíz duro, que equivale según los precios de la tonelada de esta materia prima en cada año, un total de 645'131.066 USD.

4.1.8 Simulación de la productividad y beneficios económicos del maíz transgénico en Ecuador y su tendencia para diez años

Partiendo de la Ecuación de producción de maíz para Ecuador y con la Ecuación de producción de maíz OGM de Colombia, se realizaron las siguientes simulaciones con los siguientes datos que se describen en el Anexo D para el caso de maíz GMO y el Anexo E para el caso de maíz tecnificado y tradicional, con la proyección a diez años de cada una de las variables de acuerdo a su comportamiento de crecimiento o decrecimiento en los últimos diez años en los valores observados.

4.1.8.1 Simulación de Producción de maíz OGM en Ecuador a diez años.

La simulación de producción de maíz transgénico a 10 años se describe en la tabla 22-4

Tabla 22-4. Valores simulados que toman los componentes principales para el análisis de producción de maíz OGM en toneladas en Ecuador para el periodo del 2018 al 2028.

Año	Producción estimada de maíz OGM en Ecuador en toneladas*	CP1	CP2	CP3
2018	520.603	364718	-34198	66488
2019	577.897	394246	-41094	77709
2020	647.196	429766	-49491	91367
2021	731.131	472593	-59717	107998
2022	832.917	524328	-72175	128256
2023	956.472	586928	-87354	152937
2024	1'106.578	662775	-105853	183016
2025	1'289.068	754781	-128401	219679
2026	1'511.057	866495	-155888	264374
2027	1'781.229	1002246	-189401	318868

* Producción calculada, partiendo de la ecuación de producción de maíz GMO en Colombia, sus coeficientes de los componentes principales

Elaborado por: Gustavo Echeverría.

4.1.8.2 *Simulación de Producción de maíz con tecnologías tradicionales y tecnificadas en Ecuador a diez años.*

En el caso de la simulación de producción para las tecnologías de tradicional y tecnificado para Ecuador se detalla en la tabla 23-4.

Tabla 23-4. Valores simulados que toman los componentes principales para el sistema de producción de maíz con tecnología tradicional y tecnificado en Ecuador para el periodo del 2018 al 2027.

Año	Producción calculada de maíz con tecnología tradicional y tecnificada en Ecuador en toneladas	CP1	CP2	CP3
2018	986.414	176167	38021	202818
2019	1'049.613	187178	47964	202431
2020	1'114.804	198431	57948	202015
2021	1'182.179	209962	68014	201561
2022	1'251.933	221808	78200	201061
2023	1'324.264	234002	88545	200504
2024	1'399.372	246581	99088	199883
2025	1'477.463	259581	109865	199187
2026	1'558.747	273037	120913	198408
2027	1'643.438	286987	132271	197536

Elaborado por: Gustavo Echeverría.

La producción total de maíz simulado en toneladas para Ecuador para el periodo proyectado del 2018 al 2027, se describe en la siguiente tabla 24-4.

Con la simulación a diez años, el Ecuador llegaría a producir un total de 22'942.375 de toneladas de maíz duro, aportado con un 43 % la tecnología OGM, y a un precio de tonelada de 244 USD según el promedio de comportamiento de los años anteriores, generará un ingreso de 5.597'939.613 USD, como se detalla en la tabla 24-4.

Tabla 24-4. Total de producción estimada de maíz en Ecuador para el periodo 2018 al 2027.

Año	Producción de maíz OGM en toneladas	Producción de maíz tecnificado y tradicional en toneladas	Total, de producción de maíz en toneladas
2018	520.603	986.414	1'507.016
2019	577.897	1'049.613	1'627.510
2020	647.196	1'114.804	1'761.999
2021	731.131	1'182.179	1'913.310
2022	832.917	1'251.933	2'084.851
2023	956.472	1'324.264	2'280.737
2024	1'106.578	1'399.372	2'505.950
2025	1'289.068	1'477.463	2'766.531
2026	1'511.057	1'558.747	3'069.804
2027	1'781.229	1'643.438	3'424.667

Elaborado por: Gustavo Echeverría

4.1.9 Análisis mediante la valoración económica en términos macro y microeconómicos de la introducción del maíz GMO en el Ecuador

4.1.9.1 Valoración económica en términos macro y microeconómica de la conveniencia del uso de esta tecnología en el Ecuador

Los efectos macroeconómicos recaen netamente en las importaciones, exportaciones y participación en el PIB, según las simulaciones realizadas si el Ecuador hubiera utilizado la tecnología de maíz OGM la Balanza comercial al año 2013 habría sido positiva y se comenzaría a tener un excedente que se asumiría como capacidad exportable, tal como se detalla en la tabla 25-4, teniendo un ahorro de 264'023.068 USD en importaciones y de 156'342.181 USD de ingresos a través de la exportación del excedente, dando un total de ingreso para el estado de 420'365.249 USD.

Tabla 25-4. Detalle de valores en USD de importaciones ahorradas y excedentes exportados por el Ecuador a partir del 2007 hasta el 2017.

Año	Diferencia de importaciones en USD	Precio CIF de maíz amarillo USD	Precio FOB de maíz amarillo USD	Total de USD en importaciones de maíz	Total en USD de exportaciones de maíz
2007	263.883	218	162	57'518.850	
2008	120.469	269	244	32'423.052	
2009	-37.232	221	277	8'226.302	
2010	93.241	245	293	22'877.501	
2011	311.463	310	290	96'577.010	
2012	212.305	296	295	62'852.957	
2013	54.556	324	298		16'255.954
2014	105.345	252	256		26'966.859
2015	63.783	221	199		12'724.071
2016	370.061	202	175		64'635.055
2017	224.086	207	160		35'760.242
Total				264'023.068	156'342.181

Fuente: Datos de valores de CIF y FOB Banco Central del Ecuador, Estadísticas de Comercio Exterior, (2018)

Elaborado por: Gustavo Echeverría.

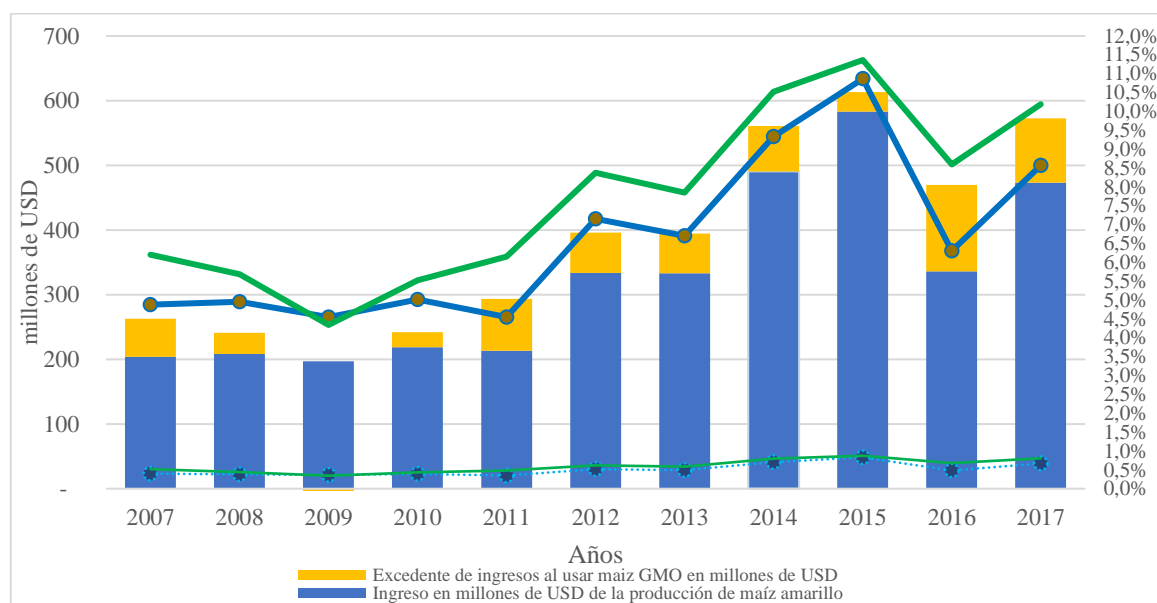


Gráfico 5-4. Efectos de la participación de la producción de maíz en el PIB real total y PIB real agrícola

Fuente: Banco Central del Ecuador Información Estadística Mensual No.1997 - Julio 2018, (2018).

Elaborado por: Gustavo Echeverría.

Para la cuestión de efectos sobre el PIB real y en PIB agrícola se describe a continuación en la el gráfico 5-4 los efectos del excedente de ingresos al usar esta tecnología de OGM, lo que conlleva a un incremento del PIB total por año en promedio del 0,09 %, y en el PIB agrícola del 1,16%.

Además, existe una mayor participación de la producción de maíz con OGM tanto en el PIB total como en el PIB agrícola.

4.1.9.2 Valoración económica en términos microeconómicos de la conveniencia del uso de esta tecnología en el Ecuador

Para el análisis económico dentro del espectro microeconómico se analiza la RB/C (Relación Beneficio Costo) que tiene la producción Bajo las diferentes tecnologías, para el caso de maíz tecnificado la RB/C tiene un promedio de 0,79, superior a la RB/C de la utilizada con tecnología tradicional con un promedio de 0,49. Para el caso de maíz OGM el promedio de la RB/C es de 1,25 en el caso de haberla utilizado, muy superior a las otras tecnologías, debido a una reducción de alrededor del 3% en los costos de producción al reducir los egresos para aplicaciones de plagas a pesar de un incremento en la aplicación de glifosato; y, un rendimiento superior casi en un 20% al maíz tecnificado, debido a la reducción de pérdidas por plagas.

Los rendimientos fueron tomados de Colombia al tener condiciones climáticas y ubicación en el planeta algo similares, otros rendimientos en otros países como México y Estados Unidos reflejan promedio de 15 a 20 toneladas influenciadas principalmente por el mayor número de horas luz alrededor de 18 horas luz por día con una mayor densidad de siembra de casi 100000 plantas por hectárea, frente a las 12 horas luz que tenemos en nuestro latitud con densidades inferiores a las 60000 plantas por hectárea.

A continuación se detalla en la tabla 26-4, la relación RB/C de cada tecnología, que a primera vista la con mayor RB/C es la de maíz OGM, la que le sigue es la tecnificada y por último la tradicional, pero a más de este análisis, las mayores relaciones RB/C de cada tecnología se ubican cuando el precio al productor es mayor, de ahí la importancia de la fijación de precios de sustentación, ya que al realizar los componentes principales, el precio influye directamente en la producción.

Tabla 26-4. Relación Beneficio costo que tiene cada tecnología de acuerdo al precio de producción e ingresos según un determinado año en Ecuador.

AÑO	Precio del productor USD /tonelada*	RB/C maíz OGM	RB/C maíz tecnificado	RB/C maíz tradicional
2001	146		0,66	0,37
2002	168		0,50	0,28
2003	151		0,47	0,27
2004	182		0,57	0,34
2005	188		0,66	0,39
2006	184		0,73	0,41
2007	223	0,75	0,82	0,39
2008	270	1,35	0,99	0,48
2009	252	1,34	0,70	0,48
2010	250	1,06	0,58	0,43
2011	265	1,12	0,65	0,41
2012	293	1,30	0,73	0,43
2013	320	1,33	1,12	0,44
2014	320	1,40	1,13	0,44
2015	311	1,37	1,12	0,44
2016	308	1,32	0,92	0,38
2017	329	1,45	1,11	0,51

*Fuente: Racines, J. (2010).

Elaborado por: Gustavo Echeverría

4.2 Discusión

Luego de analizar el dinamismo que tiene la producción de maíz en Ecuador con las ecuaciones de regresión propuesta para explicar los sistemas de producción con las diferentes tecnologías, para los dos países, se observa que en Colombia produjo 13 millones de toneladas, superior a la de Ecuador con 12 millones de toneladas, con un superávit de 1.17 millones de toneladas de maíz seco, para el periodo 2007 al 2017.

En cuestión de ingresos para Colombia la producción de maíz generó 4.377 millones de USD, que representa un valor de 786 millones de USD más que en Ecuador que su producción de maíz alcanzó ingresos de 3.591 millones de USD, a pesar de que la participación en el PIB real con 0,17%, inferior a la de Ecuador con un 0,32%, del periodo 2007 al 2017.

A pesar de que influye el número total de hectáreas sembradas, siendo superior Colombia con 6 millones de has, al compararlo con Ecuador con 3,8 millones de has, las variables económicas como la RB/C (Relación Beneficio Costo) demuestran la ventaja del uso de esta tecnología.

Las relaciones de Beneficio Costo de la dinámica de producción de maíz OGM en Colombia tubo un promedio de 1,36 versus 0,81 que tubo Ecuador del periodo 2007 al 2017.

Con relación a lo anterior, se resalta la mayor producción e ingresos entre los dos países en un periodo del 2007 al 2017, en cifras macroeconómicas, y las mayores ventajas para los agricultores con una relación RB/C superiores al usar el maíz OGM versus las tecnologías usadas en Ecuador de maíz tecnificado y tradicional se puede concluir que, no se rechaza la hipótesis de investigación.

CONCLUSIONES

1. Luego del análisis que determina la dinámica productiva y económica del maíz duro en la costa del Ecuador, se identifica la influencia de manera directa de las políticas públicas ejecutadas por el MAGAP en el 2012 enfocadas al sector maicero; y que logró un importante crecimiento en la producción nacional, pero a pesar del gran esfuerzo de los gremios en adaptar estas nuevas tecnologías en el campo que han permitido el incremento de los rendimientos, y del estado en la implementación de precios de sustentación, control de importaciones mediante cupos, conformación de la UNA, no fue suficiente para fortalecer este sector, ya que con el cambio de gobierno no se continuó con estas estrategias, llevando en el 2016 en adelante a la reducción de precios y por ende a un bajón de producción pero por disminución de siembras. Por tal motivo lo que se ha mantenido son justamente los altos rendimientos y se llega a la conclusión que la adopción de nuevas tecnologías como es el uso de semilla transgénica permitiría mayores beneficios económicos a los agricultores y producciones elevadas a nivel país, a pesar del estado cambiario de las políticas públicas.
2. Cuando se analiza la producción de maíz transgénico para Colombia, se evidencia el porcentaje de adopción de esta tecnología ha sido creciente a través del tiempo, además del aporte que tiene la producción de esta tecnología con casi 4 millones de toneladas que representan el 28% de la producción total en el período 2007 al 2017, por lo que se constituye en un aporte significativamente positivo al sector maicero de Colombia.
3. Al simular la producción de maíz con semillas transgénicas se evidencia los incrementos en la producción total versus los reales observados, en el periodo 2007 al 2017, es así que con la simulación existiría un total de alrededor de 14 millones de toneladas de maíz duro, frente al real observado de 12 millones de toneladas. Es decir que Ecuador, al no usar esta tecnología de OGM, dejó de producir un total de 2'209.043 toneladas de maíz duro, que equivale según los precios por tonelada de esta materia prima en cada año, un total de 645'131.066 USD, en el periodo de tiempo bajo estudio.
4. Al plantearse un escenario a diez años, con una producción total de maíz duro simulada de 23 millones de toneladas, el aporte del uso de esta tecnología con semillas con OGM en la producción sería del 43%, contribuyendo de manera positiva a los efectos en las cuentas nacionales, en lo que respecta a la Participación del PIB y la balanza comercial, con los correspondientes beneficios, incrementando su participación en el primer caso y en el segundo no tener la necesidad de importar esta materia prima. Todos estos efectos en la

economía indican la necesidad del uso de la tecnología de maíz transgénico, y su pronta aprobación para su uso comercial.

5. En un escenario donde el uso de semillas transgénicas está autorizado para siembras comerciales en Ecuador, se puede evidenciar gracias a los resultados obtenidos que existiría un aporte positivo a todos los indicadores económicos estudiados, por ejemplo al medir los indicadores microeconómicos como la RB/C con un promedio de 1,36; se evidencia la superioridad versus el uso de las otras tecnologías como la siembra de semillas híbridas o semillas tradicionales con promedios inferiores a 0,7. En la parte macroeconómica la participación del PIB aumenta con el incremento total de la producción pasando de un promedio de participación de 0,52% a un 1,32, y por último, la balanza comercial juega un rol fundamental en las cuentas nacionales, siendo el maíz duro uno de los siete productos catalogados como prioritarios en la reducción de importaciones; y, al analizar la simulación se puede evidenciar que al 2013 llegó a no necesitar importaciones de maíz duro, y a partir de estos años existiría excedentes, beneficiando al país al reducir importaciones y colocando materia prima a disponibilidad de exportaciones.

RECOMENDACIONES

1. Si bien es cierto la intervención del estado en el sector maicero mediante políticas públicas ayudó a su crecimiento, se debe analizar que los mejores resultados fueron gracias a la entrega de tecnología facilitando su uso con alianzas estratégicas con la empresa privada, y el control externo de importaciones. Por ende se debe mantener este tipo de estrategias enfocadas más al proteccionismo del sector mediante estas políticas, y que con un escenario favorable de uso de semillas transgénicas, se tomen estas pautas para intervenir en la adopción de esta tecnología y su constante crecimiento tal como lo hizo Colombia y arrojó sus resultados favorables.
2. Al igual que Ecuador, la intervención del gobierno Colombiano en el sector maicero permitió su crecimiento a partir del 2011, pero la pérdida del proteccionismo hacia los productores gracias al TLC con USA, al permitir reducir los aranceles y por ende el precio CIF del maíz duro en puerto, vuelve más apetecible comprar ese tipo de materia prima, además este efecto perjudicó la exportaciones que tenía Ecuador hacia Colombia que se lo realizaba hasta el 2014, al colocarlo con un valor más alto y menos competitivo. Este fenómeno se debe tener en cuenta en la toma de dediciones a la firma de acuerdos comerciales con Europa o USA, en el cual se debe medir el impacto que ocasionaría el quitar los aranceles para la importación no sólo de maíz, sino de todos los comoditties.
3. En un escenario hipotético de producción de maíz transgénico, es imperante el acompañamiento de la academia, los institutos de investigación y la empresa privada para el desarrollo de los paquetes tecnológicos para cada zona del país, con el fin de buscar los más altos rendimientos gracias al vigor híbrido que tendría estas semillas. En el contexto del MAG se debe concentrar en lo que es, un ente rector de la política agraria, con el fin de impulsar el desarrollo de la empresa privada y la academia en el sector.
4. De igual manera el Ministerio de Agricultura, se debe enfocar en las regulaciones de importaciones de maíz duro, estableciendo la misma estrategia exitosa en el pasado como la entrega de cupos de importación de esta materia prima a empresas procesadoras, siempre y cuando se garantice el consumo interno del país. Por otro lado la apertura de nuevos mercados con la firma de nuevos acuerdos potenciales, debería ubicar esta materia prima para la exportación, ya que estas acciones permitirán aumentar la demanda y por ende equilibrar el precio al productor.

5. La opinión pública juega un papel fundamental, donde todas las dudas sobre el uso de esta tecnología, y que puedan ser mal llevadas por el desconocimiento y desinformación de grupos extremistas, puede ocasionar la presión hacia el gobierno de el no uso de estas semillas con GMO, a pesar de lo que nunca se habla, es que su consumo está autorizado y ya lo venimos haciendo para más de veinte años, por ende la investigación in situ es la herramienta más poderosa para desmentir falsos datos y brindar seguridad a la población para el uso de esta no tan nueva tecnología, pero muy eficaz.

6. Crear un comité independiente al MAG, donde participen la academia, la empresa privada, los gremios, los compradores a través de representantes de las empresas procesadoras y por último los colegios técnicos, en las cuales realicen un verdadero foro, discusión y propuesta para la integración de esta tecnología de transgénicos en el campo, dicha propuesta debe llevar una normativa de aplicación, estudios de ingresos, pautas que debe tomar el ente fitosanitario para poder liberar estas semillas previo a su fase comercial, con el fin de elevar a un pedido del sector agro productivo la necesidad de contar con esta tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrobio. (s.f.). Normatividad por país . (A. d. Agrícola, Ed.) Bogota, Colombia. Recuperado el 5 de mayo de 2017, de <http://www.agrobio.org/normatividad-por-pais/#>
- Andrade, F. (2011). La tecnología y la producción agrícola El pasado y los actuales desafíos (INTA ed.). Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 18 de Noviembre de 2016, de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/27813/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Baca, G. (2006.). Evaluación de Proyectos. . (L. Arellano, Ed.) Mexico: Mc-Graw-Hill/Interamericana.
- Banco Central del Ecuador. (2014). Reporte de coyuntura sector agropecuario. Banco Central del Ecuador, Quito. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201402.pdf>
- Banco Central del Ecuador. (2018). Información Estadística Mensual No.1997 - Julio 2018. Banco Central del Ecuador, Quito. Recuperado el 15 de Julio del 2018, <https://contenido.bce.fin.ec/home1/estadisticas/bolmensual/IEMensual.jsp>
- Banco Central del Ecuador. (2018). Estadística de Comercio Exterior. Banco Central del Ecuador, Quito. Recuperado el 5 de Julio del 2018, <https://www.bce.fin.ec/index.php/c-exterior>
- Banco de la República Colombia, (2018) – Tipo de cambio Gerencia Técnica , Bogotá Recuperado el 5 de Julio del 2018, de Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE (www.dane.gov.co).
- Carvajal, V. (2013). El mantenimiento del Capital: Un concepto fundamental para la determinación de la ganancia por parte del ente económico. (E. J. Moreno, Ed.) Santiago de Cali, Colombia: Universidad del Valle. Recuperado el 5 de Mayo de 2017, de <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/8960/1/CB-0516619.pdf>
- Chilian, J. (2010). Transgenia y cisgenia. Chile: Ministerio de Agricultura Chile. Recuperado el 10 de Noviembre de 2015, de <http://www.inia.cl/link.cgi/Biotec/Areas/ingenieria>

- Clive, J. (2014). ISAAA report on global status of biotech/GM crops: 2013. En ISAA (Ed.), ISAAA Brief 49-2014: Executive Summary. 34, págs. 1-8. China Biotechnology. Recuperado el 18 de Noviembre de 2016, de <http://isaaa.org/resources/publications/briefs/49/executivesummary/default.asp>
- Conaré, D., & K. L. (2000). El campo de las incertidumbres. 5 Fichas para comprender, anticipar y debatir. (A. p. Comissió Nacional, Trad.) Paris, Francia: UNESCO. Recuperado el 16 de Noviembre de 2015, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001246/124623s.pdf>
- Constitución del Ecuador (Asamblea del Ecuador 2008). Recuperado el 5 de Mayo de 2017, de http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf
- Cuellar, Y. (2012). Análisis normativo de los cultivos transgénicos en Colombia y propuesta de un modelo agroalimentario protector de los derechos de los campesinos y consumidores. Bogota, Colombia: Universidad Libre de Colombia. Obtenido de <http://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7421/CuellarCastroYulianaCarolina2012.pdf;jsessionid=DE38352D0CDCCA9E35BF87FD5D6D65BB?sequence=1>
- Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, Estadísticas de Comercio exterior. (2018). ,Bogota Recuperado el 5 de Mayo del 2018, de <https://www.dian.gov.co/dian/cifras/Paginas/EstadisticasComEx.aspx>
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua - ESPAC. (2018). , Quito. Recuperado el 5 de Mayo del 2018, de <http://aplicaciones3.ecuadorencifras.gob.ec/BIINEC-war/index.xhtml;jsessionid=Xwm9D+2f1JJt2IC2gRVB8AxT.undefined>
- Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas -FENALCE, (2017), Departamento Económico, Bogota 2017. Recuperado el 3 de Marzo del 2018, de <http://www.fenalce.org/alfa/pg.php?pa=60>
- Ferrer, A. (1997). Hechos y ficciones de la globalización: Argentina y el Mercosur en el sistema internacional. Buenos Aires: Fondo de cultura económica. Conferencia pronunciada en la Academia Nacional de Ciencias Económicas el 16 de julio de 1997. Buenos Aires: Fondo de cultura económica. Recuperado el 18 de Noviembre de 2016, de <http://eco.mdp.edu.ar/cendocu/repositorio/00232.pdf>

- García, J. L. (2012). Los cultivos transgénicos en la agricultura. su relación con el medio natural. *Desarrollo Local Sostenible*, 5(15). Recuperado el 18 de Noviembre de 2016, de http://www.eumed.net/rev/delos/15/cultivos_transgenicos_agricultura.pdf
- Gómez, A. F. (s.f.). La economía de entreguerras. I.E.S. Virgen del Puerto, Departamento de Historia Contemporánea de Bachillerato. Recuperado el 17 de Noviembre de 2016, de http://www.academia.edu/download/31845261/concepto_gran_depresion.pdf
- Henandez, J (2017). Integración de México- Japón en el Acuerdo de Asociación Económica: sus efectos en la balanza comercial mexicana, período 2005-2017 *Revista Internacional La Nueva Gestión Organizacional*, No. 04-2017-050814432100-203, ISSN: 2448-5519, México doi: No. 04-2017-050814432100-203. Recuperado el 17 de Noviembre de 2017, de <https://www.uatx.mx/publicaciones/revistas/fcea/RI0712201809.pdf#page=127>
- Harley, C. K. (1 de Abril de 2010). Una nueva evaluación macroeconómica de la Revolución Industrial. *Revista de Historia Economica - Journal of Iberian and Latin American Economic History*, 259-303. doi:10.1017/S0212610900003979
- Jaffe, G. (Febrero de 2004). Regulating Transgenic Crops: A Comparative Analysis of Different Regulatory Processes. *Trasngenic Research*, 13(1), 5-19. doi:10.1023/B:TRAG.0000017198.80801.fb
- Jara, C. (2013). Diagnóstico de la situación agraria y campesina para el componente Revolución Agraria de la estrategia nacional para la igualdad y la erradicación de la pobreza . SENPLADES, Quito. Recuperado el 17 de Noviembre de 2016
- Ministerio de Agricultura y Ganaderia. (2014). Boletín situacional Maíz duro seco. Boletín, MAGAP, Coordinacion General del Sistema de Informacion Nacional, Quito. Recuperado el 12 de Noviembre de 2016, de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-de-cultivo-2015&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjw6dDkiJfdAhVNs1kKHYPBrsQuwUIK TAA#v=onepage&q&f=false>
- Mendez, I. (1996). El Protocolo de Investigación, lineamientos para su elaboración y análisis (Cuarta ed.). Mexico: Trillas. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/238248342/El-Protocolo-de-Investigacion-Ignacio-Mendez>

- Monsanto Company. (2015). Nuestro compromiso con la agricultura sostenible. Disponible en:
Recuperado el 18 de Noviembre de 2016, de <http://www.monsanto.com/global/lan/quienes-somos/pages/nuestro-compromiso-con-la-agricultura-sustentable.aspx>
- Nicolia, A. (16 de Septiembre de 2013). An overview of the last 10 years of genetically engineered crop safety research. *Critical Reviews in Biotechnology*, 34(1), 77-88. doi:doi: 10.3109/07388551.2013.823595
- Palacions, T. (2009). El Riesgo de los Transgénicos. *Medio Ambiente*, 31. Recuperado el 17 de Noviembre de 2016, de <http://blogs.funiber.org/medio-ambiente/2009/08/31/el-riesgo-de-los-transgenicos>
- Racines, J. (2010). Retorno economico de la Investigacion y Transferencia de Tecnologias generadas por el Iniap - Ecuador. Caso maíz Duro, Dirección de Planificacion y Ecnomía Agrícola, INIAP Quito. Publicación técnica 143 Recuperado el 12 de Febrero de 2018, de <https://books.google.com.ec/books?id=EXszAQAAMAAJ&printsec=frontcover&dq=in+author:%22Marcelo+Racines+J,+Luis+Mendoza+C,+Fernando+Yanez+V%22>
- Reyes, J. (2001). Proyectos de Inversión. Administración (pág. 6). Pachuca de Soto: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Recuperado el 5 de Mayo de 2017, de administracion
- Roca, W. (2000). Introducción a la biotecnología vegetal. Santo Domingo, República Dominicana: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal, Inc. (CEDAF). Recuperado el 17 de Noviembre de 2016, de http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/37150671/BIOTECNOLOGIA.PDF?AWSAccessKeyId=AKIAJ56TQJRTWSMTNPEA&Expires=1479527267&Signature=L%2FEbmZLhz8ZUTNYwmXBxNj0HNV0%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DIntroduccion_a_la_Biotecnologia
- Sanchez, M. (2009). Los transgénicos y la defensa de la biodiversidad biológica en el Perú. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos67/transgenicos/transgenicos.shtml>
- Sasson, A. (1989). Biotechnologies and Developing Countries: Present and Future. *Plant Biotechnologies for Developing Countries. Proceedings of an International Symposium*

Organized by Nal CTA/FAO (págs. 23-46). Luxemburgo: Sasson, A. and N. Costarini. Recuperado el 17 de Noviembre de 2016, de <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001116/111663Eb.pdf>

Sumba, L. (2014). Producción histórica de maíz duro seco. MAGAP, Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Coordinación General del Sistema de Información Nacional, Quito. Recuperado el 16 de Noviembre de 2016, de http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/produccion_historica.pdf

Trujillo, Raúl. (2006) Prospectiva tecnológica en Colombia. Colciencias. Universidad Externado de Colombia, Bogota. Recuperado el 4 de Octubre de 2016, Disponible en: <http://www.cgee.org.br/arquivos/ib17.pdf>. Consultado en mayo de 2007.

Viñas, J. (2012). Los retos de la agricultura para alimentar al mundo en 2050. *Tiempo de paz*, 106, 37-48. *Tiempos de Paz*, 106, 37-48. Recuperado el 18 de Noviembre de 2016, de <http://www.iesa.csic.es/eventos/071120110.pdf>

Willoughby, S. (1969). *Probabilidad y estadística*. Mexico, Mexico: Editorial Cultural. doi:9684390386

Woodward, B. (2009). *Scientists Greater than Einstein*. (G. Popkin, Ed.) Fresno, California, Estados Unidos: Quill Driver Books. Recuperado el 14 de Noviembre de 2016, de <http://scienceheroes.com/images/stories/Book/Chapter5NormanBorlaug.pdf>

World Health Organization. (2014). *Frequently asked questions on genetically modified foods*. Publicación, World Health Organization, WHO Member State Governments with regard to the nature and safety of genetically modified food, New York. Recuperado el 14 de Noviembre de 2016, de http://www.who.int/foodsafety/areas_work/food-technology/Frequently_asked_questions_on_gm_foods.pdf?ua=1

ANEXOS

Anexo A. Línea base de variables y datos analizados para la producción maíz duro de Colombia

Años	Producción ¹	Área Maíz OGM ²	Área Maíz tecnificado ¹	Área Maíz tradicional ¹	Rendimiento maíz Tecnificado ¹	Rendimiento maíz Tradicional ¹	Rendimiento maíz OGM ²	Rendimiento maíz TOTAL ¹	Costos de Producción Maíz Técnico ³	Costos de Producción Maíz Tradicional ³	Costos de Producción Maíz OGM ²	Precio del productor ³	Tipo de cambio ⁵	Importación de maíz en toneladas ⁴	Participación de maíz en PIB total ⁵	Importación de fertilizantes ⁴
	tonelad	has	has	has	t /ha	t /ha	t /ha	t /ha	USD /	USD / ha	USD /	USD	Peso	tonelada	%	tonelada
2000	1.204.6	-	150.278	421.684	3,26	1,39	-	2	688	339	-	202	2.088	1.918.48	0,24%	183.998
2001	1.192.2	-	149.537	424.987	3,08	1,45	-	2,02	688	323	-	206	2.300	1.757.01	0,25%	175.878
2002	1.132.4	-	141.128	411.478	3,45	1,4	-	2,12	686	312	-	194	2.507	2.086.17	0,22%	181.702
2003	1.189.3	-	150.097	417.794	3,55	1,41	-	2,18	638	293	-	189	2.876	2.020.90	0,24%	199.167
2004	1.362.9	-	164.447	446.302	3,71	1,5	-	2,3	752	340	-	199	2.628	2.260.44	0,23%	198.062
2005	1.303.9	-	158.412	430.288	3,74	1,58	-	2,36	905	405	-	218	2.321	2.453.71	0,19%	200.517
2006	1.346.9	-	159.419	449.052	3,78	1,6	-	2,39	938	415	-	233	2.359	3.236.87	0,19%	181.032
2007	1.178.9	6.910	140.919	391.115	3,91	1,54	5,02	2,35	1.112	498	1.074	308	2.078	3.200.25	0,17%	204.015
2008	1.182.0	10.48	148.392	381.668	3,86	1,53	5,16	2,35	1.246	567	1.202	354	1.968	3.184.86	0,17%	252.600
2009	1.112.6	16.82	141.907	356.040	3,9	1,51	6,1	2,37	1.230	527	1.187	319	2.158	2.984.68	0,15%	108.311
2010	901.267	38.89	111.622	311.690	3,69	1,48	5,05	2,29	1.427	806	1.377	348	1.899	3.434.22	0,11%	278.851
2011	886.216	59.23	102.823	324.780	4,01	1,46	5,2	2,33	1.514	855	1.461	433	1.848	2.703.92	0,11%	328.672
2012	978.336	75.04	124.405	311.694	4,13	1,54	5,7	2,44	1.618	913	1.561	411	1.797	3.362.49	0,11%	261.908
2013	1.142.9	75.09	133.067	342.709	4,1	1,45	5,94	2,47	1.594	895	1.538	375	1.869	3.507.97	0,11%	329.374
2014	1.165.5	89.04	128.282	358.004	4,09	1,48	6,51	2,49	1.518	866	1.465	328	2.002	3.763.93	0,10%	415.921
2015	1.184.8	85.25	144.368	312.394	4	1,48	6,35	2,47	1.183	675	1.142	321	2.742	4.480.73	0,13%	435.824
2016	1.649.6	100.1	223.000	289.498	4,12	1,56	6,1	2,59	1.123	641	1.084	267	3.054	4.294.31	0,16%	388.174
2017	2.061.0	86.03	275.029	374.424	3,99	1,73	6,49	2,67	1.210	690	1.167	247	2.951	4.074.66	0,17%	447.155

Fuente: ¹ Valores estimados por Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas -FENALCE, (2017)

²AGROBIO, (2017).

³Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Colombia 2018

⁴ Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, Estadísticas de Comercio exterior. (2018)

⁵ Banco de la República - Gerencia Técnica , (2018)

Elaborado por: Gustavo Echeverría.

Anexo B. Línea base de variables y datos analizados para la producción maíz duro en Ecuador

Años	Producción de maíz ¹	Área Maíz tecnificado ¹	Área Maíz tradicional ¹	Rendimiento maíz Tecnificado ¹	Rendimiento maíz Tradicional ¹	Rendimiento maíz TOTAL ¹	Costos de Producción Maíz Tecnificado ¹	Costos de Producción Maíz Tradicional ¹	Precio del producto ²	Importación de maíz en toneladas ³	Participación de maíz en PIB total ³	Importación de fertilizantes ³
	toneladas	has	has	t / ha	t / ha	t / ha	USD / ha	USD / ha	USD	toneladas	%	toneladas
2000	385.247	75.886	100.072	1,97	0,85	1.52	21	16	145	150.487	0,17%	1.092
2001	501.090	98.704	130.163	2,12	0,92	1,68	473	362	146	156.585	0,19%	1.508
2002	539.816	125.194	171.647	2,36	1,00	1,84	792	606	168	381.178	0,22%	2.958
2003	578.904	107.675	164.167	2,79	1,15	2,20	905	654	151	356.281	0,20%	1.785
2004	732.111	146.339	166.366	3,10	1,25	2,43	984	672	182	457.711	0,30%	2.015
2005	744.629	126.670	156.553	3,55	1,41	2,83	1.011	687	188	417.867	0,29%	1.714
2006	651.082	108.814	167.756	4,10	1,58	2,37	1.034	709	184	483.321	0,24%	2.370
2007	913.477	201.789	152.314	3,94	1,47	2,82	1.065	838	223	562.341	0,40%	1.502
2008	771.879	173.849	134.214	4,02	1,54	2,69	1.102	858	270	338.385	0,34%	15.696
2009	767.153	147.175	163.951	3,36	1,80	2,67	1.208	936	252	359.266	0,32%	20.830
2010	868.027	158.251	156.968	2,95	1,71	2,95	1.263	990	250	485.775	0,31%	20.815
2011	830.150	171.871	130.117	3,21	1,59	3,16	1.306	1.024	265	543.817	0,27%	25.723
2012	1.139.017	239.093	122.254	3,41	1,57	3,68	1.361	1.066	293	315.383	0,38%	25.965
2013	1.042.011	230.175	107.954	4,89	1,51	3,23	1.397	1.095	320	138.276	0,35%	191.741
2014	1.533.219	312.691	84.831	5,10	1,57	4,65	1.449	1.135	320	113.879	0,48%	232.041
2015	1.873.525	365.931	73.223	5,40	1,65	4,05	1.498	1.174	311	32.954	0,59%	215.823
2016	1.091.108	282.699	58.555	4,54	1,48	4,47	1.519	1.191	308	63.398	0,34%	255.877
2017	1.436.106	328.036	60.498	5,22	1,87	4,54	1.545	1.211	329	78.578	0,47%	246.912

Fuente: ¹Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) Ecuador 2018

² Para el período del 2000 al 2008 Racines, J. (2010); para el resto de los años los datos son del Ministerio de Agricultura.

³ Banco Central del Ecuador Información Estadística Mensual No.1997 - Julio 2018, (2018).

Elaborado por: Gustavo Echeverría.

Anexo C. Línea base de variables y datos analizados para la producción de maíz OGM de Colombia

Años	Producción estimada ¹	Área Maíz OGM ²	Rendimiento maíz OGM ²	Costos de Producción Maíz OGM ²	Precio del productor ³	Tipo de cambio ⁴	Importación de maíz en toneladas ⁵	Participación de maíz en PIB total ⁴	Importación de fertilizantes ⁵
	toneladas	ha	ha /tonelada	USD	USD	Pesos	toneladas	%	toneladas
2007	34.690	6.910	5,02	1.074	308	2.078	3.200.252	0,17%	204.015
2008	54.125	10.489	5,16	1.202	354	1.968	3.184.865	0,17%	252.600
2009	102.618	16.823	6,10	1.187	319	2.158	2.984.687	0,15%	108.311
2010	196.425	38.896	5,05	1.377	348	1.899	3.434.221	0,10%	278.851
2011	308.043	59.239	5,20	1.461	433	1.848	2.703.920	0,11%	328.672
2012	427.762	75.046	5,70	1.561	411	1.797	3.362.493	0,10%	261.908
2013	446.058	75.094	5,94	1.538	375	1.869	3.507.970	0,11%	329.374
2014	579.970	89.048	6,51	1.465	328	2.002	3.763.936	0,10%	415.921
2015	541.344	85.251	6,35	1.142	321	2.742	4.480.730	0,13%	435.824
2016	610.665	100.109	6,10	1.084	267	3.054	4.294.310	0,15%	388.174
2017	558.335	86.030	6,49	1.167	247	2.951	4.074.665	0,17%	447.155

* Estimación en base a las áreas y rendimientos por hectárea de maíz OGM

Fuente: ¹ Valores estimados por Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas -FENALCE, (2017)

²AGROBIO, (2017).

³Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Colombia 2018

⁴ Banco de la República - Gerencia Técnica , (2018)

⁵ Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, Estadísticas de Comercio exterior. (2018)

Elaborado por: Gustavo Echeverría.

Anexo D. Línea base de variables y datos analizados para la producción simulada de maíz OGM de Ecuador

Años	Área Maíz OGM¹	Rendimiento maíz OGM²	Costos de Producción Maíz GMO¹	Precio del productor³	Tipo de cambio⁴	Importación de maíz en toneladas⁴	Participación de maíz en PIB total⁴	Importación de fertilizantes Urea⁴
	has	t /ha	USD / ha	USD	USD	toneladas	%	toneladas
2007	9.895	3,94	1.003	223	1	562.341	0,40%	15.016
2008	12.289	4,02	1.033	270	1	338.385	0,34%	156.963
2009	17.447	3,36	1.069	252	1	359.266	0,32%	208.297
2010	55.144	2,95	1.172	250	1	485.775	0,31%	208.149
2011	99.020	3,21	1.225	265	1	543.817	0,27%	257.225
2012	144.231	3,41	1.267	293	1	315.383	0,38%	259.647
2013	129.895	4,89	1.320	320	1	138.276	0,35%	191.741
2014	217.058	5,10	1.355	320	1	113.879	0,48%	232.041
2015	216.086	5,40	1.405	311	1	32.954	0,59%	215.823
2016	126.909	4,54	1.453	308	1	63.398	0,34%	255.877
2017	102.611	5,22	1.473	329	1	78.578	0,47%	246.912

Fuente: ¹ Elaborado por el autor

² AGROBIO, (2017).

³ Para el período del 2000 al 2008 Racines, J. (2010); para el resto de los años los datos son del Ministerio de Agricultura.

⁴ Banco Central del Ecuador Información Estadística Mensual No.1997 - Julio 2018, (2018).

Elaborado por: Gustavo Echeverría.

Anexo E. Línea base de variables y datos analizados para la producción simulada de maíz OGM de Ecuador a diez años.

Años	Área Maíz OGM¹	Rendimiento maíz OGM²	Costos de Producción Maíz Transgénico²	Precio del productor¹	Tipo de cambio¹	Importación de maíz en toneladas¹	Participación de maíz en PIB total¹	Importación de fertilizantes¹
	has	t / ha	USD / ha	USD	USD	toneladas	%	toneladas
2018	139.595	6,62	1.488	346	1	-	0,52%	249.381
2019	170.306	6,75	1.552	363	1	-	0,56%	251.874
2020	207.773	6,89	1.618	381	1	-	0,61%	254.393
2021	253.483	7,02	1.687	400	1	-	0,67%	256.937
2022	309.250	7,17	1.759	420	1	-	0,73%	259.506
2023	377.284	7,31	1.833	441	1	-	0,79%	262.102
2024	460.287	7,45	1.912	463	1	-	0,86%	264.723
2025	561.550	7,60	1.993	487	1	-	0,94%	267.370
2026	685.091	7,76	2.078	511	1	-	1,03%	270.043
2027	835.811	7,91	2.166	537	1	-	1,12%	272.744

Fuente: ¹Elaborado por el autor.

²AGROBIO, (2017).

Elaborado por: Gustavo Echeverría.