

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador
Departamento de Desarrollo, Ambiente y Territorio
Convocatoria 2016-2018

Tesis para obtener el título de maestría de investigación en Economía del Desarrollo

Efecto del cambio climático en el sector agrícola en el Ecuador en la década 2030 y 2040

Silvia Karolina Ibáñez Mantilla

Asesor: Hugo Jácome

Lectores: Fander Falconí y Benjamín Lombeida

Quito, octubre de 2024

Dedicatoria

A mis padres, que con su apoyo incondicional he logrado culminar esta meta.

A mi hija Emma y mi esposo Daniel, con todo el cariño dedico esta investigación a ustedes.

A mi hermana y mis suegros gracias por la confianza y el apoyo.

Epígrafe

"Podemos perdonar fácilmente a un niño que le teme a la oscuridad; pero la real tragedia de la vida es cuando los adultos le temen a la luz"

Tabla de contenidos

Resumen	9
Agradecimientos.....	10
Introducción	11
Capítulo 1. Marco Teórico	14
1.1 Economía Ambiental	14
1.2 Economía Ecológica.....	18
1.3 Discusión teórica desde el enfoque de la economía ambiental y la economía ecológica.....	23
En el marco de esta investigación es importante conocer las diferencias que existen entre la economía ecológica y economía ambiental.....	23
1.4 Cambio climático.....	26
1.5 Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC)	31
1.6 Contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC).....	31
1.7 Cambio climático y sus efectos en la agricultura	31
Capítulo 2. Análisis de los productos principales en la agricultura del Ecuador	37
2.1. Agricultura de subsistencia en el Ecuador.....	39
2.2. Maíz duro.....	41
2.3. Fréjol.....	44
2.4. Café.....	46
2.5. Cacao	49
2.6. Arroz.....	51
2.7. Banano	54
Capítulo 3. Metodología.....	56
3.1. Fase 1: Identificación de los cinco cantones más vulnerables al cambio climático ..	57
3.1.1. Temperatura y Pluviosidad.....	57
3.1.2. Pobreza Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI).....	61
3.1.3. Índice de Etnicidad	62
3.1.4. Construcción del Índice de Vulnerabilidad Cantonal.....	62
3.2. Fase 2: Clasificación de los cultivos relevantes a ser analizados	64
3.3. Fase 3: Estimación de la variación de los rendimientos de los cultivos agrícolas por efecto del cambio climático.....	65
Capítulo 4. Resultados.....	69

4.1. Resultados del índice de vulnerabilidad	69
4.1.1. Niveles de pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas	69
4.1.2 Incidencia étnica	70
4.1.3. Resultados del “Índice de Vulnerabilidad de los Cantones”	71
4.2 Impacto del cambio climático en la agricultura.....	73
4.2.1. Resultados para el Maíz duro	74
4.2.2. Resultados para el Fréjol	76
4.2.3 Resultados para el Cacao	78
4.2.4 Resultados para el Arroz.....	80
4.2.5 Resultados para el Banano.....	82
4.2.6 Resultados para el Café	84
Conclusiones	86
Lista de referencias.....	88
Anexos.....	96

Lista de ilustraciones

Tablas

Tabla 01: Enfoque de la economía ambiental y la economía ecológica .. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 02: Variables del Índice Vulnerabilidad Cantonal	63
Tabla 03: Pobres por Necesidades Básicas Insatisfechas.....	69
Tabla 04: Cantones con mayor población indígena	70
Tabla 06: Cantones Vulnerables al Cambio Climático 2030	72
Tabla 07: Variación de la producción	73
Tabla 08: Impacto del Cambio Climático sobre la producción de maíz duro (año 2030)	75
Tabla 09: Impacto del Cambio Climático sobre la producción de maíz duro (año 2040)	76
Tabla 10: Impacto del Cambio Climático sobre la producción de fréjol (año 2030).....	76
Tabla 11: Impacto del Cambio Climático sobre la producción de fréjol (año 2040).....	77
Tabla 12: Impacto del Cambio Climático sobre la producción de cacao (año 2030)	78
Tabla 13: Impacto del Cambio Climático sobre la producción de cacao (año 2040)	79
Tabla 14: Impacto del Cambio Climático sobre la producción de arroz (año 2030)	80
Tabla 15: Impacto del Cambio Climático sobre la producción de arroz (año 2030)	81
Tabla 16: Impacto del Cambio Climático sobre la producción del banano (año 2030).....	82
Tabla 17: Impacto del Cambio Climático sobre la producción de banano (año 2040).....	83

Gráficos

Gráfico Nro. 1 Superficie sembrada por cultivo	38
Gráfico Nro. 2 Participación de cultivos en el total de la superficie cultivada en los años 2000 y 2010.....	39
Gráfico Nro. 3 Superficie sembrada de maíz duro.....	43
Gráfico Nro. 4 Volumen de producción de maíz duro	44
Gráfico Nro. 5 Superficie sembrada de fréjol	46
Gráfico Nro. 6 Volumen de producción de fréjol	46
Gráfico Nro. 7 Expectativas del volumen de producción de café.....	48
Gráfico Nro. 8 Expectativas del volumen de producción de cacao	51
Gráfico Nro. 9 Superficie sembrada de arroz.....	53
Gráfico Nro. 10 Volumen de producción de arroz.....	53
Gráfico Nro. 11 Expectativas del volumen de producción de banano	55

Declaración de cesión de derecho de publicación de la tesis

Yo, Silvia Karolina Ibáñez Mantilla, autor-a de la tesis titulada Impacto del cambio climático en el Sector Agrícola en el Ecuador, declaro que la obra es de mi exclusiva autoría, que la he elaborado para obtener el título de maestría de Investigación en Economía del Desarrollo concedido por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador.

Cedo a la FLACSO Ecuador los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, bajo la licencia Creative Commons 3.0 Ecuador (CC BY-NC-ND 3.0 EC), para que esta universidad la publique en su repositorio institucional, siempre y cuando el objetivo no sea obtener un beneficio económico.

Quito, octubre de 2024



Silvia Karolina Ibáñez Mantilla

Resumen

El propósito de esta investigación es analizar el “efecto del cambio climático” sobre la agricultura de subsistencia a escala cantonal, en los años 2030 y 2040. Se plantean tres fases de análisis en la primera fase, mediante un índice sintético se identifica a los cinco cantones más vulnerables al cambio climático; en la segunda fase, se clasifica e identifica los cultivos más relevantes a ser analizados; y, en la tercera fase, utilizando una regresión de mínimos cuadrados ordinarios se estima la variación de los rendimientos de esos cultivos por efecto de variación de temperatura y pluviosidad en escenarios futuros.

Esta investigación priorizó el análisis de aquellas unidades primarias agrícolas mediante el “índice de vulnerabilidad al cambio climático”, que está determinado por la incidencia de la variación de temperatura y pluviosidad. Además, se ha incluido las “condiciones de pobreza estructural”, presencia de grupos poblacionales étnicos indígenas y afroecuatorianos como referencia de vulnerabilidad social, y el porcentaje de suelo en condiciones de erosión.

Para la estimación del cambio climático en el sector agrícola se utilizó los seis principales cultivos en términos de PIB Agrícola al 2016, que son maíz duro, fréjol, cacao, café, arroz y banano.

En función de las especificaciones que han sido planteadas para cada uno de los productos que son objeto de este estudio, se ha estimado las pérdidas y beneficios que causaría el cambio climático en los años 2030 y 2040.

Agradecimientos

Le agradezco a Dios, por brindarme la oportunidad de culminar esta etapa de mi vida.

Muy agradecida con mi tutor Hugo Jácome por sus conocimientos y don de entrega en su labor.

Introducción

La alta vulnerabilidad de los países en desarrollo a los efectos del cambio climático en comparación a los países desarrollados, se explica principalmente por su dependencia a la agricultura. No cuentan con el suficiente capital para implementar las medidas de adaptación o mitigación, lo que conlleva a que se encuentren más expuestos a eventos climáticos extremos tales como las olas de calor o heladas (López 2015). Esto ha dado como resultado la reducción de los flujos de agua, disminución en la productividad de los cultivos, aumento en la fragilidad de los ecosistemas y reducción de los servicios ecosistémicos.

El Ecuador es un país megadiverso, con una alta concentración de especies de animales y plantas por kilómetro cuadrado (Mena 2001, 26). Esta biodiversidad se encuentra distribuida en 46 ecosistemas (Mora 2011, 1), encontrándose 45 en el territorio continental y uno en el Archipiélago de Galápagos.

Como menciona Mena (2001), existen varias metodologías para clasificar los ecosistemas del país, esto debido a que se encuentra ubicado geográficamente en la zona tropical y está atravesado por la región interandina. Por lo tanto, encontramos ecosistemas que van desde los 0 msnm como son manglares, bosques secos, pasando por bosques húmedos, bosques andinos hasta llegar a los páramos que se encuentran por encima de los 3200 msnm (Mena 2001, 26). Según las proyecciones climáticas en base al Modelo PRECIS ECHAM, el Ecuador registra variaciones con respecto a la temperatura y pluviosidad superiores al promedio global planetario. Esto aumentará la pobreza, pondrá en riesgo la biodiversidad y la económica ecuatoriana. (Jimenez 2012)

Conllevando a la reducción de los glaciares, lo que afectará la disponibilidad del agua para el consumo y producción agrícola. Es así como el cambio climático se constituye como un tema de política pública, como respuesta a la alta sensibilidad que tiene el país a la variabilidad del clima (cambios de temperatura, precipitación y retroceso de los glaciares Andinos). (Ludeña y Wilk 2013)

Cabe mencionar, que después del sector petrolero, el sector de la agricultura es el sector más importante para la economía del Ecuador ya que representa al 14% dentro PIB. (BCE 2019)

Los pequeños agricultores han desarrollado un alto interés por involucrarse en la agricultura para la exportación por lo que optan por monocultivos, haciendo uso de los plaguicidas y fertilizantes. Lamentablemente estas prácticas ponen en riesgo a la soberanía y seguridad alimentaria, existe un abandono en los multicultivos y de autoconsumo, generando que se incremente el uso de químicos, generando pérdida de la biodiversidad y no permitiendo que los ecosistemas se regeneren. (Cordero, Vásquez y Rosero 2011)

La investigación nace al revisar varios estudios en los cuales se analiza la problemática del cambio climático en el Ecuador y como sus efectos tienen una influencia en la producción de ciertos productos agrícolas, que podría afectar a temas relacionados con la soberanía alimentaria del país.

La “Organización de las Naciones Unidas para Alimentos y Agricultura (FAO)”, realizó un estudio sobre el cambio climático y sostenibilidad del banano en el Ecuador, enfocado en este producto debido a que es el principal producto de exportación (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2015); sin embargo, es necesario realizar un análisis del efecto del cambio climático determinando los productos y cantones más vulnerables en el territorio ecuatoriano.

Con base en lo expuesto, este documento se divide en cinco capítulos; en el primer capítulo se desarrolla el marco teórico que aborda la discusión teórica referente a la economía ambiental, economía ecológica. Adicionalmente, se señala al cambio climático y su afectación a la agricultura. En el segundo capítulo se realiza un análisis de la agricultura en el Ecuador con énfasis en los productos seleccionados para esta tesis. En el tercer capítulo se describe la metodología empleada, en primera instancia se indica la selección de los productos a analizar y la construcción de índices de vulnerabilidad cantonal en el cual se utiliza la variación normalizada de las variables de temperatura y pluviosidad, de los 221 cantones, entre el periodo 1981-2015 y los pronósticos para los años 2030 y 2040. Además, para este índice se incluyó las variables climatológicas y “la tasa de pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI)”.

En el capítulo cuatro se abordan los resultados de la metodología empleada y finalmente, el capítulo cinco se enfoca en las discusiones y conclusiones.

Definición de los objetivos

Objetivo general

Evaluar el efecto del cambio climático sobre la agricultura de subsistencia a escala cantonal, y mediante la construcción de escenarios en los años 2030 y 2040

Objetivos específicos

- Analizar la situación actual del sector agrícola en el Ecuador.
- Determinar los cantones más vulnerables al impacto del cambio climático.
- Estimar la variación de los rendimientos de los cultivos agrícolas por efecto del cambio climático.

Capítulo 1. Marco Teórico

En este capítulo se describen los conceptos, las definiciones y las teorías que sostienen la presente investigación. La propuesta conceptual para poder definir el significado de economía ecológica y economía ambiental se basa inicialmente en la definición de “Economía”, que es la ciencia que estudia la administración de los recursos escasos, uno de estos recursos son los “recursos naturales”, los cuales son valiosos para la sociedad, ya que contribuyen en su bienestar y generación de riqueza.

Desde el punto de vista de la economía neoclásica se puede estudiar los recursos naturales a partir de la economía ambiental. Por otra parte, la economía ecológica no es rigurosamente una rama de la teoría económica, más bien se teoriza como un campo transdisciplinario que estudia la relación entre los ecosistemas naturales y el sistema económico basado en la ecología, sociedad, economía y sobre todo utiliza las leyes de la termodinámica para sustentarse.

El recurso natural no es reproducible, es decir el tamaño del depósito existente no podrá aumentar a través del tiempo, solo puede disminuirse, esto ocurre incluso con los materiales reciclados que por las leyes de la termodinámica nunca se recupera el total. (Solow 1974)

Los servicios ambientales no son valorados adecuadamente por el mercado debido a que solo se considera uno de los usos que puede tener. Un uso inadecuado de un capital natural pone en riesgo el flujo de sus bienes y servicios en el futuro, obviando la valoración de mercado de otros usos potenciales (uso indirecto, el de opción y el de existencia) (Glave y Pizarro 2001).

Al no tener un precio, los recursos naturales no pueden medirse mediante un intercambio en el mercado, por lo que es importante conocer el valor de estos recursos para estimar dicho valor, esto se lo puede realizar a través de un indicador que refleje el bienestar de la sociedad. (Raffo y Rosmeri 2015).

1.1 Economía Ambiental

A partir de los años sesenta y setenta la crisis ambiental comienza a consolidarse como un problema a nivel mundial, principalmente por las actividades que realizaban los países

desarrollados, dando inicio al análisis de las posibles soluciones del deterioro ambiental siendo el origen de la economía ambiental (Hartley Ballesteros 2008).

La Economía Ambiental expone las razones por las cuales se ha presentado las crisis ambientales desde una visión neoclásica, a través del análisis de las externalidades ambientales negativas que se presenten como fallas del mercado, conduciendo a que no se encuentre un óptimo de Pareto; adicionalmente, se basa en la monetización de la biosfera es decir dar un valor económico, para de esta manera poder dar un valor a los servicios ecosistémicos. Al no existir derechos de propiedad claramente definidos, este enfoque propone la privatización. Para esto, es necesario cuantificar monetariamente, para poder conocer las preferencias individuales del consumidor. Estos valores se generan a través de dos expresiones: disponibilidad de pagar y la disponibilidad de aceptar compensaciones (Hartley Ballesteros 2008).

Este enfoque se basa en las siguientes soluciones del mercado perfecto, es decir considera a los precios como la base en los que se asigna el valor a los bienes y servicios ambientales:

- “Establecimiento de niveles óptimos de contaminación con criterios de mercado,
- Utilización de incentivos económicos como: impuestos, subvenciones, permisos de contaminación
- Utilización de metodología de valoración de los recursos naturales en niveles macroeconómicos. Lo que quiere decir considerar un desarrollo sostenible tomando en cuenta las necesidades sociales económicas y ambientales.
- Uno de los métodos más comunes para realizar la valoración económica de los servicios ambientales es el análisis costo beneficio” (Hartley 2008).

Con estos antecedentes es evidente que este enfoque necesita complementarse con otras ciencias como la termodinámica (Segunda Ley: La Entropía), la misma que señala que las extracciones tienen límites, es decir los recursos son agotables. Además, existen residuos de los procesos productivos que no se pueden reciclar y en el caso de que se lo hiciera existe más consumo de energía por lo que no es eficiente.

Para la sustentabilidad de la Economía Ambiental se mencionan las siguientes medidas: la extracción de los recursos no puede superar la capacidad de la autogeneración, y no se debe arrojar residuos al ambiente más allá de la capacidad de asimilación (Hartley 2008).

Para la autora de la presente investigación, la economía ambiental se basa en los conceptos básicos de la teoría neoclásica, debido a que su análisis se sustenta en la escasez, es decir los bienes son valorados según su abundancia, cuando se trata de bienes escasos son bienes económicos, mientras que cuando son bienes abundantes, no son económicos (Raffo y Rosmeri 2015).

Muchos de los recursos naturales son escasos, presentando horizontes de agotamiento previsible, no obstante, a pesar que los bienes naturales se consideran indispensables en el proceso productivo, no cuentan con características de bienes económicos, no tienen un precio ni un dueño, quedando el medio ambiente externo al mercado. Para incorporar el medio ambiente al mercado se lo realiza mediante un proceso de internalización de esas externalidades, otorgándoles un precio. Es por esto que la economía ambiental se enfoca en la valoración monetaria del medio ambiente. Con la internalización el medio ambiente tiene un precio y / o derecho de propiedad (Raffo y Rosmeri 2015).

La Economía Ambiental tiene como objetivo tomar las decisiones de evaluación y gestión económica de los recursos naturales de forma sistemática, a fin de lograr comprender los problemas que derivan del impacto que dañan el medio ambiente (Raffo y Rosmeri 2015).

En adición, aporta a resolver problemas en cuanto al empleo de los recursos naturales, valorar la protección de espacios naturales, si vale la pena la ejecución de un proyecto y la penalización por daños ambientales, etc (Raffo y Rosmeri 2015).

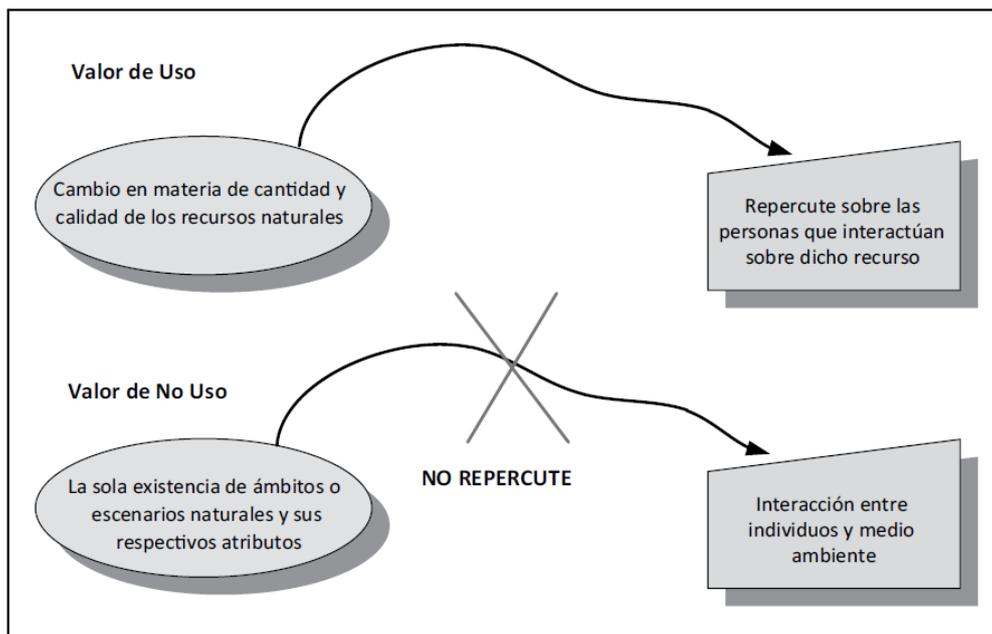
En el artículo “Conservation Reconsidered” de John Krutilla, discute varios conceptos que son la base de la economía ecológica, proponiendo el concepto de “Valoración Económica Total (VET)”, definido como la suma de los valores de uso y no uso (Krutilla 1967). El autor analiza el cambio entre conservar algunas porciones de tierra para investigaciones o destruir para la extracción de los minerales.

El Valor de Uso es el recurso consumido por la actividad que se desarrolla (extracción, caza, pesca), se dice que es de Uso directo; en cambio el valor de Uso indirecto, surge cuando las

personas no entran en contacto directo con el recurso en su estado natural, pero aun así el individuo se beneficia de él (las funciones ecológicas o ecosistémicas como regulación de clima, reciclaje de nutrientes y de residuos, formación de suelos, entre otros) (Raffo y Rosmeri 2015).

El Valor de No Uso o valor intrínseco sugiere valores que están en la naturaleza real de las cosas, pero a la vez están disociados del uso o incluso de la opción de usarlos. Tal es el caso del valor de la biodiversidad a nivel de especies o de las reservas de capital genético, los cuales existen independientemente de la apreciación de las personas hacia éstos, pero su valor puede ser captado a través de la revelación de las preferencias de estas mismas personas. Se incluye el valor de legado, y el valor de existencia (la satisfacción que produce saber que una especie existe en su hábitat natural (Raffo y Rosmeri 2015).

Gráfico Nro. 1 Valor de Uso y Valor de No Uso



Fuente: (Raffo y Rosmeri 2015)

La economía ambiental estudia los siguientes aspectos (Raffo y Rosmeri 2015):

- Las externalidades ambientales;
- La insuficiencia de mercados eficientes para muchos bienes ambientales;
- La ausencia de derechos de propiedad claramente definidos;
- La realización de valoraciones monetarias del medioambiente.

Martínez Alier es uno de los principales críticos, considera que el mercado no puede solucionar por si solo los problemas ambientales, incluso si están delimitados claramente los derechos de propiedad (Martinez y Roca 2000); cabe mencionar que poner un valor económico a los ecosistemas es complicado de aplicarlo, debido a que existen recursos que no se los puede cuantificar. Es decir, no se puede implementar los valores de mercado, en especial porque existen recursos no renovables que se pueden agotar, pudiéndose caer en la tragedia de los comunes. Adicionalmente, no todas las externalidades negativas se pueden internalizar como lo propone este enfoque, los efectos de los daños ambientales son a largo plazo, afectan a la salud de la población y se los visualiza después de varias generaciones. Además, una observación a este enfoque es que no siempre se cuenta con información completa por lo que no se puede realizar la construcción de impuestos como lo plantea Pigou¹.

1.2 Economía Ecológica

A partir de los años setenta la crisis ambiental comienza a consolidarse como un problema a nivel mundial, por lo que fue necesario en la década de los ochenta desarrollar una teoría en un sentido ecológico y crítica de la teoría neoclásica ambiental. Se pretendió teorizar los problemas ambientales que surgieron tras la unión de varias aristas interdisciplinarias teniendo una visión desde el aspecto económico y los ecosistemas naturales.

La Economía Ecológica es un concepto que estudia las diferentes relaciones que existen entre la biosfera y los subsistemas social y ecológico. Tomando en cuenta las limitaciones que tiene los ecosistemas. Es una teoría multidisciplinaria desarrollada durante los años setenta y ochenta a raíz de la presencia de problemas de contaminación que se magnificaron a partir de las actividades humanas.

La economía ecológica nace como una crítica a la economía ambiental, se basa en las leyes de la termodinámica y los grandes ciclos de la biosfera, enfatiza que los recursos naturales son finitos por lo que se lo debería considerar al momento de proponer políticas de gestión ambiental.

Desde la primera ley de la termodinámica: el total de energía y materia se mantienen constantes en los sistemas cerrados; lo que se toma de la naturaleza y lo que se devuelve, no siempre tiene la misma estructura o forma (Raffo y Rosmeri 2015).

¹ Los impuestos pigouvianos son un tipo de impuesto que busca corregir una externalidad negativa y/o positiva.

Desde la segunda ley de la termodinámica, la ley de la entropía: cuanto menos estructurada esté la energía y la materia, mayor será la entropía en el sistema, y menos será utilizada; y cuanto menor sea la entropía en el sistema, mayor serán las posibilidades de uso (Raffo y Rosmeri 2015).

Joan Martínez Alier, realiza una recopilación de la teorización de la economía ecológica. Para los economistas, la conciencia ecológica amenaza con hundir los valores económicos en un mar de externalidades invaluable. Hace tiempo que los economistas ecologistas dijeron que la economía, vista ecológicamente, no tiene un standard de medida común. Se quedan sin una teoría del valor. Las evaluaciones de las externalidades (es decir, de los beneficios y perjuicios no evaluados por los mercados) son tan arbitrarias que no pueden servir como base de políticas ambientales racionales (Aguilera Klink y Alcántara 1994).

Así mismo en el libro “La Economía Descalza. Señales desde el mundo invisible” (Max-Neef 1986), se puede evidenciar que plantea una propuesta en donde marca una diferencia entre desarrollo y crecimiento, entendiéndose las limitaciones que tiene el crecimiento económico, ya que no puede ser infinito, Max - Neef apuesta por el desarrollo y la combinación del ecologismo, mostrando una economía al servicio de hombre, y no los hombres al servicio de la economía. Todo sistema vivo de la naturaleza crece y en cierto punto deja de crecer, los seres humanos dejan de crecer, pero continúan desarrollándose. Crecimiento es una acumulación cuantitativa, desarrollo es la liberación de posibilidades creativas (Max-Neef 1986).

Según Rosas (2013), la Economía Ecológica, en contraposición a la Economía Ambiental; enfatiza el hecho de que los mercados no pueden asignar valores a los recursos naturales y afirma que los sistemas productivos campesinos son energéticamente más eficientes y generan un menor impacto (Rosas 2013).

En el mismo sentido, la visión que manifiesta Martínez Alier en su libro Economía Ecológica y Política Ambiental, considera al sistema económico como un subsistema más alto incluyendo a la biosfera. Por lo que se debe considerar que: el sistema económico necesita de entradas y salidas de energía, es importante considerar que dentro de este ciclo económico la

energía que sale como desperdicio no se la puede reutilizar debido a la segunda ley de termodinámica (Roca Jusmet y Martínez Alier 2000).

Por esta razón al tratar al asumir que la economía se constituye como un flujo circular es decir considerarlo cerrado, se estaría excluyendo el contraste que manifiesta la economía ecológica acerca de que la tierra es un sistema abierto a la entrada de energía solar pero básicamente cerrado a la entrada de materiales.

Si bien ha cambiado las fuentes de energía debido a que antes se utiliza energías renovables, a partir de la industrialización se emplea energías no renovables como el carbón, el petróleo y el gas, se debería considerar todo sistema económico como abierto. Es por esto se debe romper el concepto de tratar a la economía como un ciclo cerrado, donde los productores y consumidores guían sus decisiones a través de los precios. En lugar de esta perspectiva se la debe considerar a la economía como un sistema abierto a la entrada de energía y materiales, y abierto a la salida de residuos que no se podrán reciclar en su totalidad por las leyes de la termodinámica anteriormente mencionadas.

Según indica Vallejo I., (2011), es trascendental reflexionar críticamente las relaciones entre el ambiente y la sociedad en el mundo actual, construir racionalidades ecológicas alternativas fundamentadas sobre el análisis respetuoso de modelos culturales de la naturaleza, cosmologías y ontologías que puedan aportar y apoyar a relaciones de mayor proporción con el mundo natural. De otra forma, significa repensar más distante del paradigma de la actualidad y el naturalismo y buscar nuevos paradigmas frente al programa modernidad.

Estos servicios dentro de la economía neoclásica no se los valora adecuadamente, la visión de la economía ecológica trata sobre la contabilización de los flujos de energía y ciclos de materiales; sin embargo, es importante mencionar que no siempre se podrá realizar una valoración económica de todos los servicios ambientales, pero si tratar de que se dé un uso sustentable de los recursos naturales. Los servicios que la naturaleza ofrece cubren necesidades básicas para la vida de los seres humanos; la destrucción que se podría dar a estos servicios no podría ser compensada con bienes materiales debido a que en muchas ocasiones las pérdidas ambientales no se las podría cuantificar.

Las limitaciones de centrarse en la valoración monetaria pueden entrar en franca contradicción con otros tipos de valoración, como las que consideran un valor intrínseco, espiritual o histórico.

Según Gómez y Groot (2007): las aproximaciones teóricas de la economía ecológica y de la economía ambiental tratan de acortar este tipo de carencias analíticas, desarrollando conceptos y formas de contabilidad que incorporen el papel de la naturaleza y los costes ecológicos derivados del crecimiento económico (Gomez y Robert 2007).

Cabe mencionar, que por lo expuesto se puede concluir que:

la Economía Ecológica es el producto de una compleja evolución del desarrollo histórico, donde las respuestas que plantea para la creciente problemática ambiental no es un conjunto estático, sino más bien dinámico, donde se aboga por una visión fundamentalmente diferente y transdisciplinaria de la actividad científica, donde se enfatiza el diálogo y la solución conjunta de los problemas (Hartley Ballesteros 2008).

La economía ecológica se basa en fundamentos éticos, principios sociales y colectivos, dejando por fuera los elementos de la teoría neoclásica, lo cual incorpora una tasa de descuento igual a cero, lo que integra el presente y futuro de los recursos biológicos (Hartley Ballesteros 2008).

Rompiendo los esquemas de la economía convencional, la economía ecológica surge de la necesidad de entender de una manera integral las implicaciones en el equilibrio ambiental y la justicia social, en el marco de los límites biofísicos del ecosistema mundo, y las consecuencias de no reconocerlos. La economía no es un sistema cerrado, es parte del sistema ecológico, cuya dinámica es el intercambio de materiales y energía.

Según Gerogescu-Roegen (2007), la finalidad de la economía ecológica consiste en:

Administrar los recursos y lograr un control racional sobre el desarrollo y las aplicaciones tecnológicas, de modo que sirvan a las necesidades humanas reales, una economía de la supervivencia, o mejor aún, de la esperanza basada en la justicia, que haga posible la distribución equitativa de la riqueza de la Tierra entre la población, tanto actual como futura.

Le economía ecológica desde su multidisciplinaria permite comprender los conflictos socioambientales y de distribución desigual que se genera, además conocer los mecanismos que han hecho que la naturaleza este acumulado en algunos sectores de poder. En cuanto a la soberanía alimentaria es importante analizar los actores que están a cargo de la producción, cuáles son los productos, los fines de producción y los alimentos que componen la dieta de la población (Zarate y Martínez 2018).

El sector agrícola representa un punto importante que destacar en esta revisión teórica debido a que el proceso de la fotosíntesis que se genera naturalmente es un medio que sirve para generar energía de manera renovable, esto se debe a que la energía que se obtiene proviene del propio trabajo humano; a pesar de esto, es conocido que los países más desarrollados necesitan de más energía, que en su gran mayoría no proviene de fuentes renovables lo que conlleva una explotación masiva de recursos no renovables con el fin de lograr satisfacer los altos niveles de energía que demandan estas poblaciones.

Si se realiza el análisis en la sustentabilidad del sistema agroalimentario es importante conocer lo siguiente: (i) el uso y destino de la tierra y mano de obra campesina, (ii) consumo de energía y materiales, esto variaría de acuerdo a los modelos productivos y la dependencia de insumos externos, (iii) flujo de alimentos en el sector externo, correspondiente a la cantidad de alimentos que es exportada e importada.

El sistema Capitalista por otro lado, fomenta a un sistema agroalimentario basado en la modernización, el libre mercado, el consumo individualista, la financiación de la agricultura y el desperdicio masivo; este modelo se encuentra dominado por las empresas más grandes a nivel nacional y las transnacionales a nivel internacional.

Con lo expuesto, se evidencia que en muchas ocasiones hay una limitada institucionalidad en la elaboración de políticas públicas para aplicar modelos alternativos basados en la sostenibilidad en el campo agrícola lo cual afecta directamente a la agricultura de subsistencia, así como a la soberanía alimentaria.

1.3 Discusión teórica desde el enfoque de la economía ambiental y la economía ecológica

En el marco de esta investigación es importante conocer las diferencias que existen entre la economía ecológica y economía ambiental.

Tabla Nro. 1 Enfoque de la economía ambiental y la economía ecológica

ENFOQUE DE LA ECONOMÍA AMBIENTAL Y LA ECONOMÍA ECOLÓGICA	
Economía ambiental	Economía ecológica
Valoración monetaria de los problemas ambientales. Utiliza medidas monetarias	Evaluación monetaria y físicas de los impactos ambientales derivados de la actividad económica: conciliación práctica de valoración económica y leyes termodinámicas. Utiliza medidas físicas
Separación entre lo económico y lo natural	Estrecha vinculación entre sistemas económico y ecológico: compatibilidad a largo plazo entre la economía humana y el medio ambiente.
Enfoque estático basado en métodos mecánicos de maximización de utilidad individual presente. Preferencias individuales	Enfoque dinámico, “inmortal” y multi-generacional: maximización de la felicidad de la humanidad presente y futura. Preferencias sociales
Construcción de mercados a posteriori a remolque de la escasez: valoración de daños a partir de su evidente deterioro	Preocupación por la naturaleza física de los bienes tanto en su escasez como en la renovabilidad de los recursos, nocividad y reciclaje de residuos.
La tecnología como solución	La tecnología como ilusión. Solución: “pasar con menos”.
Principal mecanismo de análisis: cálculo de costes-beneficios según preferencias subjetivas y valores de intercambio en el mercado	Principal mecanismo de análisis: negociación social y política comprensible en base al conocimiento de las variables físicas que afectan al futuro y a la calidad de los recursos naturales disponibles. No renuncia por completo a la valoración monetaria.
Sostenibilidad débil: proceso económico sostenible por: Progreso técnico; y, Sustituibilidad entre capital natural y manufacturado (economistas neoclásicos)	Sostenibilidad fuerte: proceso económico sostenible por: Cambiables entre capitales naturales (renovables y no renovables): principios de desarrollo sostenible; complementariedad entre capital natural y manufacturado; y, retribuciones del capital natural con el producto obtenido
Cree resolver el problema de los recursos naturales internalizando las externalidades	Propone un nuevo sistema de contabilidad general que involucre los costos sociales, ecológicos y ambientales
Sistema cerrado	Sistema abierto. Enfoque sistémico
Maximiza la utilidad	Minimiza el daño transgredido a las generaciones futuras
Tasa de descuento mayor que cero	Tasa de descuento igual a cero
Se fundamenta en la eficiencia económica	Se fundamenta en los sistemas de valores o ética de partida.

Fuente: A partir de (Figuroa 2005)

El cuadro precedente evidencia las diferencias conceptuales entre la economía ambiental y la economía ecológica. En términos simples, se define que para la economía ambiental los recursos son tomados por escasos si son capaces de general utilidad para la sociedad, mientras que la economía ecológica trata a todos los recursos como escasos sin importar lo anteriormente descrito; además, difiere en el análisis sobre el concepto de desarrollo sostenible.

El enfoque de la economía ambiental parte de un supuesto de preferencias individuales lo que implica el cuantificar los bienes y servicios ecosistémicos. Mientras que la economía ecológica se basa en fundamentos más éticos, morales y principios sociales, no solo se basa en los elementos de la teoría neoclásica².

La economía ecológica, integra variables ambientales, económicas y sociales, fusiona conocimientos que permiten afrontar de forma más integral el problema, no solo se centra en los límites ambientales.

Martínez Alier señala que la economía ecológica crítica a dos de las premisas básicas de la economía convencional: 1) ignorar los pasivos ambientales en las cuentas privadas y públicas, y 2) creer que la economía puede crecer *ad infinitum* (2005) (Falconí 2017).

La economía ecológica ve más allá de la economía convencional: utiliza variables sociales, biológicas y ambientales. De ahí su carácter revolucionario, en el sentido de ser diferente de las ciencias modernas, altamente especializadas. Esta economía se parece a la antropología: no duda en utilizar métodos y conceptos de otras disciplinas. La economía ecológica se integra a la sociedad y a la cultura (Falconí 2017).

Así mismo, la economía ecológica ha sido muy crítica con los modelos matemáticos de la economía de cambio climático desarrollados por William Nordhaus, debido a que deja de lado los principios de justicia ambiental y social. Nordhaus señala que, la evolución del PIB es el determinante para el bienestar futuro, este autor enfatiza que las políticas de mitigación no quebranten el crecimiento económico. No obstante, el PIB o consumo global no es un

² Monitorización de los servicios ambientales.

instrumento apropiado para medir el bienestar, menos aún si no se tiene en cuenta la distribución del ingreso (Padilla y Jordi 2018).

Nordhaus, realiza un análisis desde la perspectiva de costo beneficio. Este principio se basa en que se debe actuar cuando los costos adicionales de reducir emisiones de gases de efecto invernadero sean menores que los beneficios climáticos de esta reducción. Es decir, se considera adecuado mitigar los gases de efecto invernadero siempre y cuando estos costos sean inferiores a los beneficios descontados que suponen los daños evitados.

Las limitaciones de este planteamiento radican en la comparación cuantitativa, porque se la debe hacer en la misma unidad de medida (dólares), es realmente un desafío tanto ético como metodológico la cuantificación monetaria de los daños que conllevaría los efectos del cambio climático (por ejemplo, la pérdida de vidas humanas o de biodiversidad, las migraciones forzadas, la pérdida de la seguridad alimentaria).

Adicionalmente, se evidencia que dentro de los modelos de Nordhaus aplica lo que se conoce como descuento del futuro, los costos del cambio climático pierden relevancia cuanto más lejos se experimentan en el tiempo. Existen supuestos muy discutibles, como el hecho que las personas le den más importancia al presente que al futuro, pero se sabe que las personas buscan su bienestar a largo plazo.

El principio de sostenibilidad no tiene la relevancia en los supuestos del modelo de Nordhaus, asume que las generaciones futuras estarían mejor incluso sin políticas climáticas, un pensamiento muy contradictorio con lo que se entiende por sostenibilidad (la satisfacción de necesidades presentes sin hipotecar la satisfacción de futuras generaciones).

Uno de los principales principios de la economía ecológica es comprender que la economía no es un sistema cerrado, se debe incluir a la naturaleza como el actor más relevante. Muchas de las técnicas actuales de la agricultura tienen relación con nuevas modalidades más sostenibles para que la producción de alimentos se encuentre en equilibrio ecológico con el medio ambiente.

Es importante recalcar, que el sector agrícola es uno de los sectores más vulnerable a los efectos del cambio climático, esto debido a que los rendimientos de los cultivos y la

producción agrícola están influenciados por las variables climáticas y geográficas tales como la humedad, el suelo, la temperatura, la precipitación, la variabilidad climática, la luz solar y el grado de fertilidad de la tierra (Mendelsohn y Dinar, 2009).

Las afectaciones que puede conllevar el cambio climático es la reducción de la oferta de alimentos, desencadenando un aumento de los precios agrícolas, afectando negativamente a la seguridad alimentaria, la pobreza, la nutrición y el bienestar de las poblaciones.

Al respecto, a fin de tener una concepción más amplia de los efectos que conllevaría el cambio climático, las reflexiones que se desprendan de esta investigación se las enfocará en los preceptos que se han mencionado sobre economía ecológica.

1.4 Cambio climático

El cambio climático de hace 10.000 años fue resultado de los ciclos naturales de la tierra. El cambio climático que actualmente se está percibiendo es dado por la actividad humana, incluyendo la agricultura. Este fenómeno conllevará a tener condiciones extremas que no se han visto previamente en la historia del sector agrícola (CEPAL 2016).

Desde el período preindustrial, y a partir de la segunda mitad del siglo pasado, la degradación del medioambiente y el cambio climático ha dado origen a una nueva era geológica llamada antropoceno. Principalmente se habla de dos causas: el modelo de producción de energía y el modelo de consumo de recursos. Por un lado, se encuentra la dependencia de la energía producida a partir del petróleo y gas natural. Esto sumando al incremento de la población que requiere mayores recursos naturales para subsistir, no permite que la capacidad de la tierra los regenere (CEPAL 2016).

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC) define a este fenómeno de la siguiente manera:

(...) una modificación en el estado del clima que mediante el uso de pruebas estadísticas puede ser identificada por los cambios en la media y/o la variabilidad de sus propiedades y que persiste durante un periodo prolongado, típicamente décadas o más. Este cambio puede deberse a procesos interno naturales, a fuerzas externas o a cambios antropogénicos

persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente 2009).

Por su parte, la “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático – CMNUCC” se refiere al cambio climático como un fenómeno atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, lo que alteraría la composición de la atmósfera mundial (Herrán 2012).

Debido a procesos naturales y a la constante presión por parte del ser humano a la atmósfera, al agua y a la tierra, se ha evidenciado una alteración en el clima (cambio climático), que difiere a los promedios estadísticos identificados (Baede, y otros 2001). Existen factores naturales, que inciden al clima (corrientes submarinas, explosiones solares, etc), no obstante, los procesos de producción y consumo de las civilizaciones son los que mayor impacto generan. Los resultados de las presiones que ejercen las actividades humanas al sistema natural se evidencian en la pérdida de la biodiversidad, la desertificación, la deforestación y alteraciones socioeconómicas (Falconí 2017).

Adicionalmente, el “Informe Stern”, publicado en el año 2007, dice que:

El cambio climático representa un cambio único para la economía: es el mayor ejemplo nunca visto de fallo del mercado. El análisis económico debe ser global, debe tratar horizontes temporales largos, debe tener en su núcleo el riesgo y la incertidumbre, y debe examinar la posibilidad de cambios mayores, no marginales (The Stern Review 2007).

El cambio climático acontecido durante las últimas décadas ha derivado en un calentamiento global, término referido generalmente al aumento gradual de las temperaturas en el planeta. Ello es resultado de la acumulación de gases atrapados en la atmósfera, lo que se denomina efecto invernadero. Estos gases de efecto invernadero (GEI) absorben la radiación que emite la Tierra y atrapan el calor, impidiendo que la energía se traslade al espacio. Los GEI permanecen en la atmósfera durante mucho tiempo, por lo que se prevé que el cambio climático seguirá afectando a los sistemas naturales del planeta durante varios siglos, aun cuando las emisiones de dichos gases se redujeran considerablemente en el futuro próximo (Frohmann y Olmos 2013).

Existe una preocupación latente por parte de la comunidad científica con respecto al aumento de las “concentraciones de dióxido carbono (CO₂)”, producto de la quema de fuentes de energía fósiles. Este proceso se lo asocia al calentamiento de la Tierra, con respecto a los daños que se presentarán si se continua con ese nivel de contaminación llegando a ser catastróficos. Una reducción de emisiones de CO₂, implicaría un compromiso global lo cual ciertas económicas desarrolladas no están dispuesta a sacrificar. (Enviroment Directorate Enviroment Policy Commitee 2008).

El aumento de la temperatura, la escasez del agua y la ocurrencia de catástrofes climáticas, son las consecuencias derivadas del cambio climático. En el caso de América Latina adicionalmente a estos efectos debe hacer frente al constante incremento de incendios forestales, pérdida en la producción agrícola afectando al desarrollo económico y social de esta región (Frohmann y Olmos 2013).

A pesar de que los países en desarrollo son los que menos GEI emiten, serán los más afectados con respecto a los efectos del cambio climático.

Los países a fin de reducir las emisiones de GEI pueden optar por acciones de mitigación o adaptación. Las medidas de mitigación corresponden a reducir las emisiones netas de GEI mediante la disminución del uso de combustibles fósiles o de las emisiones provenientes de distintos usos del suelo, incrementar la captura de carbono por parte de los ecosistemas a través de la conservación o la reforestación (IPCC 2002).

Con respecto a medidas de adaptación se refiere a los ajustes en los sistemas humanos tanto sociales, económicos o naturales (ecosistémicos) para responder a los estímulos climáticos y/o sus efectos, de tal manera que se logre moderar sus daños y explotar sus oportunidades (IPCC 2001).

Por su parte el Ecuador reconoce el desafío que representa el cambio climático cuyos efectos se podrían reflejarse en la afectación de la población. Con el objetivo de reducir la vulnerabilidad en los sistemas sociales, económicos y ambientales se ha avanzado en la creación de un marco político para la gestión del cambio climático, tales como (Ministerio del Ambiente 2012):

- “La inclusión de referencias específicas sobre el tema en la actual constitución de la República del Ecuador y en el Plan Nacional de Desarrollo”.
- “La declaración de la adaptación y mitigación al cambio climático como Política de Estado”.
- “El establecimiento de una instancia de gestión pública para el manejo del tema a nivel de Subsecretaría de Estado y dentro del Ministerio del Ambiente.
- Inclusión de referencias específicas en los distintos instrumentos de Política y planificación sectorial que contribuyen con la gestión sobre cambio climático”.
- “Creación de una instancia de alto nivel para la coordinación y articulación intersectorial de la gestión sobre cambio climático: el Comité interinstitucional de Cambio Climático.”

En el marco de lo expuesto, se ha elaborado la “Estrategia Nacional de Cambio Climático - ENCC”, documento que constituye el marco político, normativo e institucional. Este instrumento facilita la integración de los distintos sectores a través de las acciones ordenadas, planificadas y concurrentes. En adición, promueve la internalización del tema en instancias públicas y privadas en todo el país (Ministerio del Ambiente 2012).

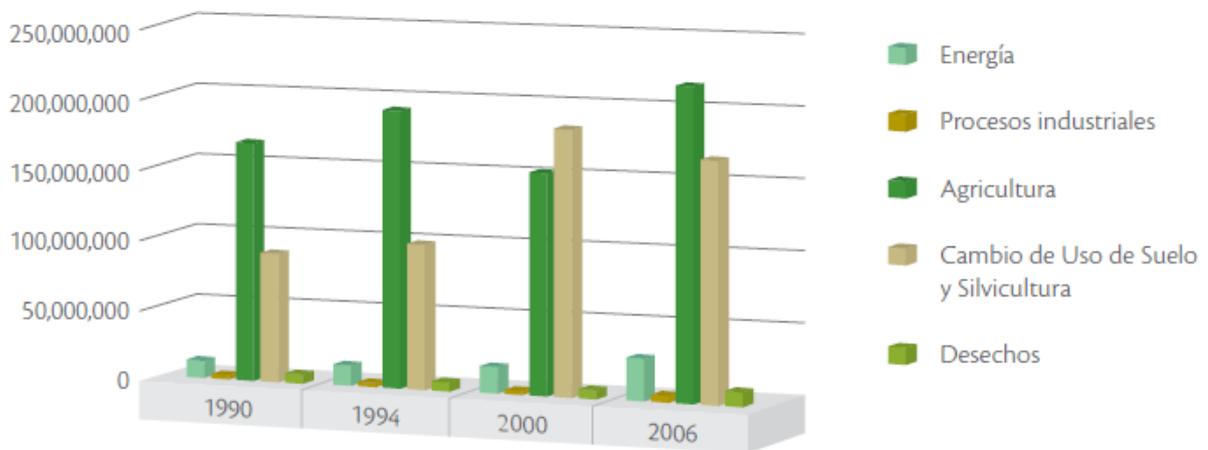
Dentro de la ENCC se ha realizado la priorización de sectores, a fin de que se enfoque las acciones a ejecutarse en aquellos que muestran mayor vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático, para evitar pérdidas económicas, sociales y ambientales al país.

Se tomaron tres criterios para la definición de los sectores prioritarios para la reducción de emisiones de GEI en el Ecuador (Ministerio del Ambiente 2012).

1. “Son prioritarios aquellos sectores que generan las mayores emisiones en el país (a partir de los resultados del inventario nacional de GEI de la Segunda Comunicación Nacional), y que presentaran una tendencia al incremento”.

Gráfico Nro. 2 Aporte sectorial de emisiones de GEI en Ecuador, en Ton CO₂-eq

Evolución de Emisiones Totales de GEI por Sector
(Ton CO₂-eq). Ecuador



Fuente: Proyecto Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático

2. Se considera la importancia del sector en la economía del país.
3. Se analizó los futuros compromisos que puede tener el país para el reporte de emisiones de GEI ante la CMMUCC.

De conformidad a la figura Nro. 2 los sectores prioritarios para la reducción de emisiones de GEI en Ecuador son: agricultura, uso de suelo, cambio de uso del suelo y la silvicultura, energía, manejo de desechos sólidos y líquidos, procesos industriales (Ministerio del Ambiente 2012).

Es importante enfatizar que el cambio climático es un llamado de respeto y solidaridad a la naturaleza, el actual sistema de vida no es sustentable desde una perspectiva ambiental, la humanidad es muy frágil ante el acelerado calentamiento global y podría desaparecer, es necesario que ocurra una concientización de la humanidad de que se está enfrentando a una crisis ecológica, económica, energética y alimentaria (Falconí 2017)

Un ambiente natural adecuado propicia que se genere una sustentabilidad ambiental. Al existir una reducción o pérdida de enormes masas forestales es una seria amenaza, tanto para la ecología como para la sustentabilidad planetaria (Falconí 2017).

1.5 Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC)

El Gobierno del Ecuador ha visto necesario elaborar el documento correspondiente a la Estrategia Nacional de Cambio Climático de carácter transversal a los distintos sectores para hacer frente a los desafíos que presenta el cambio climático a la sociedad en general (MAE 2010).

Posee dos Líneas Estratégicas enfocadas en la reducción de vulnerabilidad y de emisiones de GEI: Adaptación al cambio climático y Mitigación del cambio climático. La Estrategia busca:

- “Crear y fortalecer la capacidad de los sistemas social, económico y ambiental para afrontar los impactos del cambio climático”.
- “Crear condiciones favorables para la adopción de medidas que reduzcan emisiones de GEI y aumentar los sumideros de carbono en los sectores estratégico”.

1.6 Contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC)

En el año 2015 bajo el marco del Acuerdo de París, 196 países se reunieron para transformar sus trayectorias de progreso con el fin de encaminar el mundo hacia el desarrollo sostenible y limitar el calentamiento de 1,5 a 2 °C por encima de los niveles preindustriales. Este fue el punto de partida para las NDC o *Nationally Determined Contributions*, los países también acordaron el objetivo a largo plazo de aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático, fomentar la resiliencia al clima y el desarrollo de bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de manera que la producción de alimentos no se viera amenazada. Además, acordaron trabajar para que las corrientes de financiación fueran coherentes con una vía hacia un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero y resiliente al clima (United Nations Climate Change s.f.).

1.7 Cambio climático y sus efectos en la agricultura

El sector Agrícola es muy vulnerable a los efectos del cambio climático, una menor disponibilidad de agua, ya sea a través de lluvia o agua de riego, alteraciones de las precipitaciones de lluvia, la evapotranspiración, los cambios en la temperatura promedio del aire y suelo, pueden tener un efecto en el incremento de plagas, pérdida de tierra cultivables y cosechas, conllevarían a reducciones en la producción de alimentos para el consumo interno y para la exportación.

Los efectos relacionados al aumento de la temperatura del planeta han provocado cambios en el clima, tales como el derretimiento de los glaciares desencadenando un aumento en el nivel del mar causando movimientos de la población en las zonas costeras, deltas e islas pequeñas del Pacífico. En general se producirá daños irreversibles en diferentes ecosistemas (Vergara, Isabel y Colldeforns 2009, 27).

El cambio climático representa un fenómeno relacionado estrechamente con la alimentación de la humanidad, puesto que conlleva una tendencia generalizada de reducción en la producción agropecuaria. Las proyecciones de las variables de precipitación y temperatura reflejan que existe un riesgo creciente para los países en desarrollo haciéndolos más vulnerables a sus poblaciones más pobres lo que conlleva a un deterioro ambiental (Ramirez, y otros 2010, 6). Es decir que el cambio climático amenaza con perturbar las condiciones en que se producen y consumen una gran variedad de bienes y servicios que son importantes para el bienestar económico.

Los efectos del cambio climático dependen de cada cultivo, por lo que para algunos países o regiones pueden registrar ganancias temporales al tomar ventaja de los aumentos de temperatura y empezar a cultivar especies en lugares antes no aptos. No obstante, estas ganancias no compensan las pérdidas que apreciarían en otro sector (Frohmann y Olmos 2013).

En el informe de “Informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y de la Organización Mundial del Comercio” muestra la relación del comercio con el cambio climático donde indica que: puede aumentar la vulnerabilidad de algunos países al cambio climático obligándoles a especializarse en productos en los que tienen una ventaja comparativa y a recurrir a las importaciones para atender a sus necesidades de otros bienes y servicios (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente 2009).

La proyección de los daños anuales para América Latina y Caribe, a causa del aumento de temperatura media de 2 grados centígrados por encima de niveles pre-industriales, sumarían alrededor de 100.000 millones de dólares para el año 2050, lo que equivale al 2% del PIB de la región a valores actuales. Específicamente, las pérdidas para las exportaciones agrícolas al 2050 serían alrededor de 30.000 millones de dólares y 52.000 millones de dólares, esto en

razón al impacto del cambio climático en el sector agrícola y el apareamiento de las enfermedades tropicales (Frohmann y Olmos 2013).

Los países son vulnerables al cambio climático cuando existe una limitación en el acceso de bienes y servicios que importan, este fenómeno puede provocar escasez en un país por lo que recurrirán a los países donde se sigue disponiendo de esos bienes y servicios. Por ello, aparte de sus efectos de mitigación, el comercio puede contribuir a ayudar a la humanidad a adaptarse a las consecuencias de un futuro más caluroso (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente 2009).

En el estudio experimental del cambio climático y el comercio agroalimentario indica que:

(...) muchos países en vías de desarrollo dependen en gran medida de las exportaciones de productos agroalimentarios para su crecimiento económico y su mercado de divisas. Además de retos tales como la precariedad de las infraestructuras físicas, la escasa gobernanza y las dificultades para acceder a la financiación, el cambio climático ha añadido un riesgo para el comercio y la competitividad (Gonzales 2015).

Según el marco propuesto inicialmente en Smith (2001), la capacidad de adaptación de los exportadores al cambio climático depende del acceso a seis recursos:

1. “Recursos económicos (p. ej., los ingresos y los beneficios, el acceso al crédito y los seguros)”
2. “Tecnología (p. ej., las técnicas de transformación, almacenamiento y transporte de productos)”
3. “Información y cualificación (p. ej., la información sobre el mercado, el análisis de los riesgos climáticos)”
4. “Infraestructura (p. ej., las carreteras, la electricidad, Internet)”
5. “Entorno institucional y normativo (p. ej., la estabilidad política, el apoyo de las instituciones gubernamentales y políticas al comercio y las exportaciones, incluidos los acuerdos comerciales, las normas sanitarias y de otro tipo, etc.)”
6. “Redes y colaboraciones (p. ej., las interrelaciones entre productores y compradores, los contactos con el gobierno)”.

La agricultura de subsistencia se verá profundamente afectada principalmente por su ubicación, reflejándose en su productividad. La producción afectada a la que se dedican principalmente son los alimentos básicos tales como papa, maíz, arroz, fréjol.

Varios investigadores señalan que las zonas donde hay mayor presencia de la agricultura de subsistencia, la disminución de una tonelada de productividad traerá como consecuencia desequilibrios en la vida rural. Sin embargo, recientes estudios sugieren que los agricultores deben tomar medidas de adaptación preparándose para el cambio climático, y así minimizar las pérdidas en productividad a través de la utilización de variedades locales de semillas cuya tolerancia es mayor en época de sequía, además de implementar acciones de cosecha de agua, policultivos, agroforestería, desyerbe oportuno, recolección de plantas silvestres y una serie de otras técnicas (Altieri y Nicholls 2009).

En adición, es importante abordar el término de agrobiodiversidad como una medida de adaptación al cambio climático mediante la diversificación de los cultivos, a través de la evolución de los cultivos: evolución bajo domesticación (CEPAL 2016).

Las comunidades juegan un papel importante dentro de la conservación de la diversidad genética, usan métodos ancestrales de producción agrícola a través de los huertos familiares, en los huertos experimentan, conservan, mejoran, seleccionan, diversifican. En los procesos de conservación y aprovechamiento obtienen seguridad alimentaria, sostenibilidad y resiliencia (CEPAL 2016).

La relación estrecha entre la agrobiodiversidad y la agricultura familiar. Se debe cambiar el paradigma de los monocultivos y diversificar que aporten a la resiliencia y fortalecer la seguridad alimentaria.

No obstante, los enormes cambios que se prevén en los próximos años se verificarán en las grandes brechas entre países pobre y ricos. La capacidad para adaptarse de los países en desarrollo es menor, dando como resultado que los costos de producción se encarezcan perdiendo competitividad a nivel internacional, es decir afectará a sus exportaciones y simultáneamente tampoco serán capaces de alimentar adecuadamente a sus poblaciones (Maslin 2004).

El cambio climático podría afectar de manera drástica a la agricultura, las repercusiones en este sector de la agricultura se alinean con el tema de la seguridad alimentaria, en el caso de que continúe la tendencia del aumento en la temperatura como se ha venido observando en los últimos años, estará relacionado directamente con una caída en la producción de los alimentos, este efecto se lo verá tanto en los países desarrollados como no desarrollados. A pesar de que los agricultores podrían tomar medidas para mitigar o adaptarse a los efectos del cambio climático, no se puede asegurar que la producción logre mantenerse en su cantidad y calidad debido a que en muchos casos necesariamente se necesitará modificar las semillas o variar los tiempos de siembra a fin de que logren adaptarse los cultivos a los cambios de temperatura (Jimenez 2012).

La agricultura deberá adaptarse a los cambios que se prevén con respecto a las variables climáticas, a cambios en el tipo de productos a cultivarse, se necesitará mayor inversión. Sin embargo, no todos los productores estarían en la capacidad de adaptarse a los efectos de cambio climático en especial el sector rural, los agricultores pequeños serán los más afectados dado su bajo acceso a tecnologías, insumos, información y recursos monetarios para tomar medidas de adaptación. Los pobres de las zonas rurales serán los más afectados ahondando sus limitaciones a acceder a cubrir sus necesidades básicas. Además, se afectará a la seguridad alimentaria y generará volatilidad de precios (Lopez y Hernandez 2016).

Según un estudio realizado por la Fundación Carolina, las proyecciones de cambio climático en el Ecuador, evidencian una variación de temperatura y pluviosidad lo que provocará un incremento de la vulnerabilidad de la población pobre en el Ecuador y de los ecosistemas biodiversos (Jimenez 2012).

La variación de temperatura incide directamente en los rendimientos de los cultivos y en los ciclos de crecimiento de las especies agrícolas. Estos cambios pueden favorecer a la presencia de algunas plagas afectando al desarrollo de los cultivos. Con respecto a la variable climática pluviosidad se ha evidenciado su afectación por las alteraciones de los volúmenes de precipitación y las épocas de sequía (Jimenez 2012).

Cabe indicar que, para el Ecuador el sector agrícola es uno de los principales pilares para alcanzar la soberanía alimentaria, además es elemental para su economía al considerarse una

de las principales fuentes de empleo e ingresos, principalmente para las pequeñas y medianas unidades productivas.

En el caso de una disminución de productividad de algunos cultivos las consecuencias serían desfavorables para la seguridad alimentaria, aumentando el número de personas amenazadas por el hambre (IPCC 2007).

Los eventos climáticos como El Niño y La Niña tienen un impacto en los cambios en el clima y en la producción agrícola nacional. El fenómeno del Niño influye en el clima haciendo que la región costa sea más cálida con más precipitaciones recurrentes, y vientos que influirían en las diferentes regiones del país (INAMHI 2010).

Con respecto a la distribución de los agricultores en el Ecuador: los pequeños y medianos agricultores representan el 95,5% de las unidades productivas agrícolas del país. Las unidades productivas menores a 20 hectáreas abastecen el 41% de la producción de leche, el 63% de la producción de papa, el 46% de la producción de maíz y el 48% de la producción de arroz (MAE 2010).

Debido al uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, la quema de los desechos orgánicos y la expansión de la frontera agrícola, las emisiones de GEI en Ecuador han pasado de 159 millones de toneladas de carbono equivalente (CO₂-eq) en 1990 a 210 millones de toneladas de CO₂-eq en 2006, es decir un incremento del 24% en 16 años, a un promedio de un 1,5% anual (MAE 2010).

Capítulo 2. Análisis de los productos principales en la agricultura del Ecuador

Desde los inicios de la humanidad la práctica de la agricultura ha estado presente, sin embargo, la forma de hacerlo se ha ido modificando en el transcurso del tiempo, estos cambios responden a la innovación tecnológica, espacios agrícolas, factores económicos, factores políticos y la adaptación a las variables naturales.

Para el Ecuador la agricultura representa una de las más importantes actividades económicas, para este sector una variable elemental es el factor climático, determinado por la ubicación geográfica, la variedad de temperaturas y precipitaciones (Zhindon, Priscilla y Jesus 2017).

El Ecuador por su caracterización en términos de variedad climática tiene una amplia diversidad de producción. El país se encuentra entre los cinco países con mayor diversidad biológica (Jiménez Sandra, Castro Luis, Yépez Javier & Cristina Wittmer, 2012). Cabe indicar que el Ecuador ocupa el tercer puesto a nivel mundial con mayor diversidad y está entre los seis biomas terrestres y los tres principales ecosistemas marinos, únicamente superado por Brasil y Colombia.

Las actividades agrícolas se identifican por usar intensivamente mano de obra, los procesos de tecnificación, la transición de una agricultura tradicional a una denominada “agricultura no tradicional,” que refleja una alta intervención del estado bajo la aplicación de políticas e incentivos para el desarrollo de cultivos para exportación.

El sector agrícola aporta con el 8% a la producción total anual del país (Producto Interno Bruto) (Ministerio de Agricultura y Ganadería 2019). Representando un papel elemental en el crecimiento de la economía. Sin embargo, se evidencian grandes desafíos, principalmente al ser un país exportador de materia prima existen variables climáticas cuya volatilidad afectan sus precios. Es por esta razón que las variables transcendentales que se analizarán en esta investigación son aquellas que se relacionan con las condiciones climáticas, demostrando así la importancia de tomar medidas de adaptación o mitigación a los efectos de cambio climático.

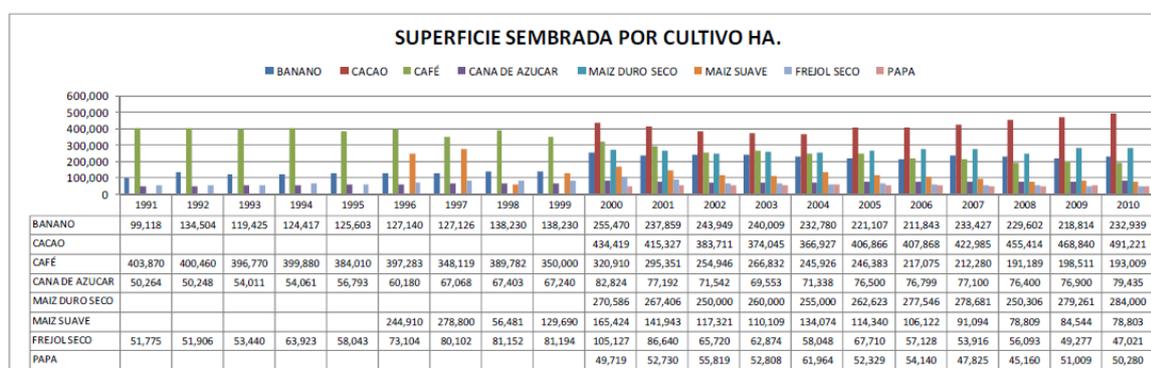
Si se realiza un análisis histórico la balanza comercial agropecuaria ha sido positiva. En el año 2008, el total de exportaciones agropecuarias sobre importaciones agropecuarias, llegó a 2.95

MM, es decir que, por cada dólar invertido en importaciones en el sector agropecuario, se ha recibido una proporción equivalente a aproximadamente al triple por tema de exportaciones (Jimenez 2012).

Para el año 2020, según datos de Ministerio de Agricultura el Ecuador cerró su balanza comercial con un saldo positivo. Tomando como referencia el periodo de enero a octubre de 2019, el país incrementó sus exportaciones en un 12%, con \$5.502.979 millones y sus importaciones disminuyendo en un 2% representando \$4.901.022 millones, confirmando la importancia de este sector para la economía ecuatoriana (MAG 2020).

De conformidad al último Censo Agropecuario los principales cultivos agrícolas en el Ecuador son: café, maíz suave, banano, caña de azúcar, maíz duro, fréjol, cacao, papa entre otros, que en conjunto representan 1.6 millones de hectáreas cultivadas en el año 2000. En el siguiente gráfico se puede evidenciar la reducción de superficie sembrada por cultivo. En el año 2010 cuenta con una superficie sembrada de 1.4 millones de hectáreas (INEC 2010).

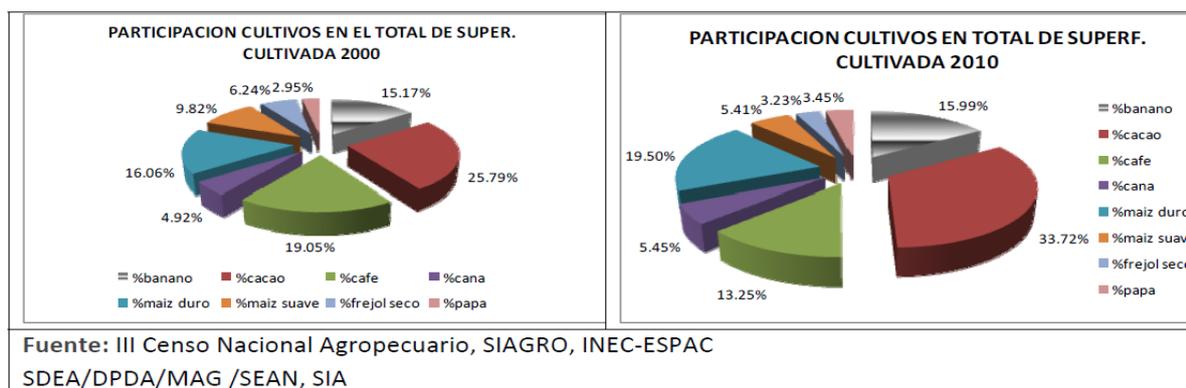
Gráfico Nro. 3. Superficie sembrada por cultivo



Fuente: III Censo Nacional Agropecuario, SIAGRO, INEC-ESPAC SDEA/DPDA/MAG /SEAN, SIA.

En el siguiente gráfico se puede evidenciar las variaciones que han existido en el total de superficie cultivada de los principales productos. En el caso del banano se ha mantenido el porcentaje de superficie cultivada, para el cacao esta superficie pasó de 23% al 33% en el año 2010. El producto maíz duro también tiene un incremento de total de superficie pasando de 16% al 19,5%. El fréjol pasa de 16,06% al 19,50% sin embargo el café disminuye de 19,05% al 13,25% (Jimenez 2012).

Gráfico Nro. 4. Porcentaje de cultivos en el total de la superficie cultivada en los años 2000 y 2010



⁹ Datos aproximado puesto que se ha considerado únicamente los principales productos, se excluye productos como brócoli, soya, habas, etc.,

En este capítulo se desarrolló un análisis de la agricultura de subsistencia en el Ecuador, mediante una breve descripción de este sector incluyendo la superficie utilizada para las unidades productivas, además de los factores de vulnerabilidad. En la segunda parte se realizó un análisis de los productos seleccionados a investigar, los cuales son: maíz duro, fréjol, café, cacao, arroz y banano.

2.1. Agricultura de subsistencia en el Ecuador

En el Ecuador, las unidades productivas agropecuarias familiares representan el 88% (Wong 2006). La agricultura familiar se la puede dividir según su temporalidad laboral y el tipo de contratación de mano de obra para las actividades: subsistencia, transición y consolidada. La agricultura consolidada es aquella que su mano de obra es contratada de manera permanente, opuesto a esto la agricultura de transición es aquella que contrata mano de obra temporal. Mientras que la de subsistencia es la que no contrata mano de obra, por lo que emplea la mano de obra de su familia.

El 62% del total de la Agricultura Familiar corresponde a la de subsistencia, el 37% y el 1% es de agricultura de transición y consolidada respectivamente. Es decir, la mayoría de Unidades de Producción Agropecuaria (UPA) se encasillan en la agricultura de subsistencia (Wong 2006).

Para lo cual es importante mencionar la definición de la “Unidad de Producción Agropecuaria UPA”:

Unidad de Producción Agropecuaria UPA: Es una extensión de tierra de 500 m² o más, dedicada total o parcialmente a la producción agropecuaria, considerada como una unidad económica, que desarrolla su actividad bajo una dirección o gerencia única independientemente de su forma de tenencia o ubicación geográfica utilizando los mismos medios productivos. Superficies menores a 500 m² que mantengan características de las UPAs descritas, pero que hayan comercializado un producto agropecuario obtenido de su UPA, durante el periodo de referencia (INEC 2013).

El promedio de cada UPA en el Ecuador es 14.66 hectáreas de extensión, según el “III Censo Nacional Agropecuario”, las UPAs clasificadas como de subsistencia son de 5.5 hectáreas en promedio y de 7 has hectáreas las de transición (Jimenez 2012).

Tabla Nro. 2 La Agricultura Familiar (AF) en el Ecuador

La Agricultura Familiar (AF) en el Ecuador. Por tipos y regiones						
Característica	AF- por tipos			Total AF	No AF	Total UPAs
	subsistencia	transición	consolidada			
Número UPAs	456,108	274,064	9,780	739952	102930	842882
(porcentaje total AF)	62%	37%	1%	100%		
(porcentaje total UPAs)				88%	12%	100%
Hectáreas	2,510,254	1,932,621	640,948	5,083,823	7,272,008	12,355,831
(porcentaje total AF)	49%	38%		100%		
(porcentaje total UPAs)				41%	59%	100%
Hectáreas promedio	5.5	7.05		7%	70.65	14.66

Fuente: WONG, Sara, Proyecto GCP/RLA/152/IAB, FAO-BID, 2006. En base a la Encuesta de condiciones de vida del año 1998, y del III Censo Nacional Agropecuario del 2000.

Las UPAs de subsistencia como se mencionó emplea mano de obra familiar y tiene un uso bajo de capital e insumos. Esta mano de obra no es remunerada, y lo cual se ha reflejado como pérdida económica en su valoración.

Cabe mencionar que, ante las variaciones climáticas irregulares, la agricultura de subsistencia ha sido la más afectada por su alta vulnerabilidad antes los eventos climáticos extremos. Es así que entre septiembre de 2009 y enero 2010 la falta de lluvias afectó al 98% del área cultivada en las provincias de: Chimborazo, Tungurahua, Cotopaxi y Bolívar y el 2% restante se los considero como pérdida total (Cordero, Vásquez y Rosero 2011).

Las inundaciones en el periodo en mención (septiembre 2009 – enero 2010) afectaron a los cultivos en un 24,4% en Guayas y en un 23,3% en Los Ríos, lo que generó pérdidas de 19% de la superficie a nivel nacional, es decir 80.000 hectáreas de arroz (Cordero, Vásquez y Rosero 2011).

A continuación, se realizará el análisis por cada uno de los productos investigados.

2.2. Maíz duro

El origen del maíz ha sido ampliamente discutido, pero la teoría más aceptada es la combinación de los trabajos de George Beadle y Deborah Pearsall en la cual señalan que el maíz como se lo conoce actualmente sería el resultado de una mutación de la gramínea silvestre, el Teosintle, que existe aún hoy en México (Ayala Mora 1983).

El Teosintle³ protege cada semilla como en el caso del arroz o el trigo. En las mutaciones de toda la espiga es cubierta por una cascara de hoja. Se piensa que estas mutaciones fueron causadas por culturas antiguas mexicanas, que por su interés produjeron ciertas variedades. Según Pearsall, una de estas mutaciones habría viajado hasta llegar a la Suramérica, específicamente a la cuenca del río Guayas y a la Amazonía sur de Ecuador hace algunos miles de años (Ayala Mora 1983).

Ya en el país en conjunto con los siguientes factores transformarían la semilla:

- “Los continuos cruces con el pequeño Teosintle habrían mantenido a la especie produciendo granos pequeños en Mesoamérica”.
- “La amplia experiencia en fitomejoramiento de los cultivadores norandinos.”
- “La extraordinaria diversidad geográfica y la continua interacción entre sus habitantes. En Ecuador los bajos valles interandinos facilitan la interacción entre las regiones montañosa, litoral y amazónica” (Estrella 1983).

Con estas variables se produjo la creación del mejoramiento del linaje del maíz. En primero lugar, enfocándose en el maíz duro y luego al maíz suave o harinoso. El segundo linaje del maíz corresponde a Nal Tel Chapalote (maíz reventón de grano redondo). El tercer linaje del maíz, el Palomero Toluqueño (maíz reventón de grano puntiagudo, tipo arrocillo), se adaptó este maíz a grandes alturas. Su introducción en Mesoamérica sería tardía, con los comerciantes marítimos. Las primeras evidencias de cultivo de maíz datan de hace 5.000 años, fueron hallados en Vegas sitio de la costa sur del Ecuador (Estrella 1983).

³ Zea perennis, una de las especies conocidas como teocintle o teosinte, es una especie y su subespecie del género Zea L. 1753, hallada en México, Guatemala y Nicaragua. Como se esperaba, el teosinte guarda fuertes semejanzas con el maíz, notablemente su morfología de espigas hembra

El cultivo del maíz se lo fue perfeccionando en los últimos años, enfocándose en dos tipos: maíz suave y maíz duro. Justamente, el cultivo de maíz duro es el que más se ha intensificado tanto en producción como en rendimiento, esta preferencia se debe a que este tipo de maíz es usado industrialmente, principalmente para la producción avícola y de alimentos de balanceados. Esta industria presenta en el país un consumo interno creciente y muy dinámico (Acción Ecológica 2010).

El maíz duro es el producto con mayor superficie cultivada y certificada, para lo cual emplea fertilizantes y productos fitosanitarios. Esto se inició por políticas que se aplicaron a finales de los años 60, en aquel momento el Ecuador le dio importancia al desarrollo industrial a través del modelo de sustitución de importaciones. En esta época se inicia la explotación petrolera, constituyéndose como la principal fuente de ingresos para el país. Durante la década de los años 90, las políticas macroeconómicas y sectoriales se enfocaron en establecer un sector agrícola más competitivo y dinámico. La implementación de estas reformas fueron financiadas por BID y Banco Mundial (IDEA 1996).

Un efecto adverso de la aplicación de ese tipo de políticas fue la profundización de problemas como la expansión de monocultivos de exportación, aumento del uso del paquete químico mecanizado y de tecnología, además no se ha permitido la redistribución de la tierra, limitando el uso de servicios para los agricultores tales como: agua de riego, crédito y comercialización. Como consecuencia estas políticas no mejoran las condiciones socioeconómicas de la población, más bien su implementación ha conllevado que la pobreza y la indigencia en especial en zonas rurales continúan aumentando (Salgado 2001).

Con respecto al “III Censo Nacional Agropecuario”, “en el año 2001 la superficie sembrada con maíz fue de 349 mil hectáreas. De éstas, el 70% están sembradas con maíz duro y el 30% restante con maíz suave. En el caso de quienes cultivan maíz duro, el promedio del tamaño de la propiedad es de tres hectáreas, mientras que en el caso del maíz suave es de 0.7 hectáreas” (INEC 2010).

En cuanto, al maíz suave es cultivado por pequeños productores, es considerado de subsistencia y para consumo interno marcando la diferencia con el maíz duro que es cultivado por grandes productores, quienes poseen mayores extensiones de tierra.

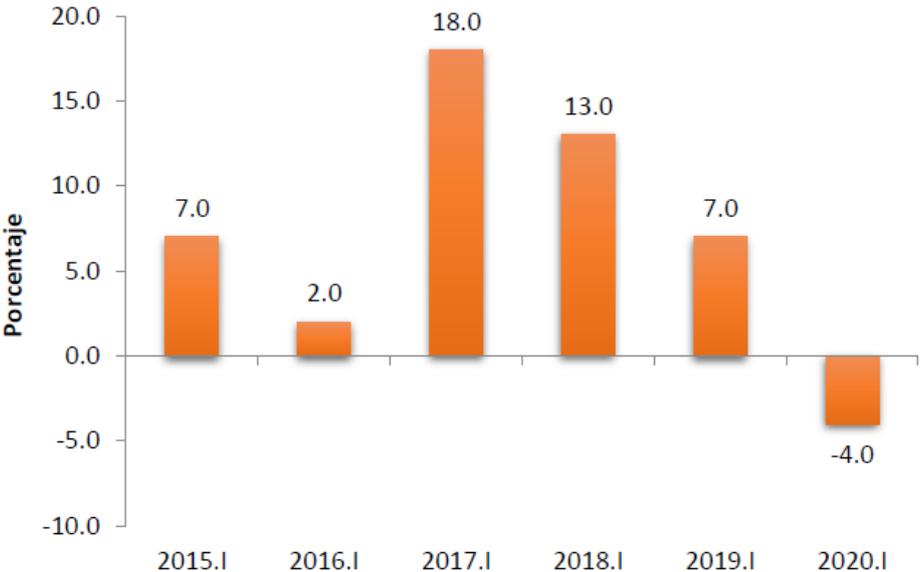
La Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua del 2019 dio como resultados que la superficie cosechada de maíz fue de 322.846 hectáreas, presentando un decrecimiento del 11,6% en comparación con 2018 (INEC 2020).

Los principales problemas que afectaron la cosecha de maíz hacen referencia al bajo precio de venta; al clima desfavorable (heladas e inundaciones en zonas bajas, la lluvia se alargó y provocó un exceso de humedad); escasez y alto costo de mano de obra; falta de asistencia técnica y de vías de comunicación, así como reducido financiamiento y poca demanda del producto (BCE 2019).

Para el año 2020, se evidencia un decrecimiento pronunciado tanto en la superficie sembrada como en el volumen de producción, esto se debe al clima desfavorable por la época de sequía (30%), la falta de asistencia técnica (16%), la escasez de mano de obra (16%), el alto costo de mano de obra (15%), la falta de vías de comunicación (15%), la presencia de enfermedades gusano cogollero, y langosta (4%), la falta de financiamiento (2%) y las altas tasas de interés (2%) (Banco Central del Ecuador 2020).

Gráfico Nro. 5. Superficie sembrada de maíz duro

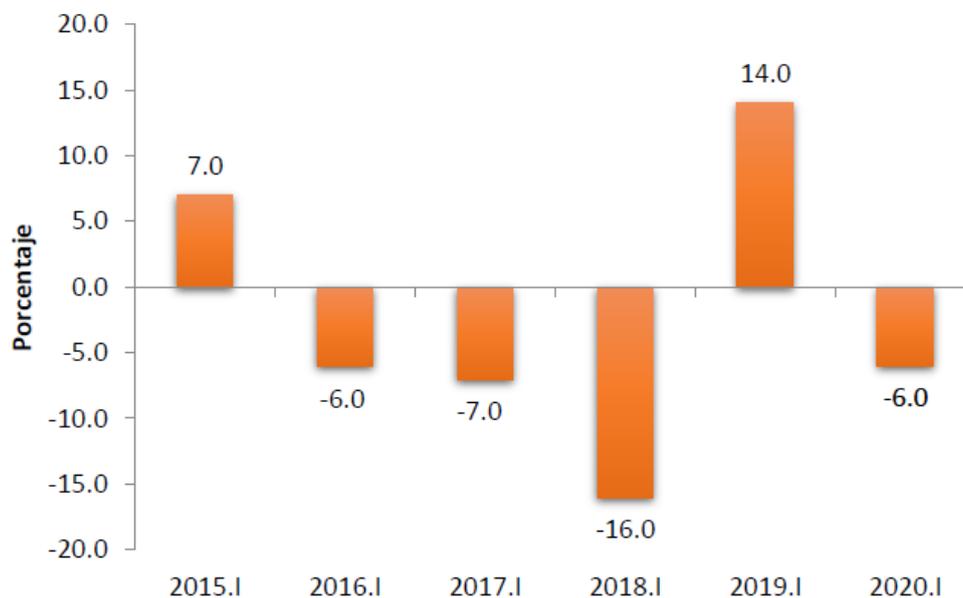
SUPERFICIE SEMBRADA DE MAÍZ DURO DE INVIERNO
(Variación trimestral interanual, porcentajes, 2015-2020)



Fuente: BCE.

Gráfico Nro. 6 Volumen de producción de maíz duro

VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ DURO DE INVIERNO (Variación trimestral interanual, porcentajes, 2015-2020)



Fuente: BCE.

2.3. Fréjol

El fréjol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una leguminosa originaria del continente americano y su domesticación está relacionada con otros cultivos en la época prehispánica, cuya procedencia es México y Perú donde se empezó a cultivar desde hace 7.000 años. La especie se encuentra distribuida a nivel mundial por su adaptabilidad a diferentes características de suelos y climas debido a la gran cantidad de genotipos y ecotipos que existen, este cultivo lo siembran los pequeños, medianos y grandes productores (Baque 2014).

En la historia de la gastronomía ecuatoriana el fréjol se ha consolidado como un alimento secundario, casi imperceptible, pero siempre presente. Este grano se halla en preparaciones de todos los días, pero está presente en platos rituales.

El nombre originario del fréjol es "kidney bean", este nombre es debido a la forma de la semilla. En un principio este alimento solo lo consumían las personas con mayor poder adquisitivo, pero su cultivo se extendió pronto por toda Europa, hoy en día se cultiva en todas las partes del mundo (Aykroyd y Doughty 1982).

Las leguminosas comparadas con cereales y raíces presentan un cuadro mucho más favorable con respecto a calidad y cantidad de proteínas variando ésta del 20 al 40 %. La Cistina y

Metionina que son aminoácidos que contienen azufre, son los más importantes y al mismo tiempos limitantes en el fréjol, por lo tanto las leguminosas y los cereales se complementan satisfactoriamente en contenido y calidad de proteínas (Litzemberger 1973).

En ciertas variedades de fréjol se han encontrado valores proteínicos del 6% al 36 % ,y que además en algunas especies el medio ambiente tiene notable influencia sobre el contenido de proteínas con variaciones considerables, según los lugares de ubicación, aunque algunas líneas mantienen alto contenido de proteínas en todos los ambientes experimentados (Litzemberger 1973).

En el Ecuador el cultivo del fréjol se lo combina con maíz, eso implica que crecen conjuntamente, por tanto, cuando el precio de uno de estos productos sube, favorece para incrementar la siguiente siembra, puesto que el producto asociado se beneficia con el incremento en dicho precio (BCE 2019).

La superficie cosechada de fréjol en Ecuador comprende 121 mil hectáreas. Hasta hace algunos años, el 80% de la producción era destinada a Colombia como producto de exportación, a partir del 2015 el gobierno ecuatoriano colocó al fréjol como parte de los programas de alimentación por lo que actualmente el consumo nacional es del 40%. (Ochoa, 2015).

Para el año 2019 se evidenció una mejora en los precios, lo que conllevó que los agricultores mantengan su situación económica. En gran medida podría deberse a que el cultivo de fréjol se lo combina con maíz. Adicionalmente, en este periodo de tiempo se tuvo un clima más favorable (BCE 2019).

Según datos del reporte del Sector agropecuario del Banco Central del Ecuador, en el año 2020 se evidenció un decrecimiento tanto en la superficie sembrada como en la producción de fréjol comparada con el mismo periodo en el 2019 (Banco Central del Ecuador 2020).

Los problemas que más afectaron a la producción de fréjol fueron: el clima desfavorable (32%), alto costo de mano de obra (18%), falta de asistencia técnica (18%), falta de vías de comunicación (14%), plagas y enfermedades (8%), falta de financiamiento (5%), poca demanda del producto (5%). En adición, debido a la emergencia sanitaria a razón de la COVID 19 se determinaron deficiencias en el canal de comercialización del producto y la falta de cobertura de la compañía de seguros, debido a las restricciones en la movilización (Banco Central del Ecuador 2020).

Gráfico Nro. 7 Superficie sembrada de fréjol

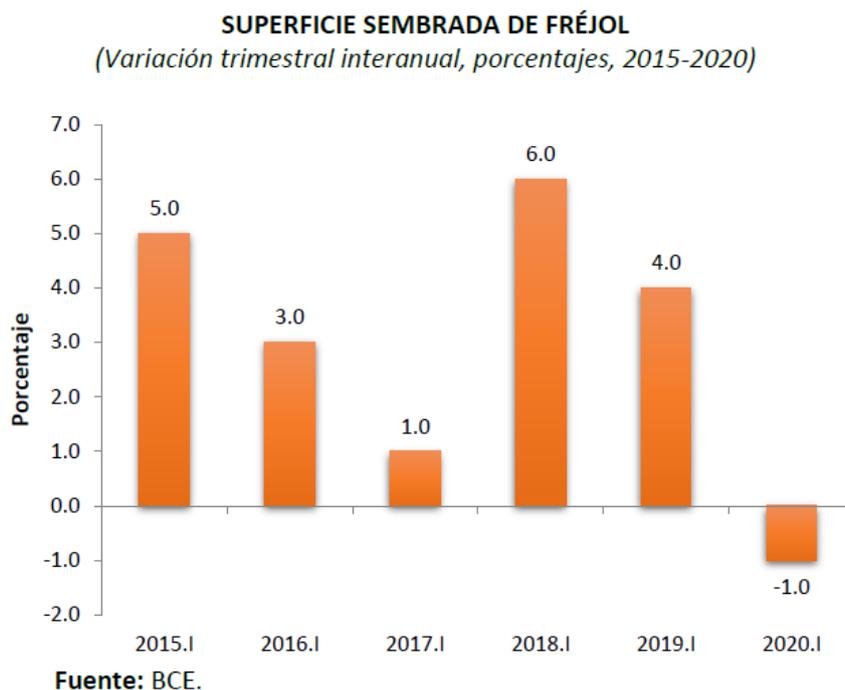
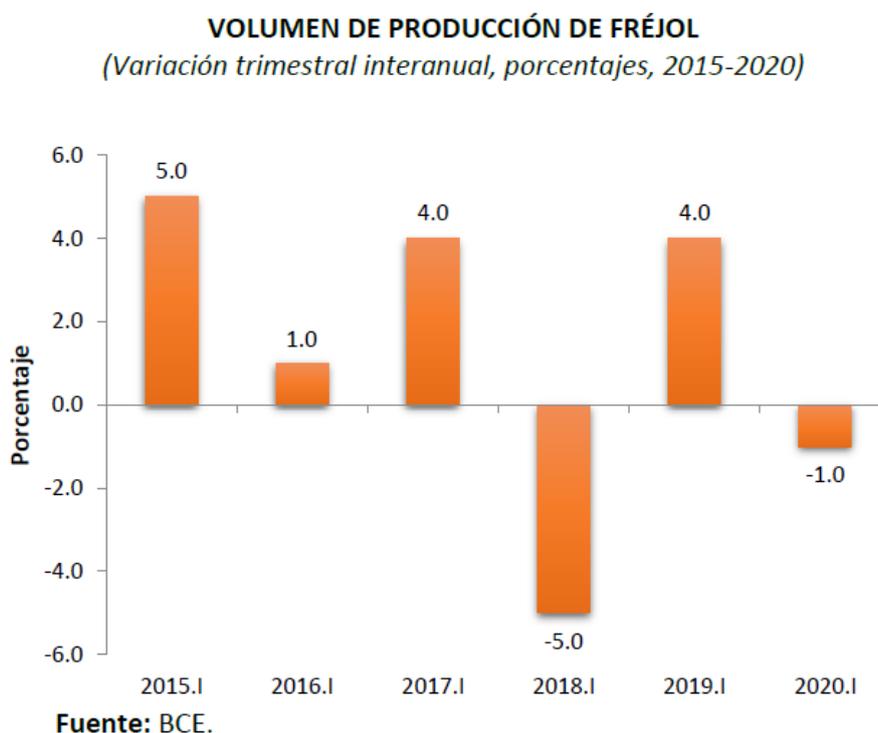


Gráfico Nro. 8 Volumen de producción de fréjol



2.4. Café

La poca estabilidad política en el país ha desencadenado que los productos agrícolas tengan épocas de bonanza y de depresión. El café no es la excepción, la historia del sector cafetalero nacional ha tenido momentos alentadores y sombríos. En los años 80, la actividad cafetalera

nacional experimento un auge importante, llegando a ser el décimo país exportador de café en el mundo. Esto benefició a más de cien mil familias que directa e indirectamente se favorecían. Lamentablemente, esa situación no se mantuvo en el tiempo principalmente por decisiones políticas y poco apoyo al sector (Parrini 2016).

Considerando que el café es la bebida que más se consume en el mundo y más comercializada que el petróleo. La estrategia que se debe implementar como política pública es producir todo tipo de café y marcar como ventaja competitiva la posición geográfica privilegiada del Ecuador a fin de lograr un mayor posicionamiento en el mercado mundial, a la par aumentará el consumo interno de café molido, lo que beneficiaría a los emprendimientos de los artesanos. Este tipo de políticas estimulan la actividad cafetalera y reducen los niveles de pobreza (Parrini 2016).

Es importante destacar que el café producido en el archipiélago de Galápagos es único en el mundo, lo que ha permitido conseguir la primera denominación de origen. “Los expertos establecen que existen tres lugares en el planeta donde se puede dar el mejor café: Yemen, Galápagos y Manabí en Ecuador, dadas las condiciones climáticas de temperatura y humedad.” Esto se explica porque la corriente de Humbolt recorre las costas ecuatorianas en la época de floración, condensando los azúcares en el fruto. En el proceso de cosecha, se obtiene café diferenciado en zonas bajas. La poscosecha es elemental por lo que realizar el fermentado, secado, tostado adecuado y molido sencillo marcará la diferencia en el producto final. La calidad del café depende de la genética y de la temperatura en el momento de la flor se transforme en fruto, esto provoca que la maduración sea lenta y que los azúcares se condensan en la semilla desde donde se extraen los aromas y los sabores cafeteros. La tonelada de café está cotizada en la bolsa a 3 mil dólares, y esto equivale a 140 dólares el saco (Arias Arellano 2016).

El principal reto para la industria nacional cafetalera es sacar nominaciones de origen y hacer alianzas comerciales, madurar los procesos asociativos con los productores. Es importante instaurar un sentimiento de cooperativismo que genere un encadenamiento directo con el productor y el mercado internacional. Los desafíos para el Ecuador son: la calidad, asociatividad y encadenamiento comercial (Arias Arellano 2016).

El programa desarrollado por el Ministerio de Agricultura – MAG, correspondiente a la reactivación de café y cacao, cuenta con 350 agrónomos y operadores privados agrupados en

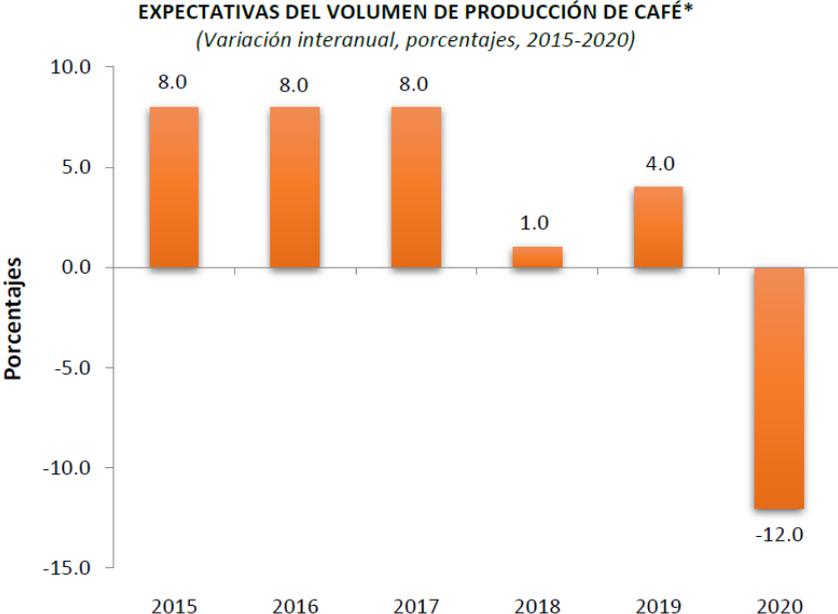
organizaciones llamadas Minga Café y Minga Cacao, los beneficiarios son alrededor de 5.000 personas, cabe indicar que estas mingas se encontraron conflictos básicamente por el acceso al agua de riego (MAGAP 2016).

Para el año 2019 el café registró un crecimiento del 4%, esto como resultado de ingreso a la producción de nuevos cafetales y además porque los productores pudieron controlar la plaga denominada “roya”, misma que afecta a las plantaciones y reduce su capacidad productiva (BCE 2019).

No obstante, en el año 2020 se ve un descenso drástico en el volumen de producción del café, Respecto a los principales problemas que enfrentaron los cafeteros son: clima desfavorable exceso de lluvias e inundaciones (32%); bajo precio de venta del producto (17%); alto costo de la mano de obra (17%); falta de asistencia técnica (17%); escasez de mano de obra (11%); falta de vías de comunicación (6%). Además, por el exceso de lluvias se presencié el ataque de hongos “mal de machete”; y otra variable que afectó fue el contrabando desde Perú (Banco Central del Ecuador 2020).

Otra variable a considerar para este descenso es el encarecimiento de la mano de obra como consecuencia de la Pandemia, en las zonas productoras de café se registró escasez de mano de obra, por temor al contagio de la covid-19, los trabajadores no se movilizaron, incrementándose el costo de la mano de obra local (Banco Central del Ecuador 2020).

Gráfico Nro. 9 Expectativas del volumen de producción de café



Fuente: BCE.
*Información recolectada al primer semestre de cada año

2.5. Cacao

La cuna del cacao es Latinoamérica, y lo confirma una investigación arqueológica que señala al Ecuador como el país de origen del cacao. Se encontraron restos de cacao en cerámicas halladas en la Amazonia ecuatoriana que datan de 3.330 años antes de Cristo, concluyendo que se han cultivado cacao en el país por más de 5.000 años. Este producto se lo exportó por primera vez en el siglo XVI, pero los conquistadores prohibieron su exportación hasta 1789 debido a que prefirieron mantener las regalías en América Latina (Chiriboga 2018).

Para el Ecuador, el cacao es un producto estratégico desde finales del siglo XVIII. El primer boom del cacao se dio en 1779 hasta 1842. Historiadores concluyen que el cacao fue el motor económico que financió los dos grandes hitos en la historia: las independencias y revolución liberal (Ministerio de Turismo s.f.).

En 1870, se vino el segundo auge en la producción de la fruta en el mercado internacional, diez años después se intensificó la producción y exportación del cacao, ocupando el Ecuador el primer lugar en producción en el mundo. Durante los próximos veinte años (1895-1913), mantuvo su primer lugar al proveer entre 15-25% de la demanda internacional (Ministerio de Turismo s.f.).

Hasta fines del siglo XIX, las condiciones de suelos fértiles y la temperatura, así como la pluviosidad adecuada de la costa ecuatoriana, lo convirtieron en el escenario ideal para producir el cacao más fino del mundo con niveles de productividad excelentes (Ministerio de Turismo s.f.).

Actualmente el Ecuador es considerado líder en la producción de cacao fino de aroma posicionando al famoso Cacao Arriba, con un 65% del mercado mundial. La alta calidad del cacao de Ecuador se explica por el suelo, clima, y la ubicación ecuatorial (República del Cacao s.f.).

La superficie adecuada es el requisito inicial para establecer una plantación de cacao que permita una producción sustentable. Es necesario que la zona tenga el tipo de suelo y las condiciones climáticas adecuadas. Los costos que incluyen una plantación de cacao son: preparación del suelo, plantación de los árboles de sombra y de cacao, podas de formación, control de malezas, aplicación de fertilizantes y otros productos (Guerrero 2019).

Con respecto a la infraestructura incluye caminos internos, canales de drenaje y riego, viveros, fermentadores y secadoras. El mantenimiento de la plantación incluye: podas de mantenimiento, control de malezas, aplicaciones de fertilizantes, fungicidas y otros pesticidas, cosecha y beneficio posterior del grano. También hay que destacar que la mayoría de los productores prefiere utilizar métodos de prevención y de control naturales, pese a no contar con certificaciones de ser orgánicos (Guerrero 2019).

Con respecto a la superficie cosechada nacional de cacao ha sido variable, el promedio para el periodo del 2006 al 2015 fue de 319.432,78 ha. La producción nacional, alcanza en promedio las 117.034 toneladas anuales (Ramos 2015). Para el 2019, la superficie cosechada de cacao a nivel nacional fue de 525.435 hectáreas (INEC 2020).

No obstante, en el volumen de producción de cacao en el 2018 y 2019 decreció. Las razones que se determinaron fueron las siguientes: clima desfavorable (36%), heladas, inundaciones; la falta de asistencia técnica (20%); falta de vías de comunicación (14%); alto costo de mano de obra (10%); el precio bajo de venta del quintal de cacao (7%); falta de financiamiento (4%); escasez de mano de obra (4%); poca demanda del producto (1%); y, altas tasas de interés (1%). Además, el alto costo de los insumos, que se falta de regularización de los precios en los mercados, y la presencia de plagas por la humedad que dejó la época de invierno (BCE 2019).

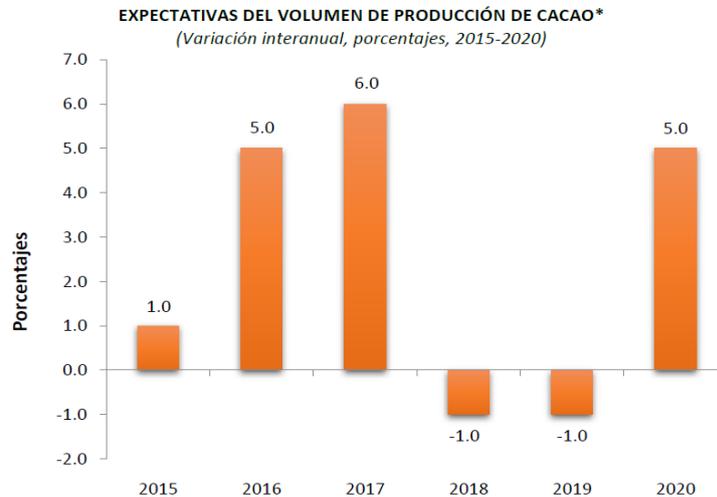
El clima invernal durante el 2019 dejó mucha humedad en las tierras y provocó el apareamiento de la monilla, plaga que ataca a las plantaciones y disminuye la productividad. El precio bajo del producto (comparado con el semestre anterior), desanima al productor (BCE 2019).

Para el 2020, se evidencia una recuperación en la producción en comparación con el periodo anterior, esto se explica porque los productores realizaron mayores inversiones sobre todo en mano de obra, así como mantuvieron sistemas de drenaje adecuados. Estas medidas han ayudado en el control de plagas como la monilla y a los efectos del cambio climático (Banco Central del Ecuador 2020).

Sin embargo, se mantiene constante la falta del establecimiento de un precio oficial. El precio de venta experimenta constantes variaciones, ocasionando incertidumbre en los productores,

repercutiendo en los bajos precios que les pagan los intermediarios, lo que no les permite cubrir los costos (Banco Central del Ecuador 2020).

Gráfico Nro. 10 Expectativas del volumen de producción de cacao



Fuente: Banco Central del Ecuador

2.6. Arroz

El arroz durante las tres décadas del siglo XX, se consolidó como el alimento base de la dieta de los grupos sociales y de todas las regiones (R. Espinosa 2000).

Según la “Organización de las Naciones Unidas para la agricultura (FAO)”, el Ecuador en el 2010 ocupó el número 26 en producción de arroz, además es uno de los países que más lo consume dentro de la Comunidad Andina, el consumo por persona fue de un aproximado de 48 kg. Es uno de los principales productos de cultivos transitorios, ocupando más de la tercera parte de la superficie en sus cultivos (Barcia 2012).

En siglo XIX se fortaleció el consumo y la comercialización de arroz. Las principales provincias donde se produce son: Esmeraldas, Guayas y Manabí. Con el tiempo se extendió hasta la región Sierra del país. En 1895 se da inicio a la implementación de piladoras en Daule, Naranjito y Milagro. Colombia fue el primer país destino de las exportaciones (Rueda 2017).

El cultivo de arroz es muy importante en el país, sobre todo al estar incluido dentro de la dieta de los ecuatorianos. Los sistemas de manejo de la producción arrocería dependen de la estación climática, zona de cultivo, disponibilidad de infraestructura de riego, ciclo

vegetativo, tipo y clase de suelo, niveles de explotación y grados de tecnificación (Delgado F. 2011).

“La superficie cosechada de Arroz ha sido variable, el promedio para el periodo 2002 y 2011 fue de 375.466,7 ha, pero, su tasa de crecimiento fue de -0,65 %. El cultivo de arroz está localizado principalmente en la Región Costa” (Nieto y Alex 2019).

Guayas es la principal provincia productora de arroz, el cantón con mayor concentración de cosecha de arroz es Samborondón, un cantón netamente agrícola en la zona rural. Los agricultores conocen que por las condiciones climáticas el verano es donde mayor producción se realiza, dejando a un lado la producción de invierno por los riesgos que conlleva (Alava, Poaquiza y Castillo 2018).

“La producción de arroz se realiza durante todo el año en forma escalonada y en ciertas zonas, se siembra hasta tres ciclos en el año, en el 2019 la superficie sembrada a nivel nacional fue de 261.770 hectáreas registrando una variación negativa en comparación al 2018” (BCE 2019).

Estos menores rendimientos estarían asociados a factores climáticos, dada la temporada de heladas que soportó la región litoral y el exceso de humedad, la productividad disminuyó, dejando como consecuencia un volumen de producción menor (BCE 2019).

Para el 2020 el decrecimiento pronunciado con respecto al 2019, responde a que, durante el período, los agricultores no realizaron grandes inversiones, efectuaron labores básicas de infraestructura como nivelación de suelos, reconstrucción de muros perimetrales y divisorios, limpieza de canales de riego y drenaje, tareas que son necesarias especialmente para la época de invierno (Banco Central del Ecuador 2020).

Cabe mencionar que existieron otros problemas tales como el clima adverso por las inundaciones que soportaron las zonas bajas del litoral; además de la falta de financiamiento y el alto costo de la mano de obra (Banco Central del Ecuador 2020).

Además, que los productores arroceros están abandonando el cultivo de arroz, debido a que se está convirtiendo en una actividad poco rentable, en comparación con otros productos, combinado con el contrabando desde Perú y la crisis sanitaria (pandemia del COVID-19) que está impidiendo la movilidad tanto interna como entre cantones para la comercialización del producto, ocasionando un perjuicio para el agricultor (Banco Central del Ecuador 2020).

El contrabando desde Perú a Ecuador, ha generado varios conflictos y protestas por parte de los agricultores del país. Según el Servicio Nacional de Aduana del Ecuador - SENA. Los 6 productos que más ingresan ilegalmente al país son arroz, cebolla, maíz, frutas, papa y granos secos.

En síntesis, los principales problemas que afectaron la siembra fueron: el clima desfavorable 48% (por inundaciones en el litoral); alto costo de mano de obra 16%; escasez de la mano de obra 8%; falta de financiamiento 8%; poca demanda del producto 8%; falta de asistencia técnica 8%; y, el bajo precio de venta de la saca/quintal de la gramínea (4%) (Banco Central del Ecuador 2020).

Gráfico Nro. 11 Superficie sembrada de arroz

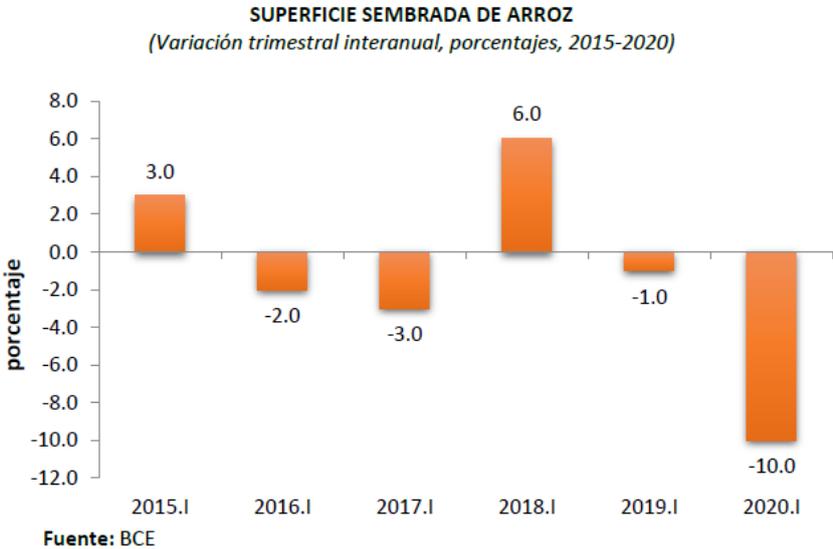
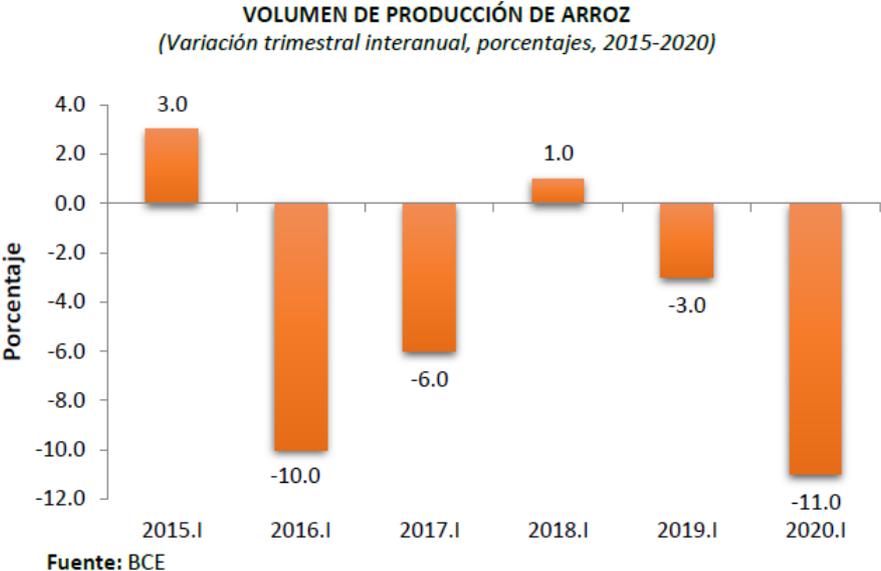


Gráfico Nro. 12 Volumen de producción de arroz



2.7. Banano

Desde hace diez años en el Ecuador la historia socioeconómica ha estado vinculada con las actividades de exportación bananera. Los principales factores para que este sector haya crecido son la combinación de la demanda de obra, salarios bajos, la disponibilidad de tierra agrícola, la política de fomento del gobierno, incluyendo créditos y obras de infraestructura, la ausencia de plagas y huracanes (Larrea M., Espinosa y Charvet 1987).

La exportación de banano domina la economía ecuatoriana hasta los años 70, cuando es suplantada por el petróleo (Espinosa y Sylva 1987). El boom petrolero desplazó las exportaciones de la fruta; sin embargo, han existido grandes cambios que han minado el efecto multiplicador de las exportaciones del banano (Espinosa y Sylva 1987).

Los empresarios han invertido su capital económico y recurso humano para la producción y exportación de la fruta, han recibido contribuciones de capital extranjero que ha permitido que el Ecuador sea el primer país exportador de banano con un 30% de la oferta mundial, seguidos por Costa Rica, Filipinas y Colombia, juntos abastecen más del 50% del banano consumido en el mundo (Espinosa y Sylva 1987).

Han existido retos importantes en el ámbito de mercado internacional, el producto ha tenido que mejorarse para poder alcanzar los estándares impuestos por países compradores, tanto en condiciones de comportamiento de la naturaleza y políticas internacionales (James 2009).

La producción de banano se encuentra localizada principalmente en la región Costa, en el año 2019 la superficie cosechada de banano fue 183.347 hectáreas, registrando un crecimiento del 13,5%. En adición, la producción anual fue de 6,6 millones de toneladas presentando un incremento de 1,2% respecto al año anterior (BCE 2019).

Las condiciones vegetativas fueron similares a las del 2018, el crecimiento de la producción se ha mantenido principalmente porque existieron mayores oportunidades de financiamiento, las cuales fueron destinadas para obras de infraestructura (mejoramiento territorial, compra de tierras para nuevas siembras, adquisición de empaquetadoras, así como instalación de sistemas de riego y drenaje) (BCE 2019).

Con respecto a los problemas presentados en este periodo los agricultores tuvieron heladas (que no dejan desarrollar al banano), inundaciones (que afectó a inicios del año a la provincia de El Oro); y, falta de asistencia técnica (BCE 2019).

En el siguiente gráfico se observa un fuerte decrecimiento para el año 2020 en comparación con el año anterior. Esto se debe a los problemas que enfrentaron los agricultores a la poca demanda del producto (24%), debido a la crisis sanitaria covid-19; clima desfavorable (17%), caracterizado por heladas (que no dejaron desarrollar al banano); falta de asistencia técnica (17%); escasez de mano de obra (17%) y, otros factores (25%). Además, se mencionó el incumplimiento en el pago por parte de las empresas exportadoras a los productores, lo que incidió en la falta de liquidez. Todo esto sumado a la reducción de cupos de exportación, escaso control en los precios cancelados al agricultor que está bajo contrato y, al no contar con recursos para mantenimiento de las fincas se reduce la productividad en las mismas (Banco Central del Ecuador 2020).

Gráfico Nro. 13 Expectativas del volumen de producción de banano



Fuente: BCE.

*Información recolectada al primer semestre de cada año

Una vez concluido el análisis de la información de todos los productos seleccionados para la presente investigación, se concluye que la pandemia fue una variable importante que afectó a los volúmenes de producción, por otra parte, el contrabando no ha permitido una competencia justa siendo los más afectados los agricultores. Una de las medidas que se podrían adoptar para desacelerar el contrabando consiste en implementar mayores controles en las fronteras; además, incorporar exigencias sanitarias para los productos que desean ingresar legalmente al mercado.

Capítulo 3. Metodología

El propósito de este capítulo es evaluar el efecto del cambio climático sobre la agricultura de subsistencia a escala cantonal, en los años 2030 y 2040. El presente estudio se estructura de tres fases de análisis: en la primera fase, mediante un índice sintético se identifica a los cinco cantones susceptibles al cambio climático; la segunda fase clasifica e identifica los principales cultivos predominantes en la economía ecuatoriana; y, en la tercera fase, utilizando una regresión de lineal múltiple con logaritmos naturales se estima, para cada cultivo, los rendimientos económicos sujetos a los cambios de pluviosidad y temperatura.

Para determinar impactos del cambio climático, se distingue dos familias: aquellas que son utilizadas para medir efectos físicos y las que permiten cuantificar en términos económicos los costos de los efectos. Para determinar los efectos físicos, en la literatura se mencionan “modelos en los que básicamente hay una direccionalidad lineal que incluye: a) el uso de escenarios de cambios macroclimáticos para determinar impactos de primer orden; por ejemplo, de los efectos agroclimáticos a nivel regional; b) la determinación de impactos de segundo orden; por ejemplo, en la productividad de los cultivos y en la aptitud de las tierras agrícolas; y c) impactos de orden superior; por ejemplo, la producción a nivel regional o en finca” (Brklacich 2016, 16).

En los estudios orientados a la determinación del costo económico de los efectos del cambio climático se utilizan estimaciones de relaciones estadísticas o de funciones de producción (CEPAL 2010). De la revisión de la literatura, se encuentra que la estimación de la función de producción utiliza variables explicativas relacionadas con aspectos climáticos (temperatura, pluviosidad, erosión, entre otras). Generalmente, este tipo de estudios se realizan a una desagregación geográfica de áreas urbanas y rurales, provincias/estados incluso a nivel de fincas. La estrategia basada en series de tiempo permite analizar a niveles de desagregación mínimos, además, las medidas de bondad de ajuste dan certeza de los cambios producidos en periodos pasados.

A continuación, se muestra la metodología utilizada para medir el efecto de cambio climático sobre los cultivos relevantes de la economía de país. El estudio priorizó el análisis de aquellas unidades primarias agrícolas mediante el índice de vulnerabilidad al cambio climático, que está determinado por la incidencia de la variación de temperatura y pluviosidad. Además, para

el análisis se incluye características sociodemográficas que reflejan la vulnerabilidad de ciertos grupos poblacionales.

3.1. Fase 1: Identificación de los cinco cantones más vulnerables al cambio climático

En esta primera fase se construye un índice sintético⁴ a nivel de cantón, adoptando la definición de “vulnerabilidad al cambio climático” IPCC (2007). La vulnerabilidad se define “como el grado en que los sistemas pueden verse afectados adversamente por el cambio climático, dependiendo de si estos son capaces o incapaces de afrontar los impactos negativos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos extremos” (PECC 2014, 20). De acuerdo a esta definición, “la vulnerabilidad no sólo depende de las condiciones climáticas adversas, sino también de la capacidad de la sociedad de anticiparse, enfrentar, resistir y recuperarse de un determinado impacto” (PECC 2014-2018, 22).

Para la evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático se identifica las problemáticas asociadas al clima que tienen un impacto o que pudiesen tenerlo en los sistemas sociales, productivos, económicos y naturales. Una unidad territorial evaluada se define tomando en cuenta las características del territorio que son importantes en el desarrollo de la problemática asociada al clima. En la mayoría de las problemáticas climáticas, el municipio es la unidad de representación para visualizar la vulnerabilidad.

Para determinar los cinco cantones más vulnerables al cambio climático, se establecieron variables sociodemográficas y fenológicas de todos los cantones del Ecuador. La información tomada corresponde a los datos disponibles al año 2015. Entre las variables utilizadas están “(i) índice de variación de temperatura, (ii) índice de variación de pluviosidad, (iii) niveles de pobreza por NBI e (iv) incidencia étnica”. A partir de esta información se construyó un índice, mediante la asignación de pesos iguales a cada variable que interviene.

El índice construido tuvo una escala de 0 al 100, esto permitió ordenar los cantones de mayor a menor; los cantones con un mayor índice se consideraron como vulnerables.

3.1.1. Temperatura y Pluviosidad

“El clima es uno de los principales determinantes de la productividad agrícola (Adams et al. 1998); debido al incremento en la concentración de gases de efecto invernadero es prácticamente inevitable que se presenten cambios en el clima a los cuales la agricultura tendrá que adaptarse. Esto requerirá no sólo de cambios en el tipo y combinación o mezcla de

⁴ Un indicador sintético consiste en una serie indexada que engloba y agrega la información de un conjunto de indicadores parciales representativos de diferentes sectores del objeto de estudio y la heterogeneidad en las unidades de los indicadores parciales (Jiménez y Vargas, 1).

cultivos que se producen, sino también un aumento en la inversión (McCarl 2010). Más allá de las posibilidades de adaptación, se espera que la agricultura sea el sector que sufra los mayores efectos económicos ante el cambio climático” (Fischer et al., 2005; Mendelsohn, 2009, 46).

En este contexto, se elige las variables de “temperatura y pluviosidad”, de cada cantón del territorio ecuatoriano. Para determinar la “variación de la temperatura y pluviosidad” se utiliza el valor absoluto de cada cantón para los años objeto de estudio (2030 y 2040), menos el promedio cantonal del periodo 1981-2015, respectivamente. Posteriormente esta variación se normaliza y los valores varían entre 0 y 100, a mayor variación es más cercano a 100%. Los valores que se obtienen de esta variación corresponden al valor entre el año base (fecha actual) y los valores pronosticados en los años 2030 y 2040, según corresponda.

La predicción futura de la “temperatura y precipitación” para los años 2030 y 2040 corresponden a las proyecciones climáticas realizadas por el Ministerio de Ambiente en los años 2015 y 2016. La metodología que utilizaron para la estimación de los valores futuros consiste en un proceso de ensamble mediante técnicas de reducción de escalas estadísticas y dinámicas, según se especifica en el informe de la “Quinta Comunicación Nacional sobre el Cambio Climático-2013”.

Proyecciones climáticas

El Ecuador es una de las regiones con más riesgo al impacto del cambio climático, sin duda es necesario conocer con la mayor precisión las proyecciones del clima en el Ecuador bajo diferentes escenarios considerando variables económicas, sociales, incluso tecnológicas. Los valores futuros resultado de las proyecciones representan la dinámica atmosférica ante los incesantes aumentos en los gases de invernadero.

En los últimos 10 años el Ecuador ha venido utilizando metodologías diferentes para la estimación de valores futuros, entre las más usadas se encuentra “la realizada por el CIIFEN (2014) en el marco del Proyecto Regional Información de Cambio Climático y Biodiversidad para el Fomento de Políticas Públicas de Conservación y Adaptación en la Región de los Andes Tropicales que contó con el soporte de los Servicios Meteorológicos y Ministerios de Ambiente de los tres países andinos, y aquella impulsada a partir de 2015 por el MAE del Proyecto de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, con el soporte técnico del INAMHI” (MAE 2017, 384).

La metodología para obtener las proyecciones climáticas utilizadas en el presente estudio (2030 y 2040), según la “Tercera Comunicación Nacional del Ecuador a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”, siguió el siguiente proceso:

1.- “Selección de los Global Climate Model (GCM) que poseen el mejor desempeño en la región norte de Sudamérica para las siguientes variables meteorológicas: precipitación, temperatura media, temperatura máxima y temperatura mínima, tomando como base 42 de los 43 modelos usados en 2013 por el IPCC, en el marco del Proyecto CMIP5” (MAE 2017, 385).

2.- “Revisión y control de calidad de las series de datos mensuales de las variables meteorológicas mencionadas anteriormente en el periodo 1981-2005, considerando para este fin estaciones que poseen datos confiables y completos (al menos con el 85% de integridad). El periodo en cuestión se eligió teniendo en cuenta que en él se evidenció la mayor cantidad de estaciones con datos confiables y completos, y debido a que este periodo es el común entre el periodo de las observaciones disponibles y el periodo histórico de los modelos del CMIP5” (MAE 2017, 386).

3.- “Complementación de las series de datos mensuales de las estaciones que poseen información suficiente, a partir de datos diarios. Las estaciones que cumplen el control de calidad efectuado por el INAMHI y tienen la cantidad mínima de datos son: 137 estaciones de Precipitación; 32 de Temperatura Media; 34 de Temperatura Máxima Media, y 29 de Temperatura Mínima Media” (MAE 2017, 386).

4.- “Ensamble 20 de confiabilidad ponderada para los cuatro modelos seleccionados (método de ensamble multimodelo para cada escenario RCP) mediante el empleo de dos criterios” (MAE 2017, 386):

- “Desempeño (reproducción de valores y tendencias de las variables del clima simuladas por cada modelo, con respecto a los datos observados en el período de referencia 1981-2005)” (MAE 2017, 386).
- “Convergencia (concordancia entre las simulaciones del clima futuro de cada modelo elegido con respecto a la tendencia general mostrada por el resto de modelos, para cada variable climática que se analiza). Se evaluaron las series mensuales estimadas por cada modelo para cada escenario RCP en el periodo 2011-2100, en comparación con la tendencia de los cuatro modelos hacia el futuro” (MAE 2017, 386).

5.- “Teniendo en cuenta los criterios del ensamble multimodelo y las métricas utilizadas para la evaluación y ponderación de los modelos, se generaron proyecciones y series de datos mensuales, para cada estación utilizada en el análisis, de precipitación y temperaturas (máximas, mínimas y medias) para el ensamble de los cuatro modelos elegidos, en los periodos 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100, y para los cuatro escenarios RCP del Quinto Reporte de Evaluación del IPCC (2.6, 4.5, 6.0 y 8.5)” (MAE 2017, 386).

6.- “Reducción de escala dinámica a resolución temporal diaria y resolución espacial (tamaño de celda) de 10 kilómetros por 10 kilómetros, para el ensamble de los cuatro modelos seleccionados y dos escenarios RCP (4.5 y 8.5) en el periodo 2011-2070, a través de simulaciones con el modelo climático regional de última generación Weather Research and Forecasting (WRF)” (MAE 2017, 386).

De acuerdo a las proyecciones estimadas para el periodo 2011-2040, el Ecuador tendrá variaciones de temperatura entre “0,6°C y 0,75°C en promedio anual, presentándose los mayores incrementos en la Costa (0,7°C - 0,9°C), Amazonía (0,75°C - 0,9°C) y Galápagos (0,75°C - 1°C)” (MAE 2017, 392).

La información que se puede obtener de los modelos del MAE son “datos (mensuales, estacionales, anuales), el horizonte temporal (1990-2100 según sea el caso)”, las variables que se pueden conocer son la “temperatura mínima y máxima, la precipitación, evaporación, velocidad viento, etc”. Adicionalmente estos modelos permiten desagregar a nivel geográfico según sea los intereses del análisis (MAE 2010, 291).

Variación normalizada de la temperatura y pluviosidad

Para construir el “índice de vulnerabilidad” cantonal, las variables que se utilizaron fueron la variación normalizada de la temperatura y pluviosidad. Para determinar la “variación de la temperatura y pluviosidad” se utilizó el valor absoluto de cada cantón para los años objeto de estudio (2030 y 2040), menos el promedio cantonal del periodo 1981-2015, respectivamente. Posteriormente esta variación se normaliza y los valores varían entre 0 y 100, a mayor variación es más cercano a 100%. Los valores que se obtienen de esta variación corresponden al valor esperado entre la fecha actual y los años esperados (2030 y 2040). Estos valores no corresponden a la variable a un año específico, puesto que refleja “el índice de variación de temperatura y pluviosidad esperado entre la fecha actual” y los años seleccionadas (2030 y 2040).

A continuación, se presenta las expresiones matemáticas de la variación de temperatura (T) (ecuación 1) y pluviosidad (P) (ecuación 2), que se aplica para cada cantón.

$$\Delta T_{i-j} = T_i - T_j \quad \text{donde, } i = 2030 \text{ y } 2040 \text{ } j = (1981-2015) \quad (1)$$

$$\Delta P_{i-j} = P_i - P_j \quad \text{donde, } i = 2030 \text{ y } 2040 \text{ } j = (1981-2015) \quad (2)$$

Las variaciones de la temperatura y pluviosidad que se utilizan en el índice de vulnerabilidad serán normalizadas así:

Temperatura:

$$(\Delta T_k)' = \frac{\Delta T_k - \min(\Delta T)}{\max(\Delta T) - \min(\Delta T)}, \text{ donde } k = 1, 2, 3, \dots, 221 \quad (3)$$

Pluviosidad:

$$(\Delta P_k)' = \frac{\Delta P_k - \min(\Delta P)}{\max(\Delta P) - \min(\Delta P)}, \text{ donde } k = 1, 2, 3, \dots, 221 \quad (4)$$

3.1.2. Pobreza Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)

En los estudios de Galindo et al. (2014) se analiza que el efecto de la disminución de la actividad agrícola impacta negativamente sobre la tasa de pobreza, mientras que esta disminuye en la fase de crecimiento de la agricultura. Es decir, “las pérdidas de producción pueden aumentar la pobreza de lo que aumentos similares en producción la reducirían; además, existe un proceso de retroalimentación entre el sector agrícola y el resto de la economía por lo que una caída en la producción agrícola se vería acompañada por un efecto adicional con sus consecuentes efectos negativos en la pobreza” (Hernández y Cortéz 2016, 465).

Esta es una de las principales razones por las cuales se debe considerar en el análisis del cambio climático, debido a que “el efecto del crecimiento agrícola en la disminución de la pobreza es la desigualdad de la distribución de las tierras; a mayor desigualdad menor efecto en la pobreza” (Thirtle, Lin y Piesse 2003, 59).

Para la construcción del índice de vulnerabilidad, además de las variables climatológicas se utilizó la tasa de pobreza por necesidades básicas insatisfechas (NBI). Las cifras a nivel

cantonal más actuales, se obtienen del “Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)”, a partir del “Censo de Población y Vivienda-2010”. La pobreza por NBI refleja la magnitud de la carencia estructural de los hogares ecuatorianos (“carencia de activos, infraestructura básica, salud y educación”). Los valores de pobreza por NBI se encuentran expresados en una escala del 0 al 100, mientras más cercano a 100, los cantones son más pobres.

3.1.3. Índice de Etnicidad

“El Banco Mundial ha subrayado que el cambio climático está relacionado con las dimensiones sociales clave de la vulnerabilidad, la justicia social y la equidad. Actúa como multiplicador de las vulnerabilidades existentes y agrava los desafíos para el desarrollo. Los pueblos indígenas, la mayoría de los cuales se encuentran en países en desarrollo, están sobre representados entre los pobres y, lo que es más, además de ver sus derechos, medios de vida, culturas, identidades y modos de vida amenazados por una serie de problemas sociales, económicos y ambientales, se enfrentan a una amenaza adicional por causa del cambio climático. Esto se debe a que los pueblos indígenas comparten sus características que, juntas no están en otro grupo de la población. Por ello son más vulnerables a los efectos del cambio climático, socavan su capacidad para mitigarlo y adaptarse a sus efectos” (OIT 2018, 8).

Para el índice de vulnerabilidad cantonal se utiliza la variable de auto identificación étnica, a nivel cantonal, se obtiene a partir del “Censo de Población y Vivienda- 2010”, que el “Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)” ejecuta cada diez años. La variable se expresa como “el porcentaje de población indígena y afro-ecuatoriana con respecto al total de la población cantonal”.

Este indicador se considera una variable de vulnerabilidad social, complementaria al índice de pobreza por NBI. Estos grupos poblacionales tienen ciertas características desfavorables como: alcanzan en promedio 3.7 años menos en educación, la tasa de analfabetismo es cuatro veces superior a la de un ciudadano promedio; trabajan en gran parte en la agricultura; existen brechas salariales grandes con el resto de la población, de hecho “los niveles de desnutrición crónica son similares a los de África Subsahariana” (Banco Mundial 2019, 8).

3.1.4. Construcción del Índice de Vulnerabilidad Cantonal

Para valorar e interpretar correctamente los datos estadísticos con el fin de estudiar la evolución del “cambio climático”. En esta primera fase se construyó un índice sintético a partir de la combinación lineal de los indicadores individuales (n) definidos previamente. Para determinar el peso de los coeficientes asociados a cada indicador se utilizó el criterio en

asignar el mismo peso a los indicadores que componen el índice general, es decir, en este caso, el supuesto es que todos los indicadores tienen el mismo efecto sobre “el índice de vulnerabilidad”.

Los pesos se expresan así:

$$\alpha_i = \frac{1}{n}, \text{ donde } i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

Agregando los indicadores individuales (variación normalizada de temperatura, pluviosidad, índice de etnicidad y pobreza por necesidades básicas insatisfechas) se obtuvo el “índice cantonal de vulnerabilidad al cambio climático” cuya interpretación se presenta a continuación, la Tabla Nro. 3.

Tabla Nro. 3 Variables del Índice Vulnerabilidad Cantonal

Variables	Interpretación
“NBI (Necesidades básicas insatisfechas)”	Tiene una escala de 0 a 100, los valores cercanos a 100 indican más carencias.
“Índice de etnicidad”	Tiene una escala de 0 a 100, los valores cercanos a 100 indican mayor vulnerabilidad étnica,
Variación de temperatura (diferencia entre el “valor promedio esperado” al 2030 y 2040 y el valor promedio del periodo (1981 a 2015))	Tiene una escala de 0 a 100, la variación indica “el cambio esperado en el tiempo y mayor el riesgo por necesidad de adaptación”.
Variación de pluviosidad (diferencia entre “valor promedio esperado” al 2030 y 2040 y el valor promedio del periodo (1981 a 2015))	Tiene una escala de 0 a 100, mientras más cercano a 100 significa que el cantón necesita mayor tiempo para adaptarse a los efectos producidos por el cambio climático.

Siguiendo la metodología para la construcción del índice sintético, se generó una función de combinación de los cinco indicadores (ecuación 6). Los valores del “índice compuesto de vulnerabilidad cantonal” se estimaron para el “escenario de cambio climático” 2030 y 2040.

$$IVC_i = \alpha_1 NBI_i + \alpha_2 E_i + \alpha_3 T_i + \alpha_4 P_i, \text{ donde } i = 2030, 2040 \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^{i=5} \alpha_i = 1$$

Donde IVC es el Índice de Vulnerabilidad Cantonal, que toma valores de 0 a 1. La variable NBI representa el grado de pobreza por necesidades básicas insatisfechas de un cantón; E es la incidencia de la población indígena y afro-ecuatoriana; T es la variación de la temperatura entre el promedio del periodo 1981-2015 y 2030, 2040, respectivamente; y P es la variación de la pluviosidad entre el año entre el promedio del periodo 1981-2015 y 2030, 2040, respectivamente. “La variación de temperatura y pluviosidad” previamente fueron estimadas.

3.2. Fase 2: Clasificación de los cultivos relevantes a ser analizados

“El sector agrícola es un determinante importante de la seguridad alimentaria. Ningún país ha logrado sostener un proceso de crecimiento económico rápido sin antes resolver el problema de seguridad alimentaria. Ésta es necesaria para el crecimiento, puesto que el acceso inadecuado e irregular a alimentos limita la productividad y reduce la inversión en capital humano” (Bliss y Stern 1978, 24; Strauss 1986, 35). Se espera que los impactos del cambio climático afecten al bienestar de los pobres sobremanera en las zonas rurales, esto dificultaría el disminuir la pobreza (Field et al., 2014). En el tercer informe del IPCC, realizado en el 2001, concluye que los países más afectados por las variaciones de temperatura será los países pobres y que depende de la agricultura; algunos cultivos no soportaran las temperaturas y lluvias máximas que se pronostican, por tanto, sus rendimientos cambian ante un pequeño cambio en la temperatura.

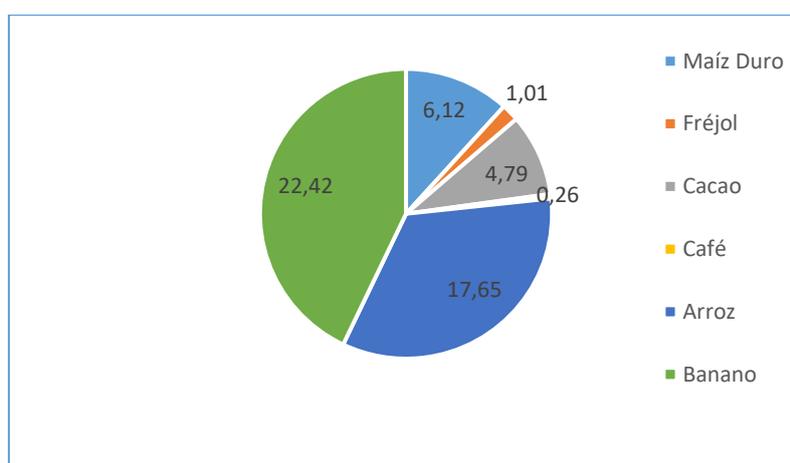
Se estima que 820 millones de personas pasan hambre en el mundo, con casi 2.000 millones de personas que padecen inseguridad alimentaria moderada o grave, presentando un alto riesgo de malnutrición y mala salud por la falta de acceso a una alimentación suficiente y nutritiva (FAO et al., 2019).

Las tormentas, sequías y demás desastres relacionados con el cambio climático amenazan la seguridad alimentaria. En los últimos informes de la FAO se indica que los principales países afectados corresponden a los de América Latina que tienen el riesgo de disminuir la capacidad de producir alimentos. Estos países “su economía se basa en la agricultura” y el costo que pagan por los desastres naturales son más altos; las consecuencias directas de los desastres es un incremento en los costos de producción y, por tanto, los costos para adquirir los alimentos son más altos frente a un poder adquisitivo bajo de la población. Por otra parte, en el informe se menciona que los desastres naturales se triplicaron desde el 2003 hasta el 2013, con respecto a la década de 1980.

Para clasificar a los cultivos objeto del análisis, el estudio se basó en la producción agrícola del Ecuador, y la contribución que tiene cada uno de los cultivos al “Producto Interno Bruto (PIB) Agrícola”. Al conjugar esta dimensión con el “índice de vulnerabilidad cantonal” determinado en la primera fase, se tiene la base de datos de los principales cultivos que serán analizados a nivel cantonal. Para este estudio se excluyó el sector florícola, puesto que se considera que las florícolas están tecnificadas y podrían adaptarse al cambio climático.

Para la priorización de los cultivos que serán objeto del análisis se utilizó información del Banco Central del Ecuador, Cuentas Nacionales del año 2016. A continuación, se presenta la composición del PIB agrícola (Ver Gráfico Nro. 14).

Gráfico Nro. 14 Composición del PIB Agrícola
Promedio periodo 2007-2016



Fuente: Banco Central, Cuentas Nacionales #29 (2016)

3.3. Fase 3: Estimación de la variación de los rendimientos de los cultivos agrícolas por efecto del cambio climático

Para la estimación del “cambio climático en el sector agrícola” se utilizó seis principales productos, según la contribución al PIB Agrícola al 2015, fueron maíz duro, fréjol, cacao, café, arroz y banano, determinados en la fase II. Estos cultivos representan en conjunto el 8.7% del PIB total (Banco Central 2015).

En esta fase, se realizó la estimación de la producción de cada uno de los cultivos en los años futuros 2030 y 2040. Para la estimación de la producción de los seis productos, se utilizó un

modelo econométrico donde la producción se expresa en función de las variables climatológicas y se adiciona el coeficiente de error. La estrategia econométrica para analizar los rendimientos es la función de producción, denominado “modelo agronómico”, utiliza las variables de temperatura, la pluviosidad, entre otras variables.

El modelo agronómico muestra que la producción de un determinado cultivo depende básicamente de la superficie cosechada (S), de la temperatura (T) y de la pluviosidad (P). Además, bajo el principio de los rendimientos marginales se puede identificar un umbral que representa la máxima producción posible. Por ello, la relación entre la producción (Q) del cultivo y las variables climáticas debería tener la forma de U invertida⁵, por tanto la función es cuadrática (BID y CEPAL 2014).

Para las especificaciones econométricas de cada producto se utilizó “datos anuales de producción; en cuanto a los datos climáticos”, se utilizaron variables como temperatura promedio (T), superficie cosechada (S) y pluviosidad promedio (P), los mismos que fueron empleados en la fase I.

La información de la producción de los cultivos se obtuvo de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua- ESPAC (2002-2015) que tiene por objetivo “generar y proporcionar información continua, confiable y oportuna sobre áreas plantadas y/o sembradas, cosechadas, producción y ventas de los cultivos permanentes y transitorios, existencia y movimiento de ganado vacuno, porcino, ovino, otras especies, existencia y movimiento de aves de campo, de planteles avícolas y empleo” (INEC 2020, 11).

La estimación del modelo consiste en realizar un análisis de regresión con el propósito de estimar la producción de los seis cultivos en los años 2030 y 2040, los valores de los parámetros que acompañan las variables exógenas del modelo a fin de conocer el tipo de relación que ha existido en un determinado período de tiempo entre las variables del estudio. Para procesar la información se utilizó el programa estadístico STATA.

⁵“Existe evidencia de una relación en forma convexa entre la producción las variables climáticas” (Mendelsohn et al. 1994, 54).

A fin de corregir los efectos que representan las distintas unidades de las variables, se utilizó la función del logaritmo natural, expresado de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \ln Q_{ijk} &= \omega_{1jk} + \omega_{2jk} \ln T_{ijk} + \omega_{3jk} \ln S_{ijk} + \omega_{4jk} \ln P_{ijk} + \varepsilon_{1jk}, \quad \text{donde } i \\ &= 2002 - 2015; \quad j = 1, 2, 3, \dots, 221 \text{ y } k \\ &= \text{maíz, fréjol, arroz, café, cacao y banano} \end{aligned}$$

Donde:

Q_{ijk} : Producción por cultivo, por años y cantones.

ω_{jk} : Constante de la regresión de mínimos cuadrados ordinarios.

T_{ijk} : Temperatura promedio, por años y cantones.

S_{ijk} : Superficie cosechada de cada cultivo, por años y cantones.

P_{ijk} : Pluviosidad promedio, por años y cantones.

ε_{1jk} : Término de error.

En este modelo, los ω_1 , ω_2 , ω_3 , ω_4 , son los coeficientes de cada variable, y el término ε_1 representa la perturbación aleatoria, la cual se distribuye normalmente de acuerdo a lo establecido por el modelo clásico de regresión múltiple. La utilización de la escala logarítmica permite corregir las diferencias entre las dimensiones de las distintas variables, y expresarlas “a-dimensionalmente” en la serie de tiempo.

A partir de las “proyecciones de producción” se obtuvo los ingresos para cada cultivo, por cada Cantón, en los años 2030 y 2040 “utilizando precios promedio del año” 2015 y “constantes” para los años 2030 y 2040.

$$\begin{aligned} IMD_{ijk} &= p_{1k} * QMD_{ijk} \quad \text{donde } i = 2030 \text{ y } 2040; \quad j = 1, 2, 3, \dots, 221 \text{ y } k = \\ &\text{maíz, fréjol, arroz, café, cacao y banano} \quad (8) \end{aligned}$$

Donde:

IMD_{ijk} : Ingreso en dólares de cada producto, por cantón y años pronosticados.

p_k : Precio por tonelada.

QMD_{ijk} : Producción en los años 2030 y 2040, por cantón.

Finalmente, para estimar el impacto del cambio climático se realiza la diferencia entre los ingresos monetarios estimados para los años 2030 y 2040, respecto a los ingresos monetarios del 2015, respectivamente. A continuación, se presenta la especificación econométrica para cada uno de los cultivos.

Así:

$$\mathbf{ImpactoMD}_{ijk} = \mathbf{IMD}_{ijk} - \mathbf{IMD}_{2015jk}, \text{ donde } i = 2030 \text{ } 2040; j = 1, 2, 3, \dots 221 \text{ y } k = \text{maíz, fréjol, arroz, café, cacao y banano} \quad (9)$$

En base a las agregaciones de las estimaciones de cada producto a nivel de cantón, se puede obtener el resultado nacional para cada cultivo.

$$\mathbf{Imp_D}_k = \sum_{j=1}^{221} (\mathbf{ImpactoMD}_{ijk}), \text{ donde } i= 2030 \text{ y } 2040 \text{ y } k = \text{maíz, fréjol, arroz, café, cacao y banano} \quad (10)$$

Estimación el impacto total del cambio climático en los seis cultivos

Una vez estimados los “impactos del cambio climático” para cada cultivo es posible obtener el efecto total económico, mediante la suma de los impactos encontrados para los años 2030 y 2040.

Así:

$$\mathbf{Imp_total}_i = \mathbf{Imp_MaizD}_i + \mathbf{Imp_fréjol}_i + \mathbf{Imp_café}_i + \mathbf{Imp_Cacao}_i + \mathbf{Imp_Arroz}_i + \mathbf{Imp_Banano}_i, \text{ donde } i= 2030 \text{ y } 2040 \quad (11)$$

Capítulo 4. Resultados

4.1. Resultados del índice de vulnerabilidad

4.1.1. Niveles de pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas

A partir de la información del “Censo de Población y Vivienda 2010”, en la Tabla 5.1 se muestra los 20 primeros cantones con mayores tasas de pobreza por Necesidades Básicas Insatisfechas. El cantón Taisha, ubicado en la Región Amazónica provincia de Morona Santiago, encabeza el listado de las provincias más pobres por NBI, con una tasa del 98,7%, es decir, de cada 100 personas que habitan en este cantón, 99 personas son pobres. Este listado se conforma por cantones de la Región Costa, Sierra y Oriente, de los 20 cantones, 13 de ellos son de la Región Costa, 5 de la Región Amazónica y 2 de la Región Sierra.

En el anexo A, se presenta el listado de los cantones con menores tasas de pobreza por NBI entre ellos se encuentra Quito, Cuenca y Rumiñahui.

Tabla Nro. 4 Pobres por Necesidades Básicas Insatisfechas

Código DPA	Provincias	Cantones	No pobres	Pobres	Total	NBI
1409	Morona Santiago	Taisha	243	17.832	18.096	98,7%
0803	Esmeraldas	Muisne	491	27.942	28.473	98,3%
0807	Esmeraldas	Rioverde	625	26.206	26.865	97,7%
1318	Manabí	Olmedo	255	9.588	9.843	97,4%
9003	Zonas no Delimitadas	Manga del Cura	767	19.967	20.745	96,3%
1412	Morona Santiago	Tiwintza	259	6.035	6.299	95,9%
1604	Pastaza	Arajuno	278	6.208	6.486	95,7%
0606	Chimborazo	Guamote	2.019	43.079	45.123	95,5%
1407	Morona Santiago	Huamboya	397	7.999	8.396	95,3%
1316	Manabí	24 de Mayo	1.459	27.338	28.811	94,9%
1310	Manabí	Pajan	2.015	34.865	36.898	94,5%
0802	Esmeraldas	Eloy Alfaro	2.178	37.391	39.691	94,5%
0928	Guayas	Isidro Ayora	599	10.253	10.868	94,5%
2107	Sucumbíos	Cuyabeno	361	6.157	6.518	94,5%
1305	Manabí	Flavio Alfaro	1.411	23.587	25.000	94,4%

9001	Zonas no Delimitadas	Las Golondrinas	303	4.991	5.300	94,3%
0919	Guayas	Urbina Jado	3.294	54.017	57.357	94,3%
0914	Guayas	Pedro Carbo	2.523	40.815	43.403	94,2%
0507	Cotopaxi	Sigchos	1.371	20.515	21.914	93,7%
1317	Manabí	Pedernales	3.457	51.442	54.985	93,7%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010

Los resultados que se presentan en la Tabla 3 ratifican que los cantones más afectados por la pobreza son los aquellos que tienen una limitada capacidad económica, no tienen acceso a la educación básica, los materiales de las viviendas son deficientes y tienen condiciones sanitarias limitadas (pozo ciego o letrina y obtienen el agua por otra fuente por tubería), y por último tienen niveles de hacinamiento elevados.

4.1.2 Incidencia étnica

En la Tabla 4 se presenta los resultados del Índice de Etnicidad que representa la proporción de personas autoidentificadas como indígenas y afroecuatorianas respecto al total de la población de cada cantón. Al igual, muestra los resultados por cantón con mayor prevalencia de población auto identificada como indígena y afro-ecuatoriana, dando como resultado que Taisha con el 95,9%, seguido por el Cantón Arajuno en la provincia de Pastaza donde el 94,7% de la población se considera indígena. Este índice de etnicidad se incluyó en el estudio con la finalidad de complementar la tasa de pobreza por NBI, de esta manera, se concluye que los cantones con mayores tasas de pobres por NBI son aquellos con mayor población indígena y afro-ecuatoriana, entre ellos están: Taisha, Arajuno, Guamote, Huamboya, Tiwintza y Eloy Alfaro. La mayor parte de los cantones con un índice de etnicidad alto se encuentran en la Región Amazónica. Mientras que, los cantones con menor presencia de población autoidentificada como indígena y afroecuatoriana se presenta en el Anexo H.

Tabla Nro. 5 Cantones con mayor población indígena

Código DPA	Provincias	Cantones	Indígena	Afro-ecuatoriana	Total	Etnicidad
1409	Morona Santiago	Taisha	17.671	10	18.437	95,9%
1604	Pastaza	Arajuno	6.147	3	6.491	94,7%
0606	Chimborazo	Guamote	42.664	20	45.153	94,5%
0603	Chimborazo	Colta	39.296	19	44.971	87,4%
1407	Morona Santiago	Huamboya	7.014	16	8.466	83,0%

1503	Napo	Archidona	20.058	111	24.969	80,8%
2202	Orellana	Aguarico	3.752	20	4.847	77,8%
0307	Cañar	Suscal	3.849	7	5.016	76,9%
1412	Morona Santiago	Tiwintza	5.354	14	6.995	76,7%
1410	Morona Santiago	Logroño	4.112	18	5.723	72,2%
1904	Morona Santiago	Yacuambi	4.184	0	5.835	71,7%
2204	Orellana	Loreto	14.265	100	21.163	67,9%
1501	Napo	Tena	35.750	458	60.880	59,5%
0602	Chimborazo	Alausi	25.997	153	44.089	59,3%
1004	Imbabura	Otavalo	60.032	544	104.874	57,8%
0802	Esmeraldas	Eloy Alfaro	6.680	15.138	39.739	54,9%
0504	Cotopaxi	Pujili	35.756	278	69.055	52,2%
1411	Morona Santiago	Pablo VI	883	25	1.823	49,8%
1603	Pastaza	Santa Clara	1.758	15	3.565	49,7%
0506	Cotopaxi	Saquisilí	11.994	162	25.320	48,0%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010.

4.1.3. Resultados del “Índice de Vulnerabilidad de los Cantones”

Para tener un criterio de identificación de los cantones que son más vulnerables a experimentar los efectos del cambio climático, se desarrolló la metodología para construir el índice a partir de las variables de pobreza por “necesidades básicas insatisfechas”, proporción de la “población indígena y afro ecuatoriana”, variación de la temperatura y variación de pluviosidad, se asignó pesos iguales a las 4 variables (25%). Para interpretar los resultados del índice se considera que mientras más cercano a 100, el cantón es más vulnerable. A partir de estos criterios, en la Tabla 6 se presenta la lista de los cantones “más vulnerables al cambio climático”, para el año 2030, por sus características sociodemográficas y fenológicas.

De acuerdo al resultado, los cantones que serían afectados por el cambio climático son Taisha y Arajuno, de las provincias Morona Santiago y Pastaza, respectivamente. En primer lugar, se encuentra el cantón Taisha con una tasa de pobreza por necesidades básicas insatisfechas del 98,7% y el 95,9%

de los habitantes de auto identifican como indígenas o afroecuatorianos. Cabe señalar que, en estos resultados, los cantones de la Región Costa no constan entre los más vulnerables.

Tabla Nro. 6 Cantones Vulnerables al Cambio Climático 2030

Código DPA	Provincias	Cantones	Nbi	Etnicidad	Índice de Variación de Temperatura	Índice de Variación de Precipitación	Índice Cantones Vulnerables
1409	Morona Santiago	Taisha	98,7%	95,9%	35,46	61,82	97,28%
1604	Pastaza	Arajuno	95,7%	94,7%	38,10	61,82	95,23%
0606	Chimborazo	Guamote	95,5%	94,5%	52,13	60,37	95,03%
0603	Chimborazo	Colta	93,3%	87,4%	64,41	64,72	90,35%
1407	Morona Santiago	Huamboya	95,3%	83,0%	53,01	58,92	89,15%
1412	Morona Santiago	Tiwintza	95,9%	76,7%	58,27	61,82	86,31%
2202	Orellana	Aguarico	93,2%	77,8%	84,59	60,37	85,53%
1503	Napo	Archidona	88,5%	80,8%	63,54	63,27	84,65%
1904	Zamora Chinchipe	Yacuambi	89,9%	71,7%	74,06	58,92	80,80%
2204	Orellana	Loreto	93,5%	67,9%	73,18	57,47	80,69%
0307	Cañar	Suscal	84,4%	76,9%	38,10	82,11	80,63%
1410	Morona Santiago	Logroño	87,4%	72,2%	1,25	69,07	79,80%
0802	Esmeraldas	Eloy Alfaro	94,5%	54,9%	29,32	90,80	74,70%
0602	Chimborazo	Alausí	87,1%	59,3%	8,27	66,17	73,22%
0504	Cotopaxi	Pujilí	87,7%	52,2%	20,55	77,76	69,95%

Fuente: -Censo de Población y Vivienda 2010

-Ministerio del Ambiente

En el anexo A, se presenta los cantones más vulnerables para el año 2040.

4.2 Impacto del cambio climático en la agricultura

En función de las especificaciones que han sido planteadas para cada uno de los productos que son objeto de este estudio, se ha estimado las pérdidas y beneficios que causaría el cambio climático en los años 2030 y 2040.

Tabla Nro. 7 Variación de la producción

	Banano			Cacao		
	F(5, 13112)= 10,02		R2 Ajustado= 0,237	F(5, 13112)= 42,23		R2 Ajustado= 0,225
Variables	Coef.	T	Valor p	Coef.	t	Valor p
Temperatura	327,65	3,12	0,02	42,15	5,23	0,00
Temperatura2	0,00	-3,10	0,04	-0,36	-3,22	0,00
Pluviosidad	-0,25	-0,77	0,08	-0,43	-3,78	0,00
Pluviosidad2	0,00	0,55	0,92	0,00	6,69	0,00
Cantón	-0,83	-0,39	0,88	-0,66	-0,63	0,63
Constante	-1874,81	-1,76	0,07	-220,20	-3,25	0,00
	Maíz			Fréjol		
	F(5, 13112)= 555,22		R2 Ajustado= 0,263	F(5, 13112)= 86,45		R2 Ajustado= 0,195
Variables	Coef.	T	Valor p	Coef.	t	Valor p
Temperatura	-92,56	-3,65	0,02	-93,65	-4,01	0,00
Temperatura2	4,59	3,11	0,03	3,11	4,96	0,00
Pluviosidad	0,78	1,85	0,05	0,33	-3,58	0,03
Pluviosidad2	0,00	-1,79	0,25	0,00	1,56	0,06
Cantón	-0,09	7,10	0,00	7,63	6,32	0,00
Constante	-170,86	-0,86	0,90	420,63	0,56	0,46
	Arroz			Café		

	F(5, 13112)= 320,65		R2 Ajustado= 0,423	F(5, 13112)= 42,74		R2 Ajustado= 0,1888
Variables	Coef.	T	Valor p	Coef.	t	Valor p
Temperatura	-37,65	-1,32	0,23	366,96	-3,11	0,02
Temperatura2	2,30	1,45	0,08	-6,39	5,23	0,00
Pluviosidad	0,98	10,23	0,00	16,89	20,63	0,00
Pluviosidad2	0,00	-15,36	0,00	0,00	-13,56	0,00
Cantón	-4,02	-7,56	0,00	36,90	-0,07	0,90
Constante	-178,65	-0,89	0,85	-23653,85	-15,53	0,00

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria

El impacto de los cambios climatológicos sobre la producción de banano es positiva de 4.32% en el 2030 y un 6.24% para el 2040, respecto al 2015; este efecto es atribuible a los cambios de la temperatura.

Los resultados para el fréjol recogen los efectos significativos de “temperatura y pluviosidad”. El efecto de la temperatura y pluviosidad son altamente significativo en la producción de fréjol. Cada vez que la variación de la temperatura disminuye una unidad, la producción de fréjol disminuye 93 toneladas en promedio al año.

Para el Arroz, las variaciones climáticas sobre la producción anual de la finca indican una disminución promedio de 37,65 toneladas para el 2030; este resultado negativo se atribuye a las disminuciones de pluviosidad, por otra parte, la temperatura para ese año representaría incrementos menores en la producción.

4.2.1. Resultados para el Maíz duro

De acuerdo a los datos obtenidos de la “Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria”, la producción de Maíz Duro registraría pérdidas en la provincia del Guayas, específicamente en el cantón El Triunfo. En términos monetarios se tendría una reducción del ingreso en \$552.51 dólares por hectárea cultivada.

En segundo lugar, se ubica el “cantón Vinces en la provincia de los Ríos” con un valor por hectárea cultivada de menos \$133.89 dólares. Si bien en el año 2030, el maíz duro

experimentará una pérdida, en el año 2040, a precios constantes del 2015, se prevé exista un beneficio de \$26,69 en el cantón El Triunfo y una disminución de-\$1,32 dólares en el cantón Vines. Como se puede observar en la Tabla 8 los beneficios del maíz duro se seguirán concentrando en la región Costa, como actualmente se registra (Ver Anexo A).

Tabla Nro. 8 Impacto del Cambio Climático sobre la producción de maíz duro (año 2030)

Provincia	Cantón	Impacto	Producción (Tonelada/Hectárea)	Pérdida o Beneficio (Hectárea)
Los Rios	Buena Fe	-0,02	-0,02	-5,63
Los Rios	Montalvo	-0,27	-0,22	-77,32
Santa Elena	Santa Elena	-0,14	-0,11	-39,44
Guayas	Pedro Carbo	-0,18	-0,15	-52,06
Los Rios	Mocache	-0,11	-0,09	-30,97
Los Rios	Vines	-0,62	-0,38	-133,89
Los Rios	Palenque	-0,23	-0,13	-44,27
Guayas	El Empalme	-0,44	-0,24	-84,76
Los Rios	Ventanas	-0,23	-0,13	-44,32
Guayas	El Triunfo	-2,76	-1,58	-552,51
Guayas	Balzar	-0,11	-0,06	-20,95
Loja	Pindal	0,42	0,15	53,51

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria.

En la Tabla 9, se presenta los ingresos monetarios y el impacto que tendría en la producción de maíz duro para los años 2030 y 2040, se obtiene los ingresos utilizando precios del 2015 y constantes a 2030 y 2040. Para estimar el impacto del cambio climático en la producción del maíz duro se obtiene mediante una diferencia entre el año 2015 y 2030 y 2040, respectivamente.

Para obtener los beneficios o pérdidas del maíz duro se realiza una agregación a nivel de cantón. En el 2040, se prevé que los cantones Zaruma y Saraguro experimenten un beneficio en sus ingresos de \$1.250,38 y \$295,75 dólares por hectárea cultivada.

Tabla Nro. 9 Impacto del Cambio Climático sobre la producción de maíz duro (año 2040)

Provincia	Cantón	Impacto	Producción (Tonelada/Hectárea)	Pérdida o Beneficio (Hectárea)
Loja	Zaruma	2,18	0,84	295,75
Los Rios	Montalvo	0,15	0,06	21,06
Santa Elena	Santa Elena	0,36	0,14	49,21
Guayas	Pedro Carbo	0,09	0,07	25,39
Los Rios	Mocache	-0,11	-0,08	-29,07
Los Rios	Vinces	0,00	0,00	-1,32
Loja	Saraguro	5,82	3,57	1250,38
Guayas	El empalme	0,00	0,00	1,43
Los Rios	Ventanas	-0,02	0,00	-1,63
Guayas	El Triunfo	0,14	0,08	26,69
Guayas	Balzar	-0,08	-0,03	-9,62
Loja	Pindal	0,02	0,01	2,01

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria.

4.2.2. Resultados para el Fréjol

Los resultados del efecto del cambio climático sobre la producción del fréjol muestran que, en el año 2030, se produce una disminución en los ingresos por área cultivada, en todos los cantones. Sin embargo, existe una mayor afectación en los cantones de la Sierra, se estima que los ingresos por hectárea de los cantones Pangua y Chillanes tendrían una variación promedio anual de -\$105 y \$177, respectivamente.

En definitiva, los cantones más afectados por el cambio climático sobre la producción de fréjol corresponden a las provincias de Cotopaxi y Bolívar, actualmente, la región con mayor producción de fréjol y que aporta en un 58% a la producción nacional es la Sierra (Ver anexo D).

Tabla Nro. 10 Impacto del Cambio Climático sobre la producción de fréjol (año 2030)

Provincia	Cantón	Impacto	Producción (Tonelada/Hectárea)	Pérdida o Beneficio (Hectárea)
Bolivar	Chillanes	-1,64	-0,54	-177,33
Cotopaxi	Pangua	-0,97	-0,32	-105,26
Imbabura	Ibarra	-0,94	-0,31	-101,19
Imbabura	Cotacachi	-0,73	-0,24	-78,88
Chimborazo	Cumanda	-0,76	-0,22	-71,71
Guayas	Isidro Ayora	-0,71	-0,2	-67,07
Imbabura	San Miguel de Urququi	-0,58	-0,19	-62,46
Bolivar	Guaranda	-0,61	-0,18	-58,43
Chimborazo	Chunchi	-0,59	-0,17	-55,54
Imbabura	Antonio Ante	-0,54	-0,15	-51,11
Chimborazo	Pallatanga	-0,49	-0,14	-46,71
Bolivar	San Miguel	-0,47	-0,13	-44,67

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria.

Para medir el impacto del “cambio climático” en la producción del fréjol en el año 2040, se utilizó la misma metodología aplicada para obtener el efecto en el año 2030. En este caso, la producción de fréjol sufrirá pérdidas económicas de -\$66 por hectárea en promedio al año. Los cantones que serán “más afectados por el cambio climático” es Pangua y Chillanes en la provincia de Cotopaxi y Bolívar respectivamente, los resultados de la Tabla 5.8 indican que los ingresos por hectárea cultivada se reducirán en -\$97,07 y -\$159,99, respectivamente. En el año 2040 se mantienen la afectación sobre los cantones identificados en el año 2030.

Tabla Nro. 11 Impacto del Cambio Climático sobre la producción de fréjol (año 2040)

Provincia	Cantón	Impacto	Producción (Tonelada/Hectárea)	Pérdida o Beneficio (Hectárea)
Chimborazo	Pallatanga	-0,40	-0,11	-37,82
Imbabura	Cotacachi	-0,61	-0,20	-65,82
Imbabura	Ibarra	-0,83	-0,27	-89,78
Bolívar	Chillanes	-1,48	-0,48	-159,99
Imbabura	San Miguel de Urququi	-0,48	-0,16	-51,98
Cotopaxi	Pangua	-0,90	-0,29	-97,07

Chimborazo	Chunchi	-0,49	-0,14	-46,14
Bolívar	San Miguel	-0,37	-0,11	-35,25
Imbabura	Antonio Ante	-0,46	-0,13	-43,59
Guayas	Isidro Ayora	-0,61	-0,18	-58,14
Chimborazo	Cumanda	-0,67	-0,19	-63,53
Bolívar	Guaranda	-0,52	-0,15	-49,40

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria

4.2.3 Resultados para el Cacao

En el 2018, la producción de cacao, a nivel nacional, fue de 221.130 toneladas métricas, de estas, 35.656 toneladas fueron producidas en la región Sierra, 174.715 en la región Costa y 9.809 en la región Amazónica (Ver Anexo E).

En la Tabla 5.9 se presenta los cantones que tendrán mayores efectos del cambio climático en la producción de Cacao. Para el 2030 se estima que los cantones de Babahoyo, Mochache y Buena Fe, de la provincia de los Ríos, serán beneficiados por un incremento en el ingreso, por hectárea producida, de \$100, \$223 y \$130, respectivamente. Catorce cantones son beneficiados por las variaciones de temperatura y pluviosidad, en promedio el ingreso adicional que percibirán por hectárea de cultivo de cacao es de 250 mil dólares corrientes en el 2030 a nivel nacional. Es preciso señalar que, en este año, todos los cantones presentan efectos positivos sobre los ingresos de cacao, pero es interesante el resultado del cantón Buena Fe, que a pesar de no estar entre los cantones de mayor productividad concentra el mayor beneficio del cambio climático.

Tabla Nro. 12 Impacto del Cambio Climático sobre la producción de cacao (año 2030)

Provincia	Cantón	Impacto	Producción (Tonelada/Hectárea)	Pérdida o Beneficio (Hectárea)
Guayas	Naranjal	0,36	0,07	81,19
Guayas	Balao	0,23	0,05	52,77
Guayas	Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan)	0,25	0,05	56,01
Guayas	Guayaquil	0,24	0,05	55,01

Guayas	Simon Bolivar	0,21	0,04	47,36
Los Rios	Mocache	0,19	0,11	130,22
Santo Domingo de los Tsachilas	Santo Domingo	0,18	0,04	49,48
Cañar	La Troncal	0,20	0,05	55,74
Los Rios	Babahoyo	0,15	0,09	100,81
Los Rios	Palenque	0,12	0,04	45,33
Guayas	Balzar	0,19	0,08	89,46
Los Rios	Montalvo	0,12	0,05	54,96
Guayas	Isidro Ayora	0,10	0,04	46,59
Guayas	El Triunfo	0,17	0,07	87,52
Los Rios	Buena Fe	0,44	0,19	223,28

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria

Para el año 2040, en la Tabla 13 se presenta los cantones con mayor variación en sus ingresos anuales, entre los principales beneficiarios están en la Región Costa. El incremento de los “ingresos por hectárea” afecta a los cantones de Isidro Ayora en la provincia del guayas y Babahoyo en Los Ríos.

El beneficio de estos cantones se distribuye el 60% en Isidro Ayora, el 20% en el Cantón Babahoyo y 20% restante entre los demás cantones productores de Cacao. El beneficio promedio que experimentarán los cantones a nivel nacional será de \$58.65 por hectárea de cacao producida.

Tabla Nro. 13 Impacto del Cambio Climático sobre la producción de cacao (año 2040)

Provincia	Cantón	Impacto	Producción (Tonelada/Hectárea)	Pérdida o Beneficio (Hectárea)
Guayas	Naranjal	0,22	0,04	48,82
Guayas	Balao	0,14	0,03	31,20
Guayas	Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan)	0,14	0,03	31,69
Guayas	Guayaquil	0,15	0,03	32,99

Guayas	Simon Bolivar	0,09	0,06	65,88
Los Rios	Mocache	0,12	0,03	33,78
Santo Domingo de los Tsachilas	Santo Domingo	0,08	0,05	52,95
Cañar	La Troncal	0,16	0,06	75,37
Los Rios	Babahoyo	0,17	0,07	78,46
Los Rios	Palenque	0,11	0,04	50,10
Guayas	Balzar	0,08	0,03	37,56
Los Rios	Montalvo	0,14	0,06	69,81
Guayas	Isidro Ayora	0,36	0,16	182,76
Guayas	El Triunfo	0,11	0,03	40,41
Los Rios	Buena Fe	0,13	0,04	47,96

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria

4.2.4 Resultados para el Arroz

En la Tabla 14, se muestra el resultado de la producción de arroz en los cantones de la región Costa, siendo estos los que tiene mayor variación negativa en su producción. La reducción en la producción se atribuye a las disminuciones de la pluviosidad. Entre los principales cantones que sufrirán disminuciones en la producción de arroz son Daule, Nobol, Urbina Jado, Alfredo Baquerizo Moreno y Baba; ya en términos monetarios, el efecto del cambio climático, se espera que, para el 2030, sea de -\$159,62 por hectárea producida en el Cantón Daule y a nivel nacional la disminución promedio será de -\$117,45.

Tabla Nro. 14 Impacto del Cambio Climático sobre la producción de arroz (año 2030)

Provincia	Cantón	Impacto	Producción (Tonelada/Hectárea)	Pérdida o Beneficio (Hectárea)
Guayas	Daule	-0,1	-0,94	-159,62
Guayas	Nobol	-0,09	-0,9	-153,22
Guayas	Urbina Jado	-0,09	-0,88	-148,75
Guayas	Alfredo Baquerizo	-0,09	-0,88	-148,73

	Moreno (Jujan)			
Los Rios	Baba	-0,09	-0,86	-146,62
Guayas	Palestina	-0,09	-0,83	-140,79
Guayas	Santa Lucia	-0,06	-0,66	-112,21
Guayas	Duran	-0,06	-0,66	-111,92
Guayas	Yaguachi	-0,06	-0,56	-94,7
Guayas	Naranjal	-0,05	-0,47	-80
Los Rios	Babahoyo	-0,1	-0,36	-61,46

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria

Para el caso del arroz, en el año 2040, la producción de este cultivo descenderá anualmente. Los cantones con mayores pérdidas en el año 2040 serán los ubicados en la provincia de Guayas, mientras que los cantones de Urbina Jado (-\$150.23) y el cantón Baba (-\$149,55) reducirán sus ingresos por cada hectárea cultivada.

Las pérdidas que se registren en el 2030 como en el 2040 afectarán directamente a la región Costa, considerando que al 2018, es la región que tiene una producción en ventas de arroz de 1.237.350 y que corresponde al 98% de la producción nacional (Ver Anexo F).

Tabla Nro. 15 Impacto del Cambio Climático sobre la producción de arroz (año 2040)

Provincia	Cantón	Impacto	Producción (Tonelada/Hectárea)	Pérdida o Beneficio (Hectárea)
Guayas	Daule	-0,10	-0,95	-161,22
Guayas	Alfredo Baquerizo Moreno (Jujan)	-0,09	-0,91	-154,76
Guayas	Urbina Jado	-0,09	-0,88	-150,23
Los Rios	Baba	-0,09	-0,88	-149,55
Guayas	Palestina	-0,01	-0,11	-147,42
Guayas	Santa Lucia	-0,06	-0,67	-114,45
Guayas	Duran	-0,06	-0,67	-114,15
Guayas	Nobol	-0,01	-0,08	-110,52
Guayas	Yaguachi	-0,06	-0,56	-95,65
Guayas	Naranjal	-0,05	-0,47	-80,80
Guayas	Samborondon	-0,01	-0,05	-65,97
Los Rios	Babahoyo	-0,10	-0,36	-62,07

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria

4.2.5 Resultados para el Banano

En el año 2018, la producción de banano a nivel nacional fue de 6.413.259 toneladas métricas, de las cuales 715.882 fueron producidas en la región Sierra, 5.659.675 en la región Costa, corresponde al 88% de la producción nacional, y 994 toneladas en la región Amazónica (Ver Anexo B).

La producción de banano ha estado “concentrada en las provincias de los Ríos, Guayas y El Oro” al estar favorecidos de adecuadas condiciones climatológicas. Para el año 2030 se prevé que los cambios climatológicos en temperatura y pluviosidad afectan positivamente en los ingresos que obtengas los productos por cada hectárea de banano cultivada.

El cantón con mayores beneficios es Urdaneta en la provincia de los Ríos, si bien no tiene la mayor variación de ingresos como es el caso del cantón Guabo, pero su extensión y mayores rendimientos por hectárea obtiene el mayor benéfico de \$181 por hectárea. Mientras que el cantón el Guabo de la provincia de los Ríos y el cantón General Antonio Elizalde de la provincia de Guayas alcanzarían los valores de 152 dólares en promedio por hectárea.

Tabla Nro. 16 Impacto del Cambio Climático sobre la producción del banano (año 2030)

Provincia	Cantón	Impacto	Producción (Tonelada/Hectárea)	Pérdida o Beneficio (Hectárea)
El Oro	El Guabo	0,08	2,18	163,68
Los Ríos	Babahoyo	0,07	1,85	138,24
El Oro	Machala	0,06	1,93	145,19
Los Ríos	Baba	0,06	2,03	152,47
Guayas	Balao	0,05	1,94	145,75
Guayas	Naranjito	0,06	2,33	174,20
Guayas	Milagro	0,04	2,04	152,56
Los Ríos	Quinsaloma	0,05	2,36	177,06
Santa Elena	Santa Elena	0,04	1,91	143,38
Guayas	Simón Bolívar	0,05	2,12	158,89
Los Ríos	Mocache	0,05	2,10	157,54

Los Ríos	Urdaneta	0,05	2,42	181,46
Cotopaxi	La Mana	0,04	1,93	144,84
Cañar	La Troncal	0,05	2,24	167,92

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria

Con respecto a los efectos en la producción del banano hacia el 2040, observa que la provincia de Los Ríos será beneficiada por cada hectárea cultivada, cabe indicar que, la ganancia será menor a la registrada en el año 2030; mientras que el cantón la Maná en la provincia de Cotopaxi registrará el mayor valor (\$177,61); consecutivamente, el cantón Quinsaloma en la provincia de los Ríos y Naranjito en el Guayas. Es importante mencionar que, en el 2040 el cantón Buena Fé, de la provincia de Los Ríos se une al grupo de los 15 cantones con mayores variaciones de temperatura y rendimientos, el beneficio promedio estimado por hectárea producida es de \$133,68.

Tabla Nro. 17 Impacto del Cambio Climático sobre la producción de banano (año 2040)

Provincia	Cantón	Impacto	Producción (Tonelada/Hectárea)	Pérdida o Beneficio (Hectárea)
El Oro	El Guabo	0,08	2,23	167,39
Los Rios	Babahoyo	0,07	1,84	138,02
El Oro	Machala	0,06	1,87	139,96
Los Rios	Baba	0,06	2,00	150,55
Guayas	Balao	0,05	1,90	141,86
Los Rios	Buena Fe	0,05	1,79	133,68
Guayas	Naranjito	0,06	2,30	172,93
Guayas	Milagro	0,04	1,96	146,63
Los Rios	Quinsaloma	0,05	2,33	174,59
Santa Elena	Santa Elena	0,04	1,85	138,38
Guayas	Simon Bolívar	0,04	1,98	148,26
Los Rios	Mocache	0,04	1,97	147,22
Los Rios	Urdaneta	0,04	1,92	144,22

Cotopaxi	La Mana	0,05	2,36	177,61
Cañar	La Troncal	0,04	1,82	136,45
Guayas	Duran	0,05	2,17	163,18

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria

4.2.6 Resultados para el Café

En el año 2018, la producción de café a nivel nacional fue de 4.857 toneladas métricas, de las cuales 701 toneladas fueron producidas en la “región Sierra”, 1.909 en la “región Costa”, y 2.246 toneladas en la “región Amazónica” (Ver Anexo C).

La producción de café ha estado situada en las provincias de Orellana, Manabí y Loja al estar favorecidos de adecuadas condiciones climatológicas. Para el año 2030 se prevé que los cambios climatológicos en temperatura y pluviosidad afectan positivamente en los ingresos que obtengan los productores por cada hectárea de café cultivada. El cantón con mayores beneficios es Loreto en la provincia de Orellana, seguido por los cantones de la provincia de Manabí. Mientras que, los cantones de la provincia de Loja alcanzarían los valores de \$126 dólares en promedio por hectárea.

Tabla Nro. 18 Impacto del Cambio Climático sobre la producción del Café (año 2030)

Provincia	Cantón	Impacto	Producción (Tonelada/Hectárea)	Pérdida o Beneficio (Hectárea)
Orellana	Loreto	0,02	3,61	154,46
Manabí	Pajan	0,07	3,56	151,54
Manabí	Jipijapa	0,10	3,34	140,81
Orellana	Coca	0,05	3,24	135,93
Manabí	24 de mayo	0,08	3,21	134,55
Loja	Sozoranga	0,04	3,12	129,47
Loja	Paltas	0,07	3,11	129,38
El Oro	Piñas	0,06	2,97	122,52
Manabí	Olmedo	0,08	2,95	121,95
Loja	Chaguarpamba	0,07	2,92	120,11
Zamora Chinchipe	Chinchipe	0,06	2,83	114,86

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria

Con respecto al cultivo de café, hacia el 2040, se muestra que la producción de los cantones en las provincias de Orellana y Manabí seguirán manteniendo beneficios en sus ingresos, superiores a los observados en el año 2030; en la misma línea, los cantones de la provincia de Loja.

Tabla Nro. 19 Impacto del Cambio Climático sobre la producción de Café (año 2040)

Provincia	Cantón	Impacto	Producción (Tonelada/Hectárea)	Pérdida o Beneficio (Hectárea)
Orellana	Loreto	0,12	3,47	187,75
Manabí	Pajan	0,07	2,94	153,15
Manabí	Jipijapa	0,09	3,07	162,60
Orellana	Orellana	0,09	3,23	172,50
Manabí	24 de mayo	0,07	3,08	163,36
Loja	Sozoranga	0,09	3,70	202,06
Loja	Paltas	0,05	3,24	172,62
Bolívar	Guaranda	0,03	3,75	205,94
El Oro	Piñas	0,08	3,04	160,14
Loja	Olmedo	0,05	3,37	181,23
El Oro	Las lajas	0,09	3,34	179,40

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria

Es importante notar que los beneficios económicos estimados en esta sección constituyen una fuente de información importante que permite seleccionar la mejor opción costo-efectivo para cada cantón.

Los resultados obtenidos muestran una dimensión económica que tendría el cambio climático en los productos analizados, arrojando un resultado negativo para los cultivos de maíz, fréjol, arroz, banano y cacao, mientras que para el café las condiciones climatológicas en el 2030 y 2040 favorecen a la producción de café.

Conclusiones

El propósito de esta investigación fue evaluar el efecto del cambio climático sobre la agricultura de subsistencia a escala cantonal, en los años 2030 y 2040. Se plantearon tres fases de análisis en la primera fase, mediante un índice sintético se identifica a los cinco cantones más vulnerables cambio al climático; en la segunda fase, se clasifica e identifica los cultivos más relevantes a ser analizados; y, en la tercera fase, utilizando una regresión de mínimos cuadrados ordinarios se estima la variación de los rendimientos de esos cultivos por efecto de variación de temperatura y pluviosidad en escenarios futuros. Por otro lado, el modelo utilizado sufre un problema de variables omitidas y el sesgo que eso genera, explica, en gran medida, el efecto negativo del clima en la agricultura.

En función de las especificaciones que han sido planteadas para cada uno de los productos que son objeto de este estudio, se ha estimado las pérdidas y beneficios que causaría el cambio climático en los años 2030 y 2040. Sin embargo, el modelo propuesto considera efectos hasta de segundo orden (cuadráticos polinomiales) y asume una condición *ceteris paribus* para los factores e insumo de producción, dejando solamente exógenas a las variables de temperatura y pluviosidad. En esta línea, las simulaciones reconstruyen en un primer momento los proxys de curvas bidimensionales de las variables clima frente al nivel de ingresos por hectárea. Una de las desventajas de utilizar este tipo de modelos, según Kane, Reilly y Tobey (1992), quienes realizaron uno de los primeros análisis de los efectos del cambio climático en la agricultura a nivel mundial, indican que no se puede considerar el efecto del cambio climático en un país en particular sin tomar en cuenta lo que sucede en el resto del mundo.

Con respecto a los resultados de la investigación, el maíz duro para los años 2030 y 2040, se obtiene los ingresos utilizando precios del 2015 y constantes a 2030 y 2040. Para obtener los beneficios o pérdidas del maíz duro se realiza una agregación a nivel de cantón. En el 2040, se prevé que los cantones Zaruma y Saraguro experimenten un beneficio en sus ingresos de \$1.250,38 y \$295,75 dólares por hectárea cultivada.

La producción del fréjol, en el año 2030, evidencia una disminución en los ingresos por hectárea cultivada, en todos los cantones, no obstante, en los cantones de la Sierra existe una mayor afectación. Siendo los cantones de las provincias de Imbabura y Cotopaxi los más afectados por los efectos del cambio climático. Para el año 2040 la producción del fréjol sufrirá pérdidas económicas de -\$66 en promedio al año. Los cantones que serán más afectados por el cambio climático son Pangua y Chillanes en la provincia de Cotopaxi y Bolívar.

La producción del cacao, para el 2030 se estima que los cantones de Babahoyo, Mochache y Buena Fe, de la provincia de los Ríos, serán beneficiados por un incremento en el ingreso, por hectárea producida, de \$100, \$223 y \$130, respectivamente. Es preciso señalar que, en año, todos los cantones presentan efectos positivos sobre los ingresos de cacao, pero es interesante el resultado del cantón Buena Fe, que a pesar de no estar entre los cantones de mayor productividad concentra el mayor beneficio del cambio climático. Para el año 2040, los cantones de la región de la Costa son los que presentan mayor variación. El beneficio promedio que experimentarán los cantones a nivel nacional será de \$58.65 por hectárea de cacao producida.

La variación negativa en la producción de producción del arroz, se da en los cantones de la región Costa. La reducción en la producción se atribuye a las disminuciones de la pluviosidad. en términos monetarios, el efecto del cambio climático, se espera que, para el 2030, sea de - \$117,45 por hectárea producida a nivel nacional. Para el año 2040 los productores experimentarían serias pérdidas anuales. Los cantones que experimentarían mayores reducciones en sus ingresos anuales serían los ubicados en la provincia de Guayas.

En las provincias de los Ríos, Guayas y El Oro son donde más se encuentra la concentración de producción de banano. Esto se debe a que este producto se beneficia por las condiciones climatológicas. Para el año 2030 se prevé que los cambios climatológicos en temperatura y pluviosidad afectan positivamente en los ingresos que obtengas los productos por cada hectárea de banano cultivada. En cuanto al comportamiento del banano hacia el 2040, nuevamente se observa que los productores de los cantones de la provincia de Los Ríos obtendrían un beneficio por hectárea ligeramente inferior al observado en el 2030 pero se mantendrían.

La producción de café está situada en las provincias de Orellana, Manabí y Loja al estar favorecidos de adecuadas condiciones climatológicas. Para el año 2030 se prevé que los cambios climatológicos en temperatura y pluviosidad afectan positivamente en los ingresos que obtengan los productores por cada hectárea de café cultivada.

En Ecuador, la creación de políticas públicas que mitiguen el impacto del cambio climático debe ser focalizada a nivel cantonal; y este estudio permite la identificación de los territorios más vulnerables al cambio climático, mediante la construcción de un índice compuesto de variables socio-demográficas y climatológicas que dan cuenta de la situación de cada cantón. El estudio de impacto del cambio climático constituye un instrumento que permite proyectar para los años 2030 y 2040, el efecto sobre los principales productos agrícolas que constituyen la economía ecuatoriana para los cultivos de maíz,

fréjol y arroz se determinó que el impacto es negativo; mientras que para el banano, café y cacao el impacto del cambio climático es positivo.

El cambio climático es un fenómeno global pero caracterizado por profundas desigualdades, tanto en las responsabilidades como en los efectos previstos. Lamentablemente, las sociedades más ricas son las que han generado los problemas del cambio climático mientras que las poblaciones pobres son las más vulnerables ante los efectos.

Lista de referencias

- IDEA. *Evaluación de las Reformas a las Políticas Agrícolas en el Ecuador*. Instituto de estrategias agropecuarias, Quito: Editado por Morris D. Withaker, 1996.
- Acción Ecológica. *Acción Ecológica (Ecuador)*. 2010. <https://www.accioneologica.org/> (último acceso: 21 de 08 de 2020).
- Aguilera Klink, Federico, y Vicent Alcántara. *De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica*. Barcelona: ICARIA: FUHEM, 1994.
- Alava, María Fernanda, Jenny Poaquiza, y Gustavo Castillo. «La producción arrocería del Ecuador: Caso Samborondón, 2011 – 2015.» *Espacios*, 2018: 12.
- Alava, María, Poaquiza Jenny, y Castillo Gustavo. «La producción arrocería del Ecuador: Caso Samborondón 2011 – 2015.» *Espacios*, 2018: 12.
- Altieri, Miguel, y Clara Nicholls. «Cambio climático y agricultura campesina: impacto y respuesta adaptativa.» *LEISA*, Marzo 2009.
- Ámbito Económico. «Ámbito Económico.» *La Producción de Arroz en el Ecuador*. s.f. <http://ambitoeconomico.blogspot.com/2012/10/la-produccion-de-arroz-en-el-ecuador.html?view=classic> (último acceso: 12 de Octubre de 2020).
- Arias Arellano, Sebastián. «Tesis.» *El café ecuatoriano, un patrimonio bebible Con un café por el Mediterráneo*. Quito: Universidad San Francisco de Quito, 2016.
- Arriagada, Rodrigo, David Cotacachi, Maja Schling, y Judith Morrison. *Evaluación del impacto del programa socio bosque en poblaciones indígenas y afrodescendientes*. Quito: Banco Interamericano de Desarrollo, 2018.
- Asamblea Nacional del Ecuador. «Constitución del Ecuador.» Quito, 2008.
- Ayala Mora, Enrique. *Nueva Historia del Ecuador Volumen I: Época Aborígen*. Quito: Corporación Editora Nacional, Editorial Grijalbo, 1983.

- Aykroyd, W R, y Joyce Doughty. «Las Leguminosas en la Nutrición Humana.» 116. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la, 1982.
- Baede, Alfons, Epiphane Ahlonsou, Yigui Ding, y David Schimel. «“The Climate System: an Overview”.» *Climate Change 2001. The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2001: 87-97.
- Banco Central del Ecuador. «REPORTE DE COYUNTURA SECTOR AGROPECUARIO.» *SECTOR AGROPECUARIO N° 93-I T- 2020 Julio 2020*, 2020.
- Baque, Marcos. «Tesis.» *ADAPTACIÓN DE 26 LÍNEAS AVANZADAS DE FRÉJOL VOLUBLE (Phaseolus vulgaris L.), ASOCIADO CON MAÍZ (Zea mays L.) EN EL CAMPO DOCENTE EXPERIMENTAL “LA TOLA”, TUMBACO, PICHINCHA*. Quito: Universidad Central del Ecuador, 25 de Enero de 2014.
- Barcia, Wendy. *Ámbito Económico*. 29 de Octubre de 2012.
<http://ambitoeconomico.blogspot.com/2012/10/la-produccion-de-arroz-en-el-ecuador.html> (último acceso: 16 de Febrero de 2020).
- Barros, Vicente. *El Cambio Climático Global ¿Cuántas catástrofes antes de actuar?* Buenos Aires: Libros del Zorzal, 2005.
- BCE . «REPORTE DE COYUNTURA SECTOR AGROPECUARIO.» *SECTOR AGROPECUARIO N° 92 – III T – 2019 Enero 2020*, 2019.
- CEPAL. «La Economía del Cambio Climático en el Ecuador.» 2012.
- CEPAL. «La Economía del Cambio Climático en el Perú.» 2014.
- . «La Economía del Cambio Climático en el Perú.» 2014.
http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37419/S1420992_es.pdf;jsessionid=77A165191770EE8401CD43E1FFA4E3D5?sequence=1 (último acceso: 28 de Abril de 2017).
- Chiriboga, Gonzalo. *ECUADOR, LA CUNA DEL CACAO*. Enero de 2018.
<https://es.republicadelcacao.com/blogs/news/ecuador-the-home-of-cacao#:~:text=Una%20investigaci%C3%B3n%20arqueol%C3%B3gica%20reci%C3%A9n%20sugiri%C3%B3n,por%20m%C3%A1s%20de%205.000%20a%C3%B1os.> (último acceso: 13 de Julio de 2020).
- Conciencia Eco. «¿Qué es el efecto invernadero?» 9 de Abril de 2012.
<https://www.concienciaeco.com/2012/04/09/que-es-el-efecto-invernadero/> (último acceso: 1 de Marzo de 2019).

- Cordero, V, P Vásquez, y C Rosero. «Análisis situacional de la soberanía alimentaria en el contexto de la adaptación al cambio climático en el Ecuador.» *En Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador 2012-2025*, 2011.
- Environment Directorate Environment Policy Committee. «Environmental Policy, Technological Change and Patent Activity.» 2008.
[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&cote=env/epoc/wpnep\(2007\)5/final](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&cote=env/epoc/wpnep(2007)5/final) (último acceso: 30 de Abril de 2017).
- Espinosa, Malva, y Paola Sylva. *EL BANANO EN EL ECUADOR: Tranmacionales, modernización y subdesarrollo*. Quito: Corporación Editora Nacional, 1987.
- Espinosa, Roque. *LA PRODUCCIÓN ARROCERA EN EL ECUADOR 1900 -1950*. Quito: UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR, 2000.
- Estrella, Eduardo. *Las crónicas y el uso del maíz son un resumen de la publicación*. Quito: Ediciones Abya-Yala, 1983.
- Falconí, Fander. *Solidaridad sostenible La codicia es indeseable*. Quito: FLACSO Ecuador, 2017.
- Figueroa, Juana R. «Valoración de la biodiversidad: perspectiva de la economía ambiental y la economía ecológica.» *Interciencia*, 2005: 103-107.
- Frohmann, Alicia, y Ximena Olmos. *Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales*. Santiago de Chile: CEPAL – Colección Documentos de proyectos, 2013.
- García Pascual, Francisco. «El sectori agrario del Ecuador: incertidumbres ante la globalización.» *Íconos*, 2005.
- Glave, Manuel, y Rodrigo Pizarro. «Valoración Económica de la Diversidad Biológica y servicios Ambientales en el Perú.» *Editores*, 2001.
- Gomez, Eduardo, y Groot Robert. «Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía.» *Revista Científica y Técnica de Economía y Medio Ambiente*, Septiembre 2007.
- Gonzales, Arancha. «El cambio Climatico y el Comercio Agroalimentario.» 2015.
http://www.intracen.org/uploadedFiles/intracenorg/Content/Publications/climatechange_SP.pdf (último acceso: 14 de Mayo de 2017).
- Guerrero, Guillermo. «El Cacao ecuatoriano Su historia empezó antes del siglo XV.» *LIDERES*, 11 de Noviembre de 2019: 14.
- Hartley Ballesteros, Marjorie. «ECONOMÍA AMBIENTAL Y ECONOMÍA ECOLÓGICA: UN BALANCE CRÍTICO DE SU RELACIÓN.» *Economía y Sociedad*, 2008: 55-65.

- Hartley, Majorie. «Economía Ambiental y Economía Ecológica: Un balance crítico de su relación.» *Economía y Sociedad*, 2008: 56-64.
- Herrán, Claudia. «Friedrich Ebert Stiftung.» *El Cambio Climático y sus consecuencias para América Latina*. 2012. <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/la-energiayclima/09164.pdf> (último acceso: 28 de Abril de 2017).
- INAMHI. «Análisis Estadístico con FClimdex en Ecuador.» *Con el apoyo del MAE, Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA), Proyecto de Adaptación al Cambio Climático a través de una Efectiva Gobernabilidad del Agua en el E*, 2010.
- INEC. «Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2019.» *Boletín técnico 01-2019-ESPAC*, 2020.
- INEC. «ENCUESTA DE SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA CONTINUA 2013 SÍNTESIS METODOLÓGICA.» 2013.
- . *III Censo Nacional Agropecuario*. 15 de Mayo de 2010.
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/CNA/Tomo_CNA.pdf (último acceso: 24 de Octubre de 2020).
- IPCC. «Cambio Climático 2001: Informe de síntesis.» Editado por Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. *Contribución de los Grupos de Trabajo I, II, y III al Tercer Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Organización Meteorológica Mundial y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*, 2001: Ginebra.
- IPCC. «Cambio Climático y Biodiversidad.» Editado por Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. *Documento técnico V del IPCC, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, Organización Meteorológica Mundial y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, 2002.
- IPCC. «Climate Change 2007: the AR4 Synthesis Report.» *Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2007: 9.
- Jácome, Hugo, y Marcelo Varela. *Análisis sectorial de MIPYMES Elaboración de cacao*. Quito: FLACSO - MIPRO Centro de Investigaciones Económicas y de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa, 2012.
- James, Carlos. *BANANO, ORIGEN Y INFLUENCIA EN LA ECONOMIA ECUATORIANA*. Quito: s.e, 2009.

- Jimenez, Sandra. *Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia en el Ecuador*. Serie Avances de Investigación n° 6, Madrid: Fundación Carolina, 2012.
- Krutilla, John. «Conservation reconsidered.» *American Economic Review*, 1967.
- Larrea M., Carlos, Malva Espinosa, y Paola Sylva Charvet. *EL BANANO EN EL ECUADOR*. Quito: CORPORACION EDITORA NACIONAL, 1987.
- Litzemberger, S.C. *El mejoramiento de las plantas leguminosas de grano comestible como contribución a una mejor nutrición humana*. Memorias. CIAT., Cali: s/e, 1973.
- López, Alejandro. *Cambio climático y las actividades agropecuarias en América Latina*. Chile, 2015.
- Lopez, Alejandro, y Danae Hernandez. «Cambio climático y agricultura: una revisión de la literatura con énfasis en América Latina.» *Scielo*, 2016.
- Ludeña, Carlos, y David Wilk. «Ecuador: Mitigación y Adaptación al Cambio Climático.» *Marco de la preparación de la Estrategia 2012-2017 del BID en Ecuador*. 2013. <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6027/Ecuador%20-%20IDB-TN-619.pdf?sequence=1> (último acceso: 10 de Abril de 2017).
- MAE. «Segunda Comunicación Nacional Cambio Climático.» *Proyecto GEF/PNUD/MAE*, 2010.
- MAG. *Exportaciones impulsan a Ecuador como potencia agropecuaria*. 30 de Diciembre de 2020. <https://www.agricultura.gob.ec/exportaciones-impulsan-a-ecuador-como-potencia-agropecuaria/> (último acceso: 15 de Enero de 2021).
- MAGAP. *Programa de Reactivación de Café y Cacao*. Nota conceptual, Quito: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2016.
- Martinez, Alier, y J Roca. *Economía Ecológica y Ecologismo Popular*. Barcelona: ICARIA, 2000.
- Maslin, Marcos. «¿Cuáles son los posibles impactos futuros del calentamiento global?» En *A Global Warming: A Very Short Introduction*, 100. Nueva York, 2004.
- Max-Neef, Manfred. *Economía Descalza. Señales desde el Mundo Invisible*. Estocolmo, Buenos Aires, Montevideo: Nordan, 1986.
- Mena, Patricio. «La biodiversidad del Ecuador.» 2001. <http://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=49914> (último acceso: 10 de Diciembre de 2018).
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. *Agricultura, la base de la economía y la alimentación*. 09 de 09 de 2019. <https://www.agricultura.gob.ec/agricultura-la-base-de-la-economia-y-la-alimentacion/> (último acceso: 4 de Mayo de 2020).

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. «La política agropecuaria ecuatoriana: hacia el desarrollo territorial rural sostenible: 2015 - 2025.» *El sector agropecuario ecuatoriano: análisis histórico y prospectiva a 2025*. 2016.
<http://servicios.agricultura.gob.ec/politicas/La%20Pol%C3%ADticas%20Agropecuarias%20al%202025%20I%20parte.pdf> (último acceso: 2 de marzo de 2019).
- Ministerio de Cultura y Patrimonio. *El origen del cacao estaría en la selva*. 02 de Marzo de 2015. <https://www.culturaypatrimonio.gob.ec/el-origen-del-cacao-estaria-en-la-selva/> (último acceso: 3 de Febrero de 2021).
- Ministerio de Turismo. *HISTORIA DEL CACAO EN ECUADOR*. s.f.
<https://visit.ecuador.travel/chocolate/ecuador-y-chocolate/> (último acceso: 26 de enero de 2021).
- Ministerio del Ambiente. «Estrategia del Cambio Climático del Ecuador 2012 - 2025.» 2012.
 —. *Programa socio bosque sigue generando interés a nivel mundial*. 2015.
<http://www.ambiente.gob.ec/programa-socio-bosque-sigue-generando-interes-a-nivel-mundial/> (último acceso: 14 de Diciembre de 2018).
- . *Resultados Programa Socio Bosque*. 2018. <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/node/44> (último acceso: 13 de Diciembre de 2018).
- Mora, Loly. *Ecosistemas del Ecuador*. 2011.
- Naranjo, Lisbeth. «Evaluación del impacto del Programa SOcio Bosque (PSB) en Capital Social.» Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile, Agosto de 2018.
- Nieto, Carlos, y Aldas Alex. «Presión de selección ambiental y diferencial de rendimiento de catorce cultivos alimenticios del Ecuador.» 2019.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. «Cambio Climático y sostenibilidad del Banano en el Ecuador - Evaluación de impacto y directrices de política.» 2015. <http://www.fao.org/3/a-i5116s.pdf> (último acceso: 30 de abril de 2017).
- Parrini, Leonardo. *Café ecuatoriano: una historia con aroma de esperanza*. 17 de Noviembre de 2016. <http://www.lapalabrabierta.com/2016/11/17/cafe-ecuatoriano-una-historia-aroma-esperanza/> (último acceso: 14 de Agosto de 2020).
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. «El comercio y el Cambio Climático.» 2009.
https://www.wto.org/spanish/res_s/booksp_s/trade_climate_change_s.pdf (último acceso: 14 de Mayo de 2017).

- Programa Socio Bosque. «Ministerio del Ambiente.» 2008.
<http://www.ambiente.gob.ec/programa-socio-bosque/> (último acceso: 11 de 12 de 2018).
- Raffo, Eduardo, y Mayta Rosmeri. «Valoración económica ambiental: el problema del costo social.» *Industrial Data*, 2015: 61-71.
- Ramirez, Diana, Ordaz, Juan Luis, Jorge Mora, Acosta Alicia, y Serna Braulio. «CEPAL.» *Nicaragua: Efectos del Cambio Climático sobre la agricultura*. 2010.
<http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25925/lcmex1964.pdf?sequence=1>
 (último acceso: 27 de Abril de 2017).
- Ramos, P. O. «Diagnóstico y manejo ambiental del cultivo de cacao.» 2015.
- Remache, Gioconda. «Propuesta metodológica de priorización de sitios para orientar las nuevas inversiones del Programa Socio Bosque PSB .» Quito, Noviembre de 2013.
- República del Cacao. *Ecuador, la Cuna del Cacao*. s.f.
<https://es.republicadelcacao.com/blogs/news/ecuador-the-home-of-cacao> (último acceso: 26 de Enero de 2021).
- Roca Jusmet, Jordi, y Joan Martínez Alier. *Economía ecológica y política ambiental*. México: Fondo de Cultura Económica (FCE), 2000.
- Rosas, Mara. «Nueva Ruralidad desde dos visiones de progreso rural y sustentabilidad: Economía Ambiental y Economía Ecológica.» *Polis Revista Latinoamericana* XII, n° 34 (2013): 225-241.
- Rueda, Andres. «Tesis.» *Estudio sobre la Influencia Sociocultural-Gastronómica de la Introducción de la Oryza Sativa (Arroz) en la Población Ecuatoriana*. Quito: Universidad San Francisco de Quito, 7 de Diciembre de 2017.
- Salgado, Wilma. *Diagnóstico sobre la situación de la seguridad alimentaria en el Ecuador*. Quito: Programa Mundial de Alimentos, 2001.
- Smith, Barry. «Adaptation to Climate Change in the context of Sustainable Development and Equity.» 2001. <https://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/pdf/wg2TARchap18.pdf>.
- Solow, Robert. «The Economics of Resource or the Resources of Economics.» *The American Economic Review*, 1974: 1-14.
- The Stern Review. «The Economics of Climate Change.» 2007.
http://mudancasclimaticas.cptec.inpe.br/~rmclima/pdfs/destaques/sternreview_report_complete.pdf (último acceso: 30 de abril de 2017).
- United Nations Climate Change. «El Acuerdo de París y las contribuciones determinadas a nivel nacional.» *Contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC)*, s.f.

Universidad San Francisco de Quito. «Cambio Climático.» 2014.

http://www.usfq.edu.ec/programas_academicos_en_curso/colegios/cociba/quitoambiente/temas_ambientales/cambio_climatico/Paginas/default.aspx (último acceso: 1 de Marzo de 2019).

Uquillas, Carlos. «Breve análisis histórico y contemporáneo del desarrollo económico del Ecuador.» *Revista académica de economía*, 2007: 86.

Vallego G., María Cristina. *LA ESTRUCTURA BIOFÍSICA DE LA ECONOMÍA ECUATORIANA: el comercio exterior y los flujos ocultos del banano*. Quito: Ediciones Abya-Yala / FLACSO, Sede Ecuador, 2005.

Vallejo, Ivette. «Del antropocentrismo y el naturalismo a otras racionalidades y ontologías.» *Letras Verdes*, 2011: 29 - 31.

Vergara, Josep, Busom Isabel, y Monserrat Colldeforns. *El Cambio Climático: Análisis y Política Económica*. Barcelona: La Caixa, 2009.

Wong, Sara. «Impacto de los Tratados de Libre Comercio sobre la Agricultura Familiar en América Latina e instrumentos de compensación.» *Proyecto GCP/RLA/152/IAB, CEPAL, FAO Y Otros*, 2006.

Zhinda, David, Massa Priscilla, y Bonilla Jesus. «Relación del cambio climático con la producción agrícola en la Provincia del Azuay.» *INNOVA*, 2017: 55-64.

Anexos

Anexo 1. Producción, Ventas y Superficie Sembrada/Cosechada del Maíz

Región	2011				2012				2013				2014			
	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)
	Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada		
Nacional	301.988	262.913	830.150	758.808	361.347	330.058	1.215.193	1.126.476	338.129	322.590	1.042.011	991.245	399.946	381.066	1.536.508	1.466.467
Sierra	58.207	51.925	85.802	69.566	55.870	49.681	122.027	99.614	61.002	53.780	118.480	101.825	53.848	50.125	158.342	143.593
Costa	229.907	197.704	729.327	678.602	288.893	264.107	1.069.987	1.014.450	262.080	254.077	903.873	874.272	318.549	305.437	1.318.079	1.274.989
Amazonía	13.875	13.285	15.021	10.640	16.584	16.269	23.179	12.412	15.048	14.733	19.657	15.147	21.534	19.527	37.648	26.599
Región	2015				2016				2017				2018			
	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)
	Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada		
Nacional	439.153	419.427	1.873.525	1.794.015	341.254	306.095	1.091.108	1.031.036	388.534	358.822	1.436.106	1.386.592	383.399	365.334	1.324.147	1.232.670
Sierra	52.467	49.445	187.011	158.797	40.843	37.822	136.412	109.561	314.206	292.696	1.253.247	1.225.868	315.651	303.120	1.156.053	1.097.372
Costa	359.431	343.562	1.615.162	1.568.331	284.979	253.257	929.937	900.730	19.601	18.943	46.325	42.944	15.534	14.787	26.503	21.798
Amazonía	16.049	15.308	26.271	2.741	15.374	14.958	24.713	20.746	14	14	13	9	144	74	63	63

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria

Anexo 2. Producción, Ventas y Superficie Sembrada/Cosechada del Banano

Región	2014				2015				2016				2017			2018				
	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)	Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	
	Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada						Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada
Nacional	192.676	182.158	6.756.254	6.545.064	195.533	185.489	7.194.431	7.018.621	5.579	3.615	16.118	15.385	166.972	158.057	6.282.105	6.056.309	173.706	161.583	6.505.635	6.413.259
Sierra	19.706	16.769	279.405	262.742	23.035	20.479	436.727	399.933	5.507	3.567	15.934	15.346	19.256	17.512	550.970	489.977	28.360	22.730	723.339	715.882
Costa	169.187	162.333	6.392.223	6.199.301	164.228	158.727	6.553.120	6.423.461	71	48	185	39	142.851	135.908	5.626.769	5.469.642	141.935	136.048	5.744.085	5.659.675
Amazonía	1.787	1.098	3.289	1.685	3.970	2.248	7.334	6.250	.	.	.	.	2.509	2.281	8.491	5.507	514	286	1.500	994

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria.

Anexo 3. Producción, Ventas y Superficie Sembrada/Cosechada del Café

Región	2014				2015				2016				2017				2018			
	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)
	Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada		
Nacional	79.744	44.027	5.297	4.841	79.744	44.027	5.297	4.841	55.898	29.872	3.905	3.749	52.714	37.260	7.564	4.205	45.852	31.924	5.065	4.857
Sierra	13.042	8.003	991	775	13.042	8.003	991	775	8.094	3.892	420	366	5.800	3.841	655	343	7.741	5.327	779	701
Costa	44.946	22.717	1.790	1.660	44.946	22.717	1.790	1.660	32.252	15.016	1.615	1.536	25.240	17.365	1.596	729	21.478	13.927	1.999	1.909
Amazonía	21.649	13.200	2.512	2.402	21.649	13.200	2.512	2.402	15.546	10.964	1.870	1.847	21.663	16.053	5.313	3.133	16.631	12.670	2.287	2.246

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria

Anexo D Producción, Ventas y Superficie Sembrada/Cosechada del Fréjol

Región	2014				2015				2016				2017				2018			
	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)
	Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada		
Nacional	461.030	372.637	156.216	153.876	31.112	26.121	12.878	8.711	23.392	18.767	10.672	6.130	34.469	30.130	19.383	14.364	21.043	17.683	11.095	7.517
Sierra	65.249	53.702	24.342	23.764	24.717	20.146	10.119	6.221	21.213	16.794	9.491	5.005	24.755	20.642	10.958	6.202	17.964	14.633	7.783	4.596
Costa	324.270	270.586	116.239	115.607	6.351	5.958	2.751	2.489	2.083	1.877	1.153	1.105	9.672	9.447	8.392	8.134	3.079	3.050	3.313	2.920
Amazonía	56.433	36.138	11.413	10.356	44	18	8	.	97	97	29	20	42	42	33	28				

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria

Anexo E Producción, Ventas y Superficie Sembrada/Cosechada del Cacao

Región	2014				2015				2016				2017				2018			
	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)
	Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada		
Nacional	29.594	26.600	12.550	8.022	537.410	432.094	180.192	178.431	559.617	454.257	177.551	170.545	573.516	467.327	205.955	203.368	573.833	501.950	235.182	221.130
Sierra	24.285	21.533	9.018	4.847	81.201	60.960	28.008	27.435	66.921	54.110	24.509	21.512	75.434	62.849	28.430	27.339	86.694	72.066	41.943	35.656
Costa	5.047	4.806	3.425	3.175	395.161	327.553	140.016	139.176	445.876	359.379	140.500	138.239	446.266	365.843	166.268	165.415	445.423	395.965	181.539	174.715
Amazonía	262	262	108	.	46.676	31.310	8.268	7.920	41.815	36.967	11.229	9.495	48.517	35.900	9.734	9.091	38.348	30.764	10.738	9.809

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria

Anexo 4. Producción, Ventas y Superficie Sembrada/Cosechada del Arroz

Región	2014				2015				2016				2017				2018			
	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)	Superficie (Has.)		Producción (Tm.)	Ventas (Tm.)
	Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada			Sembrada	Cosechada		
Nacional	375.820	354.136	1.379.954	1.282.065	399.535	375.117	1.652.793	1.534.476	385.039	366.194	1.534.537	1.432.318	370.406	358.100	1.066.614	1.017.087	301.853	298.298	1.350.093	1.251.638
Sierra	759	758	3.981	3.975	1.701	1.564	11.472	9.100	1.962	1.958	2.986	2.983	783	783	2.302	2.296	2.969	2.969	5.245	5.220
Costa	370.479	348.905	1.362.709	1.265.723	397.231	372.953	1.639.978	1.524.274	380.506	361.679	1.527.615	1.425.735	366.838	354.579	1.059.376	1.010.090	296.483	292.976	1.334.562	1.237.350
Amazonía	4.353	4.246	12.817	12.360	528	526	1.245	1.005	2.572	2.557	3.937	3.601	2.786	2.739	4.936	4.701	2.401	2.353	10.286	9.068

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria

Anexo 5. Provincias con NBI más bajo

Código DPA	Provincias	Cantones	No pobres	Pobres	Total	Nbi
0712	El Oro	Santa Rosa	29.603	38.556	68.642	56,6%
0710	El Oro	Piñas	11.341	14.497	25.913	56,1%
1803	Tungurahua	Cevallos	3.612	4.520	8.158	55,6%
1308	Manabi	Manta	100.963	122.800	225.047	54,9%
0301	Cañar	Azogues	31.287	37.970	69.491	54,8%
1002	Imbabura	Antonio Ante	20.323	23.003	43.484	53,1%
0708	El Oro	Marcabeli	2.534	2.847	5.398	52,9%
2002	Galápagos	Isabela	1.024	1.129	2.161	52,4%
0916	Guayas	Samborondon	32.394	34.908	67.552	51,9%
1801	Tungurahua	Ambato	165.171	161.988	328.217	49,5%
0901	Guayas	Guayaquil	1.204.847	1.110.678	2.336.645	48,0%
0401	Carchi	Tulcán	44.799	40.233	85.452	47,3%
0601	Chimborazo	Riobamba	118.774	103.056	223.005	46,5%
1802	Tungurahua	Baños	10.769	8.654	19.561	44,6%
1101	Loja	Loja	119.238	92.135	212.208	43,6%
2001	Galápagos	San Cristóbal	4.002	2.910	6.941	42,1%
1001	Imbabura	Ibarra	107.943	71.273	180.440	39,8%
0101	Azuay	Cuenca	307.271	189.913	499.904	38,2%
1705	Pichincha	Rumiñahui	58.424	27.025	85.789	31,6%
1701	Pichincha	Quito	1.563.772	659.233	2.236.908	29,7%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010.

Anexo 6. Provincias con bajo índice de etnicidad

Código DPA	Provincias	Cantones	Indígena	Afro-ecuatoriana	Total	Etnicidad
1116	Loja	Olmedo	2	67	4.870	1,4%
0111	Azuay	Chordeleg	19	150	12.577	1,3%
0609	Chimborazo	Penipe	37	53	6.739	1,3%
0112	Azuay	El Pan	0	37	3.036	1,2%
1902	Zamora Chinchipe	Chinchipe	36	66	9.119	1,1%
1113	Loja	Zapotillo	9	128	12.312	1,1%
1311	Manabí	Pichincha	25	308	30.244	1,1%
1104	Loja	Celica	22	137	14.468	1,1%
1107	Loja	Gonzanama	5	134	12.716	1,1%
1102	Loja	Calvas	100	200	28.185	1,1%
1310	Manabí	Pajan	25	354	37.073	1,0%
0703	El Oro	Atahualpa	4	54	5.833	1,0%
1106	Loja	Espindola	12	131	14.799	1,0%
1114	Loja	Pindal	6	74	8.645	0,9%
1804	Tungurahua	Mocha	39	16	6.777	0,8%
1908	Zamora Chinchipe	Palanda	4	45	8.089	0,6%
1112	Loja	Sozoranga	11	24	7.465	0,5%
1105	Loja	Chaguarpamba	5	23	7.161	0,4%
0705	El Oro	Chilla	1	4	2.484	0,2%
1115	Loja	Quilanga	2	6	4.337	0,2%

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010.

Anexo 7. Índice de Vulnerabilidad al 2040

Código DPA	Provincias	Cantones	Nbi	Etnicidad	Índice de Variación de Temperatura	Índice de Variación de Precipitación	Índice Cantones Vulnerables
2202	Orellana	Aguarico	93,20%	77,80%	101,51	72,44	74,21
603	Chimborazo	Colta	93,30%	87,40%	77,29	77,66	75,50
606	Chimborazo	Guamote	95,50%	94,50%	62,56	72,44	90,21
1503	Napo	Archidona	88,50%	80,80%	76,25	75,92	94,19
1904	Zamora Chinchipe	Yacuambi	89,90%	71,70%	88,87	70,70	72,01
2204	Orellana	Loreto	93,50%	67,90%	87,82	68,96	63,93
1412	Morona Santiago	Tiwintza	95,90%	76,70%	69,92	74,18	72,02
1407	Morona Santiago	Huamboya	95,30%	83,00%	63,61	70,70	61,99
1409	Morona Santiago	Taisha	98,70%	95,90%	42,55	74,18	75,39
1604	Pastaza	Arajuno	95,70%	94,70%	45,72	74,18	74,45
307	Cañar	Suscal	84,40%	76,90%	45,72	98,53	80,12
802	Esmeraldas	Eloy Alfaro	94,50%	54,90%	35,18	108,96	74,39
504	Cotopaxi	Pujilí	87,70%	52,20%	24,66	93,31	72,38
1410	Morona Santiago	Logroño	87,40%	72,20%	1,50	82,88	72,71
602	Chimborazo	Alausí	87,10%	59,30%	9,92	79,40	71,44

Fuente: Censo de Población y Vivienda 2010.

Anexo 8. Impacto sobre los ingresos totales por efecto del cambio climático

Producto	Superficie sembrada (Has)		Precio	Variación porcentual 2030	Variación porcentual 2040	Variación económica por efectos del cambio climático respecto al 2015	
	2019	Promedio 2012-2019	Tonelada			2030	2040
Banano	112.701	112.502	83	4,63	4,72	0,35	0,36
Cacao	189.477	162.272	1.298	4,81	3,89	9,77	6,78
Maíz	69.347	97.807	385	-3,45	-504,90	-0,76	-157,12
Fréjol	24.666	33.838	364	-13,35	-10,66	-0,99	-1,09
Café	16.316	16.927	187	-0,24	-3,04	-0,01	-0,08
Arroz	123.304	0	257	-8,76	-0,45	-2,30	0,00

Fuente: Encuesta de Superficie y Producción-Agropecuaria.