



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA ADMINISTRATIVA

TÍTULO DE ECONOMISTA

**Impacto del cambio climático en el rendimiento de los cultivos de maíz
duro seco, banano, fréjol seco, cacao y café: Un análisis provincial,
periodo 2000-2012**

TRABAJO DE TITULACIÓN

AUTORA: Espinosa Maldonado, Andrea del Cisne

DIRECTORA: Bravo Benavides, Diana Beatriz, Mgtr.

LOJA - ECUADOR

2017



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2017

APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Magister.

Diana Beatriz Bravo Benavides.

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: Impacto del cambio climático en el rendimiento de los cultivos de maíz duro seco, banano, fréjol seco, cacao y café: Un análisis provincial, periodo 2000-2012, realizado por Andrea del Cisne Espinosa Maldonado, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, noviembre de 2017.

f).....

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Espinosa Maldonado Andrea del Cisne, declaro ser autor (a) del presente trabajo de titulación: Impacto del cambio climático en el rendimiento de los cultivos de maíz duro seco, banano, fréjol seco, cacao y café: Un análisis provincial, periodo 2000-2012, de la Titulación de Economía, siendo Mgtr. Diana Beatriz Bravo Benavides director (a) del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art.88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

f).....

Autor: Espinosa Maldonado Andrea del Cisne.

Cédula: 1105656159

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios por haberme dado salud y vida para poder cumplir esta meta, a mis padres y hermanos por ser el pilar fundamental de mi vida, por su confianza y apoyo incondicional. Sin Ustedes nada de esto sería posible.

Con cariño Andrea del Cisne.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres Sebastián y Blanquita, a mi hermano Willán y a mi hermana Thalía, que han estado presentes a lo largo de este camino, motivándome, apoyándome y manifestándome su cariño incondicional.

Así mismo quiero agradecer a la Mgstr. Diana Bravo, directora de tesis, por el tiempo, apoyo, y la paciencia brindados a lo largo del desarrollo de mi trabajo de fin de titulación.

Finalmente quiero agradecer a todas las personas, familiares, amigos, que de alguna u otra forma me brindaron su ayuda durante la trayectoria de mi formación como profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO 1 : MARCO TEÓRICO Y EVIDENCIA EMPÍRICA	5
1.1 Marco Teórico.....	6
1.1.1. Definiciones.....	6
1.1.1.1 <i>Cambio Climático</i>	6
1.1.1.2 <i>Producción agrícola</i>	6
1.1.2 Impactos del cambio climático en la agricultura.	7
1.1.3 Impactos sobre producción agrícola	9
1.1.4 Referentes teóricos.....	10
1.2 Evidencia empírica.....	10
CAPÍTULO 2: ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA.....	16
2.1. Antecedentes.....	17
2.1.1 Impacto del cambio climático en la producción agrícola de América Latina. ...	19
2.1.2 Diagnóstico del cambio climático y producción agrícola en el Ecuador	21
2.1.3 Acuerdos internacionales para mitigar los efectos del cambio climático.	26
2. 2 Metodología	27
2.2.1 Descripción de variables.....	28
2.2.2 Especificación del modelo econométrico.	29
CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	31
3.1 Resultados.....	32

3.1.1	Análisis de los modelos de efectos fijos y variables.	32
3.1.2	Discusión de resultados.....	34
	CONCLUSIONES	39
	RECOMENDACIONES	41
	BIBLIOGRAFÍA.....	42
	ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Efectos del cambio climático en la agricultura.....	9
------------------	---	---

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Uso del suelo en Ecuador	25
Tabla 2:	Descripción de variables.....	28
Tabla 3:	Estadísticos descriptivos.....	32
Tabla 4:	Resultados del modelo.....	34

RESUMEN

La presente investigación pretende determinar cómo afecta el cambio climático al rendimiento de los cultivos de maíz duro seco, banano, fréjol seco, cacao y café en las 24 provincias del Ecuador, usando datos provenientes del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) y del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Bajo el enfoque de la función de producción agrícola desarrollada por Fleischer (2007) a través del uso de datos panel y efectuando modelos de efectos fijos y aleatorios, se determinó cómo las variables temperatura y precipitación influyen en el rendimiento de estos cultivos durante el periodo 2000-2012; mostrándose un impacto parcial para el caso del cacao, mientras que para el caso del fréjol seco, banano, café y maíz duro seco no se evidenció un efecto substancial.

Palabras clave: cambio climático, agricultura, temperatura, precipitación, función de producción agrícola.

ABSTRACT

This research aims to determine how climate change affects the yield of dry hard corn, bananas, dry beans, cocoa and coffee in the 24 provinces of Ecuador, using data from the Ministry of Agriculture, Livestock, Aquaculture and Fisheries (MAGAP)) and the National Institute of Meteorology and Hydrology (INAMHI). Under the focus of the agricultural production function developed by Fleischer (2007) through the use of panel data and effecting fixed and random effects models, it was determined how the temperature variables and precipitation influence the yield of these crops during the period 2000-2012; showing a partial impact for the case of cocoa, while in the case of dried beans, bananas, coffee and dry hard corn there was no substantial effect.

Key words: climate change, agriculture, temperature, precipitation, agricultural production function.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más severos por los que atraviesa el planeta es el calentamiento global, problema causado principalmente por actividades antropogénicas generadoras de gases de efecto invernadero, los cuales han afectado gravemente al medio ambiente, y han contribuido al cambio climático mundial (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2016).

Los bruscos cambios en el clima que se han venido evidenciando en los últimos años han causado preocupación, debido a que esto se ve reflejado en fenómenos meteorológicos cada vez más extremos y menos predecibles los cuales están afectando a los sectores económicos, especialmente de los países en vías de desarrollo (FAO, 2016). En América Latina y el Caribe, aproximadamente el 25% de la población se dedica a la agricultura como medio de subsistencia, este sector es el más vulnerable al cambio climático ya que el desarrollo de los cultivos dependen del clima, por lo que sus variaciones pueden alterar el rendimiento y calidad de los mismos (Saldarriaga, 2014).

En Ecuador las inundaciones, sequías, el retroceso de los glaciares, la extinción de especies; son señales del problema que representa el cambio en el clima para el país (Ministerios del Medio Ambiente [MAE], s.f), y al ser un estado en el que la agricultura constituye uno de los ejes primordiales sobre los que se desarrolla su economía, (Sistema Nacional de Información del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca del Ecuador [SINAGAP], 2014) se ve gravemente afectado por el cambio climático, gran parte de la población especialmente la rural se dedica a esta actividad como medio de subsistencia, por lo que la variabilidad del clima influye trayendo consigo problemas como escasez de suministros alimentarios, incremento de los precios de los productos, aumento de plagas en los cultivos, migración, hambre, pobreza, inseguridad alimentaria (FAO, 2016). Aproximadamente la mitad de la población rural vive en condiciones de pobreza, por lo que el comportamiento de la agricultura incide directamente en el bienestar de la población dedicada a esta actividad, es por esto que reducir la pobreza en el futuro dependerá de las medidas que se tomen en beneficio del sector agropecuario (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca [MAGAP], 2015).

Para Ecuador el sector agropecuario ocupa un espacio trascendental puesto que contribuye con aproximadamente la quinta parte de la producción de bienes y servicios, produciendo además el 95% de los bienes alimenticios que se consumen dentro del país.

Así mismo es importante mencionar que en Ecuador se desarrollan los métodos de producción tradicional, convencional y agroecológica; sin embargo el área en donde se produce con el método tradicional, representa el 75% de los alimentos de la mesa de los ecuatorianos (Valdivieso, 2016).

En vista de esto es importante contar con información que analice la relación entre producción agrícola y cambio climático, y así permita a los hacedores de políticas tomar decisiones que prevean actividades de mitigación y adaptación al cambio climático y de esta manera contribuir a la reducción de los efectos negativos de este fenómeno sobre la agricultura.

Bajo esta perspectiva, el objetivo de la presente investigación es analizar la relación existente entre el cambio climático y la producción agrícola en las 24 provincias del Ecuador, permitiendo responder a la siguiente interrogante ¿Cómo afecta el cambio climático al rendimiento de los cultivos de maíz duro seco, banano, fréjol seco, cacao y café en las 24 provincias del Ecuador?, a través del desarrollo de los objetivos específicos como son: analizar los productos con mayor rendimiento y las variaciones climáticas producidas en las 24 provincias del Ecuador, así como también proponer medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en estas provincias, para finalmente comprobar la siguiente hipótesis: Los cambios climáticos como las temperaturas máximas tienen efectos negativos en el rendimiento de los cultivos de maíz duro seco, banano, fréjol seco, cacao y café de las provincias pertenecientes al Ecuador.

Para verificar esta hipótesis se utiliza un modelo econométrico basado en el enfoque de la función de producción agrícola, el cual permite realizar un análisis individual de cada uno de los cultivos objeto de estudio, con el fin de determinar de qué manera el cambio climático influye en el rendimiento los mismos.

El presente trabajo de investigación está compuesto por tres capítulos. En el primero se presenta los diferentes conceptos tanto de cambio climático como de producción agrícola, las principales teorías que sustentan la investigación, así como también la evidencia empírica. En el segundo se muestra los antecedentes del comportamiento del cambio climático y la producción agrícola a nivel global, de Latinoamérica y en Ecuador; además se incluye la descripción metodológica y la especificación del modelo econométrico. En el tercero se expone y discute los resultados obtenidos, para finalizar con las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO 1
MARCO TEÓRICO Y EVIDENCIA EMPÍRICA

1.1 Marco Teórico.

1.1.1. Definiciones

1.1.1.1 Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC,1992) expone: “el cambio climático es el cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables” (pág.3). Por su parte Castro (2008) sostiene que “por cambio climático se entiende, el calentamiento global observado en la superficie terrestre a causa del incremento registrado en la atmósfera de ciertos gases que contribuyen al llamado efecto invernadero” (pag.1).

Así mismo para el Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC, 2007):

El término cambio climático denota un cambio en el estado del clima identificable a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. Denota todo cambio del clima a lo largo del tiempo, tanto si es debido a la variabilidad natural como si es consecuencia de la actividad humana (pág.30).

Por lo tanto se puede mencionar respecto a las definiciones anteriores que el cambio climático se caracteriza por la volatilidad del curso normal del clima durante periodos de tiempo, lo cual puede deberse o no a actividades antropogénicas y los cuales implican efectos no halagadores a la sociedad principalmente en actividades productivas como la agricultura.

1.1.1.2 Producción agrícola

“La agricultura es la labranza de la tierra e incluye todos los trabajos relacionados al tratamiento del suelo y la plantación de vegetales, las actividades agrícolas suelen estar destinadas a la producción de alimentos y a la obtención de verduras, frutas, hortalizas y cereales “ (Borja & Valdivia, 2015, pág. 4). Por su parte Gómez (s.f) define a la agricultura

“Como el arte de cultivar la tierra, es una actividad que se ocupa de la producción de cultivo del suelo, el desarrollo y recogida de las cosechas, la explotación de bosques y selvas, la cría y desarrollo de ganado, es una de las actividades del sector primario de cada nación, siendo el recurso más importante con el que cuenta el hombre para su subsistencia”.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2013) “producción agrícola es la cantidad de productos cosechados en un tiempo determinado de acuerdo al ciclo de cada cultivo, el mismo que está destinado para comercialización o autoconsumo”. Mientras que el SINAGAP (2014, pág.1) menciona que “el concepto de producción agrícola es aquel que en el ámbito de la economía hace referencia al tipo de productos y beneficios que esta actividad puede generar; se puede definir como la cantidad total producida de los bienes destinados para el mercado interno y externo”.

Por lo tanto se puede mencionar respecto a las definiciones anteriores que la agricultura es una actividad primordial en la vida del hombre ya que es el conjunto de actividades destinadas al cultivo de la tierra y la producción de alimentos necesarios para su supervivencia, mientras que producción agrícola puede definirse como la cantidad de alimentos provenientes de la actividad agrícola los cuales están destinados para el autoconsumo o para la comercialización.

1.1.2 Impactos del cambio climático en la agricultura.

El sector agrícola se encuentra principalmente afectado por el fenómeno del cambio climático ya que este incide en el desarrollo y la calidad de los cultivos, impactando a la agricultura e incidiendo en el bienestar humano, incluye: efectos biológicos en el rendimiento de los cultivos, consecuencias sobre los resultados en precios, producción y consumo e impactos en el consumo per cápita de calorías y la malnutrición infantil. Los efectos en la producción y los precios se observan en el sistema económico conforme los agricultores y otros partícipes del mercado efectúan ajustes de manera autónoma, modificando sus combinaciones de cultivos, uso de insumos, nivel de producción, demanda de alimentos, consumo de alimentos y comercio (Instituto Internacional de Investigación sobre políticas alimentarias [IFPRI], 2009).

Son múltiples los efectos del cambio climático en la actividad agrícola, situación que despierta interés por parte del ser humano, tomando en cuenta que la agricultura es la fuente de sustento alimenticio para su supervivencia. Según la FAO (1997) entre los efectos del cambio climático sobre la agricultura, tenemos los siguientes:

- En general el clima sería menos predecible, complicando para los agricultores la planificación de las actividades agrícolas.
- El aumento de la variabilidad del clima ejercería más presión en los sistemas agrícolas frágiles.

- Los extremos climáticos que son casi imposibles de pronosticar podrían producirse con mayor frecuencia.
- Se incrementaría el nivel del mar, amenazando a la valiosa agricultura de las costas, particularmente en las islas pequeñas de tierras bajas.
- En algunas zonas ecológicas frágiles como los manglares y las selvas tropicales, la diversidad biológica podría reducirse.
- Se modificarían las zonas climáticas y agroecológicas, forzando a los agricultores a adaptarse, poniendo en riesgo a la vegetación y la fauna.
- Se agravaría el desequilibrio existente en la producción de alimentos entre las regiones tropicales y subtropicales y regiones templadas y frías.
- La distribución, cantidades de pescado y demás productos del mar se modificaría, provocando caos en las actividades pesqueras de los países.
- Las plagas y enfermedades portadas por vectores se propagarían a zonas donde antes no existían.

Para González (2011), el cambio climático está afectando a la producción agrícola, y menciona los siguientes efectos:

- Cambio en la cantidad e intensidad de la precipitación: mostrando una mayor erosión del suelo, aumento en las inundaciones y un déficit o exceso hídrico.
- Incremento en la temperatura promedio y eventos térmicos extremos: evidenciándose la pérdida de materia orgánica por efecto del calentamiento, afectando al crecimiento de raíces y germinación de semillas, y efectos negativos en el ganado.
- Eventos climáticos extremos y variabilidad climática.
- Enfermedades en vegetales o aumento de plagas.

A continuación en la Figura. 1 , se presentan un resumen de los efectos del cambio climático en la agricultura.

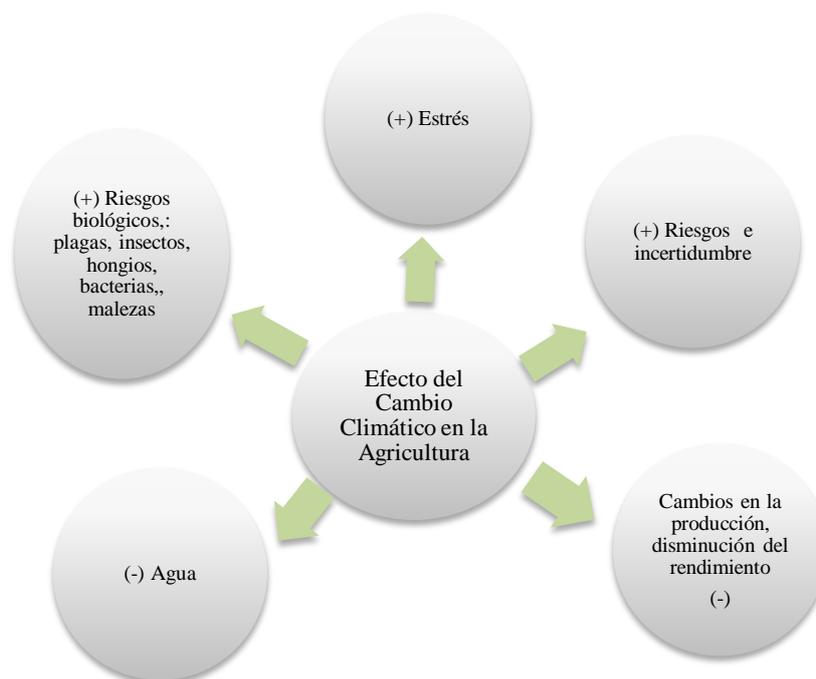


Figura 1: Efectos del cambio climático en la agricultura.

Fuente: González, 2011.

Elaboración: Autora.

El efecto del cambio climático en la agricultura genera un aumento en los niveles de estrés de la planta (térmica, hídrica, lumínica), aumento de los riesgos e incertidumbre, provocando cambios en la producción, disminuyendo el rendimiento de los cultivos, reduciendo la disponibilidad de agua y aumentando las amenazas biológicas como insectos, hongos, bacterias y malezas. (González, 2011).

Por lo que se puede mencionar que el cambio climático afecta negativamente a la agricultura, afectando a todas las dimensiones de la seguridad alimentaria, y a los elementos básicos de la producción alimentaria como son el suelo, el agua y la biodiversidad.

1.1.3 Impactos sobre producción agrícola

La agricultura es en extremo endeble al cambio climático, el incremento de la temperatura puede aminorar la producción de los cultivos; mientras que, las variaciones en los regímenes de lluvias incrementan las probabilidades de fracaso en las cosechas a corto plazo y la reducción de la producción de los cultivos a largo plazo; pese a que para algunos cultivos de ciertas regiones estas variaciones pueden resultar beneficiosas, en general se estima que los impactos del cambio climático sean negativos para la agricultura (IFPRI, 2009)

De manera general se puede aludir que el cambio climático tiene un impacto significativo en el rendimientos de los cultivos, el cual podría disminuir debido a mayores temperaturas como consecuencia del estrés hídrico y térmico de las plantas, la reducción de la estación de crecimiento y el aumento en la aparición de plagas y enfermedades (Fernández M. , 2013), afectando a la producción agrícola e influyendo directamente en la calidad y el rendimiento de los cultivos, reduciendo la disponibilidad de alimentos, incrementado el precio de los productos y amenazando a la seguridad alimentaria mundial. (FAO, 2016).

1.1.4 Referentes teóricos

Las teorías económicas referentes a la investigación en producción agrícola y cambio climático mencionan a la función de producción agrícola propuesta por Fleischer (2007), la cual en términos formales se expresa de la siguiente forma:

$$Q_i = f(P_i, S_i, A_i) \quad (1)$$

En donde se relaciona a la variable producción (Q) con variables productivas endógenas (P) como capital, trabajo y otros insumos, con variables exógenas (A) que incluyen variables climáticas y de irrigación, y las características socioeconómicas de los agricultores (S) como aspectos sociales del productor y capital humano. Pudiéndose además, denominar a Q_i como la producción total del sector agropecuario, la producción en un subsector o el rendimiento de un cultivo específico. Así este modelo sirve para analizar cada cultivo específico en el tiempo expresándose de la siguiente forma funcional (Tonconi, 2015):

$$\text{maíz duro seco}_i = f(P_i, S_i, A_i) \quad (2)$$

$$\text{banano}_i = f(P_i, S_i, A_i) \quad (3)$$

$$\text{frejol seco}_i = f(P_i, S_i, A_i) \quad (4)$$

$$\text{cacao}_i = f(P_i, S_i, A_i) \quad (5)$$

$$\text{café}_i = f(P_i, S_i, A_i) \quad (6)$$

1.2 Evidencia empírica

Los estudios que analizan los efectos de la variabilidad del clima sobre la producción agrícola se muestran a continuación:

Schelenker & Roberts (2008) en su estudio titulado “Estimating the Impact of Climate Change on Crop Yields: The Importance of Nonlinear Temperature Effects”, menciona

que Estados Unidos es el productor del 41% del maíz y el 38% de la soja del mundo, por lo que cualquier impacto en los rendimientos de los cultivos incidirá en el suministro mundial de alimentos. Para este estudio se comparan un panel de rendimientos de cultivos a nivel de condado en los Estados Unidos con un conjunto de datos meteorológicos que reúne toda la distribución de temperaturas entre el mínimo y el máximo dentro de cada día y a través de todos de la temporada de crecimiento, concluyendo que los rendimientos aumentan en temperatura hasta aproximadamente 29°C para el maíz, 30°C para la soja, y 32°C para el algodón, pero las temperaturas por encima de estos umbrales se vuelven muy dañinas, se prevé que los rendimientos medios ponderados por superficie, disminuirán en un 31% y 43% bajo el escenario de calentamiento más lento y un 67% y 79% bajo el escenario de calentamiento más rápido para el final del siglo.

La Agencia Europea del medio Ambiente (AEMA, 2015) en su artículo titulado “La agricultura y el cambio climático” expone que el calentamiento atmosférico ya ha perturbado la duración de la estación de crecimiento de los cultivos en varias partes de Europa; es así que los periodos de floración y cosecha de los cereales se adelantan varios días y se espera que estos cambios se sigan dando en muchas regiones, al extenderse la estación de crecimiento y el período sin heladas, el incremento de las temperaturas podrían favorecer a la producción de nuevos cultivos en el norte de Europa; mientras que, en el sur se espera que los fenómenos climáticos como las olas de calor extremo, la reducción de las precipitaciones y del agua disponible, limiten la productividad agraria. La Unión Europea es uno de los mayores productores de alimentos a nivel mundial, es así que esta produce las dos terceras partes del vino, la octava parte de los cereales, tres cuartas partes del aceite de oliva y la mitad de la remolacha azucarera; por lo que cualquier disminución en la producción de estos cultivos pondría en riesgo la seguridad alimentaria de la UE y del mundo, elevando los precios de los productos, limitando el acceso a alimentos nutritivos y necesarios para muchos grupos de la población mundial.

Ortiz (2012), quien desarrolló la investigación denominada “El cambio climático y la producción agrícola” expone que el cambio climático representa una nueva amenaza a los medios de subsistencia del pequeño agricultor; aseverando que las zonas rurales de Latinoamérica son en extremo endebles a las variaciones en los patrones climáticos, considerando que un elevado porcentaje de su economía y gran parte de su mano de obra dependen fundamentalmente de una agricultura sensible al clima. Sostiene además que en la Comunidad Andina se ha evidenciado un aumento de aproximadamente 0,1 °C

de la temperatura por década, y se prevé que para el año 2100 habrá un calentamiento continuo de entre 4.5 y 5 °C en la región de los Andes tropicales, afectando el ciclo hidrológico, acortando la disponibilidad de agua para riego y la extensión del periodo de desarrollo de los cultivos. Además como resultado de los cambios en el clima se prevé que la productividad de la agricultura podría disminuirse aproximadamente un 12 % y 50 %. Para el caso de Ecuador, se predice que para el año 2080, las pérdidas inducidas por los bajos rendimientos podrían alcanzar el 40 % en el caso de la caña de azúcar y el banano, el 20 % en el caso del cacao y el café, la papa también se verá afectada observándose una reducción en su rendimiento.

Tonconi (2015), desarrolló una investigación sobre “La producción agrícola alimentaria y cambio climático: un análisis económico en el departamento de Puno, Perú” en el cual mide el impacto del cambio climático en la producción agrícola y en los beneficios económicos del productor en el departamento de Puno, Perú; por un lado, a partir del enfoque de la función de producción y por otro lado, desde el enfoque ricardiano, los resultados del modelo econométrico de la función de producción demostraron que las variables climáticas como las temperaturas máximas promedio actuales tienen un efecto negativo en el rendimiento de los cultivos de papa, haba y maíz; mientras que, en los cultivos de quinua y cañihua aún se evidencian efectos positivos. En el escenario más severo, se predice que para el año 2035 las pérdidas provocadas por el cambio climático sobre la agricultura ascienden a 0,58% del PIB de Puno de 2010 (aproximadamente a 20 millones de dólares americanos); del mismo modo, enfoque ricardiano confirma la presencia de efectos negativos, es así que, ante el incremento en un 1°C de la temperatura media, las pérdidas de los beneficios económicos de los agricultores equivalen a 320 dólares americanos por hectárea; finalmente, si se toman medidas para hacer frente al cambio climático las pérdidas disminuirían en 43,93% en el escenario más riguroso.

Quispe (2015) en su estudio denominado “Efectos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno- Perú” evalúa el comportamiento de las variables climáticas y su consecuencia en la actividad agrícola del antiplano peruano, la investigación se realizó en la cuenca Ramis durante el periodo 2012 – 2014, utilizando datos meteorológicos provenientes del SENAMHI desde 1966 a 2012 y los rendimientos de cultivos de papa y haba de la Dirección Regional de Agricultura Puno de 1992 a 2012, en la que se evaluó el efecto del cambio climático en la agricultura, determinando los estimadores para cada cultivo mediante MCO y regresión entre el rendimiento de los cultivos y las variables

climáticas, inicialmente cada una de estas por separado para poder comparar el efecto individual de cada una de las variables climáticas sobre la producción, posteriormente se realizó la estimación conjunta de las variables y finalmente se relacionaron mediante coeficiente de correlación de Pearson, demostrando a través de esto que aproximadamente un 49.1% de las variaciones en el rendimiento del cultivo de haba son a consecuencia de los cambios en las variables climáticas, mientras que para el cultivo de papa aproximadamente un 44% de las variaciones en su rendimiento son a causa del cambio climático.

Ordaz, Ramírez, Mora, Acosta, Serna (2010) en su estudio “El Salvador, efectos del cambio climático sobre la agricultura” investigan los efectos económicos potenciales del cambio climático sobre el sector agropecuario, algunos subsectores principales, así como también de los cultivos más significativos para el país como son el maíz, fréjol y arroz, utilizando los enfoques de la función de producción agrícola y el modelo Ricardiano. Los resultados de este informe evidencian que el cambio climático muestra efectos adversos sobre el sector agropecuario; es así que, los resultados arrojados por el enfoque de la función de producción agrícola revelan que para el maíz, el fréjol y el arroz es probable que la temperatura ya haya rebasado su nivel óptimo para lograr rendimientos considerables y proyectan que la precipitaciones se reducirá entre un 18% y 40% para el año 2100, mientras que el modelo Ricardiano muestra que el cambio climático afecta los ingresos por alquiler de la propiedad en los hogares rurales salvadorenses, es así que ante el incremento de 1°C en la temperatura generaría una disminución de 0,3 dólares, lo que es igual a una reducción del 1.3% en los ingresos que proceden del arriendo de la propiedad.

Murgida, Travasso, González y Rodríguez (2014) en su estudio “Evaluación de impactos del cambio climático sobre la producción agrícola en la Argentina” investigan los impactos del clima futuro sobre la producción de cultivos de soja, trigo y maíz; a través de modelos biofísicos de estimación del desarrollo, crecimiento y rendimiento final de los cultivos, estos son el modelos CERES¹ para el trigo y el maíz y el modelo CROPGRO² para la soja; tomando en cuenta dos escenarios, uno en el que la población es consciente y toma en cuenta los efectos del CO₂ (A2) y el escenario (B2) en el que no se toma en cuenta los efectos de CO₂, los resultados revelan que para el año 2080 y considerando el efecto del CO₂, los impactos promedio serían positivos, la soja sería el cultivo más

¹ Modelo de simulación, crecimiento y producción de maíz.

² Modelo de simulación, crecimiento y producción de soja.

beneficiado y se esperan leves incrementos de la producción de trigo y maíz; mientras que, si no se toma en cuenta los efectos del CO₂ el impacto sería negativo para los 3 cultivos; es así que, respecto al cultivo del trigo los efectos en el escenario A2 serían en promedio positivos aunque en escasa magnitud; respecto al maíz en el escenario A2 se obtiene un leve impacto positivo de sólo 1%; mientras que en el escenario B2 el promedio se mantendría sin cambios; para el cultivo de soja se esperan impactos positivos hacia fines del siglo con valores promedio de 14% y 19 % para el escenario A2 y B2 respectivamente, la respuesta de los cultivos varía dependiendo de la zona en la que se encuentra.

Jiménez, Castro, Yépez y Wittmer (2011) en su estudio denominado “Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia en el Ecuador” exponen el impacto económico que tendría el cambio climático sobre el sector agrícola de subsistencia en el país, exhibiendo resultados nocivos para el rendimiento de los cultivos del maíz, fréjol, papa, y arroz, tanto para la década del 2020 como para la del 2030 en dos escenarios A2³ y B2⁴, mostrándose un mayor impacto negativo para el escenario A2 con un -7.15% de afectación sobre los ingresos por hectárea para el cultivo de maíz suave en los años de la década del 2020; mientras que para el fréjol se reconoce un mayor impacto negativo (-10.47%) en la década del 2030; para el escenario B2, de la misma forma, se observa un impacto negativo de -12% en el caso del fréjol y para los productos que se cultivan en la región sierra, por otro lado, los productos destinados a la exportación como son el cacao y banano, y que se cultivan en UPA’s de subsistencia percibirán un impacto positivo de hasta 11% para las dos décadas de análisis. Se prevé que los efectos netos del cambio climático a nivel nacional en la totalidad de los cultivos podrían advertir un beneficio de entre 2.7 y 5.9 millones de dólares para la década del 2020 en los diferentes escenarios; no obstante para el año 2030 los cultivos sólo experimentarían beneficios para el escenario A2 con 2.5 millones, mientras que en un escenario B2 experimentarían una rigurosa pérdida cercana a – 137 millones de dólares corrientes.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2012) en su estudio titulado “La economía del cambio climático en el Ecuador” explica que las variaciones en la temperatura y precipitación incitarán efectos nocivos para el sector agropecuario, menguando la productividad principalmente de los cultivos de caña de azúcar, banano y arroz; por el contrario, aumentaría en el caso del maíz suave y el fréjol; pudiéndose así

³ Crecimiento rápido de la población e ingresos

⁴ Crecimiento lento de la población e ingresos

observar que el costo del cambio climático oscilaría entre 6,2% y 43,9% del PIB de 2010 a partir del incremento de la temperatura en 1°C en el año 2020; para el año 2050 se estima que este incremento llegará a 1,8°C en promedio nacional y afectaría principalmente a las regiones Sierra y Amazonía, se estima que para el año 2070 las precipitaciones aumentarán un 15.8% en la costa ecuatoriana llegando a observar acrecentamientos de temperatura de hasta un 47%, mientras que, el declive de los niveles de pluviosidad se mantiene en la Sierra y se empeoran en la provincia de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar; las provincias meridionales como Loja y Cañar registrarán variaciones positivas.

Íñiguez (2015) en su estudio titulado “Impacto del cambio climático en la producción de café, caso de estudio Asociación PROCAFEQ- cantón Quilanga 2001-2010” evaluó la incidencia del cambio climático en la producción de café en la asociación PROCAFEQ del cantón Quilanga, en esta investigación se relaciona la variable dependiente producción con las variables independientes superficie cosechada, precipitación, temperatura mínima, temperatura promedio y temperatura máxima, usando mínimos cuadrados ordinarios se comprobó la relación de dependencia entre estas variables, demostrando que existe una relación positiva entre la producción de café y las variables independientes superficie cosechada, precipitación, temperatura máxima; mientras que no se encontró una relación significativa con las variables temperatura promedio y temperatura mínima, concluyendo que en el corto plazo las variables climáticas no tienen un efecto significativo sobre la producción de café de esta asociación.

CAPITULO 2
ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA

2.1. Antecedentes

Las variaciones del clima que se han venido observando en los últimos años, han causado gran preocupación en la población en general, debido a los impactos económicos y sociales que ha traído consigo el cambio climático (FAO, 2016). Este fenómeno aqueja a todos los países, incidiendo perjudicialmente en la economía nacional y en la vida de las personas, siendo las emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la actividad humana las responsables de que esta amenaza aumente (Organización de las Naciones Unidas [ONU], s.f).

Desde la época preindustrial se ha evidenciado cambios en el clima mundial, donde la temperatura se ha incrementado en un 0.3 a 0.6°C, mientras que el IPCC predice que con el actual escenario de emisiones, la temperatura media mundial podría aumentar entre 0.9 y 3.5°C para el año 2100. (Quishpe, 2015).

De acuerdo al tercer informe del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2001), la temperatura media mundial de la superficie ha aumentado desde 1861, durante el siglo XX este acrecentamiento ha sido en promedio de 0,6 ±2°C, por lo que dicho siglo probablemente ha sido el más tórrido y a nivel mundial se estima a los años noventa como el decenio más caluroso, siendo 1998 el año más cálido; además, desde 1750 se ha evidenciado un incremento del 31% en la concentración atmosférica de dióxido de carbono, las tres cuartas partes de las emisiones antropogénicas de CO₂ en los últimos 20 años se deben a la quema de combustibles fósiles y el resto principalmente a cambios en el uso de la tierra y la deforestación.

Una de las mayores preocupaciones en el mundo es la incidencia que ha tenido y tendrá el calentamiento global y el cambio climático en los diferentes sectores económicos; los fenómenos meteorológicos cada vez son más extremos y menos predecibles y estos están afectando a dichos sectores, fundamentalmente de los países en desarrollo, cuya población se muestra indefensa y menos resiliente frente a este fenómeno (Fernández M. , 2013).

Las investigaciones referentes al cambio climático que se han realizado hace algunas décadas demostraron el irrefutable calentamiento del planeta, además de hallar un acrecimiento en la frecuencia de eventos extremos que se confirman a través de la presencia de sequías, olas de calor, inundaciones, entre otros. El calentamiento Global a más de ser un problema de alta magnitud, se manifiesta mayormente en países

de economías débiles, donde no se cuenta con insumos técnicos adecuados para hacer frente a dicho problema, afectando indirectamente a estos territorios y agravando otro tipo de problemas como el hambre, la pobreza, las enfermedades y por ende siendo afectada la calidad de vida de los habitantes (Fernández M. , 2013).

El sector agrícola sin duda alguna es el sector más vulnerable a este fenómeno ya que influye directamente en la calidad y el rendimiento de los cultivos, reduciendo la disponibilidad de alimentos y amenazando a la seguridad alimentaria mundial; entre 1880 y 2012 la temperatura media mundial aumentó 0,85 °C , ocasionando que la producción de cereales disminuya en aproximadamente un 5%; entre 1981 y 2002 la producción de maíz, trigo y otros cultivos importantes sufrieron una reducción significativa de 40 megatonnes⁵ anuales debido a un clima más cálido (ONU, s.f); sin embargo también es importante mencionar que este sector es el responsable de la quinta parte del total de emisiones de GEI, por lo que se debe tomar medidas para que se desarrolle una práctica sostenible con el fin de ayudar al mundo a enfrentar sus dos grandes desafíos que son eliminar el hambre y la pobreza, y estabilizar el clima mundial antes de que sea tarde (FAO, 2016).

Previo a llegar a nuestra mesa, los suministros alimentarios que consumimos han pasado por un proceso en el que han sido producidos, almacenados, elaborados, envasados, transportados, preparados y servidos; y en cada una de estas etapas se liberan gases de efecto invernadero a la atmósfera. La agricultura libera significativas cantidades de metano y óxido nitroso, dos poderosos gases de efecto invernadero, el metano es producido por el ganado y las emisiones de óxido nitroso provienen de los fertilizantes nitrogenados orgánicos y minerales (AEMA, 2015), de acuerdo al cuarto informe del IPCC (2007) a nivel mundial el sector agrícola es el que más emisiones de CO_2 aporta, registrando un 13.5 %, después del sector industrial con 19.4% y el suministro de energía con un 25.9% (Fernández M. , 2013).

Por tanto es importante analizar que las mismas actividades productivas generan el dióxido de carbono y al mismo tiempo este contaminante regresa a la naturaleza ocasionando disparidades en los procesos productivos, convirtiéndose este efecto en un espiral difícil de controlar. Es así que el cambio climático genera temperaturas altas que influyen en el desarrollo de las plantas, estas pierden sus flujos normales de agua

⁵ En el Sistema Internacional de Unidades (SI), es el equivalente de 1×10^6 toneladas: 1 000 kilotonnes, o, en términos de potencia, 1 000 000 de toneladas de trinitrotolueno (TNT)

disminuyendo su vitalidad y su crecimiento, esto más otros aspectos que influyen en la productividad de los cultivos, lo que a su vez genera la práctica inhumana como es el uso de químicos para incrementar los volúmenes de producción. (Fernández M. , 2013)

La Organización de las Naciones Unidas planteó, para contrastar lo mencionado diecisiete objetivos de desarrollo sostenible para transformar nuestro mundo, entre los que se destaca el objetivo 13, que consiste en adoptar medidas urgentes para hacer frente al cambio climático y sus efectos, por medio del cumplimiento de las siguientes metas:

- Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países.
- Añadir medidas concernientes al cambio climático en políticas, estrategias y planes nacionales, mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto a la mitigación del cambio.
- Cumplir el compromiso de lograr que para el año 2020 los países desarrollados pertenecientes a la CMNUCC movilicen conjuntamente 100.000 millones de dólares anuales con el objeto de atender las necesidades de los países en desarrollo respecto a la adopción de medidas concretas de mitigación y la transparencia de su aplicación, y poner en pleno funcionamiento el Fondo Verde para el Clima capitalizándolo lo antes posible.
- Promover mecanismos para aumentar la capacidad para la planificación y gestión eficaces en relación con el cambio climático en los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo, haciendo particular hincapié en las mujeres, los jóvenes y las comunidades locales y marginadas.

2.1.1 Impacto del cambio climático en la producción agrícola de América Latina.

En América Latina y el Caribe, aproximadamente el 25% de la población se dedica a la agricultura como medio de subsistencia (Saldarriaga, 2014) por lo que el cambio climático constituye una nueva amenaza a los medios de subsistencia especialmente las del pequeño productor de esta región, la cual representa sólo el 12 % de las emisiones de CO₂ a nivel mundial. Las zonas rurales de América Latina son en extremo endebles a los cambios en el clima, tomando en cuenta que un gran porcentaje de su economía y parte de su mano de obra dependen de una agricultura sensible al clima; por lo que las variaciones climáticas podrían tener un

impacto negativo en la productividad de los trabajadores rurales y la salud de sus familias, debido a que esto influye en la calidad y cantidad de los alimentos que se producen. (Ortiz, 2012).

La agricultura cumple un papel fundamental en la economía de América Latina y el Caribe, es así que en 2012 el sector contribuyó con el 5% del producto interno bruto de la región; como también aportó con 19% y 9% del empleo masculino y femenino respectivamente durante el período 2008-2011 (Banco Mundial, 2013) citado por (Saldarriaga, 2014).

En esta región, gran parte de la población rural en situación de pobreza, vive en zonas de riesgo con ecosistemas quebrantables cuya agricultura depende de la temperatura y las precipitaciones, por lo que esta variabilidad climática dejará a estas poblaciones de escasos recursos indefensos ante el impacto de este fenómeno, además de ser quienes menos responsabilidad tienen sobre el cambio climático. Los pequeños productores de la región de los Andes, América Central y de algunas islas del Caribe que de por sí habitan en ambientes adversos, podrían agravar su situación, dada su exposición geográfica a los fenómenos extremos, los bajos ingresos, la dependencia hacia la agricultura y a la insuficiente disponibilidad de otros medios de subsistencia; sumándose a esto una continua escasez de tierras idóneas para la agricultura, problemas para obtener suficientes alimentos y una reducción de las fuentes de agua potable a medida que el clima se vuelve más impredecible. Los efectos en cada país son distintos y dependerá de la interacción de factores como el clima, la topografía, tipos de suelo, disponibilidad de agua, las clases de cultivos, ganado y árboles utilizados por los productores en sus agroecosistemas; no obstante, se prevé que para finales del este siglo, la producción agrícola y ganadera de América Latina y el Caribe se podría reducir (Ortiz, 2012).

Según la FAO, durante el periodo comprendido entre 2003 y 2013, el sector agrícola de los países de América Latina y el Caribe, padeció un 16 % de daños ocasionados por catástrofes naturales, el 6% de estas averías afectaron a los activos físicos, provocándose además un 23% de pérdidas en términos de producción y daño a los medios de vida. Conjuntamente, el 71 % de los efectos de los desastres aquejaron a los cultivos, el 13 % a los bosques, 10 % a la ganadería y el 6 % a la pesca. Durante este periodo, la mayor parte de pérdidas referidas a los cultivos y ganado acontecieron

luego de las inundaciones (55 %), seguido por sequías (27 %) y las tormentas (10 %) (FAO, 2016).

2.1.2 Diagnóstico del cambio climático y producción agrícola en el Ecuador

Ecuador es un país cuya economía se basa en la explotación, extracción y exportación de materias primas, principalmente de productos como petróleo, café, cacao, banano, camarón; siendo la extracción petrolera la actividad que ha generado la mayor cantidad de impactos ambientales debido a las elevadas emisiones de CO_2 que genera (Romero, 2016); en los últimos 13 años, los rubros que mayor peso tienen dentro de las exportaciones agropecuarias primarias son los tradicionales: el banano 46% del total exportado; camarones y pescado con el 25%; flores naturales el 14% y el cacao con el 6%; estos cinco productos en promedio anual representan el 91% del total exportado, es así que para 2013 se registra un valor total exportado de 6.128 millones de dólares, con una tendencia creciente (MAGAP, 2015) por lo que reducir la vulnerabilidad de la economía ecuatoriana al cambio climático es muy importante, además de prepararlo para una senda baja en carbono que limite las futuras emisiones de gases de efecto invernadero (Ludeña & Wilk, 2013)

El Proyecto Adaptación al Cambio Climático a través de una efectiva gobernabilidad del agua en el Ecuador (PACC) diseñado en el año 2009 por el MAE y el PNUD, reconoce como esencialmente vulnerables al fenómeno del cambio climático a los sectores agropecuario, forestal, energético, de recursos hídricos y recursos marino costero; mencionando además que en el país la población que se dedica a la actividad primaria representa el 23% de la población económicamente activa, por lo que es indispensable tomar medidas para reducir la vulnerabilidad de este sector ante los efectos de las variaciones climáticas (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SEMPADES] , s.f)

La tendencia de los desastres naturales en Ecuador revelan un aumento progresivo del número de fenómenos y de la gravedad de su impacto, particularmente las inundaciones, sequías, retroceso de los glaciares, y la extinción de especies; son muestra del problema que representa el cambio climático para el país (MAE , s.f) y al ser un estado en el que la agricultura representa una base fundamental sobre la que se desenvuelve su economía, (SINAGAP, 2014) se ve fuertemente afectado por este fenómeno, aquejando a la población especialmente la rural ya que es aquella que se dedica a esta actividad como medio de sustento para sus vidas, por lo que la

variabilidad del clima trae consigo problemas como escasez de suministros alimentarios, incremento de los precios de los productos, aumento de plagas en los cultivos, migración, hambre, pobreza, inseguridad alimentaria. (FAO, 2016).

Ludeña & Wilk (2013) en su estudio realizado para el Banco Interamericano de Desarrollo, mencionan que los principales impactos observados y atribuibles al cambio climático en Ecuador son los siguientes:

- **Incremento en la ocurrencia de eventos climáticos anómalos:** Entre 1970 y 2007, se observa un incremento progresivo de los eventos climáticos anómalos, principalmente en las zonas de la Costa y la Amazonia.
- **Aumento de la temperatura:** Entre 1960 y 2006 se registra un aumento en 0.8 °C de la temperatura media anual; entre 1975 y 2008 se observa a nivel regional un incremento en el norte y una disminución en el centro y sur del país, mientras que entre 1995 y 2008 se observa un enfriamiento especialmente en el centro y sur del Ecuador.
- **Cambios en precipitación:** Entre 1960 y 2006 se observa un incremento, especialmente en las regiones de la Sierra y la Costa, registrándose en promedio, un aumento de 33% en la precipitación en la región Costa, y un aumento del 8% en la región Interandina.
- **Cambios en el nivel y temperatura del mar:** Entre 1975 y 2008, en el centro y norte del país el nivel medio del mar disminuyó y se incrementó en el sur de la costa territorial, mientras que, la temperatura superficial del mar se incrementó en el norte y centro y decreció en el sur.
- **Disminución en la cobertura glaciar:** Entre 1997 y 2006 se ha evidenciado una disminución del 28% en la cubierta de los glaciares, es así que el volcán Cotopaxi perdió un 40% de su área glaciar, entre 1976 y 2006, perdiendo un 12% durante los últimos 10 años.
- **Impactos futuros en la generación hidroeléctrica:** En el caso de la Central Paute Molino, la cual genera más de la mitad de la energía eléctrica del Ecuador, se prevé que su capacidad podría incrementar entre 5% y 43% entre 2070 y 2100. Mientras que para la Central Hidroeléctrica El Carmen, bajo escenarios de disminución en la precipitación del 15%, el caudal promedio podría disminuir en un 22% (MAE, 2011) citado por Ludeña & Wilk (2013).
- **Vulnerabilidad a inundaciones y deslizamientos:** El 35% de la población se encuentra asentada en zonas amenazadas por fenómenos como deslizamientos de tierra, inundaciones, flujos de lodo y escombros. Así también, un 30% de las

poblaciones en las regiones de la Costa y la Amazonia y un 15% de la superficie nacional se encuentran sujetos a inundaciones periódicas.

- **Vulnerabilidad de la biodiversidad y recursos hídricos:** Existe mayor vulnerabilidad de la biodiversidad que se encuentra en las cuencas altas del Pastaza y de los ríos Napo, Zamora y Santiago. Al referirnos a los recursos hídricos, las cuencas de los ríos Zamora/ Cenepa, Marañón/Chinchipe y Napo, así como zonas de la cuenca alta de los ríos Pastaza y Santiago, presentan una mayor vulnerabilidad.

Por su parte, el sector agropecuario en Ecuador ocupa un espacio muy importante puesto que contribuye con la producción de aproximadamente la quinta parte de bienes y servicios, en un sentido más amplio se puede mencionar que este sector produce el 95% de los bienes alimenticios que se consumen dentro del país, ocupa al 62% de la PEA rural; el 46% de su producción es fuente de insumos para otras actividades productivas, favorece con liquidez monetaria pues el 40% de las divisas que ingresan al país por concepto de exportaciones provienen de este sector. Aproximadamente la mitad de la población rural vive en situaciones de pobreza por lo que el comportamiento de la agricultura influye en el bienestar de la población campesina que realiza esta actividad, es por esto que reducir la pobreza en los próximos años dependerá de las acciones que se tomen a favor del sector agropecuario (MAGAP, 2015), el que además se ha visto gravemente afectado por fenómenos meteorológicos como “El Niño” que ha sido responsable de la aparición de tasas negativas del crecimiento del PIB agropecuario del país durante algunos años (Jiménez, Castro, & Wittmer, 2012).

Ecuador, debido a su posición geográfica y a la diversidad de suelos que posee, tiene una amplia producción agrícola (La Hora, 2013), siendo el maíz duro seco, banano, cacao, café y fréjol seco, los productos que se dan en la mayor parte de las provincias del país (MAGAP, s.f)

El cultivo de banano constituye la actividad agrícola de mayor importancia, un tercio de las exportaciones mundiales se originan en Ecuador, los ingresos generados por esta actividad representan el 3.84% del PIB total, y el 50% del PIB agrícola (AEBE, 2010) citado por (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria [INIAP], s.f). La superficie de siembra mayormente se concentra en tres provincias del litoral, como son Guayas, Los Ríos y El Oro con un 92% de superficie sembrada y en otras siete provincias el 8% (INIAP, s.f).

El cultivo de cacao es uno de los rubros de exportación más importantes, este se produce principalmente en las provincias de Los Ríos, Guayas y Manabí; siendo Guayas la provincia que más se destaca en términos de producción, aportando con el 31 % del total nacional; durante el periodo 2000 – 2013, la superficie cosechada se redujo en un 3.14%, sin embargo durante este periodo la productividad se elevó un 187% debido a una mayor inversión en infraestructura y tecnología por parte de los productores, observándose una tendencia al alza en las exportaciones y convirtiendo al país en uno de los principales proveedores de este producto a nivel mundial (SINAGAP, 2013).

El maíz duro seco es un producto de gran relevancia a nivel mundial debido a su amplia cadena de valor, la cual va desde la alimentación , hasta su procesamiento en plantas de alto nivel tecnológico, es decir este puede ser un alimento, combustible, o materia prima para la elaboración de productos químicos como los biomateriales; en Ecuador desde el año 2000 al 2012 la producción nacional de maíz duros seco aumentó en un 188% , siendo las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí y Loja, donde se concentra la mayor producción de este cultivo, correspondiéndole a Los Ríos el 56% del total de producción a nivel nacional (SINAGAP,2013)

El café es un cultivo que ha tenido relevancia para el país desde hace más de un siglo, Ecuador es uno de los 14 países que tiene producción mixta, es decir cultiva café arábigo y robusto, siendo la variedad arábigo la que mejores precios obtiene tanto e mercados locales como internacionales. En el 2001 las principales zonas de cultivo de café arábigo fueron las provincias de Manabí, El Oro, Loja, Guayas y Zamora, representando el 86% de la producción nacional; mientras que , el café robusta se cultivó principalmente en Sucumbíos, Orellana, Pichincha y Napo, provincias que representaron el 77% de su producción. (Ortega, 2003)

El fréjol seco es un alimento rico en proteína y fibra por lo que cumple un papel importante en la dieta de la población latinoamericana, entre el año 2000 y 2012 la producción nacional de fréjol seco registró una tasa de crecimiento promedio anual den11.64 %, sin embargo en este mismo periodo la producción nacional de fréjol seco registro una disminución de 44.65%. En Las provincias de Chimborazo, Azuay, Bolívar e Imbabura se concentra la mayor producción de este cultivo, siendo Chimborazo la provincia que aporta el 19% del total de producción de este producto (SINAGAP, 2013).

Empero a pesar de ser la agricultura un sector de vital importancia, también es primordial mencionar que según el Ministerio del Ambiente (2011) la agricultura y ganadería están entre los principales sectores que contaminan y emiten gases de efecto invernadero dentro del país, siendo este sector el responsable del 51% del total de emisiones, seguido por el uso del suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura con un 39%, energía con un 7%, residuos 2%, y los procesos industriales con un 0.7%, por lo que se deben tomar medidas encaminadas al desarrollo de una práctica sostenible, con el fin de reducir las emisiones de GEI y mitigar el impacto del cambio climático (Ludeña & Wilk, 2013).

2.1.2.1 *Uso del suelo en Ecuador.*

Al referirnos a uso del suelo, se alude a la utilización de las tierras en el sector rural del país, señalando las siguientes categorías: cultivos permanentes, cultivos transitorios y barbechos, descanso, pastos cultivados, pastos naturales, páramos, montes y bosques, otros usos (INEC, 2014).

Tabla 1. Uso del suelo en Ecuador

Total nacional	12'201.254 (has)	100%
Cultivos permanentes	1'417.104	11,61%
Cultivos transitorios y Barbecho	876.498	7,18%
Descanso	93.574	0,77%
Pastos cultivados	2'259.447	18,52%
Pastos naturales	828.333	6,79%
Páramos	499.258	4,09%
Montes y bosques	5'758.859	47,20%
Otros usos	468.180	3,84%

Fuente: INEC (2014)
Elaboración: Autora.

En la tabla número 1 se muestra la distribución del uso de las tierras en el sector rural evidenciándose una superficie total de es de 12'201.254 hectáreas; de las cuales los cultivos permanentes representan el 11.6%, cultivos transitorios y barbecho el 7.18%, descanso el 0.77%, pastos cultivados el 18.52%, pastos naturales 6,79%, páramos 4.09%, montes y bosques 47.20%(INEC, 2014).

2.1.3 Acuerdos internacionales para mitigar los efectos del cambio climático.

El cambio de actitudes de las personas frente al cambio climático es cada vez más rápido, y se acelera con el uso de energías renovables y otras soluciones para reducir las emisiones de GEI, sin embargo, se debe toma en cuenta que el cambio climático es un desafío global que no respeta límites, es así que las emisiones que se producen en una parte del planeta afectan a otros lugares lejanos, por lo tanto, este es un problema que requiere de la cooperación de la comunidad internacional para que trabaje de forma coordinada y así conseguir que los países en vías de desarrollo prosigan hacia una economía baja en carbono (ONU, s.f).

Los países han trabajado y están trabajando para adoptar acuerdos globales con el objetivo de luchar contra el cambio climático (ONU, s.f). En junio de 1992, tuvo lugar la “Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo”, llevada a cabo en Brasil, a la cual acudieron 172 países y cuyo fin fue determinar los problemas ambientales existentes y plantear soluciones de corto, medio y largo plazo (Fernández, Isanta, Zarco, & Cruz, s.f) Los acuerdos aprobados en dicha cumbre fueron los siguientes:

1. **Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo:** denominada también como Carta de la Tierra, define los derechos y responsabilidades de las naciones en la búsqueda del progreso y el bienestar de la humanidad
2. **La Agenda 21:** constituye un programa cuyo objetivo es conseguir el desarrollo sostenible y hacer frente a las altercados ambientales y de desarrollo de manera integrada a escala mundial, nacional y local.
3. **Convenio sobre la Diversidad Biológica:** es un acuerdo que enfocado a conservar la diversidad biológica, manipular de modo sostenible los recursos naturales vivos, y lograr una participación justa y equitativa de los beneficios provenientes del uso de los recursos genéticos.
4. **Convención Marco sobre el Cambio Climático:** acuerdo encaminado a estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, hasta unos valores que no interfieran en el sistema climático mundial.
5. **Declaración de Principios sobre los Bosques:** en 1997, se aprobó el Protocolo de Kioto, el cual instituye que los países desarrollados deben reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 5,2% para el año 2012, respecto a las emisiones del año 1990.

En 2015 se constituyó la base del Acuerdo de París, en 2016 y durante la Conferencia de las Partes que se celebró en noviembre de ese mismo año, en Marruecos, se firmó el **Acuerdo de París** el cual es un convenio firmado por 195 países cuyo objetivo es lograr que el incremento de las temperaturas se mantenga e por debajo de los dos grados centígrados (FAO, 2016).

Existen soluciones factibles para que los países puedan realizar una actividad económica más sostenible y amigable con el ambiente, si desde ya se adoptan medidas, todavía estamos a tiempo de limitar el incremento de la temperatura media mundial a 2 grados centígrados, coadyuvando a que el calentamiento del planeta no sobrepase este umbral (ONU,s.f).

2. 2 Metodología

Para cumplir con la presente investigación se utiliza el método inductivo, documental, descriptivo, y correlacional, a través de los cuales se investiga partiendo del análisis del rendimiento de los productos agrícolas como son el maíz duro seco, banano, fréjol seco, cacao y café; continuando con el análisis de las variables climáticas, para finalmente comprender la relación entre el cambio climático y el rendimiento de estos cultivos. La selección de los productos se realizó en base a la cantidad de producción y a la presencia de estos en la mayoría de las provincias.

Los datos respecto de los rendimientos de los cultivos o volúmenes de producción históricos, se los obtuvo de fuentes de información secundaria como el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP); mientras que los datos de las variables climáticas se obtuvieron del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Sin embargo; es importante mencionar que debido a la falta de información en la base de datos, para el presente estudio fue necesario extrapolar e interpolar datos para todas las variables en algunas provincias, con el fin de obtener los resultados.

Para analizar los efectos del cambio climático en los rendimientos de los cultivos de maíz duro seco, banano, fréjol seco, cacao y café; se utilizó un modelo econométrico con datos de panel basado en el enfoque de la función de producción agrícola propuesta por Fleischer (2007), permitiendo realizar un análisis individual de cada cultivo en función de las variables climáticas temperatura y precipitación. Se empleó modelos de efectos fijos y variables para la obtención de los resultados.

2.2.1 Descripción de variables

En la tabla 2 se presenta la definición de las variables consideradas para la estimación del modelo econométrico y de esta manera determinar de qué manera influye el cambio climático en el rendimiento de los cultivos.

Tabla 2. Descripción de variables.

Variable	Unidad de medida	Descripción
Rendimiento de los cultivos de maíz duros seco, banano, fréjol seco, café y cacao.	Toneladas	Relación de la producción total de un determinado cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizada.
Temperatura	Grados Celsius (°C)	Propiedad física que permite conocer cuánto frío o calor presenta el cuerpo de una persona, objeto o una región determinada. Además en el modelo representa el impacto de la temperatura en el corto plazo.
Precipitación	Milímetros (mm)	Caída de agua sólida o líquida como consecuencia de la condensación del vapor sobre la superficie terrestre. Además en el modelo representa el impacto de la precipitación en el corto plazo.
Temperatura al cuadrado	Grados Celsius (°C)	Representa el impacto de la temperatura en el largo plazo.
Precipitación al cuadrado	Milímetros (mm)	Representa el impacto de la precipitación en el largo plazo.

Fuente: Definición ABC - Glosario.net.

Elaboración: Autora.

2.2.2 Especificación del modelo econométrico.

Para la especificación y estimación del modelo econométrico se ha tomado como base a la función de producción agrícola:

$$Q_i = f(P_i, S_i, A_i) \quad (6)$$

En donde se relaciona a la variable producción (Q) con variables productivas endógenas (P) que incluyen al trabajo, capital y otros insumos, además de variables exógenas (A) que comprenden variables climáticas e irrigación y con las características socioeconómicas de los agricultores (S) como capital humano y aspectos sociales del productor (Tonconi, 2015).

Sin embargo en el modelo se han excluido a las variables productivas endógenas (P) y a las características socioeconómicas del agricultor (S), debido al alcance de la investigación, cuyo propósito consiste en medir el impacto de las variables climáticas (A) en el rendimiento de los cultivos.

Por lo tanto, la especificación del modelo estructural para las funciones de rendimiento de los cultivos agrícolas se enuncia de la siguiente manera:

$$Q_{it} = B_0 + B_1Temp + B_2Temp^2 + B_3Prec + B_4Prec^2 + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

Además se agregan las variables temperatura al cuadrado ($Temp^2$) y precipitación al cuadrado ($Prec^2$), con el fin de medir el impacto a largo plazo de las variables climáticas sobre el rendimiento de los cultivos seleccionados.

Con el propósito de estandarizar las variables, se ha utilizado logaritmos, expresándose la ecuación la siguiente forma:

$$\ln Q_{it} = B_0 + B_1 \ln Temp + B_2 \ln Temp^2 + B_3 \ln Prec + B_4 \ln Prec^2 + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

En donde :

$\ln Q_{it}$: representa la producción o el rendimiento de los cultivos

$\ln Temp$: representa el análisis de la temperatura en el corto plazo.

$\ln Temp^2$: representa el análisis de la temperatura en el largo plazo.

$\ln Prec$: representa el análisis de la precipitación en el corto plazo.

$\ln Prec^2$: representa el análisis de la precipitación en el largo plazo.

B_0 :representa al intercepto

B_i : representa al coeficiente de grado de respuesta de cada una de las variables

ε_{it} : representa el término de error.

Entonces, la producción Q_{it} (rendimientos de cultivos) depende de la temperatura (Temp) y precipitación (Prec) en forma cuadrática debido a los rendimientos decrecientes de la producción, lo que permite el análisis del impacto del cambio climático en la producción agrícola. La ecuación para cada cultivo toma la siguiente forma:

$$\ln\text{maíz duro seco}_{it} = B_0 + B_1 \ln\text{Temp} + B_2 \ln\text{Temp}^2 + B_3 \ln\text{Prec} + B_4 \ln\text{Prec}^2 + \varepsilon_{it} \quad (9)$$

$$\ln\text{banano}_{it} = B_0 + B_1 \ln\text{Temp} + B_2 \ln\text{Temp}^2 + B_3 \ln\text{Prec} + B_4 \ln\text{Prec}^2 + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

$$\ln\text{fréjo seco}_{it} = B_0 + B_1 \ln\text{Temp} + B_2 \ln\text{Temp}^2 + B_3 \ln\text{Prec} + B_4 \ln\text{Prec}^2 + \varepsilon_{it} \quad (11)$$

$$\text{cacao}_{it} = B_0 + B_1 \ln\text{Temp} + B_2 \ln\text{Temp}^2 + B_3 \ln\text{Prec} + B_4 \ln\text{Prec}^2 + \varepsilon_{it} \quad (12)$$

$$\text{café}_{it} = B_0 + B_1 \ln\text{Temp} + B_2 \ln\text{Temp}^2 + B_3 \ln\text{Prec} + B_4 \ln\text{Prec}^2 + \varepsilon_{it} \quad (13)$$

Así, estas ecuaciones sirven para analizar el impacto de las variables climáticas en cada uno de los cultivos establecidos.

CAPÍTULO 3
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Resultados

A continuación en la tabla 3 se muestra la lista con las variables que se utilizaron en el modelo econométrico, el cual fue estimado a través del uso de método de mínimos cuadrados ordinarios realizado en el software estadístico STATA 12.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos.

```
. sum lnbanano lnmaiz lncacao lncafe lnfrejol lntmaxima lntmmedia lntmminima lnp
> reci lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2
```

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
lnbanano	312	1.768018	1.171232	-2.200652	4.10759
lnmaiz	299	.0391385	.72563	-4.929376	1.639021
lncacao	286	-1.219558	.6167863	-2.893661	1.854995
lncafe	299	-1.84608	.7670364	-3.955137	2.821379
lnfrejol	312	-1.222422	.8202232	-3.032552	.6418539
lntmaxima	312	3.210469	.1840561	2.70538	3.457893
lntmmedia	312	2.982664	.2839594	2.360854	4.428035
lntmminima	312	2.660892	.4166381	1.596015	4.419242
lnpreci	312	7.100352	.8194264	3.713572	8.677951
lntmax2	312	10.34088	1.166281	7.319081	11.95702
lntmin2	312	7.253379	2.180662	2.547263	19.5297
lntmed2	312	8.976662	1.737758	5.573631	19.6075
lnprec2	312	51.08431	11.04652	13.79062	75.30683

Fuente: INAMHI – MAGAP.

Elaboración: Autora.

En la tabla 3 se puede observar que para algunas variables el número de observaciones difiere, esto debido a que para el caso del cacao, el café y el maíz duro seco, no existía información disponible, específicamente en las provincias de Galápagos y Tungurahua.

Además, al observar la desviación estándar se observa que ha existido variaciones en los datos de las variables durante el periodo analizado, especialmente en las variables: logaritmo de la precipitación al cuadrado, logaritmo de la temperatura mínima al cuadrado, logaritmo de la temperatura media al cuadrado, logaritmo de la temperatura máxima al cuadrado y logaritmo del rendimiento del banano.

3.1.1 Análisis de los modelos de efectos fijos y variables.

Para verificar la hipótesis de la presente investigación, en la que se plantea que los fenómenos climáticos como las temperaturas máximas afectan negativamente al

rendimiento de los cultivos de banano, maíz duro seco, cacao, café y fréjol seco, se realizó un modelo econométrico basado en la función de producción agrícola, utilizando modelos de datos panel de efectos fijos y aleatorios.

$$\ln Q_{it} = B_0 + B_1 \ln Temp + B_2 \ln Temp^2 + B_3 \ln Prec + B_4 \ln Prec^2 + \varepsilon_{it} \quad (14)$$

En donde la variable dependiente es el rendimiento de los distintos cultivos, mientras que, como variables independientes tenemos a la temperatura y la precipitación, los términos cuadráticos de las variables independientes muestran el efecto del cambio climático en el rendimiento de los cultivos en el largo plazo.

La tabla 4 expone los resultados obtenidos en las regresiones de los cinco cultivos a investigar, cada columna representa un producto, denominando al cultivo de banano como "1", maíz duro seco como "2", cacao como "3", café como "4" y fréjol seco como "5". Se observa que las variables independientes logaritmo de la temperatura y logaritmo de la temperatura al cuadrado son estadísticamente significativas al 0,05% en el caso del cultivo de cacao, indicando que ante una variación del 1 % en la temperatura máxima el rendimiento del cacao se redujo en 34.05 %, mientras que la variación del 1% en la temperatura máxima al cuadrado provocó un aumento en 5,36% en el largo plazo. Para los demás productos no se observa un efecto significativo de las variables climáticas sobre su rendimiento.

Al referirnos a la precipitación los resultados aluden que en el corto plazo y ante el incremento de un punto porcentual, esta variable tiene un impacto positivo para el caso de los cultivos aumentando su rendimiento en 0.024 % para el caso del maíz duro seco, y 0.46 % para el cacao; mientras que el caso del banano, el café y el fréjol se muestra una reducción del 0.035% , 0.14% y 0.41% respectivamente; en el largo plazo se observa que el incremento de un punto porcentual de la precipitación redujo el rendimiento de los cultivos de banano en un 0,003%, maíz duro seco en 0.0085% y el cacao en 0.038%; por el contrario, para el café se observa un incremento del 0.025 %, de la misma manera el fréjol tuvo un crecimiento de 0.037%. Es importante aludir que a pesar de estos resultados, el modelo muestra a la precipitación como una variable estadísticamente no significativa para el rendimiento de los cultivos, esto debido a que los niveles de precipitación en gran parte de las provincias y en la mayoría de los años durante el periodo analizado, han estado en un intervalo cercano al óptimo para el desarrollo de los cultivos. (Ver gráficas de precipitación en anexos)

Tabla 4. Resultados del modelo.

	["1"]	["2"]	["3"]	["4"]	["5"]
Lntmax	12.31 (1.06)	-24.36 (-1.5)	-34.05* (-2.40)	-5.477 (-0.20)	2.884 (0.12)
Lntmin	3.161 (1.30)	5.200 (1.75)	0.762 (0.28)	2.529 (1.02)	3.898 (1.20)
Lntmed	-13.79 (-1.62)	-8.214 (-0.74)	8.903 (1.12)	-6.658 (-0.48)	-3.153 (-0.27)
Lnpreci	-0.0345 (-0.05)	0.0244 (0.04)	0.463 (1.23)	-0.144 (-0.49)	-0.407 (-1.25)
Lntmax2	-1.613 (-0.85)	3.794 (1.51)	5.366* (2.26)	0.784 (0.16)	-0.223 (-0.05)
Lntmin2	-0.649 (-1.39)	-1.181 (-1.87)	-0.172 (-0.38)	-0.298 (-0.52)	-0.854 (-1.16)
Lntmed2	2.368 (1.66)	1.777 (0.92)	-1.396 (-1.04)	1.256 (0.50)	0.531 (0.25)
Lnpreci2	0.00333 (-0.06)	-0.00845 (-0.18)	-0.0376 (-1.29)	0.0250 (0.94)	-0.0370 (-1.27)
Constant	-4.458 (-0.23)	42.59* (2.25)	36.43* (2.00)	12.26 (0.39)	-6.723 (-0.23)
Observations	312	299	286	299	312
Adjusted R ²				0.030	0.010
t statistics in parentheses					
*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001					

Fuente: INAMHI - MAGAP.

Elaboración: Autora.

3.1.2 Discusión de resultados.

En la investigación y a través de los resultados obtenidos con el modelo econométrico, se determinó que para el caso de Ecuador el cambio climático, específicamente la temperatura extrema ha tenido un impacto estadísticamente significativo en el rendimiento de uno de los cinco cultivos investigados.

Para el caso del banano y según el manual de aplicabilidad de buenas prácticas agrícolas del banano, el clima ideal para este cultivo es el tropical húmedo, la temperatura idónea para su desarrollo va desde 18.5°C a 35.5°C, las temperaturas inferiores a 15.5°C retardan el crecimiento, mientras que con temperatura de 40°C se presenta un estrés térmico. Al hablar de precipitación, la cantidad de lluvia necesaria para este cultivo es de 120 mm mensuales o de aproximadamente 1440 mm anuales (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro [AGROCALIDAD], s.f), los resultados arrojados por el modelo aplicado a este cultivo muestran que en el corto plazo la temperatura máxima ha provocado un incremento de 12.31% en su rendimiento, por el contrario, en el largo plazo se observa una reducción del 1.61%; la precipitación en el corto plazo ha generado una disminución de 0.035 %,del mismo modo en el largo plazo se observa un decremento de 0.003% de su rendimiento. Aunque para este cultivo se observen algunos valores negativos, estos no son estadísticamente significativos, pues en la mayoría de los años del periodo de estudio se observan valores de temperatura y precipitación cercanos al óptimo para el desarrollo del banano por lo que las variaciones climáticas observadas en este periodo no han tenido una fuerte repercusión en su rendimiento.

El maíz duro seco es un cultivo cuyas condiciones climáticas óptimas para su producción consideran una temperatura que va desde 18°C hasta los 30°C y una precipitación de entre 650 a 1300 mm por año (AGROCALIDAD, 2014). Los resultados arrojados por el modelo aplicado a este producto, muestran que en el corto plazo la temperatura máxima ha generado la reducción de 24.36% de este cultivo, mientras que en el largo plazo se observa un aumento de 3.79%; la precipitación en el corto plazo produjo un incremento de 0.02% en su rendimiento, en cambio en el largo plazo se observa una reducción de 0.008%. Pese a observarse una disminución en el rendimiento de este cultivo, estos resultados no son estadísticamente significativos, los niveles de temperatura y precipitación en la mayoría de los años del periodo analizado están dentro de un rango cercano al valor idóneo, por lo que el impacto de las variables climáticas no ha sido relevante como para afectar la producción de maíz duro seco en el país.

El cacao es un cultivo cuyos requerimientos climáticos consideran una temperatura comprendida entre 24 y 26°C y una precipitación de entre 1500 y 2000 mm anuales (AGROCALIDAD, 2012). Los resultados expuestos por el modelo aplicado a este producto, muestran que en el corto plazo la temperatura máxima ha ocasionado una disminución de 34,05% en su rendimiento y un incremento de 5.36% en el largo plazo; mientras que la precipitación ha provocado un aumento de 0.46% de su rendimiento en el

corto plazo y una reducción de 0.037% en el largo plazo. El modelo econométrico expone, que la temperatura máxima ha tenido un impacto importante, ocasionando que este cultivo reduzca un 34.05% de su rendimiento ; esto debido a la presencia de temperaturas que sobrepasan el límite adecuado para que tenga una producción óptima, mientras que para el caso de la precipitación, en algunas provincias se observa la existencia de niveles que están por debajo del óptimo, sin embargo se debe tomar en cuenta que los agricultores ante la escases de agua, optan por sistemas de riego que ayudan a compensar este faltante y de esta manera el cultivo se desarrolle con normalidad (Asociación Nacional de Exportadores de Cacao [ANECACAO], s.f) lo que justifica los resultados observados respecto a la precipitación.

El café es un cultivo cuyo buen desarrollo depende de varios factores como la edad de la plantación, cantidad de fertilizantes utilizados, tipo de suelo, variedad utilizada, plagas enfermedades, y especialmente de variables climáticas como la temperatura y precipitación; la temperatura debe oscilar entre los 16 y 23°C, por lo que en zonas muy calientes, la sombra es un factor importante para moderar las altas temperaturas que producen los rayos directos del sol, las temperaturas que se alejan de las medias de 16 ° y 23°C se hacen menos adecuadas para el café. Al hablar de precipitación existen límites bajos que varían entre 760 y 780 mm, mientras los límites altos fluctúan de 990 a 3.000 mm (AGROCALIDAD, 2013). Los resultados obtenidos en el modelo muestran que la temperatura máxima en el corto plazo provocó una reducción de 5.74% del rendimiento mientras que en el largo plazo aumentó en 0.78%; la precipitación en el corto plazo ocasionó una reducción del rendimiento en 0,14% mientras que en el largo plazo creció en 0.025%, sin embargo en el modelo estos resultados no son estadísticamente significativos, a pesar de observarse niveles de temperatura superiores al idóneo, no han generado un fuerte impacto debido a factores como la sombra o el uso de técnicas que han permitido amortiguar el efecto negativo de esta variable sobre el rendimiento del café; además cabe mencionar que el impacto de las variables climáticas dependerá mucho de la tipo de café que se esté analizando (MAGAP, 2014).

La planta de fréjol crece bien en temperaturas promedio entre 16 a 20° C, en este cultivo las temperaturas bajas retrasan el crecimiento, mientras que las altas causan una aceleración. Las temperaturas extremas que pueden ir de 5°C a 40°C, pueden ser toleradas por cortos períodos⁶, sin embargo, por tiempos prolongados producen daños

⁶ Aproximadamente 19 días (Gómez & Castañeda, 2009)

irreversibles; el nivel medio de precipitación mensual que demanda el fréjol es de 80 mm, anualmente necesita una precipitación de aproximadamente 960 mm (FAO, s.f). Los resultados obtenidos en el modelo aplicado a este cultivo muestran que la temperatura máxima en el corto plazo provocó el aumento de 2.88% de su rendimiento; mientras que en el largo plazo se observa una reducción de 0.22%; la precipitación en el corto plazo provocó una reducción de 0.41%, del mismo modo en el largo plazo se observa la disminución del 0.037% de su rendimiento, no obstante, estos resultados no son estadísticamente significativos en el modelo, a pesar de que en algunas provincias se observan valores de temperatura superiores al que se considera ideal para este producto, no se distingue un impacto notable sobre su rendimiento lo que puede deberse a lo mencionado anteriormente, es decir el fréjol es capaz de sobrevivir y tolerar temperaturas superiores al nivel apropiado; respecto a precipitación se observa que en algunas provincias el nivel de precipitación está cercano al óptimo ; mientras que en otras se sobrepasa, sin embargo no ha existido un impacto importante en el rendimiento de este cultivo.

Tanto para el cultivo del banano, café, fréjol, y maíz duro seco no se observa un impacto estadísticamente significativo de las variables climáticas sobre su rendimiento, refutándose la hipótesis propuesta, empero para el caso del cacao si se observa un efecto parcial aceptando la hipótesis de que las temperaturas máximas tienen un resultado negativo en el rendimiento de este cultivo.

En los estudios tomados como evidencia empírica como el realizado por la CEPAL (2012) y denominado “La economía del cambio climático en el Ecuador” menciona que los cambios en la temperatura y precipitación para las décadas de 2020 y 2050 provocarán efectos negativos reduciendo el rendimiento para el caso de los cultivos de banano, caña de azúcar y arroz; mientras que aumentará en el caso del fréjol y el maíz. En lo que respecta al estudio realizado por Ortiz (2012) titulado “El cambio climático y la producción agrícola”, expresa que las zonas rurales especialmente de América Latina son en extremo vulnerables al fenómeno del cambio climático, y se prevé que para el año 2080 en Ecuador existirán pérdidas debido a los bajos rendimientos de los cultivos de cacao, café, banano, caña de azúcar y de papa, por lo que es importante mencionar que aunque en Ecuador durante el periodo establecido para esta investigación no se ha observado un impacto significativo de las variaciones climáticas en el rendimiento de los cultivos, a

“La Ing.Maldonado declaró que al referirnos a corto plazo, si se hace referencia a temperaturas mínimas, el fréjol soporta entre 3 y 4 días, y al hablar de temperaturas máximas, soporta aproximadamente 15 días”. (L. Maldonado, comunicación personal, 15 de noviembre de 2017).

largo plazo y como lo alude la evidencia empírica, el cambio climático puede representar una fuerte amenaza, por lo que es necesario desde ya tomar medidas y realizar un trabajo conjunto ya que este es un problema que aqueja a todo el mundo, y aunque algunos cultivos en ciertas regiones del planeta puedan verse beneficiados, o no sufrir variación significativa en su rendimiento; en general se prevé que el cambio climático tenga un impacto negativo sobre la agricultura (FAO, 2009) .

CONCLUSIONES

- Al analizar los resultados obtenidos en el modelo econométrico, se concluye que el cambio climático, especialmente la temperatura extrema ha tenido un impacto negativo en uno de los cinco cultivos investigados, cabe mencionar que para el presente estudio se utilizó información a nivel provincial; sin embargo, el modelo econométrico proporcionó resultados de alcance nacional, siendo el cacao el cultivo que se ve afectado significativamente; mientras que, para el café, maíz duro seco, banano y fréjol seco, a pesar de observarse variaciones en su rendimiento, los resultados para estos cultivos no son estadísticamente significativos, aceptándose la hipótesis planteada solamente para el cultivo de cacao.
- Ecuador, debido a su posición geográfica y a la diversidad de suelos que posee, tiene una amplia producción agrícola, siendo el maíz duro seco, banano, cacao, café y fréjol seco, los productos que se dan en la mayor parte de las provincias del país. Guayas, Los Ríos y El Oro son las principales provincias productoras de banano; Manabí, Los Ríos y Guayas se destacan en términos de producción de cacao; en Loja, Manabí Guayas y Los Ríos se concentra la mayor producción de maíz duro seco; mientras que en Manabí, El Oro, Loja, Zamora Guayas, Sucumbíos, Orellana, Pichincha y Napo se da la producción de café; finalmente Chimborazo, Azuay, Bolívar e Imbabura producen la mayor parte del cultivo de fréjol seco.
- Respecto al comportamiento de las variables climáticas, se observa que a lo largo del periodo establecido ha existido una leve variación en los niveles de temperatura y precipitación.
- Ecuador es un país en el que la agricultura representa uno de los pilares fundamentales sobre los que se desenvuelve su economía, aproximadamente la mitad de la población rural ecuatoriana vive en condiciones de pobreza, por lo que el comportamiento de la agricultura incide directamente en el bienestar de la población dedicada a esta actividad, es por esto que, para reducir la pobreza en los próximos años dependerá las políticas que se tomen en beneficio del sector agropecuario; si no se toman medidas, el cambio climático puede complicar la situación principalmente del pequeño agricultor, acarreando consigo problemas como la proliferación de plagas, pobreza, hambre, migración, inseguridad alimentaria, entre otros.

- La agricultura y ganadería están entre los principales sectores que contaminan y emiten gases de efecto invernadero dentro del país, siendo este sector el responsable del 51% del total de emisiones de GEI, seguido por el uso del suelo , el cambio de uso del suelo y la silvicultura con un 39%, energía con un 7% , residuos 2%, y los procesos industriales con un 0.7% de emisiones, por lo que se deben tomar medidas encaminadas al desarrollo de una práctica sostenible, con el fin de reducir las emisiones de GEI y mitigar el impacto del cambio climático

RECOMENDACIONES

Con los resultados obtenidos a través de la estimación del modelo econométrico no se ha observado un impacto substancial de las variables climáticas sobre el rendimiento de cuatro de los cinco cultivos investigados durante el periodo establecido, sin embargo, es de vital importancia desde ya tomar medidas con el fin de amortiguar los efectos futuros del cambio climático en la agricultura, y de esta manera contribuir en el bienestar de la población campesina dedicada a esta actividad, por lo que se puede mencionar las siguientes recomendaciones:

- Brindar capacitaciones a los agricultores de las distintas provincias, con temas referentes al cambio climático, adaptación y mitigación de sus efectos; como se demostró en los resultados, la temperatura máxima es la variable climática con mayor incidencia en el cultivo de cacao, cultivo representativos y de gran importancia para el país, por lo que se recomienda implementar medidas enfocadas a hacer frente especialmente a este fenómeno climático.
- Realizar una práctica encaminada a la agroecología puesto que es un sistema agrícola resistente al clima cambiante, que busca combatir plagas e incrementar la fertilidad del suelo sin recurrir al uso de productos químicos como fertilizantes y plaguicidas, produciendo alimentos de una manera más sostenible y en armonía con el medio ambiente.
- Optar por el uso de semillas de productos resistentes a las variaciones climáticas, de esta manera se puedan desarrollar los cultivos en escenarios hostiles de sequía o inundaciones, además de ser menos vulnerables al impacto de plagas y enfermedades y de esta manera evitar una crisis de hambruna.
- La mayor parte de emisiones provienen del cambio en el uso del suelo, por lo que se debe mejorar el manejo de este recurso tan importante, tomando en cuenta además de que este es considerado un recurso no renovable debido a su lenta recuperación.
- Se recomienda además a las entidades encargadas de llevar el registro y supervisión de los datos, realizar un control minucioso del comportamiento del rendimiento de los cultivos y de las variables climáticas, y respecto a los datos faltantes se recomienda desarrollar indicadores que permitan estimar estos valores, con el fin de obtener mejores resultados en futuras investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- AEMA. (2015, octubre). *La agricultura y el cambio climático*. Agencia Europea de Medio Ambiente. Recuperado de <https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2015/articulos/la-agricultura-y-el-cambio-climatico>
- AGROCALIDAD. (2012). *Guía de buenas prácticas agrícolas para cacao*. Recuperado de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/Guia-BPA-publicaciones/2016/diciembre/guia-buenas-practicas-agricolas-cacao-13-12-2016.pdf>
- AGROCALIDAD. (2013). *Guía de buenas prácticas agrícolas para café*. Recuperado de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/guia-cafe.pdf>
- AGROCALIDAD. (2014). *Guía de buenas prácticas agrícolas para maíz duro seco*. Recuperado de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/guia-maiz-duro.pdf>
- AGROCALIDAD. (s.f). *Manual de aplicabilidad de buenas prácticas agrícolas de banano*. Recuperado de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/manuales-aplicabilidad/manual-banano.pdf>
- ANECACAO. (s.f). *Sistema de riego por aspersión para plantación de cacao*. Recuperado de <http://www.anecacao.com/es/servicios/articulos-tecnicos/riego-y-drenaje.html>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2014). *Agricultura y Clima Futuro en América Latina y el Caribe: Impactos Sistémicos y Posibles Respuestas*. Recuperado de https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/5806/Agricultura%20y%20Cambio%20Climatico%20IDB-DP-329_es.pdf?sequence=2
- Borja, J., & Valdivia, R. (2015). *Introducción a la agronomía*. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/5221/1/Introduccion%20a%20la%20agronomia.pdf>
- Castro, M. (2008, noviembre). *Fundamentos, escenarios y estrategias de mitigación del cambio climático*. CIP-Eosocial. Recuperado de http://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Boletin%20ECOS/Boletin%205/Fundamentos_cambio_climatico_M.DE_CASTRO.pdf
- CEPAL. (2012). *La Economía del Cambio en el Ecuador 2012*. Recuperado de http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/35455/S2013300_es.pdf;jsessionid=CDC92C9BC918B75D6601F0D1B8776037?sequence=1
- CMNUCC. (1992) *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* . Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

- Gómez, F. (s.f). Agricultura. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/352845011/Agricultura>
- FAO. (1997, diciembre). *La agricultura y los cambios climáticos: la función de la FAO Noticias e información de la FAO*. Recuperado de <http://www.fao.org/noticias/1997/971201-s.htm>
- IFPRI. (2009). *Cambio climático. El impacto en la agricultura y los costos de adaptación*. Recuperado de http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/costo%20adaptacion.pdf
- FAO. (2016). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i6030s.pdf>
- FAO. (07 de junio de 2016). *América Latina y el Caribe busca reducir el riesgo de desastres en la agricultura y la seguridad alimentaria*. Recuperado de <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/417820/>
- FAO. (s.f). *Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de fríjol voluble*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-a1359s/a1359s02.pdf>
- Fernández, M. (2013, marzo). *Efectos del cambio climático en la producción y rendimeintos de cultivos por sectores*. Recuperado de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+e n+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>
- Fernández, O., Isanta, E., Zarco, I., & Cruz, C. (s.f). *El Cambio Climático*. Recuperado de <http://www.jisanta.com/Biologia/EI%20Cambio%20Clim%C3%A1tico.pdf>
- Glosario. (2007, Septiembre). *Rendimiento agrícola*. Recuperado de <http://ciencia.glosario.net/agricultura/rendimiento-agr%EDcola-11578.html>
- González, C. (2011). *El cambio climático: Impacto sobre la producción agrícola y las prácticas de adaptación*. Recuperado el 30 de mayo de 2017, de <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-880/ccleccion4presenta.pdf>
- INEC. (2013). *Uso de plaguicidas en la agricultura*. Recuperado de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Encuestas_Ambientales/plaguicidas/Plaguicidas2013/Presentacion_resultados_principalesUso_de_Plaguicidas_en_la_Agricultura_2013.pdf
- INEC. (2014). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC*. Recuperado de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_20142015/2014/Informe%20ejecutivo%20ESPAC%202014.pdf

- INIAP. (s.f). *Banano, plátano y otras musáceas*. Recuperado de <http://www.iniap.gob.ec/web/banano-platano-y-otras-musaceas/>
- Íñiguez, K. (2015). *Impacto del cambio climático en la producción de café, caso de estudio Asociación PROCAFEQ- cantón Quilanga 2001-2010. (Tesis de pregrado).UTPL. Loja, Ecuador*. Recuperado de <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/11603/1/Iniguez%20Cueva%2C%20K%20aren%20Gabriela.pdf>
- IPCC. (2001). *Tercer informe de Evaluación, Cambio climático 2001, la base científica*. Recuperado de <https://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-2001/scientific-basis/scientific-spm-ts-sp.pdf>
- IPCC. (2007). *Cambio Climático 2007. Informe de Síntesis*. Recuperado de https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf
- Jiménez, S., Castro, L., & Wittmer, C. (2012, enero). *Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia en el Ecuador. Fundación Carolina CeALCI*. Recuperado de <https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2014/08/AI66.pdf>
- La Hora. (22 de mayo de 2013). *Producción Agrícola en Ecuador. Diario La Hora*. Recuperado de <http://normasapa.com/como-referenciar-articulos-de-periodico/>
- Labra, R., & Torrecillas, C. (2014). *Guía cero para datos panel. Un enfoque práctico*. Recuperado de https://www.uam.es/docencia/degin/catedra/documentos/16_Guia%20CERO%20para%20datos%20de%20panel_Un%20enfoque%20practico.pdf
- Ludeña, C., & Wilk, D. (2013, abril). *Ecuador: Mitigación y Adaptación al Cambio Climático: Marco de la preparación de la estrategia 2012-2017 del BID en Ecuador*. Recuperado de <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6027/Ecuador%20-%20IDB-TN-619.pdf?sequence=1>
- MAGAP. (2015). *La Política Agropecuaria Ecuatoriana*. Recuperado de <http://servicios.agricultura.gob.ec/politicas/La%20Pol%C3%ADticas%20Agropecuarias%20al%20%202025%201%20parte.pdf>
- MAGAP. (s.f). *Producción: Informe de superficie producción y rendimiento- (ESPAC-INEC)- estructuras de costos de producción*. Recuperado de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/estructura-de-costos-de-produccion>
- Ministerios del Medio Ambiente (s.f). *Subsecretaría de cambio climático. Ministerio del ambiente*. Recuperado de http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/ForosClimaticos/Foros%20Nacionales/XI%20Foro/MAE_02.pdf
- Murgida, A., Travasso, M., González, S., & Rodríguez, G. (2014). *Evaluación del cambio climático sobre la producción agrícola en la Argentina*. Recuperado de

- <http://www.cepal.org/es/publicaciones/37197-evaluacion-impactos-cambio-climatico-la-produccion-agricola-la-argentina>
- Ordaz, J., Ramírez, D., Mora, J., Acosta, A., & Serna, B. (2010, agosto). *El Salvador, efectos del cambio climático sobre la agricultura*. Recuperado de <http://www.cepal.org/es/publicaciones/25919-salvador-efectos-cambio-climatico-la-agricultura>
- Organización de las Naciones Unidas. (s.f). *Objetivos de Desarrollo y Sostenibilidad*. Recuperado de <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>
- Ortega, J. (2003, noviembre). *Análisis sectorial del café*. Recuperado de <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/.../ae40.pdf>
- Ortiz, R. (2012, febrero). *El cambio climático y la producción agrícola*. Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado de <http://www.vipp.es/biblioteca/files/original/e7a4a8a00d9ba9390d273d6dc1bb5666.pdf>
- Quishpe, B. (2015). Efectos del Cambio Climático en la Agricultura de la Cuenca Ramis. *Revista de Investigación ALTOANDIN*, 48 (1), 47-52. doi : dx.doi.org/10.18271/ria.2015.77
- Romero, G. (2016). *Efectos del cambio climático en los niveles de pobreza del Ecuador, un análisis provincial, año 2014. (Tesis de pregrado)*. UTPL.Loja- Ecuador. Recuperado de <https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/15800/1/Romero%20Salinas%20George%20Israel.pdf>
- Saldarriaga, V. (2015). *Cambio climático y producción agrícola en Perú*. INTAL-REDSUR. Recuperado de [http:// www19.iadb.org/intal/icom/notas/39-38/](http://www19.iadb.org/intal/icom/notas/39-38/)
- Schlenker, W., & Roberts, M. J. (2008). *Estimating the Impact of Climate Change on Crop Yields: The Importance of Nonlinear Temperature Effects*. The National Bureau of Economic Research. Retrieved from: <http://www.nber.org/papers/w13799>
- SENPLADES. (s.f). *Análisis de la vulnerabilidad de proyectos de agua ante los efectos del cambio climático en el Ecuador*. Recuperado de <http://www.planificacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2016/05/ANALISIS-DE-LA-VULNERABILIDAD-CAMBIO-CLIMATICO-EN-EL-ECUADOR.pdf>
- SINAGAP. (2014). *Productividad agrícola en el Ecuador*. Recuperado de http://sinagap.agricultura.gob.ec/pdf/estudios_agroeconomicos/indice_productividad.pdf
- SINAGAP. (2013). *Boletín situacional: Cacao*. Recuperado de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2013/cacao.pdf>

- SINAGAP. (2013). *Boletín situacional: Maíz duro seco*. Recuperado de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2013/maizduro.pdf>
- SINAGAP. (2013). *Boletín situacional: Fréjol Tierno y Seco*. Recuperado de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2013/frejol.pdf>
- Tonconi, J. (2015, mayo). Producción agrícola alimentaria y cambio climático: un análisis económico en el departamento de Puno, Perú. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*. 33 (2) , 119-136. doi : [dx.doi.org/10.4067/S0718-34292015000200014](https://doi.org/10.4067/S0718-34292015000200014)
- Ucha, F. (2011, mayo). *Precipitación. Definición ABC*. Recuperado de <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/precipitacion.php>
- Ucha, F. (2009, enero). *Temperatura. Definición ABC*. Recuperado de <https://www.definicionabc.com/general/temperatura.php>
- Valdivieso, M. B. (2016, mayo). *Análisis comparativo de los modelos de producción agroalimentaria del Ecuador*. Recuperado de <http://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/prueba/servicios/wp-content/uploads/2016/05/An%C3%A1lisis-de-Modelos-Agroalimentarios-Ing.-Manuel-Suquilanda.pdf>

ANEXOS

Anexo1. Test de Hausman para el cultivo de banano.

```

. xtreg lnbanano lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, fe
Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =    312
Group variable: obs                          Number of groups =    24

R-sq:  within = 0.0487                       Obs per group:  min =    13
        between = 0.0729                      avg           =   13.0
        overall = 0.0673                      max           =    13

corr(u_i, Xb) = 0.0879                       F(8,280)        =    1.79
                                                Prob > F         =    0.0787

```

lnbanano	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lntmax	12.86243	13.7088	0.94	0.349	-14.12296	39.84781
lntmin	4.060749	2.631703	1.54	0.124	-1.119687	9.241184
lntmed	-13.11382	9.476958	-1.38	0.168	-31.76895	5.541315
lnprec	-.2723966	.5848278	-0.47	0.642	-1.423614	.8788209
lntmax2	-1.677814	2.231985	-0.75	0.453	-6.071416	2.715787
lntmin2	-.8919661	.5674353	-1.57	0.117	-2.008947	.2250147
lntmed2	2.22787	1.649673	1.35	0.178	-1.019466	5.475206
lnprec2	.0197172	.0456532	0.43	0.666	-.07015	.1095843
_cons	-6.441329	17.29383	-0.37	0.710	-40.48375	27.60109
sigma_u	1.0626561					
sigma_e	.47384675					
rho	.83414393	(fraction of variance due to u_i)				

```

F test that all u_i=0:      F(23, 280) =    43.31      Prob > F = 0.0000
. estimates store fe
. xtreg lnbanano lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, re
Random-effects GLS regression              Number of obs   =    312
Group variable: obs                          Number of groups =    24

R-sq:  within = 0.0443                       Obs per group:  min =    13
        between = 0.2102                      avg           =   13.0
        overall = 0.1805                      max           =    13

corr(u_i, X) = 0 (assumed)                  Wald chi2(8)    =   18.05
                                                Prob > chi2     =    0.0209

```

lnbanano	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lntmax	12.31317	13.57971	0.91	0.365	-14.30258	38.92893
lntmin	3.161123	2.587019	1.22	0.222	-1.909341	8.231587
lntmed	-13.79338	9.47357	-1.46	0.145	-32.36123	4.77448
lnprec	-.0344979	.5713156	-0.06	0.952	-1.154256	1.08526
lntmax2	-1.612669	2.20777	-0.73	0.465	-5.939819	2.71448
lntmin2	-.6485191	.5538968	-1.17	0.242	-1.734137	.4370986
lntmed2	2.368104	1.648214	1.44	0.151	-.8623365	5.598545
lnprec2	-.0033291	.0443013	-0.08	0.940	-.0901581	.0835
_cons	-4.458338	16.94341	-0.26	0.792	-37.66681	28.75013
sigma_u	.95234285					
sigma_e	.47384675					
rho	.80156147	(fraction of variance due to u_i)				

```

. estimates store re
. hausman fe re
----- Coefficients -----
              (b)      (B)      (b-B)      sqrt(diag(V_b-V_B))
              fe      re      Difference      S.E.
-----
lntmax      12.86243   12.31317   .5492508   1.876809
lntmin      4.060749   3.161123   .8996259   .482904
lntmed     -13.11382   -13.79338   .6795592   .2534025
lnprec     -.2723966   -.0344979   -.2378987   .1249883
lntmax2    -1.677814   -1.612669   -.0651452   .3278871
lntmin2    -.8919661   -.6485191   -.243447   .1232119
lntmed2     2.22787   2.368104   -.1402342   .0693578
lnprec2     .0197172   -.0033291   .0230462   .0110277

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

      chi2(8) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
              =      2.66
      Prob>chi2 =      0.9538
      (V_b-V_B is not positive definite)

```

Figura 2: Test de Hausman para el cultivo de banano.
Fuente: INAHI – MAGAP.
Elaboración: Autora.

Anexo2. Test de Hausman para el cultivo de maíz duro seco.

```

. xtreg lnmaiz lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, fe

Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =    299
Group variable: obs                          Number of groups =    23

R-sq:  within = 0.0421                      Obs per group: min =    13
       between = 0.2700                      avg             =   13.0
       overall = 0.0596                      max             =    13

corr(u_i, Xb) = -0.6932                      F(8,268)        =    1.47
                                              Prob > F         =    0.1678

```

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lnmaiz						
lntmax	-26.26772	16.36116	-1.61	0.110	-58.48047	5.94503
lntmin	6.264159	3.161702	1.98	0.049	.0392257	12.48909
lntmed	-.676806	11.32004	-0.06	0.952	-22.96433	21.61072
lnprec	-.4535677	.7021077	-0.65	0.519	-1.835916	.9287806
lntmax2	4.076513	2.665208	1.53	0.127	-1.170895	9.323921
lntmin2	-1.515625	.6826796	-2.22	0.027	-2.859722	-.1715278
lntmed2	.4085957	1.971192	0.21	0.836	-3.472395	4.289587
lnprec2	.0421263	.0545633	0.77	0.441	-.065301	.1495536
_cons	35.95691	20.80349	1.73	0.085	-5.002149	76.91597
sigma_u	.64845039					
sigma_e	.56343905					
rho	.56980428	(fraction of variance due to u_i)				

```

F test that all u_i=0:      F(22, 268) =    6.29      Prob > F = 0.0000

. estimates store fe

. xtreg lnmaiz lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, re

Random-effects GLS regression              Number of obs   =    299
Group variable: obs                          Number of groups =    23

R-sq:  within = 0.0208                      Obs per group: min =    13
       between = 0.3414                      avg             =   13.0
       overall = 0.1472                      max             =    13

corr(u_i, X) = 0 (assumed)                  Wald chi2(8)    =   13.74
                                              Prob > chi2     =    0.0887

```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnmaiz						
lntmax	-24.3558	15.46413	-1.57	0.115	-54.66493	5.953338
lntmin	5.199512	2.973895	1.75	0.080	-.6292165	11.02824
lntmed	-8.21355	11.09495	-0.74	0.459	-29.95926	13.53216
lnprec	.0243541	.6064177	0.04	0.968	-1.164203	1.212911
lntmax2	3.793999	2.504646	1.51	0.130	-1.115017	8.703014
lntmin2	-1.180776	.630372	-1.87	0.061	-2.416283	.0547304
lntmed2	1.777438	1.929142	0.92	0.357	-2.003609	5.558486
lnprec2	-.0084495	.0460522	-0.18	0.854	-.09871	.0818111
_cons	42.59089	18.94644	2.25	0.025	5.456548	79.72523
sigma_u	.37983509					
sigma_e	.56343905					
rho	.31245991	(fraction of variance due to u_i)				

```

. estimates store re

. hausman fe re

----- Coefficients -----
              (b)      (B)      (b-B)      sqrt(diag(V_b-V_B))
              fe      re      Difference      S.E.
-----
lntmax      -26.26772  -24.3558  -1.911921  5.34305
lntmin       6.264159   5.199512  1.064648  1.073455
lntmed      - .676806  -8.21355  7.536744  2.2462
lnprec      - .4535677  .0243541  - .4779218  .3538541
lntmax2     4.076513   3.793999  .2825145  .9110887
lntmin2    -1.515625  -1.180776  -.334849  .2620736
lntmed2     .4085957   1.777438  -1.368843  .4049812
lnprec2     .0421263  -.0084495  .0505758  .0292636

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test:  Ho:  difference in coefficients not systematic

          chi2(8) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
              =          26.79
          Prob>chi2 =          0.0008

```

Figura 3: Test de Hausman para el cultivo de maíz duros seco.

Fuente: INAH – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 3. Test de Hausman para el cultivo de cacao.

```

. xtreg lncacao lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, fe

Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =    286
Group variable: obs                          Number of groups =    22

R-sq:  within = 0.0302                        Obs per group:  min =    13
        between = 0.1349                       avg           =   13.0
        overall = 0.0628                       max           =    13

                                                F(8,256)       =    1.00
corr(u_i, Xb) = -0.0964                       Prob > F        =   0.4397

-----+-----
| lncacao |      Coef.   |   Std. Err.   |    t    | P>|t| | [95% Conf. Interval] |
-----+-----
| lntmax  | -36.63534    |  15.45423     |   -2.37 | 0.019 | -67.06894  -6.201729 |
| lntmin  |   .23205     |  2.997717     |    0.08 | 0.938 | -5.671277   6.135377 |
| lntmed  |  8.069296    |  11.02857     |    0.73 | 0.465 | -13.64899   29.78758 |
| lnprec  |  .4008062    |  .6596702     |    0.61 | 0.544 | - .8982651  1.699878 |
| lntmax2 |  5.842574    |  2.515395     |    2.32 | 0.021 |  .8890733   10.79608 |
| lntmin2 | - .0975789   |  .6445168     |   -0.15 | 0.880 | -1.366809   1.171651 |
| lntmed2 | -1.271168    |  1.91369      |   -0.66 | 0.507 | -5.039748   2.497412 |
| lnprec2 | - .0343268   |  .0512815     |   -0.67 | 0.504 | -1.353142   .0666605 |
| _cons   |  42.30422    |  20.12821     |    2.10 | 0.037 |  2.666262   81.94218 |
-----+-----
| sigma_u | .33295386    |                |          |          |                    |
| sigma_e | .52896296    |                |          |          |                    |
| rho     | .28377169    | (fraction of variance due to u_i) |          |          |                    |
-----+-----
F test that all u_i=0:      F(21, 256) =    4.50      Prob > F = 0.0000

. estimates store fe

. xtreg lncacao lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, re

Random-effects GLS regression              Number of obs   =    286
Group variable: obs                          Number of groups =    22

R-sq:  within = 0.0277                        Obs per group:  min =    13
        between = 0.1901                       avg           =   13.0
        overall = 0.0795                       max           =    13

                                                Wald chi2(8)    =   11.70
corr(u_i, X) = 0 (assumed)                   Prob > chi2     =   0.1653

-----+-----
| lncacao |      Coef.   |   Std. Err.   |    z    | P>|z| | [95% Conf. Interval] |
-----+-----
| lntmax  | -34.05165    |  14.1977      |   -2.40 | 0.016 | -61.87864  -6.224662 |
| lntmin  |  .7623883    |  2.767338     |    0.28 | 0.783 | -4.661494   6.186271 |
| lntmed  |  8.902739    |  10.58064     |    0.84 | 0.400 | -11.83494   29.64042 |
| lnprec  |  .4627255    |  .5440693     |    0.85 | 0.395 | - .6036308  1.529082 |
| lntmax2 |  5.366238    |  2.295604     |    2.34 | 0.019 |  .8669376   9.865538 |
| lntmin2 | -1.722423    |  .5824466     |   -0.30 | 0.767 | -1.313817   .9693321 |
| lntmed2 | -1.395959    |  1.832565     |   -0.76 | 0.446 | -4.98772   2.195802 |
| lnprec2 | - .0376447   |  .0412193     |   -0.91 | 0.361 | -1.118433   .0431436 |
| _cons   |  36.42932    |  17.73273     |    2.05 | 0.040 |  1.673797   71.18483 |
-----+-----
| sigma_u | .31021033    |                |          |          |                    |
| sigma_e | .52896296    |                |          |          |                    |
| rho     | .25591009    | (fraction of variance due to u_i) |          |          |                    |
-----+-----

. estimates store re

. hausman fe re

-----+-----
|          |  Coefficients  |          |          |          |
|          | (b)            | (B)     | (b-B)   | sqrt(diag(V_b-V_B)) |
|          | fe            | re      | Difference | S.E.                |
-----+-----
| lntmax  | -36.63534     | -34.05165 | -2.583684 | 6.10396             |
| lntmin  |   .23205      |  .7623883 | - .5303383 | 1.152454            |
| lntmed  |  8.069296     |  8.902739 | - .8334431 | 3.111182            |
| lnprec  |  .4008062     |  .4627255 | - .0619192 | .3730327           |
| lntmax2 |  5.842574     |  5.366238 |  .4763363 | 1.028307            |
| lntmin2 | - .0975789    | -1.722423 |  .1648444 | .2759671            |
| lntmed2 | -1.271168     | -1.395959 |  .1247908 | .551287             |
| lnprec2 | - .0343268    | - .0376447 |  .0033179 | .0305084            |
-----+-----

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

        chi2(8) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
              =    5.30
        Prob>chi2 =    0.7250

```

Figura 4: Test de Hausman para el cultivo de cacao.
Fuente: INAHI – MAGAP.
Elaboración: Autora.

Anexo 4. Test de Hausman para el cultivo de café.

```
. xtreg lncafé lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, fe
```

Fixed-effects (within) regression
 Group variable: obs
 Number of obs = 299
 Number of groups = 23
 R-sq: within = 0.0556
 between = 0.0118
 overall = 0.0004
 Obs per group: min = 13
 avg = 13.0
 max = 13
 F(8,268) = 1.97
 Prob > F = 0.0499
 corr(u_i, Xb) = -0.6993

lncafé	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lntmax	-5.747493	17.23288	-0.33	0.739	-39.67653	28.18155
lntmin	2.529438	3.321337	0.76	0.447	-4.009794	9.068671
lntmed	-6.658023	12.27782	-0.54	0.588	-30.83126	17.51522
lnprec	-.1443083	.7312475	-0.20	0.844	-1.584029	1.295412
lntmax2	.7840727	2.80343	0.28	0.780	-4.735476	6.303621
lntmin2	-.2976089	.713056	-0.42	0.677	-1.701513	1.106295
lntmed2	1.256481	2.129718	0.59	0.556	-2.936625	5.449587
lnprec2	.0250219	.0571086	0.44	0.662	-.0874167	.1374605
_cons	12.26183	22.24755	0.55	0.582	-31.54037	56.06402
sigma_u	.74591441					
sigma_e	.59205441					
rho	.61349437	(fraction of variance due to u_i)				

F test that all u_i=0: F(22, 268) = 7.74 Prob > F = 0.0000

```
. estimates store fe
```

```
. xtreg lncafé lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, re
```

Random-effects GLS regression
 Group variable: obs
 Number of obs = 299
 Number of groups = 23
 R-sq: within = 0.0302
 between = 0.0092
 overall = 0.0160
 Obs per group: min = 13
 avg = 13.0
 max = 13
 Wald chi2(8) = 7.70
 Prob > chi2 = 0.4635
 corr(u_i, X) = 0 (assumed)

lncafé	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lntmax	-8.951201	16.42803	-0.54	0.586	-41.14955	23.24715
lntmin	5.274766	3.17388	1.66	0.097	-.9459242	11.49546
lntmed	-9.083792	12.22365	-0.74	0.457	-33.04171	14.87412
lnprec	-.5752741	.643572	-0.89	0.371	-1.836652	.6861039
lntmax2	1.291868	2.655603	0.49	0.627	-3.913018	6.496755
lntmin2	-.9961306	.6669352	-1.49	0.135	-2.3033	.3110384
lntmed2	1.667099	2.117286	0.79	0.431	-2.482706	5.816904
lnprec2	.042575	.0489582	0.87	0.385	-.0533813	.1385314
_cons	20.79047	20.51835	1.01	0.311	-19.42476	61.0057
sigma_u	.43313618					
sigma_e	.59205441					
rho	.34862408	(fraction of variance due to u_i)				

```
. estimates store re
```

```
. hausman fe re
```

	Coefficients			
	(b) fe	(B) re	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
lntmax	-5.747493	-8.951201	3.203708	5.204981
lntmin	2.529438	5.274766	-2.745328	.9786562
lntmed	-6.658023	-9.083792	2.42577	1.152
lnprec	-.1443083	-.5752741	.4309658	.3471858
lntmax2	.7840727	1.291868	-.5077958	.8983288
lntmin2	-.2976089	-.9961306	.6985216	.2522821
lntmed2	1.256481	1.667099	-.4106179	.2297761
lnprec2	.0250219	.042575	-.0175531	.0294022

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(8) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
 = 25.57
 Prob>chi2 = 0.0012
 (V_b-V_B is not positive definite)

Figura 5: Test de Hausman para el cultivo de café.

Fuente: INAHI – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 5. Test de Hausman para el cultivo de fréjol seco.

```
. xtreg lnfréjol lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, fe

Fixed-effects (within) regression          Number of obs   =       312
Group variable: obs                       Number of groups =        24

R-sq:  within = 0.0356                    Obs per group:  min =       13
        between = 0.1939                   avg             =      13.0
        overall = 0.0777                   max             =       13

corr(u_i, Xb) = -0.5284                    F(8,280)        =       1.29
                                                Prob > F         =      0.2480
```

lnfréjol	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lntmax	2.884424	13.32728	0.22	0.829	-23.34996	29.11881
lntmin	3.897886	2.558464	1.52	0.129	-1.13838	8.934151
lntmed	-3.152902	9.213217	-0.34	0.732	-21.28887	14.98306
lnprec	-4.4065085	.5685522	-0.71	0.475	-1.525688	.7126708
lntmax2	-.2227731	2.16987	-0.10	0.918	-4.494102	4.048555
lntmin2	-.8539836	.5516437	-1.55	0.123	-1.939879	.2319119
lntmed2	.5310504	1.603763	0.33	0.741	-2.625913	3.688014
lnprec2	.0369655	.0443827	0.83	0.406	-.0504006	.1243317
_cons	-6.723357	16.81254	-0.40	0.690	-39.81838	26.37167
sigma_u	.78718075					
sigma_e	.46065969					
rho	.74490044	(fraction of variance due to u_i)				

```
F test that all u_i=0:    F(23, 280) =    20.81          Prob > F = 0.0000
```

```
. estimates store fe
```

```
. xtreg lnfréjol lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, re

Random-effects GLS regression          Number of obs   =       312
Group variable: obs                       Number of groups =        24

R-sq:  within = 0.0247                    Obs per group:  min =       13
        between = 0.0161                   avg             =      13.0
        overall = 0.0174                   max             =       13

corr(u_i, X) = 0 (assumed)                Wald chi2(8)    =       7.18
                                                Prob > chi2     =      0.5175
```

lnfréjol	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lntmax	6.701009	13.13908	0.51	0.610	-19.05111	32.45312
lntmin	2.574799	2.498829	1.03	0.303	-2.322815	7.472413
lntmed	-5.876985	9.250008	-0.64	0.525	-24.00667	12.2527
lnprec	-0.0394889	.5437401	-0.07	0.942	-1.1052	1.026222
lntmax2	-.9189096	2.133224	-0.43	0.667	-5.099951	3.262132
lntmin2	-.5268591	.532423	-0.99	0.322	-1.570389	.5166709
lntmed2	1.038507	1.608827	0.65	0.519	-2.114736	4.191749
lnprec2	-.0008059	.0419001	-0.02	0.985	-.0829286	.0813167
_cons	-7.717903	16.27123	-0.47	0.635	-39.60893	24.17313
sigma_u	.61084379					
sigma_e	.46065969					
rho	.63746154	(fraction of variance due to u_i)				

```
. estimates store re
```

```
. hausman fe re
```

	Coefficients		(b-B)	sqrt(diag(V_b-V_B))
	(b)	(B)		
	fe	re	Difference	S.E.
lntmax	2.884424	6.701009	-3.816585	2.231849
lntmin	3.897886	2.574799	1.323087	.5491743
lntmed	-3.152902	-5.876985	2.724082	.
lnprec	-4.4065085	-.0394889	-.3670196	.1661272
lntmax2	-.2227731	-.9189096	.6961365	.3971025
lntmin2	-.8539836	-.5268591	-.3271244	.1443485
lntmed2	.5310504	1.038507	-.5074565	.
lnprec2	.0369655	-.0008059	.0377715	.0146358

```
b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg
```

```
Test: Ho: difference in coefficients not systematic
```

```
chi2(8) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
         = 19.15
Prob>chi2 = 0.0141
(V_b-V_B is not positive definite)
```

Figura 6: Test de Hausman para el cultivo de fréjol seco.

Fuente: INAHI – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 6. Prueba de Autocorrelación para el cultivo de banano.

```
. xtserial lnbanano lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, output
```

Linear regression

Number of obs = 288
F(8, 23) = 1.95
Prob > F = 0.1004
R-squared = 0.0411
Root MSE = .57186

(Std. Err. adjusted for 24 clusters in obs)

D.lnbanano	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lntmax						
D1.	22.85402	12.43113	1.84	0.079	-2.861722	48.56976
lntmin						
D1.	4.415115	2.81878	1.57	0.131	-1.415976	10.24621
lntmed						
D1.	-10.26405	9.008471	-1.14	0.266	-28.89949	8.371396
lnprec						
D1.	-.0542493	.6671372	-0.08	0.936	-1.434328	1.325829
lntmax2						
D1.	-3.509759	2.066334	-1.70	0.103	-7.784297	.7647792
lntmin2						
D1.	-1.038854	.5516928	-1.88	0.072	-2.180118	.1024091
lntmed2						
D1.	1.7728	1.505584	1.18	0.251	-1.341739	4.887338
lnprec2						
D1.	-.0048674	.055822	-0.09	0.931	-.120344	.1106092

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
F(1, 23) = 0.233
Prob > F = 0.6342

Figura 7: Prueba de Autocorrelación para el cultivo de banano.

Fuente: INAHI – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 7. Prueba de Autocorrelación para el cultivo de cacao

```
. xtserial lncacao lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, output
```

Linear regression

Number of obs = 264
F(8, 21) = 2.46
Prob > F = 0.0467
R-squared = 0.0265
Root MSE = .5805

(Std. Err. adjusted for 22 clusters in obs)

D.lncacao	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lntmax						
D1.	-11.6605	11.69412	-1.00	0.330	-35.97974	12.65875
lntmin						
D1.	-2.875607	2.209724	-1.30	0.207	-7.47098	1.719766
lntmed						
D1.	10.81632	9.594374	1.13	0.272	-9.136275	30.76891
lnprec						
D1.	.753429	.2385839	3.16	0.005	.2572665	1.249591
lntmax2						
D1.	1.800804	1.941485	0.93	0.364	-2.236734	5.838343
lntmin2						
D1.	.6135838	.5156395	1.19	0.247	-.4587472	1.685915
lntmed2						
D1.	-1.903391	1.710435	-1.11	0.278	-5.460435	1.653653
lnprec2						
D1.	-.0694998	.0229751	-3.03	0.006	-.1172791	-.0217206

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
F(1, 21) = 1.056
Prob > F = 0.3158

Figura 8: Prueba de Autocorrelación para el cultivo de cacao.

Fuente: INAHI – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 8. Prueba de Autocorrelación para el cultivo de maíz duro seco.

```
. xtserial lnmaiz lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, output
Linear regression                               Number of obs =    276
                                                F( 8, 22) =    3.27
                                                Prob > F      =    0.0131
                                                R-squared    =    0.0136
                                                Root MSE    =    .74494
```

(Std. Err. adjusted for 23 clusters in obs)

D.lnmaiz	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lntmax						
D1.	-13.15863	14.07697	-0.93	0.360	-42.35247	16.03521
lntmin						
D1.	4.500163	3.486202	1.29	0.210	-2.729776	11.7301
lntmed						
D1.	3.332479	9.516709	0.35	0.730	-16.40397	23.06893
lnprec						
D1.	.3665445	.2416985	1.52	0.144	-.1347076	.8677966
lntmax2						
D1.	2.084185	2.232761	0.93	0.361	-2.546278	6.714647
lntmin2						
D1.	-1.015992	.6355988	-1.60	0.124	-2.334144	.3021589
lntmed2						
D1.	-.4640839	1.546362	-0.30	0.767	-3.671042	2.742874
lnprec2						
D1.	-.0214666	.0224917	-0.95	0.350	-.0681115	.0251783

```
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
F( 1, 22) = 2.726
Prob > F = 0.1129
```

Figura 9: Prueba de Autocorrelación para el cultivo de maíz duro seco.

Fuente: INAHI – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 9. Prueba de Autocorrelación para el cultivo de café.

```
. xtserial lncafé lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, output
Linear regression                               Number of obs =    276
                                                F( 8, 22) =    1.38
                                                Prob > F      =    0.2595
                                                R-squared    =    0.0200
                                                Root MSE    =    .54867
```

(Std. Err. adjusted for 23 clusters in obs)

D.lncafé	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lntmax						
D1.	-23.45532	15.546	-1.51	0.146	-55.69576	8.785123
lntmin						
D1.	.5083431	2.228049	0.23	0.822	-4.112347	5.129033
lntmed						
D1.	3.675856	13.47237	0.27	0.788	-24.26412	31.61584
lnprec						
D1.	.091219	.2784636	0.33	0.746	-.4862791	.6687171
lntmax2						
D1.	3.690639	2.457808	1.50	0.147	-1.406542	8.787821
lntmin2						
D1.	-.0983118	.4795565	-0.21	0.839	-1.092851	.8962275
lntmed2						
D1.	-.6415093	2.18749	-0.29	0.772	-5.178086	3.895068
lnprec2						
D1.	-.0029123	.0264517	-0.11	0.913	-.0577697	.0519451

```
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
F( 1, 22) = 0.514
Prob > F = 0.4811
```

Figura 10: Prueba de Autocorrelación para el cultivo de café..

Fuente: INAHI – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 10. Prueba de Autocorrelación para el cultivo de fréjol seco.

```
. xtserial lnfréjol lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, output
```

```
Linear regression                               Number of obs =    288
                                                F( 8, 23) =    6.75
                                                Prob > F =    0.0001
                                                R-squared =    0.0560
                                                Root MSE =    .50625
```

(Std. Err. adjusted for 24 clusters in obs)

D.lnfréjol	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lntmax						
D1.	-7.786717	8.871637	-0.88	0.389	-26.1391	10.56566
lntmin						
D1.	1.984236	2.484337	0.80	0.433	-3.155007	7.12348
lntmed						
D1.	3.219915	8.380064	0.38	0.704	-14.11557	20.5554
lnprec						
D1.	-.2804929	.2681183	-1.05	0.306	-.8351379	.274152
lntmax2						
D1.	1.452017	1.442715	1.01	0.325	-1.532467	4.436501
lntmin2						
D1.	-.2154513	.5368204	-0.40	0.692	-1.325949	.8950463
lntmed2						
D1.	-.762057	1.42895	-0.53	0.599	-3.718065	2.193951
lnprec2						
D1.	.0290783	.0254932	1.14	0.266	-.0236583	.081815

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

```
H0: no first-order autocorrelation
F( 1, 23) = 14.151
Prob > F = 0.0010
```

Se corrige

```
. xtregar lnfréjol lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, fe
```

```
FE (within) regression with AR(1) disturbances Number of obs =    288
Group variable: obs                          Number of groups =    24
```

```
R-sq:  within = 0.0392      Obs per group: min =    12
       between = 0.0964      avg =    12.0
       overall = 0.0420     max =    12
```

```
corr(u_i, Xb) = -0.4650      F(8,256) =    1.31
                          Prob > F =    0.2402
```

lnfréjol	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lntmax	2.692087	13.64282	0.20	0.844	-24.17436	29.55854
lntmin	2.747761	2.498683	1.10	0.273	-2.17283	7.668352
lntmed	-.2112255	9.448177	-0.02	0.982	-18.81727	18.39482
lnprec	-.3922091	.5200174	-0.75	0.451	-1.416266	.6318475
lntmax2	-.2602606	2.228385	-0.12	0.907	-4.648562	4.12804
lntmin2	-.4754901	.5350683	-0.89	0.375	-1.529186	.578206
lntmed2	-.1034195	1.625593	-0.06	0.949	-3.304657	3.097818
lnprec2	.0374089	.0401509	0.93	0.352	-.0416593	.116477
_cons	-8.575319	10.03667	-0.85	0.394	-28.34028	11.18964
rho_ar	.39646239					
sigma_u	.80108949					
sigma_e	.41665705					
rho_fov	.78708084	(fraction of variance because of u_i)				

```
F test that all u_i=0:      F(23,256) =    10.36      Prob > F = 0.0000
```

Figura 11: Prueba de Autocorrelación para el cultivo de fréjol seco.

Fuente: INAH – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 11. Prueba de Normalidad para el cultivo de banano.

```
. sum res1,d
```

Linear prediction				
Percentiles	Smallest			
1%	.9154733	.6319444		
5%	1.283637	.8763279		
10%	1.381321	.8876026	Obs	312
25%	1.521491	.9154733	Sum of Wgt.	312
50%	1.871327		Mean	1.768018
			Std. Dev.	.3192337
75%	2.035495	2.247392		
90%	2.129658	2.251508	Variance	.1019102
95%	2.186588	2.265747	Skewness	-.578758
99%	2.247392	2.302721	Kurtosis	2.762332

Figura 12: Prueba de Normalidad para el cultivo de banano.

Fuente: INAHI – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 12. Prueba de Normalidad para el cultivo de maíz duro seco

```
. sum res2,d
```

Linear prediction				
Percentiles	Smallest			
1%	-.5957088	-.7405089		
5%	-.505047	-.636968		
10%	-.377544	-.6002308	Obs	312
25%	-.2193489	-.5957088	Sum of Wgt.	312
50%	.102879		Mean	.0167497
			Std. Dev.	.2795416
75%	.2240839	.6114253		
90%	.2871955	.6621059	Variance	.0781435
95%	.3420079	.7485762	Skewness	-.3642213
99%	.6114253	.9836494	Kurtosis	2.729864

Figura 13: Prueba de Normalidad para el cultivo de maíz duro seco.

Fuente: INAHI – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 13. Prueba de Normalidad para el cultivo de cacao

```
. sum res3,d
```

Linear prediction				
Percentiles	Smallest			
1%	-1.514431	-1.609585		
5%	-1.454476	-1.560016		
10%	-1.425783	-1.533123	Obs	312
25%	-1.362225	-1.514431	Sum of Wgt.	312
50%	-1.238143		Mean	-1.222435
			Std. Dev.	.1687241
75%	-1.09508	-.8958541		
90%	-.9809106	-.8920159	Variance	.0284678
95%	-.9492814	-.8863928	Skewness	.4139136
99%	-.8958541	-.4915634	Kurtosis	2.942837

Figura 14: Prueba de Normalidad para el cultivo de cacao.

Fuente: INAHI – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 14. Prueba de Normalidad para el cultivo de café.

```
. sum res4,d
```

Linear prediction				
Percentiles	Smallest			
1%	-2.881521	-3.060577		
5%	-2.737865	-3.052242		
10%	-2.581744	-2.956524	Obs	312
25%	-2.326665	-2.881521	Sum of Wgt.	312
50%	-1.808099		Mean	-1.873805
			Std. Dev.	.5038176
75%	-1.473044	-1.177603		
90%	-1.240447	-1.154768	Variance	.2538322
95%	-1.205017	-1.152313	Skewness	-.3467662
99%	-1.177603	-1.13164	Kurtosis	1.935122

Figura 15: Prueba de Normalidad para el cultivo de café.

Fuente: INAHI – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 15. Prueba de Normalidad para el cultivo de fréjol seco.

```
. sum res5,d
```

Linear prediction					
Percentiles		Smallest			
1%	-1.80521	-1.963023			
5%	-1.507007	-1.84155			
10%	-1.422389	-1.83809	Obs		312
25%	-1.327302	-1.80521	Sum of Wgt.		312
50%	-1.226233		Mean		-1.222422
		Largest	Std. Dev.		.1791569
75%	-1.088172	-.8675996			
90%	-1.018657	-.86475	Variance		.0320972
95%	-.9465433	-.8581166	Skewness		-.6830544
99%	-.8675996	-.8523993	Kurtosis		4.421567

Figura 16: Prueba de Normalidad para el cultivo de fréjol seco.

Fuente: INAHI – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 16. Pruebas de Heteroscedasticidad para el cultivo de fréjol seco.

```
. xttest3
```

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model

H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ for all i

chi2 (24) = 343.88
Prob>chi2 = 0.0000

Figura 17: Prueba de Heteroscedasticidad para el cultivo de fréjol seco.

Fuente: INAHI – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 17. Pruebas de Heteroscedasticidad para el cultivo de café.

```
. xttest3
```

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model

H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ for all i

chi2 (23) = 21081.03
Prob>chi2 = 0.0000

Figura 18: Prueba de Heteroscedasticidad para el cultivo de café.

Fuente: INAHI – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 18. Modelo robusto del cultivo de banano.

```
. xtreg lnbanano lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, re vce(robust)

Random-effects GLS regression              Number of obs   =       312
Group variable: obs                       Number of groups =        24

R-sq:  within = 0.0443                    Obs per group: min =      13
        between = 0.2102                  avg =           13.0
        overall = 0.1805                  max =           13

corr(u_i, X) = 0 (assumed)                Wald chi2(8)     =       26.62
                                                Prob > chi2     =       0.0008

                                         (Std. Err. adjusted for 24 clusters in obs)
```

lnbanano	Robust		z	P> z	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
lntmax	12.31317	11.61876	1.06	0.289	-10.45918	35.08553
lntmin	3.161123	2.42938	1.30	0.193	-1.600376	7.922621
lntmed	-13.79338	8.522005	-1.62	0.106	-30.4962	2.909446
lnprec	-.0344979	.6392047	-0.05	0.957	-1.287316	1.21832
lntmax2	-1.612669	1.889238	-0.85	0.393	-5.315508	2.09017
lntmin2	-.6405191	.4667549	-1.39	0.165	-1.563342	.2663036
lntmed2	2.368104	1.427506	1.66	0.097	-.4297567	5.165965
lnprec2	-.0033291	.0541275	-0.06	0.951	-.109417	.1027589
_cons	-4.458338	18.98989	-0.23	0.814	-41.67785	32.76117
sigma_u	.95234285					
sigma_e	.47384675					
rho	.80156147	(fraction of variance due to u_i)				

Figura 19: Modelo robusto para el cultivo de banano.
Fuente: INAHI – MAGAP.
Elaboración: Autora.

Anexo 19. Modelo robusto del cultivo de maíz duro seco.

```
. xtreg lnmaiz lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, re vce(robust)

Random-effects GLS regression              Number of obs   =       299
Group variable: obs                       Number of groups =        23

R-sq:  within = 0.0208                    Obs per group: min =      13
        between = 0.3414                  avg =           13.0
        overall = 0.1472                  max =           13

corr(u_i, X) = 0 (assumed)                Wald chi2(8)     =       26.68
                                                Prob > chi2     =       0.0008

                                         (Std. Err. adjusted for 23 clusters in obs)
```

lnmaiz	Robust		z	P> z	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
lntmax	-24.3558	11.11909	-2.19	0.028	-46.14881	-2.562781
lntmin	5.199512	3.045127	1.71	0.088	-.7688281	11.16785
lntmed	-8.21355	12.63791	-0.65	0.516	-32.9834	16.5563
lnprec	.0243541	.3580671	0.07	0.946	-.6774445	.7261526
lntmax2	3.793999	1.782052	2.13	0.033	.3012401	7.286757
lntmin2	-1.180776	.6028689	-1.96	0.050	-2.362377	.0008252
lntmed2	1.777438	2.08336	0.85	0.394	-2.305872	5.860748
lnprec2	-.0084495	.0295447	-0.29	0.775	-.066356	.0494571
_cons	42.59089	12.78401	3.33	0.001	17.5347	67.64708
sigma_u	.37983509					
sigma_e	.56343905					
rho	.31245991	(fraction of variance due to u_i)				

Figura 20: Modelo robusto para el cultivo de maíz duro seco.
Fuente: INAHI – MAGAP.
Elaboración: Autora.

Anexo 20. Modelo robusto del cultivo de cacao.

```
. xtreg lncacao lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, re vce(robust)

Random-effects GLS regression                Number of obs   =    286
Group variable: obs                          Number of groups =    22

R-sq:  within = 0.0277                       Obs per group: min =    13
       between = 0.1901                       avg =            13.0
       overall = 0.0795                       max =            13

                                           Wald chi2(8)    =    35.55
corr(u_i, X) = 0 (assumed)                   Prob > chi2     =    0.0000

                                           (Std. Err. adjusted for 22 clusters in obs)
```

lncacao	Robust		z	P> z	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
lntmax	-34.05165	14.18665	-2.40	0.016	-61.85697	-6.246335
lntmin	.7623883	2.142058	0.36	0.722	-3.435968	4.960745
lntmed	8.902739	7.932869	1.12	0.262	-6.645398	24.45088
lnprec	.4627255	.3755749	1.23	0.218	-.2733877	1.198839
lntmax2	5.366238	2.378143	2.26	0.024	.7051641	10.02731
lntmin2	-.1722423	.4508141	-0.38	0.702	-1.055822	.7113372
lntmed2	-1.395959	1.340282	-1.04	0.298	-4.022863	1.230945
lnprec2	-.0376447	.0290839	-1.29	0.196	-.0946481	.0193586
__cons	36.42932	18.22495	2.00	0.046	.7090706	72.14956
sigma_u	.31021033					
sigma_e	.52896296					
rho	.25591009 (fraction of variance due to u_i)					

Figura 21: Modelo robusto para el cultivo de cacao.

Fuente: INAH – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 21. Modelo robusto del cultivo de café.

```
. xtreg lncafé lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, fe vce(robust)

Fixed-effects (within) regression           Number of obs   =    299
Group variable: obs                         Number of groups =    23

R-sq:  within = 0.0556                       Obs per group: min =    13
       between = 0.0118                       avg =            13.0
       overall = 0.0004                       max =            13

                                           F(8,22)        =    6.04
corr(u_i, Xb) = -0.6993                     Prob > F        =    0.0004

                                           (Std. Err. adjusted for 23 clusters in obs)
```

lncafé	Robust		t	P> t	[95% Conf. Interval]	
	Coef.	Std. Err.				
lntmax	-5.747493	28.55887	-0.20	0.842	-64.97496	53.47997
lntmin	2.529438	2.474385	1.02	0.318	-2.602122	7.660998
lntmed	-6.658023	13.97561	-0.48	0.638	-35.64167	22.32563
lnprec	-.1443083	.2964792	-0.49	0.631	-.7591685	.4705518
lntmax2	.7840727	4.810665	0.16	0.872	-9.192636	10.76078
lntmin2	-.2976089	.5718989	-0.52	0.608	-1.483655	.8884367
lntmed2	1.256481	2.506874	0.50	0.621	-3.942456	6.455419
lnprec2	.0250219	.0266476	0.94	0.358	-.0302419	.0802857
__cons	12.26183	31.20281	0.39	0.698	-52.44885	76.9725
sigma_u	.74591441					
sigma_e	.59205441					
rho	.61349437 (fraction of variance due to u_i)					

Figura 22: Modelo robusto para el cultivo de café.

Fuente: INAH – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 22. Modelo robusto del cultivo de fréjol seco.

```
. xtreg lnfréjol lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, fe vce(robust)
```

Fixed-effects (within) regression		Number of obs = 312	
Group variable: obs		Number of groups = 24	
R-sq: within = 0.0356		Obs per group: min = 13	
between = 0.1939		avg = 13.0	
overall = 0.0777		max = 13	
corr(u_i, Xb) = -0.5284		F(8,23) = 2.43	
		Prob > F = 0.0456	
(Std. Err. adjusted for 24 clusters in obs)			

lnfréjol	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
lntmax	2.884424	23.98276	0.12	0.905	-46.7277 52.49654
lntmin	3.897886	3.243764	1.20	0.242	-2.81235 10.60812
lntmed	-3.152902	11.51354	-0.27	0.787	-26.97047 20.66467
lnprec	-.4065085	.3253627	-1.25	0.224	-1.079572 .2665555
lntmax2	-.2227731	4.102091	-0.05	0.957	-8.708596 8.26305
lntmin2	-.8539836	.7338451	-1.16	0.256	-2.372058 .6640907
lntmed2	.5310504	2.094181	0.25	0.802	-3.801094 4.863194
lnprec2	.0369655	.0291275	1.27	0.217	-.0232893 .0972204
__cons	-6.723357	28.73592	-0.23	0.817	-66.16814 52.72142
sigma_u	.78718075				
sigma_e	.46065969				
rho	.74490044	(fraction of variance due to u_i)			

Figura 23: Modelo robusto para el cultivo de fréjol seco.

Fuente: INAH – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 23. Archivo Do.

```
Do-file Editor - dofinal.do*
File Edit Tools View
dofinal.do* [Untitled.do]
38 xtreg lnfréjol lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, re
39 estimate store re
40 hausman fe re
41 xtreg lnbanano lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, re
42 predict res1
43 sum res1,d
44 xtreg lnmaiz lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, fe
45 predic res2
46 predict res2
47 sum res2,d
48 xtreg lncacao lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, re
49 predict res3
50 sum res3,d
51 xtreg lncafé lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, fe
52 predict res4
53 sum res4,d
54 xtreg lnfréjol lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, fe
55 predict res5
56 sum res5,d
57 xtserial lnbanano lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, output
58 xtserial lnmaiz lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, output
59 xtserial lncacao lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, output
60 xtserial lncafé lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, output
61 xtserial lnfréjol lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, output
62 xtregar lnfréjol lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, fe
63 xtreg lnmaiz lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, fe
64 xttest3
65 xtreg lncafé lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, fe
66 xttest3
67 xtreg lnfréjol lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, fe
68 xttest3
69 xtreg lnbanano lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, re vce(robust)
70 estimate store m1
71 xtreg lnmaiz lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, re vce(robust)
72 estimate store m2
73 xtreg lncacao lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, re vce(robust)'
74 estimate store m3
75 xtreg lncafé lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, fe vce(robust)
76 estimate store m4
77 xtreg lnfréjol lntmax lntmin lntmed lnprec lntmax2 lntmin2 lntmed2 lnprec2, fe vce(robust)
78 estimate store m5
79 esttab m1 m2 m3 m4 m5 using Resultados123.rtf, t ar2 compress label ///
80 title (Table 3. Resultados modelo) ///
81 nonumbers mtitles ("1" "2" "3" "4" "5")
82
```

Figura 24: Archivo Do.

Fuente: INAH – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 24. Precipitación de la provincia de Azuay.

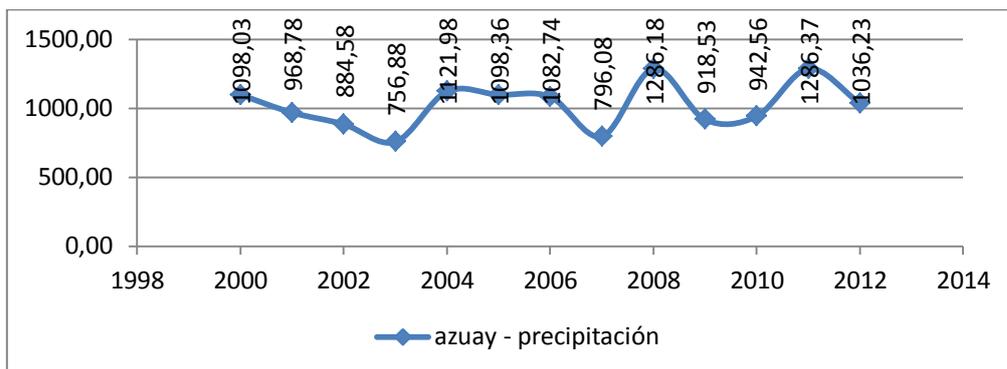


Figura 25: Precipitación de la Provincia de Azuay.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 25. Precipitación de la provincia de Bolívar

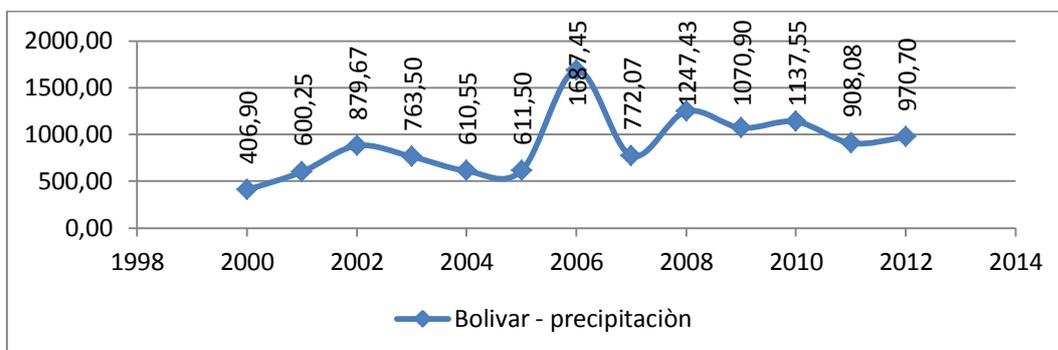


Figura 26: Precipitación de la Provincia de Bolívar.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 26. Precipitación de la provincia de Cañar.

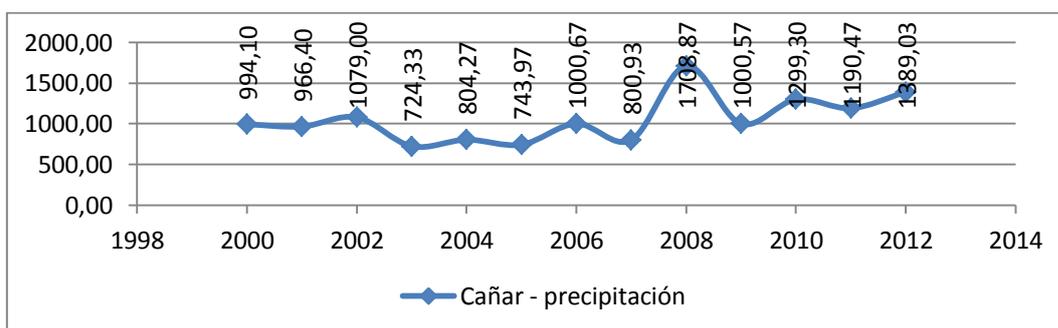


Figura 27: Precipitación de la Provincia de Cañar.

Fuente: INAHI – MAGAP.

Elaboración: Autora.

Anexo 27. Precipitación de la provincia de Carchi.

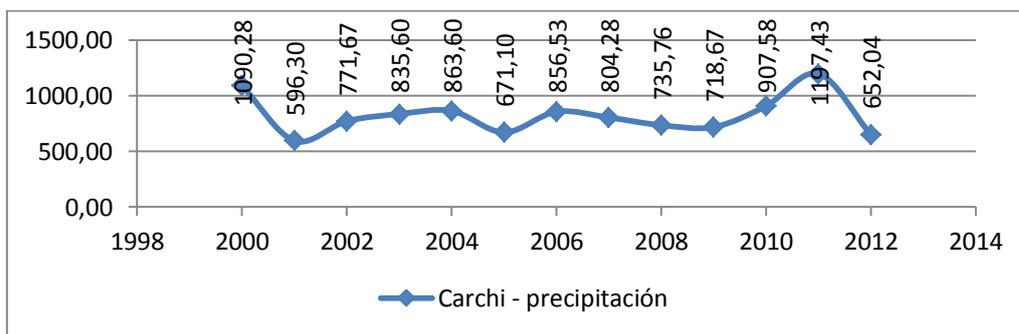


Figura 28: Precipitación de la Provincia de Carchi.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 28. Precipitación de la provincia de Chimborazo.

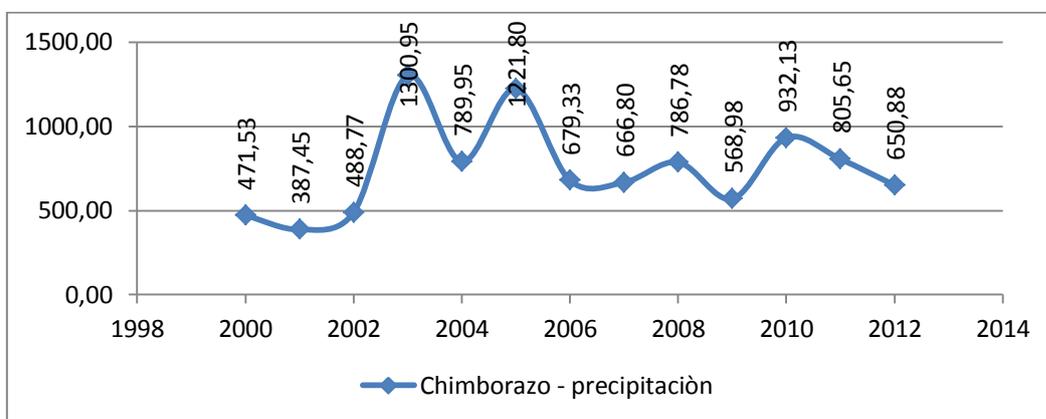


Figura 29: Precipitación de la Provincia de Chimborazo.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 29. Precipitación de la provincia de Cotopaxi.

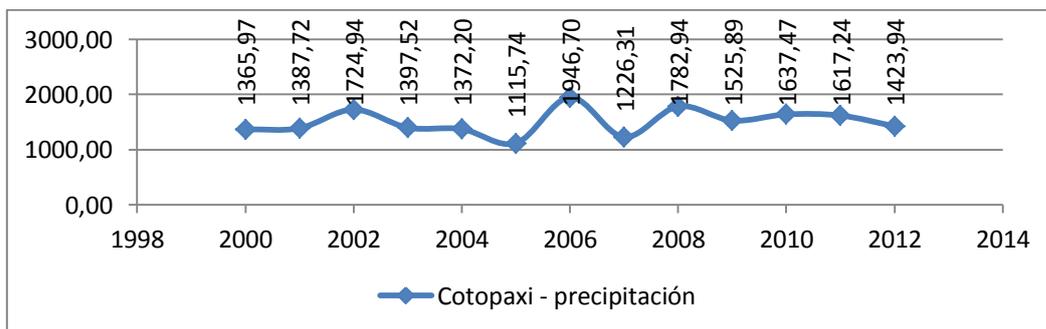


Figura 30: Precipitación de la Provincia de Cotopaxi.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 30. Precipitación de la provincia de El Oro.

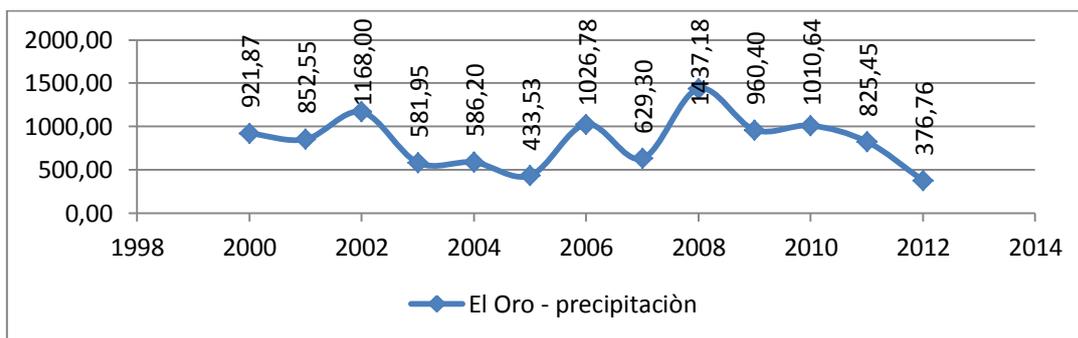


Figura 31: Precipitación de la Provincia de El Oro.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 31. Precipitación de la provincia de Esmeraldas.

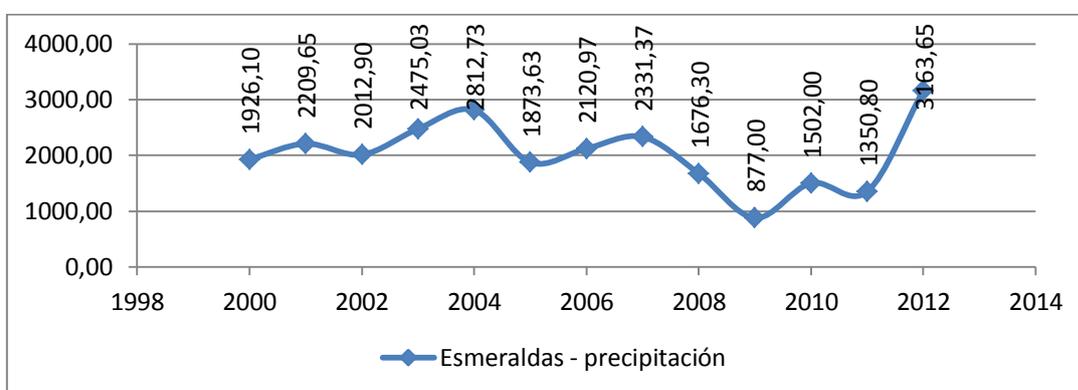


Figura 32: Precipitación de la Provincia de Esmeraldas.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 32. Precipitación de la provincia de Guayas

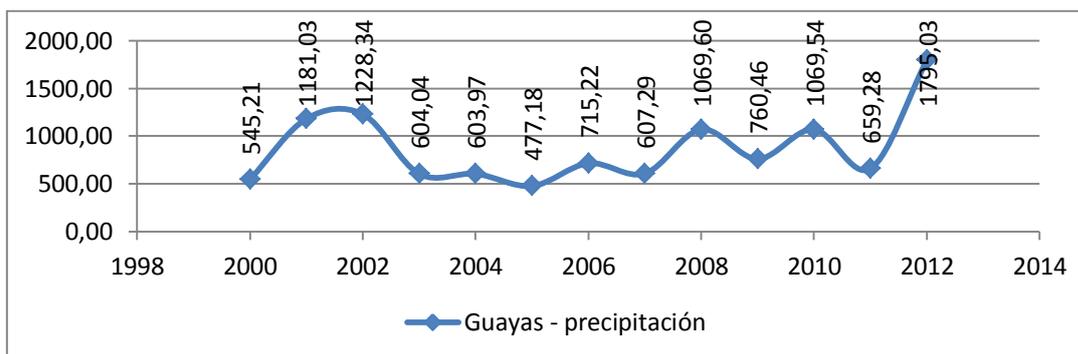


Figura 33: Precipitación de la Provincia de Guayas.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 33. Precipitación de la provincia de Imbabura.

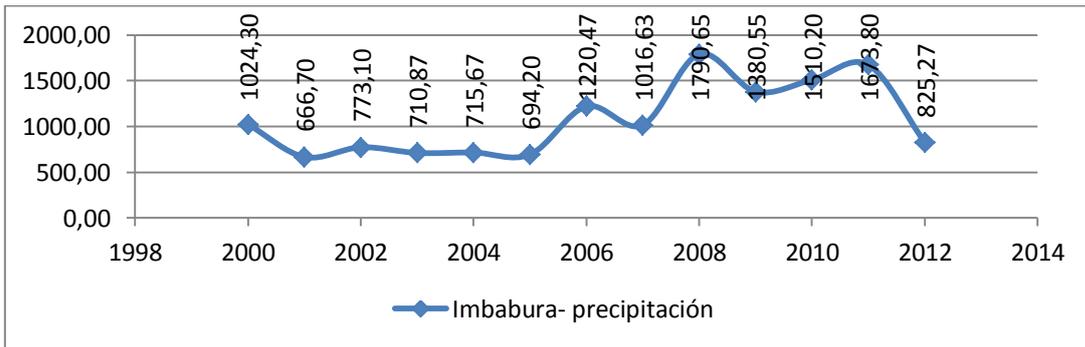


Figura 34: Precipitación de la Provincia de Imbabura.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 34. Precipitación de la provincia de Loja

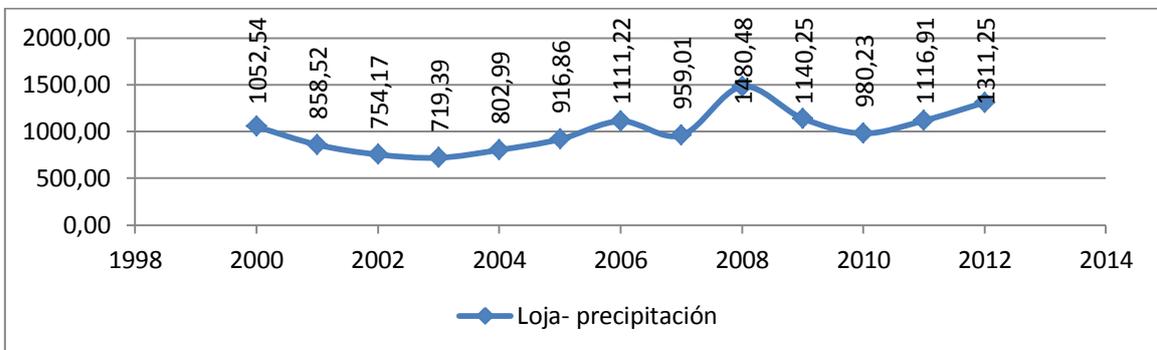


Figura 35: Precipitación de la Provincia de Loja.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 35. Precipitación de la provincia de Los Ríos.

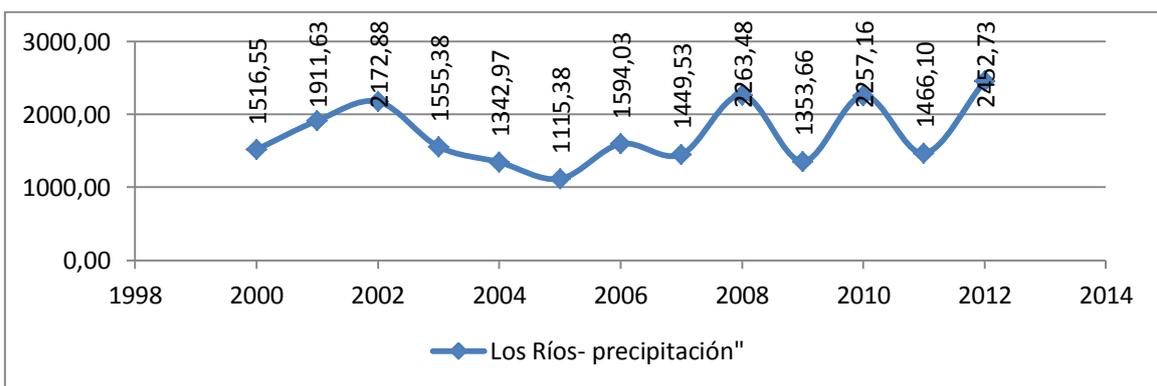


Figura 36: Precipitación de la Provincia de Los Ríos.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 36. Precipitación de la provincia de Manabí.

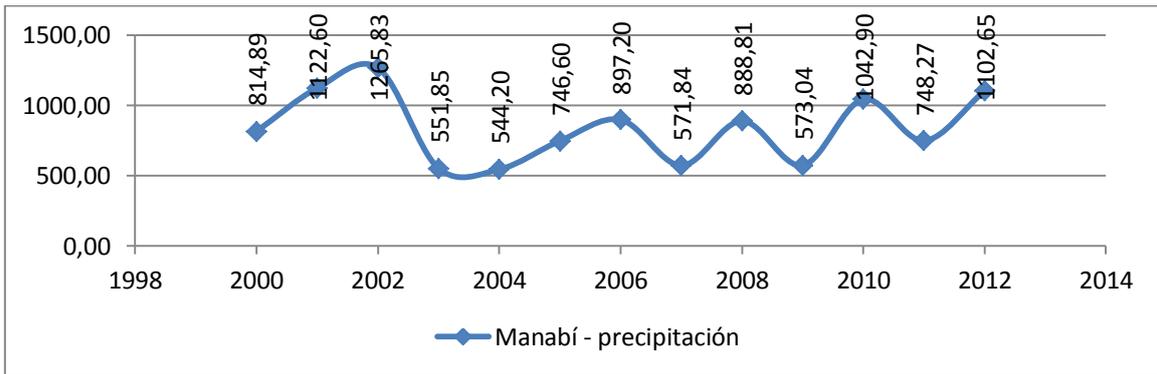


Figura 37: Precipitación de la Provincia de Manabí.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 37. Precipitación de la provincia de Morona Santiago

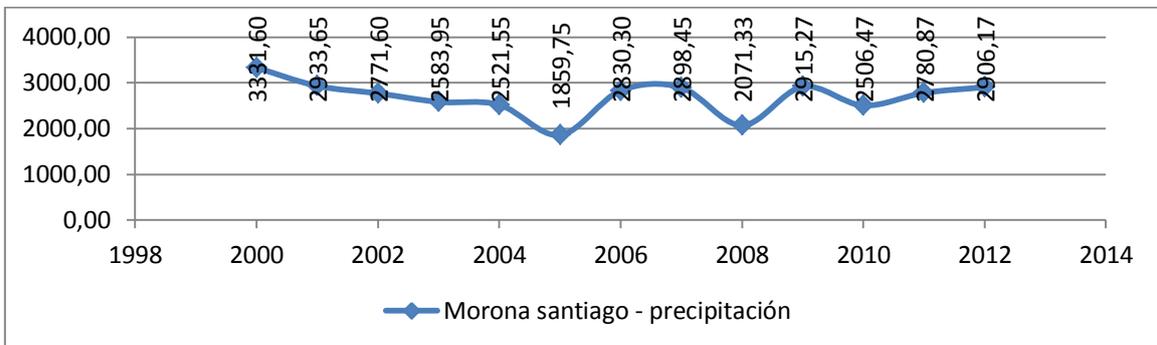


Figura 38: Precipitación de la Provincia de Morona Santiago.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 38. Precipitación de la provincia de Napo.

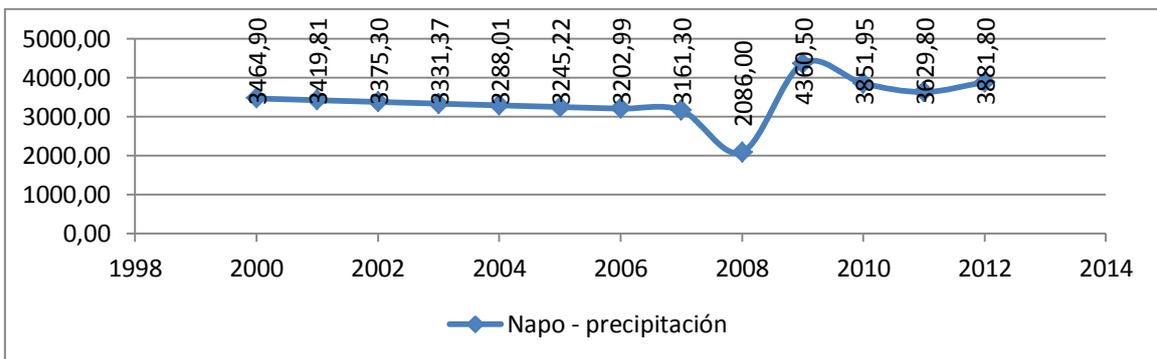


Figura 39: Precipitación de la Provincia de Napo.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 39. Precipitación de la provincia de Orellana.

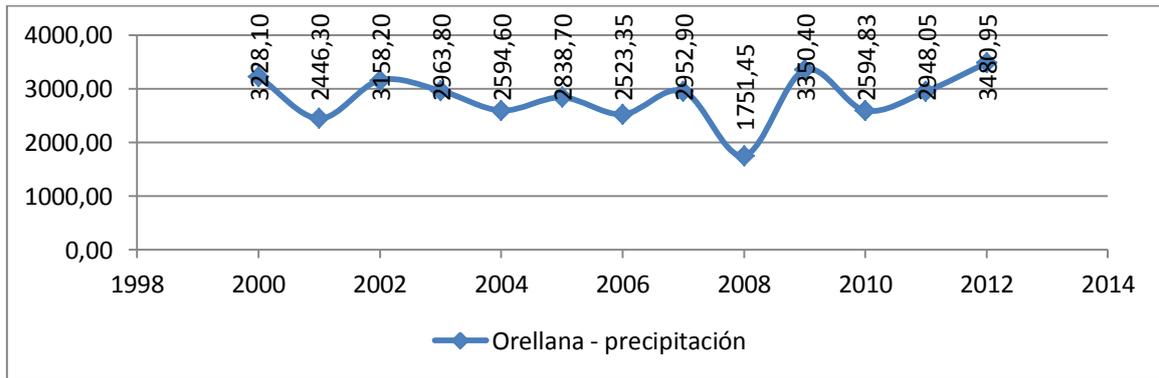


Figura 40: Precipitación de la Provincia de Orellana.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 40. Precipitación de la provincia de Pastaza.

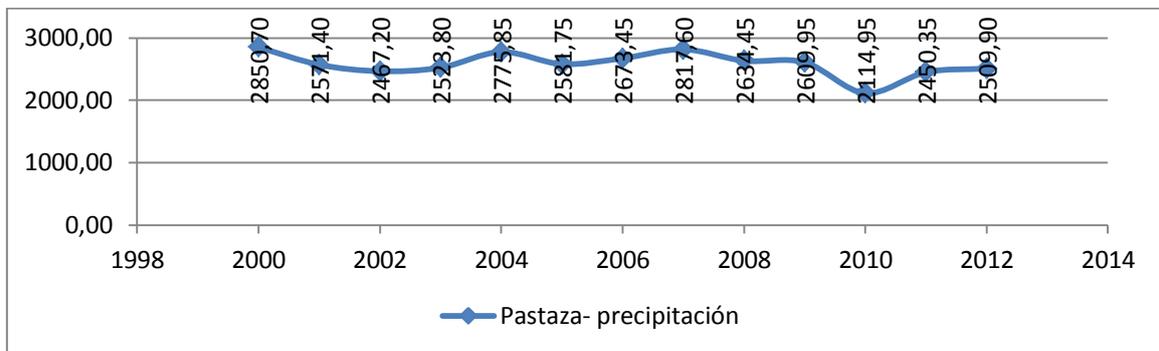


Figura 41: Precipitación de la Provincia de Pastaza.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 41. Precipitación de la provincia de Pichincha.

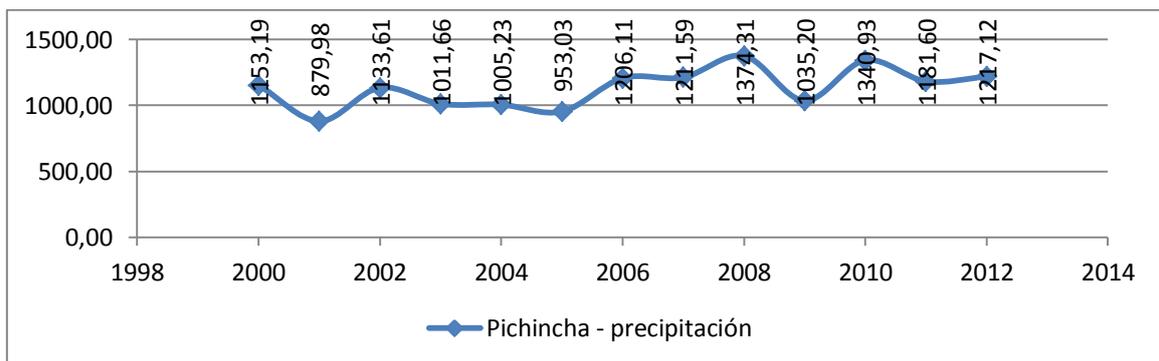


Figura 42: Precipitación de la Provincia de Pichincha.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 42. Precipitación de la provincia de Santa Elena

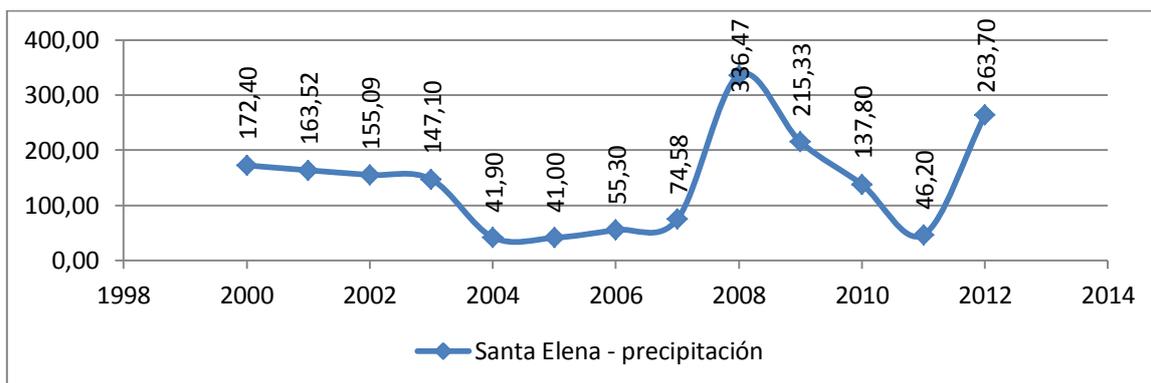


Figura 43: Precipitación de la Provincia de Santa Elena.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 43. Precipitación de la provincia de Santo Domingo.

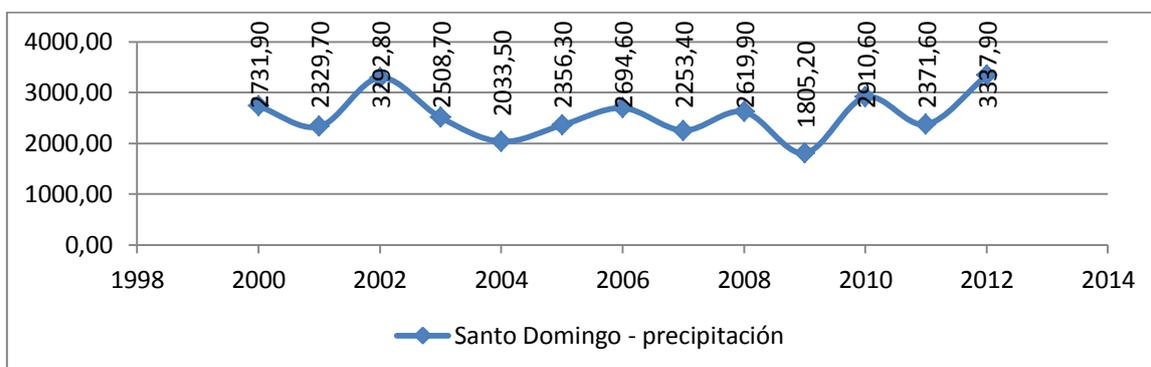


Figura 44: Precipitación de la Provincia de Santo Domingo.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 44. Precipitación de la provincia de Sucumbíos

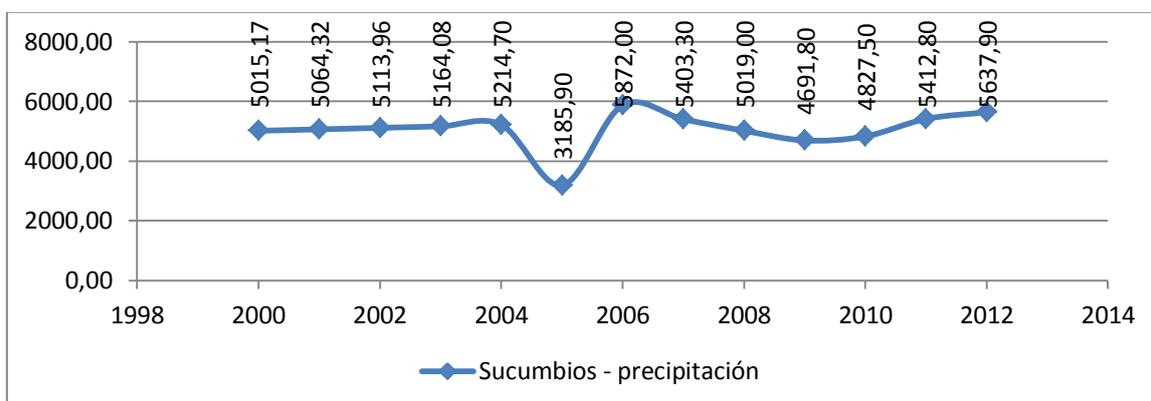


Figura 45: Precipitación de la Provincia de Sucumbíos.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 45. Precipitación de la provincia de Zamora

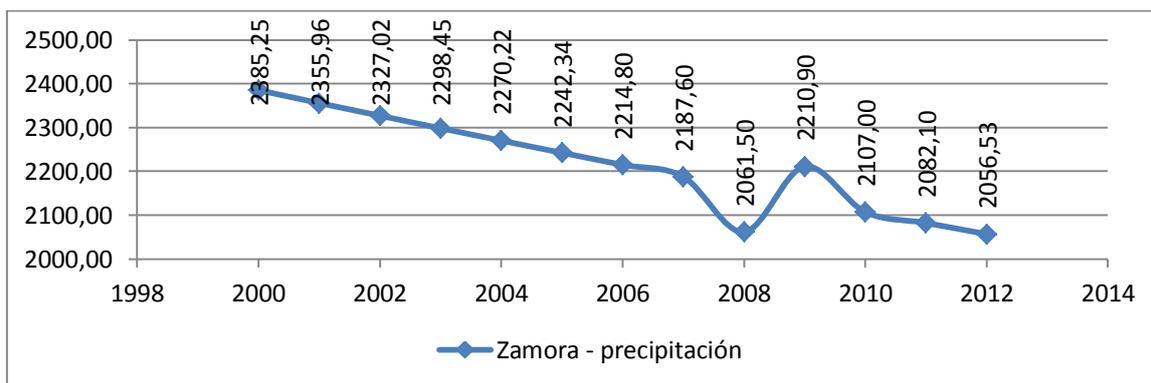


Figura 46: Precipitación de la Provincia de Zamora.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 46. Precipitación de la provincia de Tungurahua.

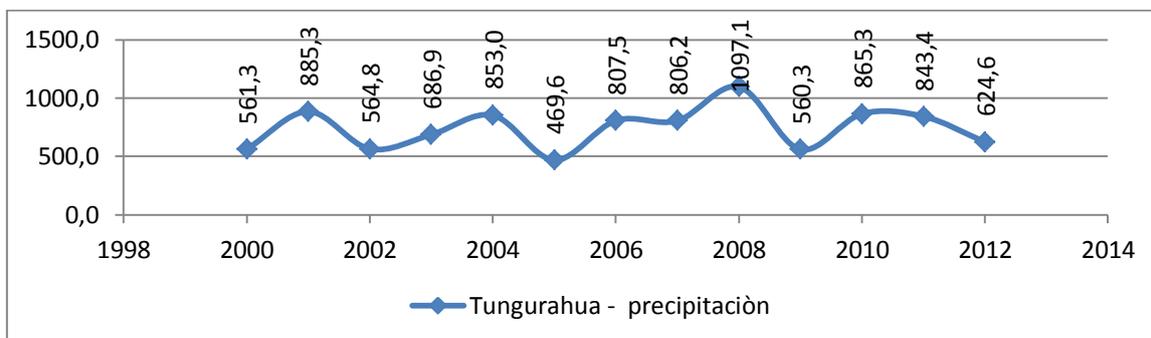


Figura 47: Precipitación de la Provincia de Tungurahua.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 47. Precipitación de la provincia de Galápagos

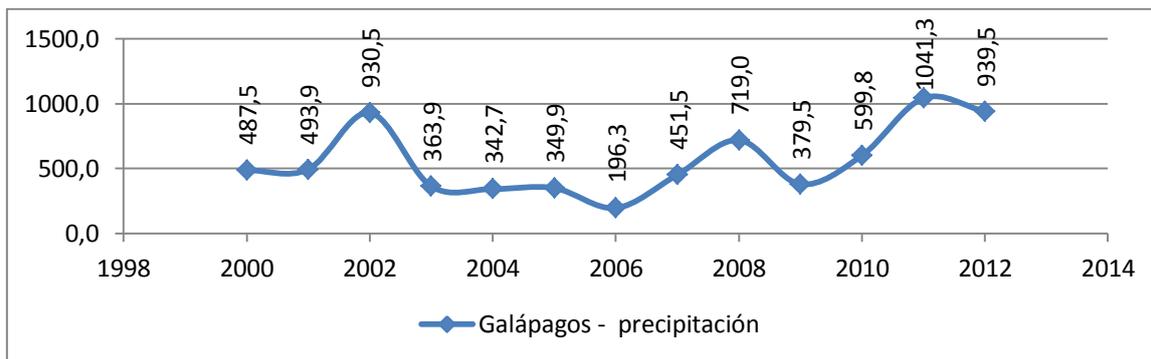


Figura 48: Precipitación de la Provincia de Galápagos.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 48. Temperatura máxima, mínima y media de Azuay

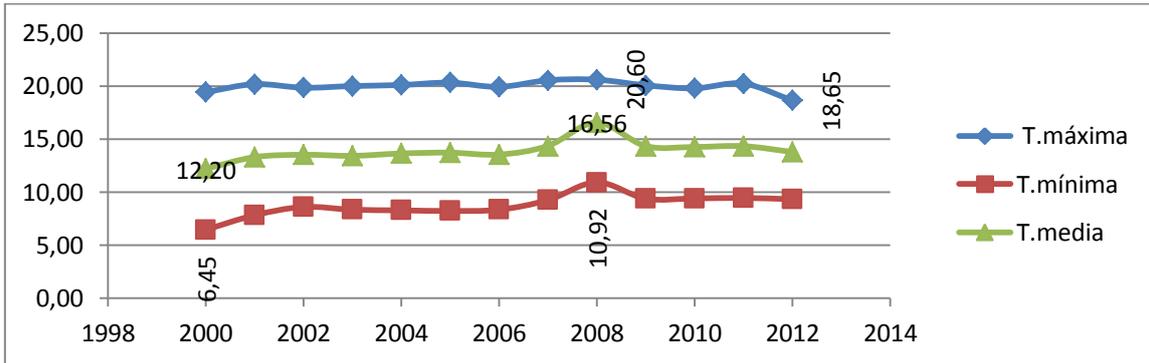


Figura 49: Temperatura de la Provincia de Azuay.
Fuente: INAHI.
Elaboración: Autora.

Anexo 49. Temperatura máxima, mínima y meda de Bolívar

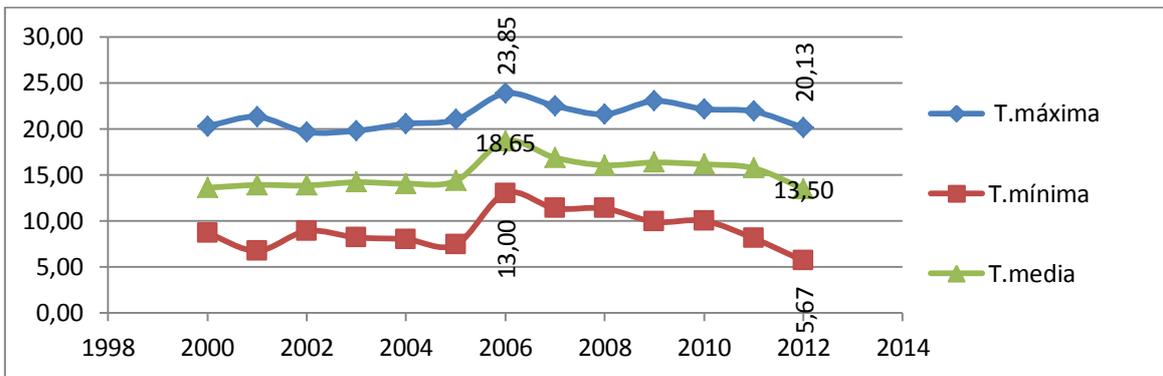


Figura 49: Temperatura de la Provincia de Bolívar.
Fuente: INAHI.
Elaboración: Autora.

Anexo 49. Temperatura máxima, mínima y media de Cañar

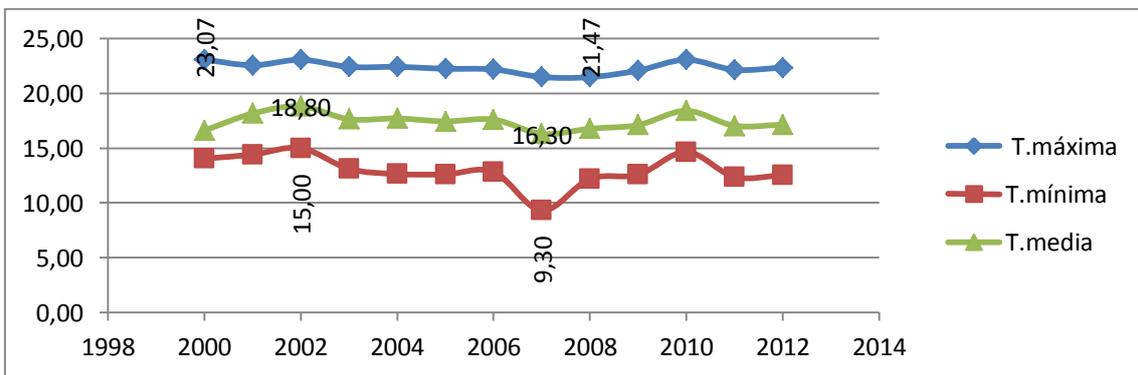


Figura 50: Temperatura de la Provincia de Cañar.
Fuente: INAHI.
Elaboración: Autora.

Anexo 50. Temperatura máxima, mínima y media de Carchi

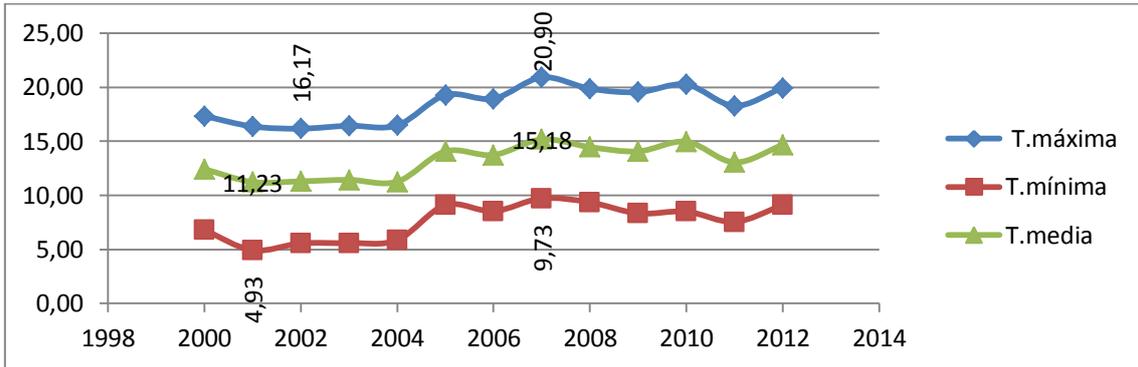


Figura 51: Temperatura de la Provincia de Carchi.
Fuente: INAHI.
Elaboración: Autora.

Anexo 51. Temperatura máxima, mínima y media de Chimborazo

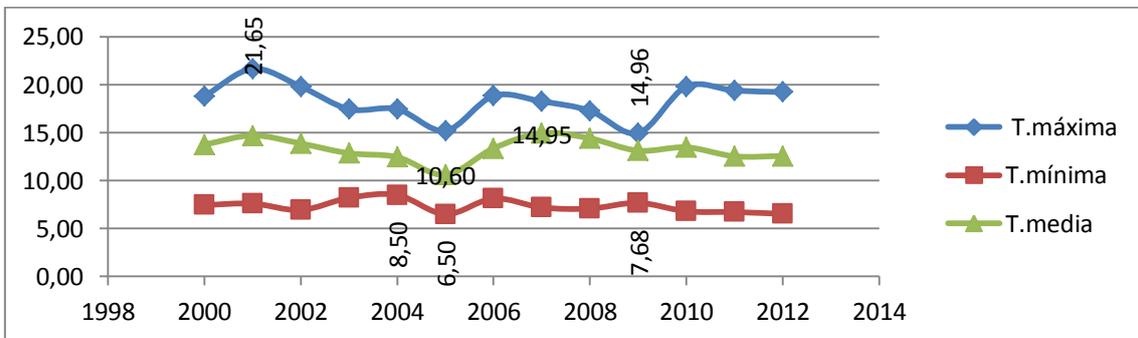


Figura 52: Temperatura de la Provincia de Chimborazo.
Fuente: INAHI.
Elaboración: Autora.

Anexo 52. Temperatura máxima, mínima y media de Cotopaxi

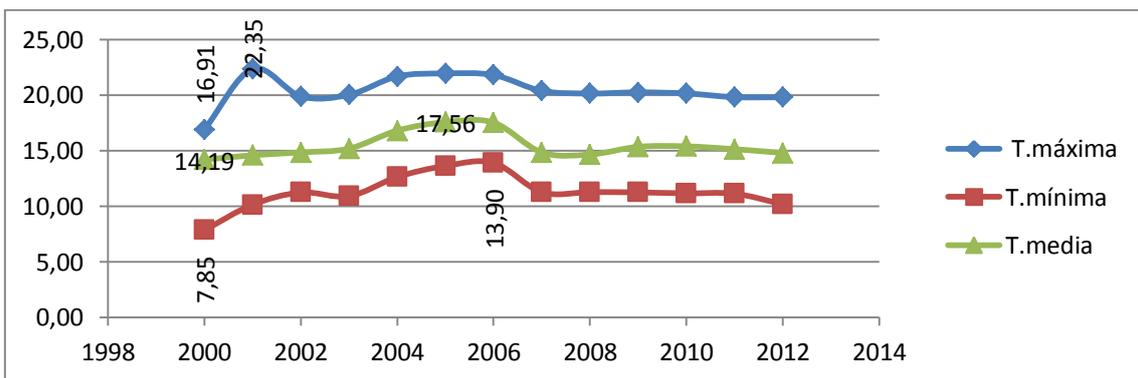


Figura 53: Temperatura de la Provincia de Cotopaxi.
Fuente: INAHI.
Elaboración: Autora.

Anexo 53. Temperatura máxima, mínima y media de El Oro

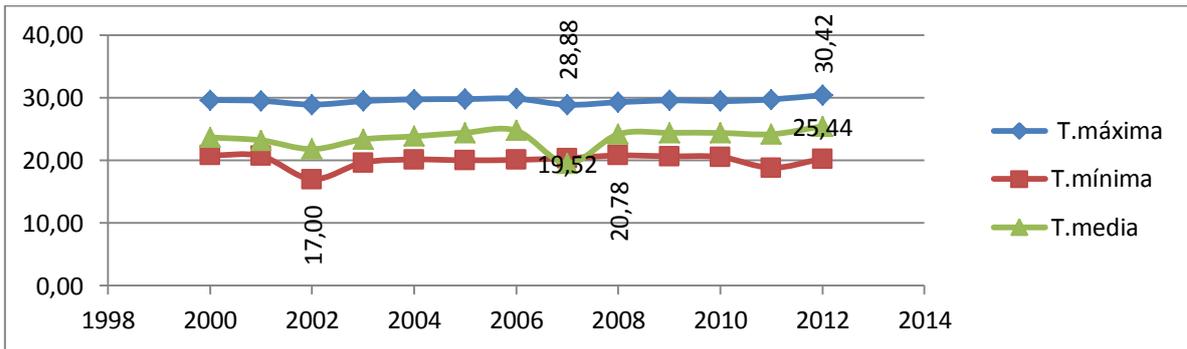


Figura 54: Temperatura de la Provincia de El Oro.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 54. Temperatura máxima, mínima y media de Esmeraldas

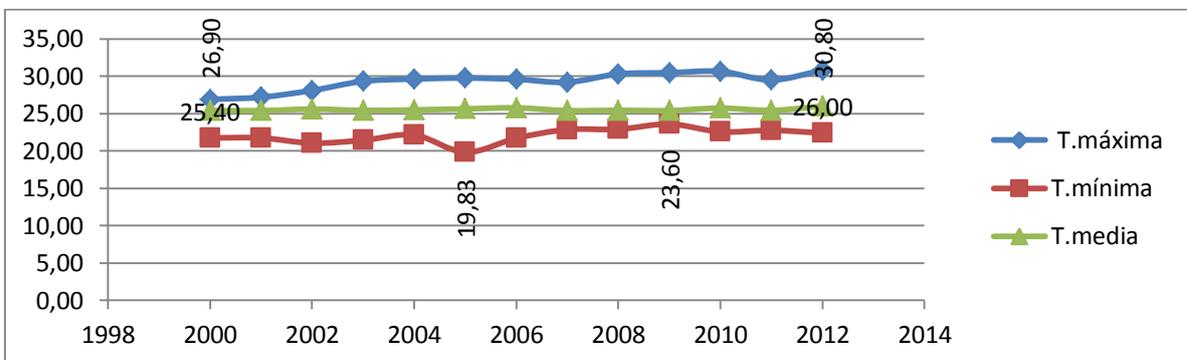


Figura 55: Temperatura de la Provincia de Esmeraldas.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 55. Temperatura máxima, mínima y media de Guayas

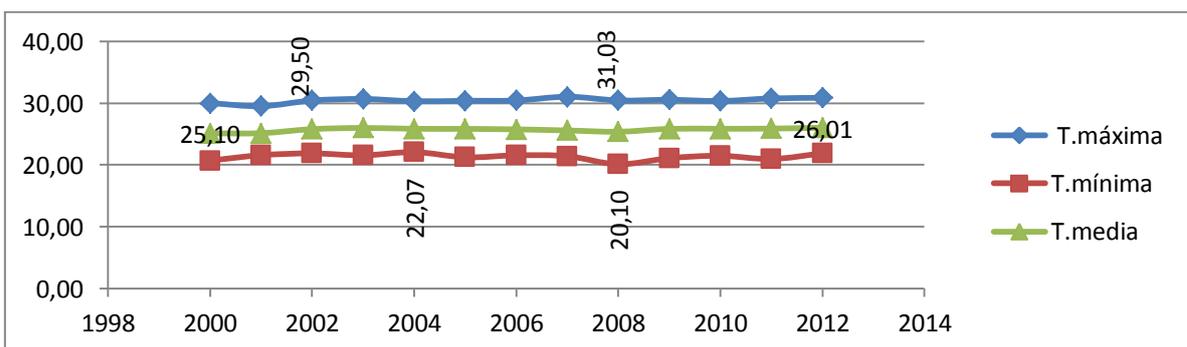


Figura 56: Temperatura de la Provincia de Guayas.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 56. Temperatura máxima, mínima y media de Imbabura

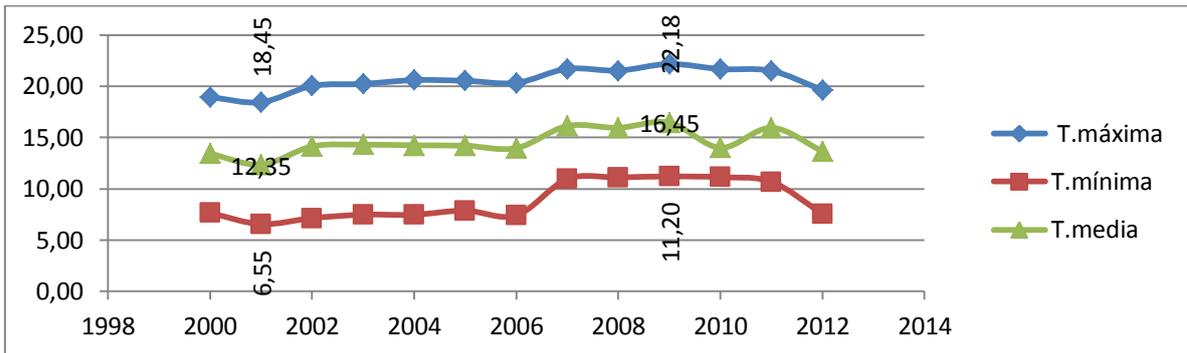


Figura 57: Temperatura de la Provincia de Imbabura.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 57. Temperatura máxima, mínima y media de Loja

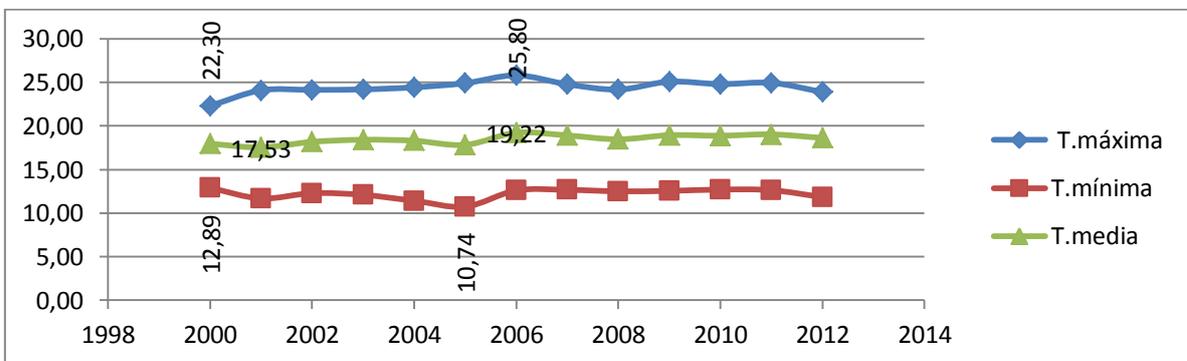


Figura 58: Temperatura de la Provincia de Loja.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 58. Temperatura máxima, mínima y media de Los Ríos

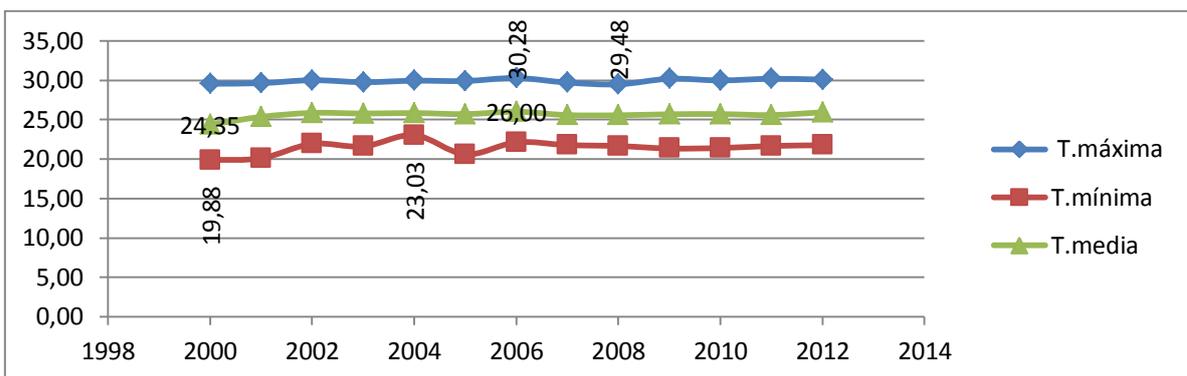


Figura 59: Temperatura de la Provincia de Los Ríos.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 59. Temperatura máxima, mínima y media de Manabí

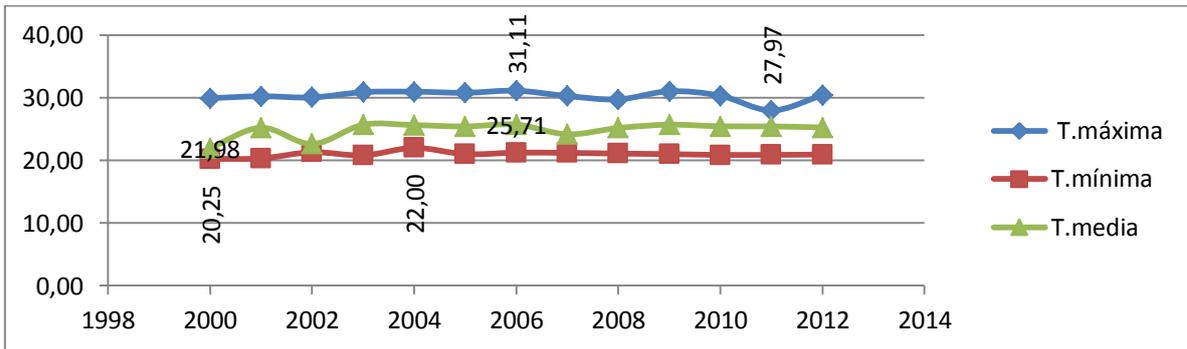


Figura 60: Temperatura de la Provincia de Manabí.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 60. Temperatura máxima, mínima y media de Morona Santiago

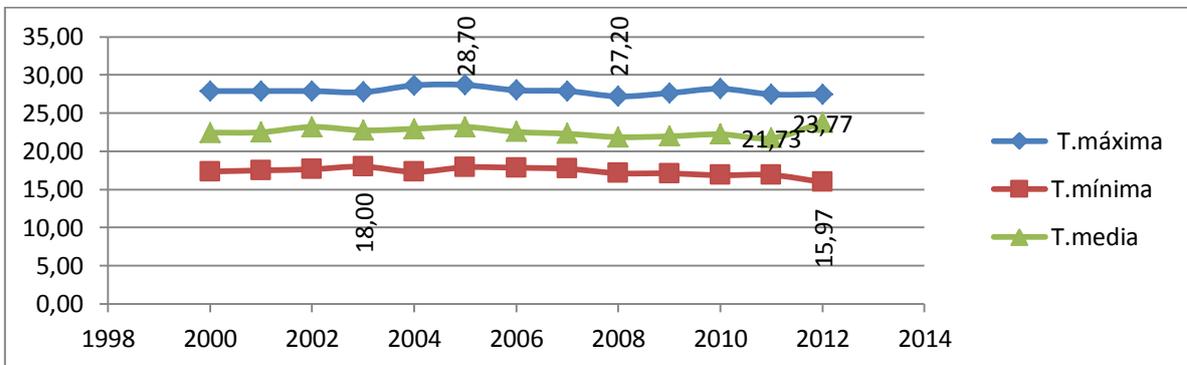


Figura 61: Temperatura de la Provincia de Morona Santiago.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 61. Temperatura máxima, mínima y media de Napo

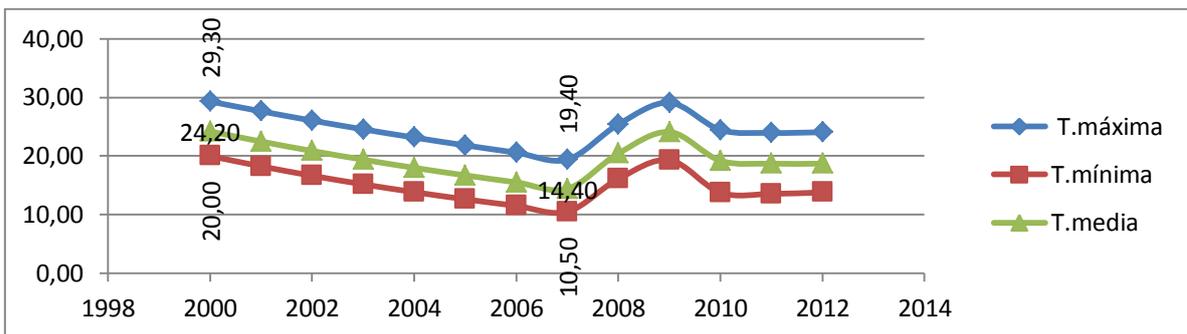


Figura 62: Temperatura de la Provincia de Napo.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 62. Temperatura máxima, mínima y media de Orellana

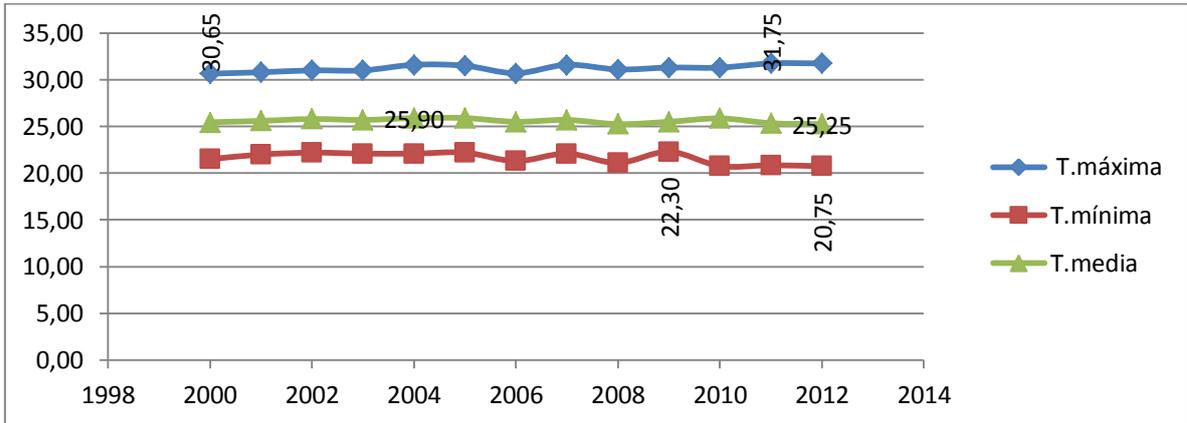


Figura 63: Temperatura de la Provincia de Orellana.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 63. Temperatura máxima, mínima y media de Pastaza

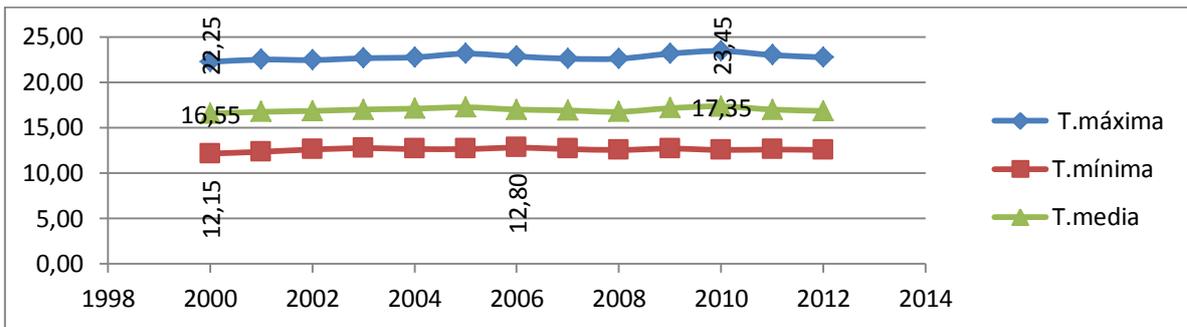


Figura 64: Temperatura de la Provincia de Pastaza.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 64. Temperatura máxima, mínima y media de Pichincha

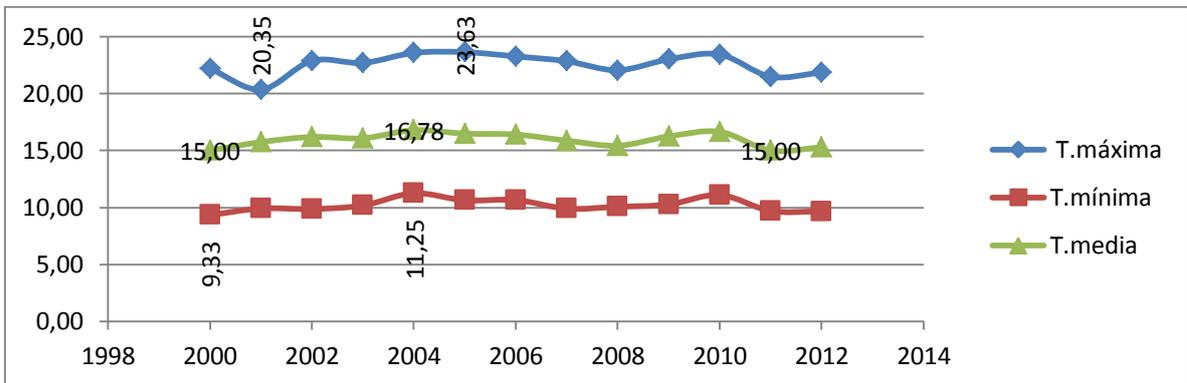


Figura 65: Temperatura de la Provincia de Pichincha.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 65. Temperatura máxima, mínima y media de Santa Elena

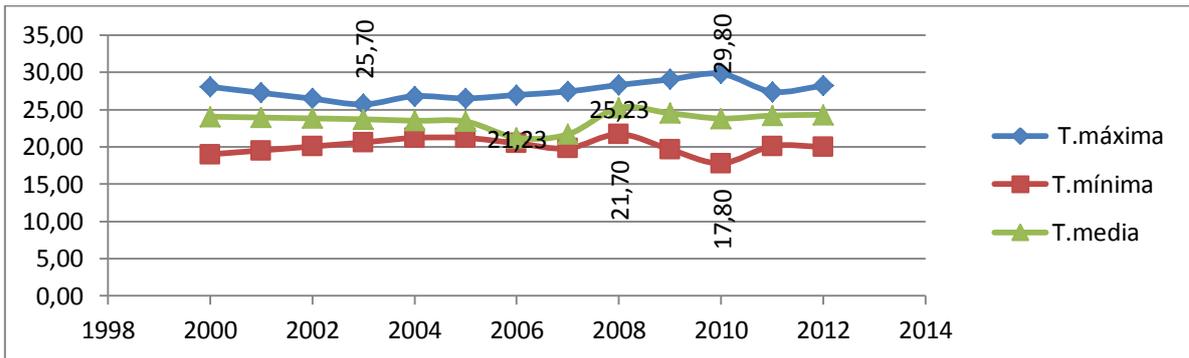


Figura 66: Temperatura de la Provincia de Santa Elena.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 66. Temperatura máxima, mínima y media de Santo Domingo

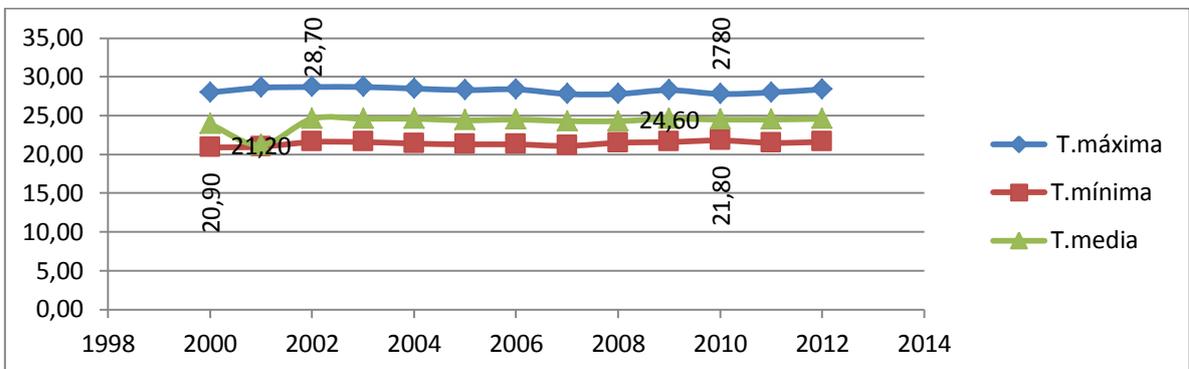


Figura 67: Temperatura de la Provincia de Santo Domingo.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 67. Temperatura máxima, mínima y media de Sucumbíos

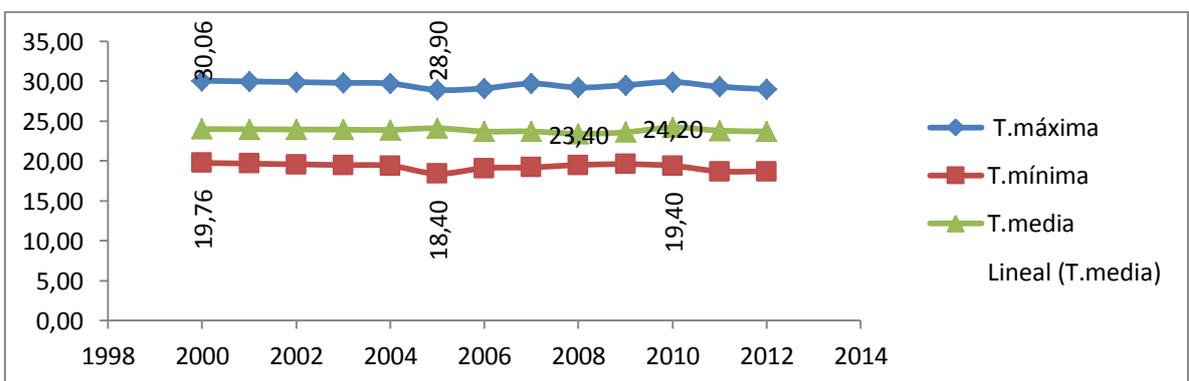


Figura 68: Temperatura de la Provincia de Sucumbíos.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 68. Temperatura máxima, mínima y media de Zamora

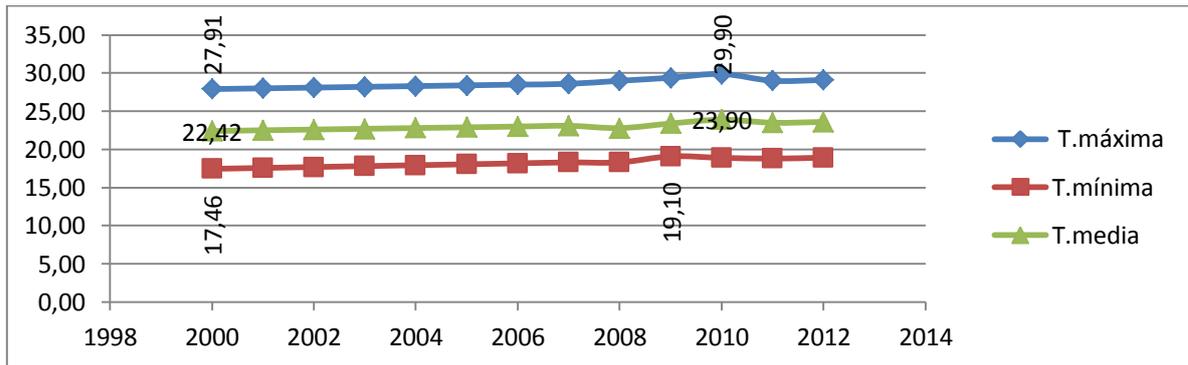


Figura 69: Temperatura de la Provincia de Zamora.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 69. Temperatura máxima, mínima y media de Tungurahua

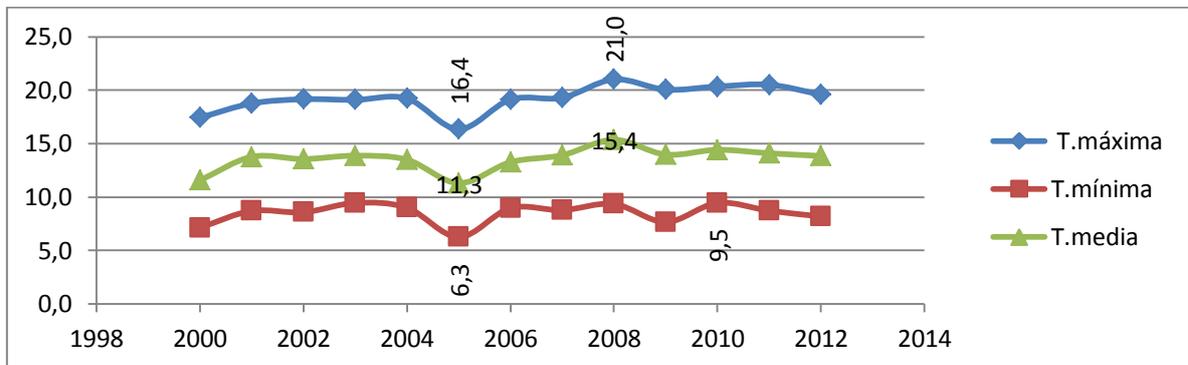


Figura 70: Temperatura de la Provincia de Tungurahua.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.

Anexo 70. Temperatura máxima, mínima y media de Galápagos

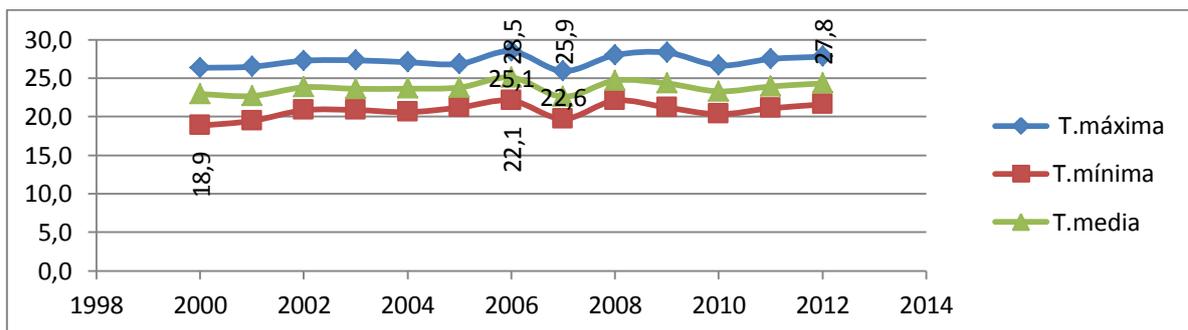


Figura 71: Temperatura de la Provincia de Galápagos.

Fuente: INAHI.

Elaboración: Autora.