



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

**ÁREA ADMINISTRATIVA**

**ECONOMISTA**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Análisis de la relación entre el cambio climático y la producción  
de café en el Ecuador, durante el período 2002 – 2018

**Autor:** Jiménez Rodríguez, Erick José

**Directora:** Bravo Benavides, Diana Beatriz, Mgtr.

CENTRO UNIVERSITARIO GUAYAQUIL

2020



*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>*

2020

## **Aprobación del director del trabajo de titulación**

Loja, 3 de julio de 2020

Dra. Daysi García Tinisaray

**COORDINADOR DE LA CARRERA DE ECONOMÍA**

Estimada coordinadora:

Por medio de la presente pongo a su conocimiento la aprobación del Trabajo de Titulación denominado: **Análisis de la relación entre el cambio climático y la producción de café en el Ecuador, durante el período 2002– 2018**, de autoría del egresado: Jiménez Rodríguez Erick José, mismo que ha venido siendo dirigido por mi persona hasta su culminación, por lo que, le solicito a usted y por su intermedio al Consejo de Departamento de Economía, la designación formal del Tribunal de Grado respectivo.

Atentamente,

Diana Bravo Benavides, Econ.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

f).....

### Declaración de autoría y cesión de derechos

“Yo, Erick José Jiménez Rodríguez, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

- Ser autor(a) del Trabajo de Titulación denominado: **Análisis de la relación entre el cambio climático y la producción de café en el Ecuador, durante el período 2002–2018**, específicamente de los contenidos comprendidos en: Introducción, Capítulo 1. Marco teórico y evidencia empírica, Capítulo 2. Antecedentes y análisis situacional., Capítulo 3. Metodología y resultados, Conclusiones y Recomendaciones, siendo la Magister Diana Beatriz Bravo Benavides, director (a) del presente trabajo; y, en tal virtud, eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual. Además, ratifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.
- Que mi obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.
- Autorizo a la Universidad Técnica Particular de Loja para que pueda hacer uso de mi obra con fines netamente académicos, ya sea de forma impresa, digital y/o electrónica o por cualquier medio conocido o por conocerse, sirviendo el presente instrumento como la fe de mi completo consentimiento; y, para que sea ingresada al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: .....

Autor: Erick José Jiménez Rodríguez

C.I.: 0922216981

### **Dedicatoria**

Este gran logro se lo dedico a cada una de las acciones y vivencias que he pasado durante toda mi vida, a cada una de las personas que estuvieron a mi lado a lo largo de ella, cada una de estas formó un pedazo de convicción en mi ser y me convirtieron en el ser humano que pudo lograr este honorable título, para las que ya partieron y para las que siguen dando su apoyo y experiencia, pero sobre todo le agradezco a Dios por su infinita gracia.

### **Agradecimiento**

Un agradecimiento especial a mis padres quienes me apoyaron incondicionalmente en todo momento y a mi Esposa Ana María, quien es mi soporte diario, a mi hermano Pepito, a mis abuelitas, a mi ñaña Ena y Celeste y mis tres hermosas sobrinas.

## Índice de Contenidos

### Contenido

|   |     |
|---|-----|
| Carátula .....  | I   |
| Aprobación del director del trabajo de fin de titulación .....                                | II  |
| Declaración de autoría y cesión de derechos .....   | III |
| Dedicatoria.....  | V   |
| Agradecimiento .....  | VI  |
| Índice de Contenidos .....  | VII |
| Resumen.....  | 1   |
| Abstract .....  | 2   |
| Introducción .....  | 3   |
| Capítulo uno .....  | 5   |
| Marco teórico y evidencia empírica .....  | 5   |
| 1.1    Definiciones .....   | 5   |
| 1.1.1 <i>El cambio climático</i> .....  | 5   |
| 1.1.2 <i>Producción agrícola</i> .....  | 6   |
| 1.2    Referente teórico .....  | 9   |
| 1.2.1 <i>Cambio climático y agricultura</i> .....   | 9   |
| 1.3    Evidencia empírica .....   | 12  |
| 1.3.1 <i>Estudios sobre los efectos del cambio climático en el café en Sudamérica</i> ....    | 12  |
| 1.3.2 <i>Estudios sobre los efectos del cambio climático en el café en Centroamérica</i> . 14 |     |
| 1.3.3 <i>Estudios sobre los efectos del cambio climático en el café en África</i> .....       | 15  |
| Capítulo dos .....  | 17  |
| Antecedentes y análisis situacional.....  | 17  |
| 2.1    Antecedentes .....   | 17  |
| 2.1.1 <i>Importancia de la agricultura en el Ecuador</i> .....                                | 17  |
| 2.1.1 <i>Producción del café en Ecuador</i> .....   | 18  |
| 2.2    Análisis Situacional .....   | 21  |
| 2.2.1 <i>El impacto del cambio climático en la agricultura de Ecuador</i> .....               | 21  |
| Capítulo tres .....   | 29  |
| Metodología y resultados .....  | 29  |
| 3.1    Metodología.....   | 29  |
| 3.2    Descripción de las variables .....   | 29  |
| 3.3    Especificación del modelo econométrico.....  | 31  |
| 3.4    Resultados.....  | 31  |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.4.1 | <i>Análisis de los resultados</i> .....  | 34 |
| 3.4.2 | <i>Discusión de los resultados</i> ..... | 35 |
|       | Conclusiones.....                        | 37 |
|       | Recomendaciones.....                     | 38 |
|       | Referencias .....                        | 39 |
|       | Apéndices .....                          | 44 |

### Índice de tablas

|                |    |
|----------------|----|
| Tabla 1 .....  | 17 |
| Tabla 2 .....  | 20 |
| Tabla 3 .....  | 34 |
| Tabla 4: ..... | 44 |
| Tabla 5 .....  | 51 |
| Tabla 6 .....  | 51 |
| Tabla 7 .....  | 52 |
| Tabla 8 .....  | 52 |
| Tabla 9 .....  | 53 |
| Tabla 10 ..... | 53 |
| Tabla 11 ..... | 54 |

### Índice de figuras

|                 |    |
|-----------------|----|
| Figura 1 .....  | 18 |
| Figura 2 .....  | 19 |
| Figura 3 .....  | 20 |
| Figura 4 .....  | 21 |
| Figura 5 .....  | 23 |
| Figura 6 .....  | 24 |
| Figura 7 .....  | 25 |
| Figura 8 .....  | 26 |
| Figura 9 .....  | 27 |
| Figura 10 ..... | 28 |
| Figura 11 ..... | 32 |
| Figura 12 ..... | 33 |

## Resumen

El presente trabajo de titulación tiene como fin analizar la relación entre el cambio climático y la producción de café en el Ecuador, para lo cual se seleccionó el período entre 2002 a 2018, por la disponibilidad de información, los datos fueron obtenidos del Sistema de información pública agropecuaria, SIPA, y el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, INAMHI, se utilizó el enfoque de la función de producción agrícola (Fleischer, Lichtman, & Mendelsohn, 2007), en el cual se analiza la producción agrícola como resultado de la temperatura y las precipitaciones, es decir las principales variables afectadas por el cambio climático. Los resultados obtenidos muestran que el cambio climático afecta a la producción de café en el Ecuador en un -12,57% en cuanto al aumento de la temperatura y en un -0,6% por la disminución de las temperaturas, verificando de esta manera las conclusiones de los diferentes estudios realizados hasta el momento y que se citaran en este trabajo de investigación.

**Palabras claves:** Cambio climático, Función de producción, café, Ecuador,

### **Abstract**

The purpose of this degree work is to analyze the relationship between climate change and coffee production in Ecuador, the period between 2002 to 2018 was selected due to the availability of information, the data was obtained from the Information System agriculture, SIPA, and the National Institute of Meteorology and Hydrology, INAMHI, used the approach of the agricultural production function (Fleischer, Lichtman, & Mendelsohn, 2007), in which agricultural production as a result of temperature is analyzed and precipitation, that is, the main variables affected by climate change. The results obtained show that climate change affects coffee production in Ecuador by -12.57% in terms of increasing temperature and -0.6% by decreasing temperatures, thus verifying the conclusions of the different studies carried out so far and which will be cited in this research work.

**KEYWORDS:** Climate Change, coffee, Ecuador, production function.

## Introducción

La agricultura ecuatoriana ha sido con el paso del tiempo un pilar fundamental en la economía de Ecuador, llegando hasta un 8,5% del PIB nacional anual según datos del MAGAP, (2018), algo que sin duda alguna propone una gran importancia en el movimiento monetario y en la creación de plazas de trabajo, alimentación y materia prima que se utiliza en la vida cotidiana, y que se puede usar como productor de exportación para en su finalidad mejorar el índice de desarrollo humano en el Ecuador (Iquijada, 2019). Es aquí en donde la producción del café toma un realce importante puesto que hasta el año 2016 existían 115.000 familias de pequeños productores de café, un cultivo que en los últimos años ha venido aumento su importancia en Ecuador (RIKOLTO, 2017), por lo que la disminución en la producción del café (Cobos, 2019), afectaría drásticamente la economía del país, dicha disminución sería resultado de entre otros factores del cambio climático, (Banco Interamericano de Desarrollo, s.f.).

Varios estudios conllevan a afirmar que entre los efectos negativos del cambio climático está: la reducción de la producción de los cultivos de diferentes productos agrícolas, MAGAP (2018), así, como la ausencia de los polinizadores que afectan no sólo la producción de café sino también de otros cultivos como el del cacao, banano y otros más.

Badillo, (2018), destaca dentro de las principales afectaciones del cambio climático en el Ecuador la disminución de la producción y la calidad de los alimentos, esto como resultado del aumento de la temperatura y las precipitaciones, algo que a su vez induce en menor comercialización y disminución en los ingresos, teniendo como resultado un aumento en la desigualdad de los ingresos.

Sinchiguano, (2017) señala al cambio climático como causante de las afectaciones en el cultivo del café en Ecuador, pero no es un estudio aislado puesto que existen varios estudios realizados por la CEPAL de la mano de Ordaz, Ramírez , Mora, Acosta, & Serna, (2010), quienes realizaron estudios en Nicaragua, Honduras, El Salvador, Panamá, Costa Rica y más países Centroamericanos, llegando todos a la misma conclusión en la afectación del cambio climático en la producción del café y de la agricultura en general.

En base a estos antecedentes se plantea la siguiente pregunta rectora: ¿Cuál es la afectación del cambio climático en la producción del café durante el período 2002 - 2018?,

que se podrá responder a través de los objetivos específicos: exponer cómo se realiza la producción de café en el Ecuador, así como identificar los efectos del cambio climático en la producción de café en el Ecuador, durante el período 2002-2018 para por último determinar la relación econométrica entre los efectos del cambio climático y la producción de café en el Ecuador, durante el período 2002-2018, con esto podremos vislumbrar el objetivo de nuestra investigación el cual es, analizar la relación entre el cambio climático y la producción de café en el Ecuador, durante el período 2002-2018, y a partir de esto comprobar nuestra hipótesis: El cambio climático produjo efectos negativos en la producción de café en el Ecuador, durante el período 2002-2018.

Para poder comprobar esta hipótesis se realizará un modelo econométrico a partir de modelos teóricos propuestos en estudios anteriormente, en los que se toma la producción como variable dependiente y la temperatura y precipitaciones como variable independiente (Fleischer, Lichtman, & Mendelsohn, 2007), con una base de datos de series de tiempo obtenida del INAMHI (en cuanto a los datos de precipitación y temperatura) y del SIPA (Sistema de información pública agropecuaria) con lo cual se permitirá evaluar la relación existente entre los efectos del cambio climático y la producción de café.

Este trabajo de titulación se delimitará al período 2002 - 2018, puesto que se necesita una gran cantidad de datos que permitan evitar sesgos de estimación en los resultados del modelo econométrico, de igual manera se podrá notar las súbitas variaciones en la producción del café ecuatoriano, como por ejemplo: según las estadísticas hasta el año 2011 hubo un incremento sostenido en la producción de café para luego comenzar con una debacle que ha llegado a una caída en la producción del café del 62% con respecto al 2011, (Cobos , 2019), llegando a una estabilidad aparente durante el año 2018, así mismo no se usarán datos del 2019 porque aún no se poseen datos por ser el año en curso.

Este trabajo de titulación estará estructurado por medio de tres capítulos: el primero enunciará el marco teórico y la evidencia empírica; el segundo los antecedentes y el análisis situacional; y el tercero será sobre la metodología y los resultados; todo esto nos dará el puntapié para culminar con las conclusiones y las recomendaciones. Se espera que a partir de este estudio se puedan realizar estudios de un nivel cognoscitivo superior para que se puedan encontrar soluciones a partir de nuevas tecnologías, que permitan mejorar la producción de café en el Ecuador propendiendo así a mejorar su economía país.

## Capítulo uno

### Marco teórico y evidencia empírica

#### 1.1 Definiciones.

##### 1.1.1 El cambio climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), (1992) define al cambio climático de la siguiente manera:

*“[...]se entiende como un cambio de 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 períodos de tiempo comparables [...]”.*

De igual manera el Panel Intergubernamental en Cambio Climático, (2019) en sus siglas en inglés IPCC define al cambio climático como:

*“Importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras. [...] La CMCC (Euro-Mediterranean Center on Climate Change) distingue entre ‘cambio climático’ atribuido a actividades humanas que alteran la composición atmosférica y ‘variabilidad climática’ atribuida a causas naturales.”*

Acciona, (s.f.) en su página web, explica esto indicando que la alteración de los factores atmosféricos por parte de los humanos, producen afectaciones naturales creando diferentes variaciones climáticas que de manera natural no existirían, la consecuencia principal de estos cambios es el calentamiento global y la causa principal es la contaminación por gases, que claramente no es la única, puesto que también se una la contaminación lumínica, sonora, contaminación de los ríos, mares, etc., en fin las causas son muchas y las consecuencias son catastróficas.

Así mismo Acciona, (s.f.) menciona que el cambio climático es más desastroso de lo que podemos imaginar, sus consecuencias por medio del calentamiento global son drásticas, puesto que producen el derretimiento de los glaciales en los polos, aumentando el nivel del mar y promoviendo a las inundaciones y el riesgo a la desaparición de ciudades

costeras; de igual manera el aumento de la temperatura induce a las sequias en las áreas más expuestas a los rayos solares, y al aumento de la temperatura en el resto del planeta, llegando a temperaturas récords a nivel mundial, esto abre una gama de complicaciones a todo nivel, puesto que comienzan a existir extinciones masivas alrededor del mundo, ya que los animales no están adecuados a esos niveles de temperatura, motivando a sus migraciones; esto a su vez promueve la falta de alimento y produce mayor pobreza en el mundo a la larga.

Greenpeace, (s.f.) por su parte afirma que los cambios en las temperaturas que llegan a ser muy extremos y cambiantes resultado del cambio climático, terminan produciendo fenómenos meteorológicos extremos, puesto que las corrientes de agua y de viento entran en conflictos mayores a los anteriores, el frágil equilibrio de los ecosistemas se está rompiendo y produciendo estos fenómenos que producen muerte y destrucción a su paso. Esto es algo que Acciona, (s.f.) confirma puesto que aducen que el problema no se queda allí el calentamiento global termina produciendo una acidificación descontrolada de los océanos, eliminando de una manera estrepitosa a los seres vivos que convivían en ese hábitat, puesto que también se produce un calentamiento en los océanos a temperaturas tampoco soportadas por estos animales y plantas.

### **1.1.2 Producción agrícola**

Raffino, (2019) define a la agricultura como una actividad humana que propende a combinar diferentes procedimientos y conocimientos en el tratamiento de la tierra, con el fin de producir alimentos de origen vegetal, en estos procedimientos se incluyen todos los actos realizados por el hombre que modifican el medio ambiente que lo rodea, con la finalidad de tener un ambiente propicio para la productividad del suelo.

Pérez, (2009) por su parte recalca que como el hombre modifica el medio en donde se desarrollará el cultivo, entonces eso es lo que nos diferencia del resto de los seres vivos, la capacidad de ir mejorando las técnicas, de ir promoviendo mayor cultivos, eso fue lo que nos guio a un mayor desarrollo y a un impulso por la supervivencia; el uso de cultivos dependiendo del clima y de la época, y la creación de nuevas ciencias, con la finalidad de resistir plagas hace que se pueda notar la importancia, y la vulnerabilidad que se tiene con el medio ambiente. De igual manera la página Hablemos de Cultura, (2018) destaca que cada cultivo posee diferentes características especiales, y factores de producción

diferentes, por lo que el uso de fertilizantes, las temperaturas adecuadas y cantidad de riego se hacen imprescindibles al momento de planificar un cultivo, las ventajas comparativas es otro de los tópicos en consideración, claramente existen producción que se pueden realizar en ciertos países y en otros no, como resultado de las temperaturas de cada región, lo que hace llegar a la conclusión de la importancia de los factores exógenos del suelo, agua y calor, son estos los que terminan siendo los factores determinantes en cada producción.

#### **1.1.2.1 La producción de café**

Pozo, (2014) expone que, para conocer sobre la producción del café, es necesario en primer lugar conocer los factores mínimos para que se pueda realizar una producción eficiente, entre estos factores están los siguientes:

**Factores del suelo.** – En su investigación Pozo, (2014), afirma que la fertilidad del suelo para la producción del café debe estar entre media a alta, y de igual manera existir un equilibrio entre el calcio, el magnesio y el potasio; a su vez el suelo debe ser rico en materia orgánica que permita la mayor absorción de nutrientes; y por último la autora señala que el PH del suelo debe encontrarse entre 5 y 6.

**Factores climáticos.** – Estos factores son parte importante de nuestra investigación, y Pozo, (2014), nos da un resumen de estos factores, deben encontrarse entre los 900 y 1600 metros sobre el nivel del mar, (aunque como sabemos existen cultivos en regiones con menor altura como en las provincias costeras), la temperatura a la que se debe realizar el cultivo se encuentra entre los 17 y los 27 grados Celsius; otra característica importante es que la planta de café es muy sensible a los rayos solares, por lo que se aconseja reducir el contacto solar; la humedad también juega un papel importante en la producción del café debe encontrarse entre el 65% y 90%, es decir durante los períodos secos no se produciría café a menos que se encuentre con un sistema de regado apropiado; las lluvias deben encontrarse entre 1000 y 3000 mm al año, puesto que si es más baja la productividad y si es menos limita el crecimiento; por último el factor viento debe encontrarse entre 20 y 30 km/h, puesto que si posee una mayor intensidad produciría daños en las plantas.

Si bien cada uno de estos factores se induce como requisito mínimo para la producción de café, existen zonas en las que se realiza el cultivo sin que se tomen en cuenta

lo anterior propuesto, produciendo cultivos ineficientes, pero que se agregan a la oferta de café.

Ahora bien, a lo largo de los años la producción de café en el Ecuador se ha centrado en dos variedades de café, el arábigo y el robusto (Pozo, 2014), distribuyendo su cultivo por las diferencias provincias del país:

**Café arábigo.** – Es un café con sabor suave, que tiene un costo más elevado que el robusto, por la dificultad de los cuidados de las plantas hacia las plagas. Entre las provincias productoras de este tipo de café encontramos a: Zamora Chinchipe, Pichincha, Carchi, Imbabura, Morona Santiago, El Oro, Bolívar, Azuay, Esmeraldas, Manabí, Loja, Santo Domingo de Los Tsáchilas, Napo, Cotopaxi, (ANECAFE, 2017).

**Café robusto.** – Es un café más resistente que el Arábigo, que soporta un clima un poco más cálido y soporta mejor las plagas (ANECAFE, 2017). Entre las provincias productoras de este tipo de café encontramos a: Guayas, Santa Elena, Esmeraldas, Orellana, Sucumbios, Bolívar, Pichincha, Cotopaxi, Napo.

### **Plagas y enfermedades del café**

Molina, (2019), nos indica que como principal plaga están los insectos, quienes a su vez pueden producir una introducción de hongos y microorganismos, que menoscaben el rendimiento, textura y sabor de los granos del café, y a su vez expone las siguientes plagas más frecuentes:

- Broca del café
- Minador de la hoja
- Cochinillas
- Nemátodos

Así mismo las enfermedades más comunes del café son:

- Roya del café
- Marchitez del cafeto
- Mal rosado

Todas estas plagas y enfermedades con efectos devastadores para la producción.

## **1.2 Referente teórico**

### **1.2.1 Cambio climático y agricultura**

#### **1.2.1.1 El impacto del cambio climático en la agricultura**

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (2016) por sus siglas en inglés FAO realizó un informe en donde determinaron que el mundo se enfrenta a un desafío muy grande, el de estabilizar el clima mundial antes de que sea muy tarde. Para esto se adoptaron Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) que deberían ser cumplidos para el año 2030, puesto que si se pasa de esa fecha los efectos podrían ser irreversibles; en este mismo informe se habla de que el aumento de las temperaturas, la mayor frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos, la escasez de agua, la elevación del nivel del mar, la acidificación de los océanos, entre otros, son factores que han mermado seriamente la capacidad de la agricultura a nivel mundial. Fernández, (2013), por su parte lo confirma indicando que las temperaturas superiores actuales, el estrés hídrico y térmico, la presencia de plagas y enfermedades, terminarán disminuyendo el rendimiento de los cultivos, por lo que la producción de los animales también estará afectada, puesto que el poco cultivo no bastará para el ganado.

Nelson, y otros, (2009) realizaron un estudio por parte del IFPRI (International Food Policy Research Institute), y determinaron que la afectación de las nuevas temperaturas, sequías y precipitaciones inducen a una futura recesión en los rendimientos de los cultivos a nivel mundial, regiones como Asia Meridional resultan esencialmente afectada ante el cambio climático, pero esto son sólo los efectos directos que se tienen en los cultivos, la disponibilidad de agua para el riego de los cultivos, se va mermando en ciertos sectores, sobre todo en los países de escasos recursos y en vías de desarrollo. Estos estudios son corroborados con organismos como la CEPAL, (2014), quienes indican que al notar la gran variación que existe en las diferentes zonas del planeta en unas aumentan las precipitaciones y en otras disminuye, de igual manera la temperatura, algo que sin duda afecta drásticamente los cultivos a nivel mundial. Según este estudio los lugares más afectados por el cambio climático son las zonas tropicales y subtropicales, claramente son los lugares en vías de desarrollo, con economías que dependen de manera más preponderante hacia la agricultura, por lo que el menoscabo de esta actividad afecta directamente a la población.

La Agencia española de cooperación Internacional para el Desarrollo, (2018) AECID por sus siglas en español realizó un informe en el que se indica que las personas pobres son las más afectadas por el cambio climático, puesto que el cambio climático afecta directamente a la reducción en la producción de los cultivos y en el aumento de los precios, por obviamente tener una menor oferta de productos. Nelson, y otros, (2009) llegan a la misma conclusión puesto que ellos indican que claramente al disminuir el rendimiento de los cultivos, existirá una disminución en la oferta, por lo que aumentaría el precio de equilibrio, y de igual manera el costo marginal aumenta por el aumento de costes de producción, incrementando los precios y disminuyendo el consumo de los cultivos por parte de los consumidores.

Pero los problemas en la agricultura no terminan aquí, Belloni, (2015) en su tesis nos habla sobre los efectos negativos que produce el cambio climático en la producción agropecuaria, e indica que la disminución sostenida sobre la producción agrícola por parte del cambio climático ha ido degradando poco a poco la población del ganado, por lo que existe menor cantidad de alimentos y como resultado mayor desnutrición, sobre todo en países subdesarrollados quienes han visto sus tierras de cultivos desplazadas hacia terrenos más altos. Nelson, y otros, (2009) comparte esta problemática resaltando que la disminución de cultivos afecta directamente a los ganados que en países de escasos recursos incide en la muerte del ganado o en ganado poco alimentado, produciendo de esta manera escases de recursos y de bajo consumo, por lo que conlleva a la desnutrición.

Fernández, (2013), también expone que el aumento en la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera como consecuencia de la contaminación, produce un aumento en la probabilidad de una aparición de plagas, y una disminución en los procesos fisiológicos de las plantas.

Finalmente, la ODEPA, (2013), (Oficina de estudios y política agraria de Chile), presenta las siguientes afectaciones del cambio climático en la agricultura:

- Productividad, en términos de cantidad y calidad de los cultivos.
- Prácticas agrícolas, a través de los cambios del uso del agua (riego) y aportes agrícolas como herbicidas, insecticidas y fertilizantes.
- Efectos en el medio ambiente, particularmente la relación de la frecuencia y sistema de drenaje de suelos, erosión, reducción de la diversidad de cultivos.

- Espacio rural, por medio de la pérdida y ganancia de terrenos cultivados, la especulación de tierras y los servicios hidráulicos.
- Adaptación, los organismos podrían pasar a ser más o menos competitivos, así como también los humanos podrían tener la necesidad de desarrollar más organismos competitivos, como variedades de arroz resistentes a la sal o a las inundaciones.

### **1.2.1.2 El impacto del cambio climático en la producción de café**

En un estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo, (s.f.), se indica que la demanda de café sigue en auge y que aumenta cada año, por lo que la capacidad productora de los países exportadores como Brasil, Colombia, México, Etiopía, Vietnam, Indonesia, Ecuador y todos los países exportadores deberían ir aumentando, sin embargo en los últimos años los efectos del cambio climático, y las plagas han mermado este mercado, especialmente por el efecto de la disminución de la oferta y por ende el aumento de precios, claramente los más afectados son los pequeños productores, a quienes cada vez se les hace menos rentable esta producción, por lo que terminan optando por otros cultivos y migrando a diferentes lugares como mecanismos de sobrevivencia.

Según expertos el cambio climático está produciendo que las temperaturas globales estén incrementándose, y seguirán haciéndolo con incrementos de entre 1,5° y 4,5° (Banco Interamericano de Desarrollo, s.f.), pero esto no es todas las precipitaciones mundiales se están tornando cada vez más impredecibles y extremas, por lo que la amenaza a los cultivos de café es palpable, como se indicó anteriormente los factores específicos de temperatura, luz y humedad para la producción de café son vitales para el desarrollo óptimo de este cultivo, por lo que estas variaciones afectan notablemente al café.

Según estudios el aumento desmesurado de la temperatura producirá una reducción de hasta el 50% de la superficie apta para los cultivos del café para el 2050 (Banco Interamericano de Desarrollo, s.f.), produciendo a su vez que otras zonas que actualmente no eran usuales para el cultivo del café lo sean, pero en menor medida, actualmente existen muchas asociaciones y ONG's que luchan en contra de estas afectaciones, y que intentan reducir, y menoscabar el impacto del cambio climático, pero hasta el momento no se ha conseguido eliminar y peor aún, revertir el impacto del cambio climático en la agricultura.

El problema de las afectaciones del cambio climático no sólo se limitan al medio ambiente, la aparición de plagas como resultado de mejores ambientes para su propagación (Banco Interamericano de Desarrollo, s.f.), también termina siendo un agente exógeno resultante del cambio climático y aunque existe un gran comunidad de científicos dedicados a mejorar la genética del café, para perfeccionar su resistencia en contra de estas plagas, pero al parecer hongos como la Roya han mutado a esta resistencia por lo que las afectaciones han comenzado a repuntar.

Muñoz, (s.f.), en su foro sobre el café nos habla sobre un estudio del Programa de Investigación en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria, en el cual se concluye que para el año 2050, el café arábigo tendrá varios estragos en su calidad y cantidad a nivel mundial debido a los cambios de temperatura y de precipitaciones. De igual manera Muñoz, (s.f.), habla sobre la delicadeza de los arbustos de café y la gran incidencia del cambio climático en éste y todas las repercusiones que esto conlleva, es como ver un efecto dominó.

### **1.3 Evidencia empírica**

#### **1.3.1 Estudios sobre los efectos del cambio climático en el café en Sudamérica.**

Sinchiguano, (2017) realizó un estudio sobre los impactos del cambio climático en los productos ecuatorianos y para esto realizó encuestas en las diferentes provincias del país obteniendo diferentes resultados en cada una de estas, pero con patrones bastantes distinguibles como los siguientes:

- El aumento de la intensidad de las heladas en las regiones de la sierra, afectan la producción del café claramente, puesto que como se indicó anteriormente se debe tener una temperatura promedio entre 17 y 27 grados Celsius.
- El aumento de las precipitaciones en la época de recolección, provoca el pudrimiento de los productos, de igual manera la época de las lluvias se ha vuelto variable por lo que no se puede realizar planificaciones de cuando se debe comenzar la producción de café, y que a su vez producen desbordes en ríos, provocando inundaciones en las fincas.
- Al haber variaciones en las épocas de lluvias existen épocas de sequías que afectan a las pequeñas empresas que no tienen métodos de riego y a su vez la humedad necesaria para el cultivo no es la adecuada.
- El aumento de la temperatura en ciertos lugares y en el día.
- La disminución de la temperatura en ciertos lugares y en la noche.

- El aumento de la intensidad del viento en ciertos sectores como consecuencia de la deforestación, que a su vez produce una pérdida del suelo fértil.

Imbach, y otros, (2017), publicaron un estudio en el que indican que para el año 2050 algunas regiones de Latinoamérica dejarían de ser aptas para la producción de café, como resultado del cambio climático, estudio publicado en la revista *Proceeding of the National Academy of Sciences*, estos cambios producirían a su vez que los cultivos se trasladen a otras zonas que actualmente no son aptas para este cultivo, las razones son obvias y están prescritas durante todo este marco teórico, el cambio climático, aumenta la temperatura en algunas zonas y las disminuye en otras, de igual manera el aumento progresivo en regiones hace que la temperatura de unas que eran muy bajas pasen a tener la temperatura adecuada para el cultivo del café, esto afectaría a las zonas de la costa y fomentaría los cultivos en la sierra ecuatoriana.

Davis, y otros, (2019), en su estudio que habla sobre el peligro de extinción del 60% de las especies de café silvestres en el mundo, esto como resultado del cambio climático y de la deforestación, que como sabemos a su vez producen que se multipliquen las plagas y las enfermedades, este estudio que se publicó está realizado por el Real Jardín Botánico de Kew de Londres, aquí se resalta que una de las especies más afectadas es la arábica, la misma que como se indicó anteriormente es una de las principales producciones en el Ecuador, pero no queda aquí esta planta ya dentro de la lista roja de especies amenazadas de la unión internacional para la conservación de la naturaleza.

Podemos definir que el cambio climático no es el único factor que afecta a la producción del café, pero dentro del estudio de Isaza & Cornejo, (2014), se lo señala como el factor más importante, y aunque aún no se tienen estudios que indiquen la magnitud de afectación real sobre los cultivos del café, los expertos concuerdan que la producción se ve afectada drásticamente en diferentes regiones. Isaza & Cornejo, (2014), de igual manera circunscriben que poco a poco las áreas de producción de café no estarán disponibles y que tendrán que movilizarse a otras áreas de producción o ejecutar nuevas tecnologías costosas en aquellos lugares, recalcando que la temperatura y las precipitaciones son las afectaciones preponderantes en la producción del café, puesto que como se indicó anteriormente las diferentes especies de cafés necesitan de estos factores de manera muy específica.

Pero todos estos problemas causados por el cambio climático, no terminan siendo sólo consecuencia de las variaciones de temperatura y precipitaciones; ECOAVANT, (2017), en su documento señala que uno de los resultados encontrado por *Proceedings of the National Academy of Sciences* (PNAS), es que las áreas productoras de café en América Latina podrían reducirse hasta en un 80% para el 2050, resaltando que el cambio climático también afecta a la población de abejas siendo estas de gran importancia en el crecimiento del café, siendo este el primer estudio de éste tipo en el que se toma en cuenta la acción de las abejas en los cultivos del café, proponiendo de esta manera diversas soluciones a este problema como las que se citó anteriormente, el cambio de área o de región de los cultivos.

### **1.3.2 Estudios sobre los efectos del cambio climático en el café en Centroamérica.**

CEPAL, (2014), en su estudio encontró que el cambio climático afectó entre un 15% a un 25% la producción de café en Centroamérica, recalcando que estos cambios provocan el aumento de las plagas, menoscabando las exportaciones y el ingreso per cápita de cada país Centroamericano, todo esto fue resultado de un estudio realizado a partir de bases de datos de series de tiempo que se utilizaron para realizar un modelo de regresión propuesto por Fleischer, con lo cual se determinó dicha disminución de cultivos a partir de los registros de precipitaciones y temperaturas.

En Costa Rica ya existen problemas en el cultivo del café como resultado del cambio climático, en un estudio realizado por Mora J. , Ramírez, Ordaz, Acosta, & Serna, (2010) se indica que la temperatura ya rebasó los límites que son necesarios para el cultivo del café por lo que sus cultivos ya han comenzado a reducirse y aunque estos cambios en el cambio climático han afectado favorablemente a otros cultivos, el impacto económico ya es visible, y como no se tienen soluciones en el corto plazo, no se tiene una respuesta sólida sobre cuando se podrán amainar este problema.

El caso de Nicaragua no varía mucho al de Costa Rica, el cambio climático ha afectado el sector agropecuario en gran medida, como expone Ramírez, Ordaz, Mora , Acosta , & Serna, (2010), las pérdidas económicas en la producción del café de Nicaragua, representarían un 6% del PIB para el 2100, así mismo se espera que para el 2095 la

temperatura media anual y las precipitaciones acumuladas aumentarían tanto, que conllevarían a la disminución de alrededor del 38% de la tierra apta para los cultivos.

Otro de los países afectados por el cambio climático es Guatemala, Mora J. , Ramírez, Ordaz, Acosta, & Serna, (2010) nos indican que la temperatura promedio anual se ha incrementado en los últimos años y que las precipitaciones acumuladas han disminuido, provocando de esta manera una reducción acelerada en las superficies aptas para el cultivo del café, al igual que los estudios de otros países Centroamericanos se espera una reducción de entre el 3% al 15% del PIB anual del país como resultado de la reducción agrícola.

El caso de Honduras es un poco más ambiguo, pero en su resultado final sigue siendo el mismo, Ordaz, Ramírez , Mora, Acosta, & Serna , (2010) en su estudio sobre el impacto del cambio climático en la agricultura en ese país concluyen que se espera un aumento en el rendimiento del cultivo del café para el corto plazo, pero que las pérdidas en el largo plazo podrían ser muy importantes con respecto al PBI del país, las razones son varias, entre ellas encontramos que actualmente los promedios de las precipitaciones promedio anuales son los adecuados para obtener los mejores niveles de producción, el problema radica en que se espera una disminución acelerada de entre 15% al 50% en las precipitaciones en los próximos años por lo que los cultivos podrían verse muy afectados.

Rosales, (2013) en su tesis de postgrado en México realiza un estudio en el cual llega a la conclusión de que la temperatura y las precipitaciones afectan en gran manera el cultivo del café en Veracruz (México), sobre todo las fluctuaciones y variabilidad de las precipitaciones que van en tendencia a menoscabar el cultivo; pero esto no es todo también se halló que comenzaron aparecer plagas y enfermedades, que junto con las sequías e inundaciones expuestas por la variabilidad de las precipitaciones afectan directamente el desarrollo de las flores y la fructificación.

### ***1.3.3 Estudios sobre los efectos del cambio climático en el café en África.***

En un informe presentado por d'Areny, (s.f.), se cita que la organización británica de Oxfam advierte sobre problemas en Uganda y en Etiopía, dos de los mayores exportadores de café en África, indicando que el exceso de calor producido por el cambio climático, sumado a la pobreza existente en este país, producirá que en los próximos 40 o quizás 30

años la mayor parte de estos países no serán aptos para la producción del café, por lo que científicos se encuentran produciendo tecnologías para mejorar la resistencia del café a estos cambios climáticos.

El Centro de Comercio Internacional, (s.f.) indica que la temperatura y las precipitaciones son los dos factores más importantes para la producción del café, y que las dos especies más importantes hicieron su aparición en Etiopía y en África Ecuatorial pues contenían estos factores en sus niveles más adecuados, pero con el cambio climático actual las alteraciones a esos factores se hicieron inherentes, por lo que la calidad de los cultivos han disminuido y se espera que para los próximos años, los lugares adecuados para estos cultivos se desplacen a territorios con mayor precipitación y más elevados. De igual manera la multiplicación de las plagas y de las enfermedades han ido menoscabando la producción, por lo que se espera una baja productividad a largo plazo.

Elcacho, (2017) expone como la revista Nature Plants alerta sobre los posibles problemas que se pueden ocasionar en los cultivos de café de Etiopía, puesto que se prevé que si no se da un paro a los daños ocasionados por el cambio climático, antes de que se acabe el siglo más de la mitad de los cultivos de café en este país serán inservibles, la razón es sencilla los aumentos de las temperaturas y la disminución de las precipitaciones producirán que las tierras de cultivos se desplacen hacia lugares más altos, llevando de esta manera a la ruina a miles de agricultores, produciendo un debacle en la economía de este país que utiliza la producción del café como una fuente de más de la cuarta parte del PIB.

En un artículo de la BBC se cita nuevamente al estudio de los científicos del Real Jardín Botánico de Kew en el cual textualmente se indica que “En Etiopía y realmente en todo el mundo, si no hacemos algo habrá menos café y probablemente sabrá peor y costará más”, se habla de una reducción en las áreas de producción de café de hasta el 60%, por el aumento de hasta 4°C en la temperatura y por la disminución de las lluvias; también se habla de una baja en la calidad, se indica que el cambio climático, las enfermedades y las plagas han mermado notablemente la producción del café y lo peor es que con los años la demanda de café ha aumentado, por lo que el aumento de los precios es la única solución a la vista (Stylianou, 2017).

## Capítulo dos

### Antecedentes y análisis situacional

#### 2.1 Antecedentes

##### 2.1.1 Importancia de la agricultura en el Ecuador

La agricultura ecuatoriana es de vital importancia para la economía del país llegando hasta un 8,5% del PIB nacional anual según datos del MAGAP, (2018), de igual manera es necesario señalar que su importancia no se data de unos cuantos años, sino de unas cuantas décadas, puesto que ha sido la base de la economía ecuatoriana hasta la actualidad como se puede notar en el siguiente cuadro:

**Tabla 1**

*Porcentaje de contribución de la producción agrícola en el PIB*

| <b>Año</b>  | <b>PIB agrícola</b> |
|-------------|---------------------|
| <b>1970</b> | 30%                 |
| <b>1980</b> | 19%                 |
| <b>1990</b> | 21%                 |
| <b>2000</b> | 15.4%               |
| <b>2013</b> | 8.9%                |
| <b>2017</b> | 6.4%                |

**Nota:** Fuente MAGAP, (2018); elaborado por el autor

Como podemos notar la importancia de la agricultura en el PIB ha ido decreciendo con el tiempo, Iquijada, (2019), por su parte propone que esto se debe, quizás por las aperturas comerciales internacionales que permiten definir precios internacionales reales más bajos en nuestro país, o quizás por el incremento de nuevos productos de exportación y/o de consumo nacional como el petróleo o el producto minero que disminuye el porcentaje de inclusión en el país; sin embargo como añade Iquijada, esto no quiere decir que exista un decrecimiento en la producción nacional, más bien existe un mayor crecimiento de la agricultura producto de la mayor demanda nacional agregada.

Claramente la importancia de la agricultura en el Ecuador no sólo radica en la parte económica, sino también en la creación de plazas laborales, alimentación y materia prima que se utiliza en la vida cotidiana, y que se puede usar como productor de exportación para en su finalidad mejorar el índice de desarrollo humano en el Ecuador (Iquijada, 2019).

De igual manera el CEPAL, (2016), destaca que existe una desaceleración en el crecimiento económico (mencionado anteriormente), como resultado de los factores climáticos que han ido menoscabando la productividad agrícola, y que al ser Ecuador un

país que centra sus actividades en mercados primarios su economía depende en gran manera de la agricultura

Estas razones son suficientes para que se pueda llegar a concluir que la agricultura es un pilar importante en la vida de los ecuatorianos, por lo que las políticas públicas deberían estar encaminadas a fortalecer e impulsar la producción agrícola (Freire, Govea, & Arguello , 2017).

### 2.1.1 Producción del café en Ecuador

Cobos, (2019), realiza un análisis de la producción del café en el Ecuador e indica que las exportaciones disminuyeron drásticamente en el año 2018, prácticamente en un 91% en comparación al 2011, año que tuvo el mejor rendimiento en cuanto a la exportación, llevando a que el café actualmente sea el producto que menos dólares genera a la economía del Ecuador. Cobos propone que una de las razones más preponderantes para la disminución de las exportaciones es la reducción en el precio del café, induce a una menor rentabilidad, por lo que los productores deciden no invertir tantas hectáreas en este producto, incidiendo directamente en la cantidad exportada, a continuación, se expone una gráfica sobre la decadencia en la cantidad de superficie cultivada:

**Figura 1**

*Cantidad de tierras cultivadas en el Ecuador durante 2012 - 2017*



**Nota:** Fuente (Cobos , 2019); elaborado por (Cobos , 2019)

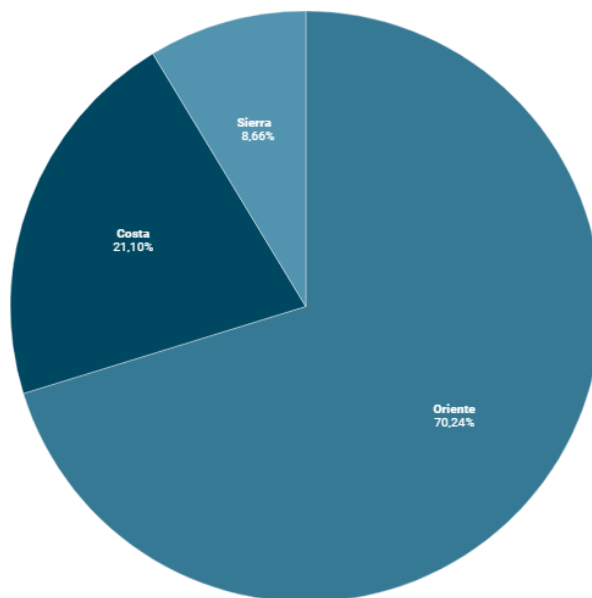
Como se indicó anteriormente la baja rentabilidad de la producción de café, sumada a los altos costos de producción incidieron directamente en la baja producción del café.

Cobos expone que en el año 2017 los cultivos en la Amazonía ecuatoriana eran el 70,24% de los cultivos en el Ecuador, seguidos por la Costa con un 21,10% y la Sierra con el 8,66%, como podemos apreciar en el siguiente gráfico:

**Figura 2**

*Porcentaje de producción de café en el 2017*

■ Oriente ■ Costa ■ Sierra



**Nota:** Fuente (Cobos , 2019);elaborado por (Cobos , 2019)

De igual manera en el siguiente gráfico podemos apreciar la cantidad de toneladas de café producidas por provincia:

**Figura 3**

*Cantidad de protección de café en el Ecuador en toneladas*



**Nota:** Fuente (Cobos , 2019);elaborado por (Cobos , 2019)

Como se puede apreciar la provincia de Orellana es la que produce más café, seguida por la de Manabí, según datos de Cobos entre ambas producen el 59% de la producción total del país.

En cuanto al rendimiento del cultivo del café, se muestra a continuación:

**Tabla 2**

*Rendimiento del cultivo del café en Ecuador*

| <b>Año</b> | <b>Superficie sembrada</b> | <b>Superficie cosechada</b> | <b>Producción Toneladas</b> | <b>Rendimiento</b> |
|------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| 2002       | 254,946                    | 231,918                     | 23,324                      | 0,10               |
| 2003       | 266,832                    | 215,979                     | 23,579                      | 0,11               |
| 2004       | 245,926                    | 216,279                     | 27,932                      | 0,13               |
| 2005       | 246,383                    | 205,544                     | 40,804                      | 0,2                |
| 2006       | 217,075                    | 180,676                     | 31,462                      | 0,17               |
| 2007       | 212,280                    | 177,805                     | 38,687                      | 0,22               |
| 2008       | 191,189                    | 168,479                     | 32,097                      | 0,19               |
| 2009       | 185,511                    | 171,923                     | 33,624                      | 0,20               |
| 2010       | 160,854                    | 121,635                     | 25,959                      | 0,21               |
| 2011       | 105,116                    | 89,903                      | 19,152                      | 0,23               |
| 2012       | 113,029                    | 78,710                      | 7,340                       | 0,09               |
| 2013       | 97,684                     | 61,627                      | 7,759                       | 0,13               |
| 2014       | 67,872                     | 35,483                      | 4,225                       | 0,12               |
| 2015       | 79,744                     | 44,027                      | 5,297                       | 0,12               |
| 2016       | 85,012                     | 85,012                      | 23,623                      | 0,28               |

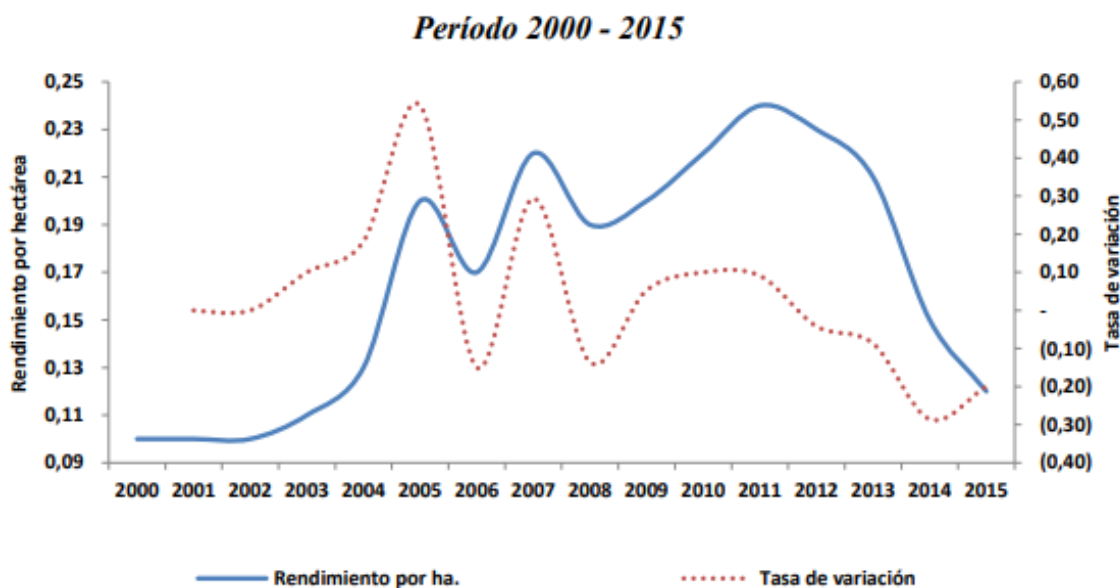
|          |        |          |        |      |
|----------|--------|----------|--------|------|
| 2017     | 86,621 | 86,621   | 24,686 | 0,28 |
| 2018     | 61,254 | 61,254   | 28,542 | 0,47 |
| Promedio |        | 83113,88 |        | 0,16 |

**Nota:** Fuente (MAGAP, 2018);elaborado por el autor.

Como se puede constatar nuevamente se ve deteriorada la producción del cultivo de café puesto que el rendimiento ha ido menoscabándose en los últimos años. Un rendimiento que contrasta con lo expuesto por (Andrade, 2017), en donde analiza el siguiente gráfico:

**Figura 4**

*Rendimiento del cultivo de café en Ecuador período 2000 - 2015*



**Nota:** Fuente SINAGAP; elaborado (Andrade, 2017).

## 2.2 Análisis Situacional

### 2.2.1 El impacto del cambio climático en la agricultura de Ecuador

El MAE, (2019) resalta que dentro de las consecuencias del cambio climático según la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático, se encuentran la intensificación de eventos climáticos extremos (tomando como ejemplo el fenómeno del “El Niño”), incrementos en el nivel del mar con graves repercusiones en las ciudades costeras, variaciones en los niveles de las precipitaciones con efectos en la propagación de vectores como plagas de mosquitos y moscas que producirían el aumento de enfermedades tropicales por contagio de estos animales, aumentando de esta manera las muertes de

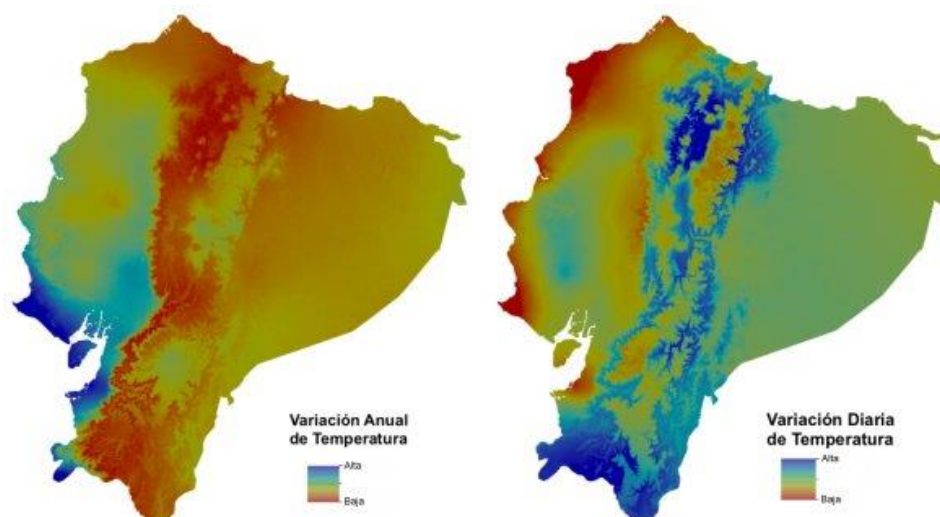
animales y plantas (como se puede notar la explosión de enfermedades como el dengue, la malaria y las diferentes plagas que han atacado a la agricultura ecuatoriana). Pero esto no queda aquí el cambio climático también puede afectar directa e indirectamente aquellos ecosistemas sensibles como lo son las islas Galápagos, puesto que se producen expansiones en especies invasoras en aquellos lugares, cambios en las temperaturas de los mares, que poco a poco, pueden conllevar a extinciones masivas de especies.

El Ecuador como estado soberano no genera mucha contaminación en comparación con países desarrollados, aunque esto no quiere decir que no exista una real contaminación en Ecuador, pero si es destacable indicar que es el primer país a nivel mundial en crear derechos y proteger el 20% del territorio nacional, de igual manera se han realizado avances muy importantes en la creación de estos derechos, puesto que existe un libro sobre Estrategias Nacionales de Cambio Climático para realizar una reducción de las emisiones contaminantes para el 2025, algo que es inédito a nivel mundial, puesto que al no tener niveles tan altos de contaminación no está exigido a disminuir sus emisiones (Badillo , 2018) Pero estas acciones para mitigar las consecuencias del cambio climático, tienen razones importantes en primer lugar la CEPAL, (2012), ubicó a Ecuador dentro de los 5 países con mayor diversidad biológica del mundo, algo que si se junta con la poca capacidad de adaptación lo hace un país muy vulnerable (Badillo , 2018)

Según el INAMHI, (2015), las variaciones de la temperatura y las precipitaciones, son aquellas que definen las diferentes regiones y estaciones en Ecuador; algo que con el paso del tiempo ha ido cambiando, como se puede ver en el siguiente gráfico:

**Figura 5**

*Variación anual y diaria de la temperatura*

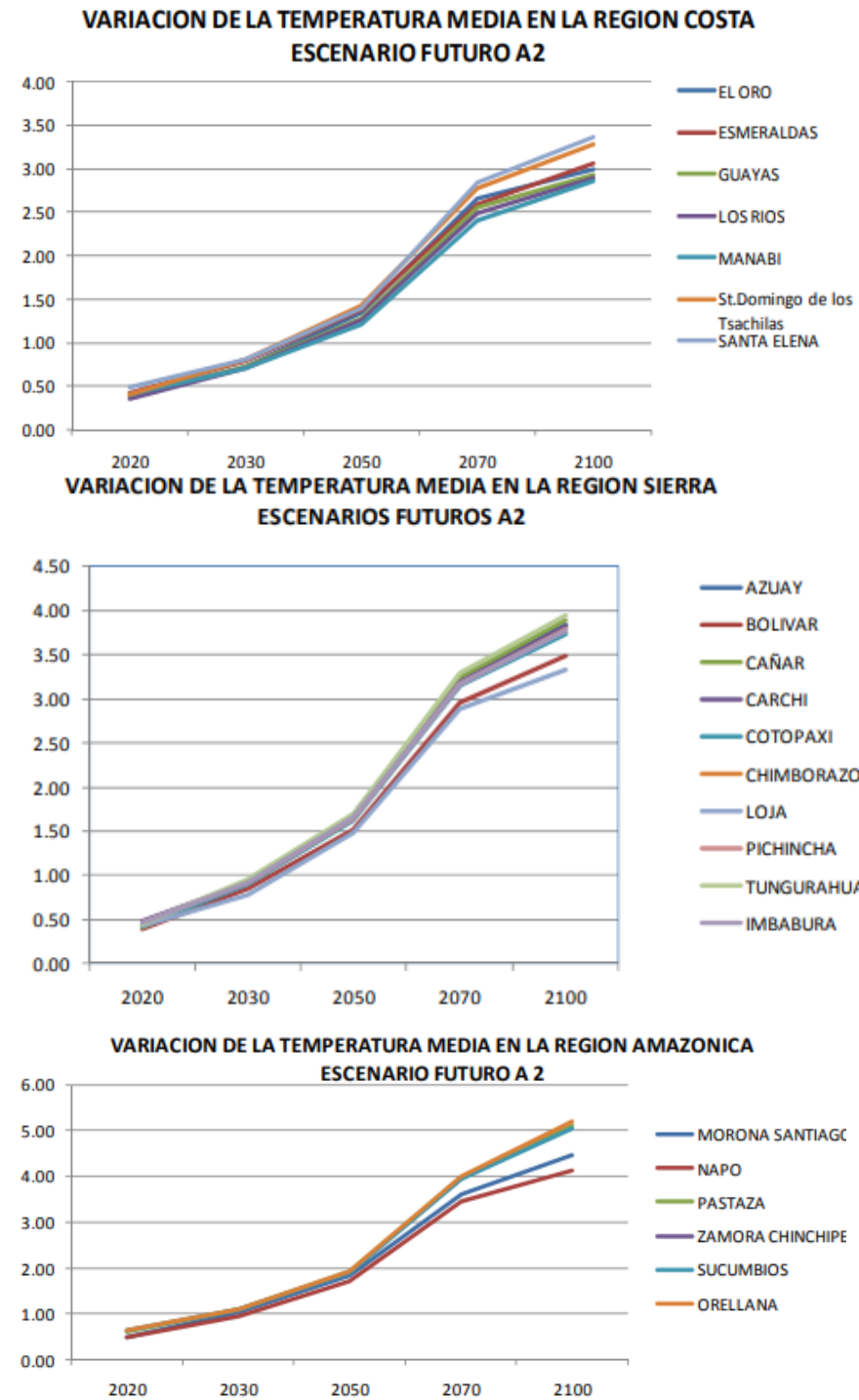


**Nota:** Fuente (Varela & Ron, 2018); elaboración (Varela & Ron, 2018)

Según la MAE, (2018), las temperaturas promedio anuales han ido aumentando con el paso de los años, sobre todo en la región Costa mientras que en la Sierra existe la menor variación. Otro estudio realizado por Jiménez, Castro, Yépez, & Wittmer, (2011), expone los siguientes resultados sobre las futuras variaciones de temperatura en el Ecuador:

**Figura 6**

Variación de temperatura media en las regiones y provincias del Ecuador



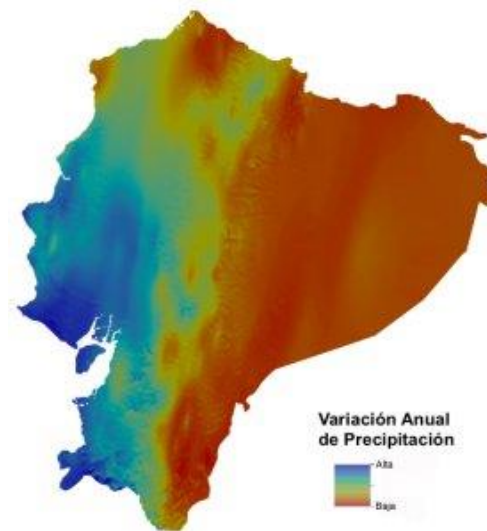
**Nota:** Fuente (Jiménez, Castro, Yépez, & Wittmer, 2011) elaboración (Jiménez, Castro, Yépez, & Wittmer, 2011)

Esta imagen es sin lugar a duda algo alarmante puesto que los incrementos de temperatura para el año 2100 serían de entre 3 a 5 grados centígrados más dependiendo de las provincias y sus regiones.

(Fleischer, Lichtman, & Mendelsohn, 2007), en su trabajo de investigación exponen que la temperatura y las precipitaciones son los factores principales en la agricultura y que su variación propendería disminuciones drásticas en la agricultura. Como ya se pudo notar anteriormente ya existe una variación grande en las temperaturas anuales del país, por lo que se debe analizar de igual manera los cambios en las precipitaciones como se ve en el siguiente gráfico:

**Figura 7**

*Variación anual de precipitación registrada en el Ecuador continental*

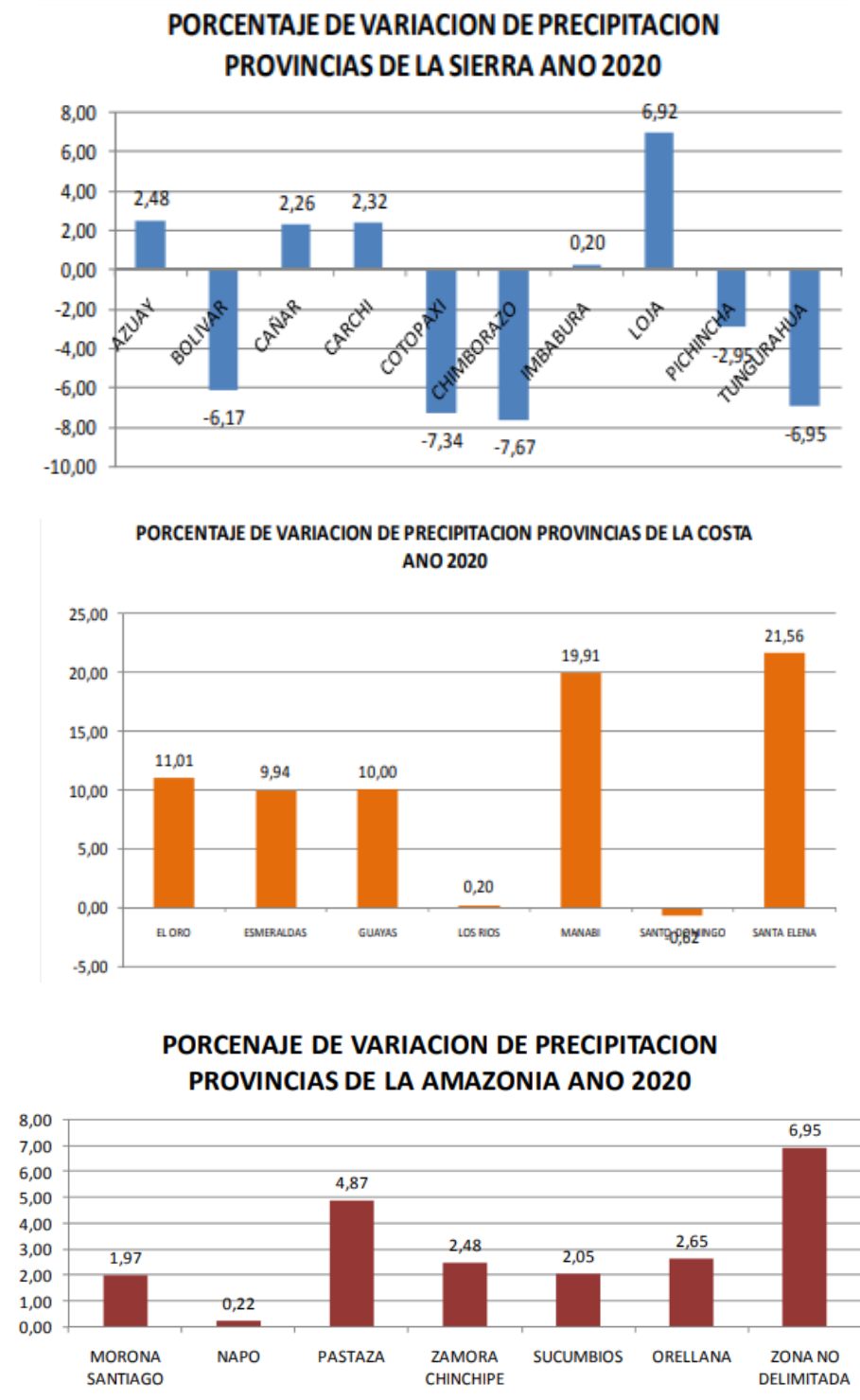


**Nota:** Fuente (Varela & Ron, 2018); elaboración (Varela & Ron, 2018)

Como se puede notar ha existido un incremento muy acentuado en las precipitaciones en la región Costa y un incremento muy bajo en el Oriente. Algo que se puede corroborar con el siguiente gráfico (Jiménez, Castro, Yépez, & Wittmer, 2011):

Figura 8

Variación de la temperatura media en las regiones y provincias del Ecuador



**Nota:** Fuente (Jiménez, Castro, Yépez, & Wittmer, 2011); elaboración (Jiménez, Castro, Yépez, & Wittmer, 2011)

Como se puede notar en el gráfico la afectación del cambio climático en las precipitaciones da a lugar a variaciones muy grandes para el año 2090, variaciones que dependen de la región en la que se encuentran puesto que en regiones de la sierra se tienen menores precipitaciones, ayudando a producir sequías, eso quiere decir que el resultado del cambio climático es ambiguo en cuanto a las precipitaciones, por un lado se tiene mayor precipitación e inundaciones, y por otro menor precipitación y sequías.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los factores claves y los riesgos del cambio climático en el Ecuador:

**Figura 9**

*Matriz de incidencia del cambio climático en el Ecuador*

| <b>RIESGOS CLAVES</b> / <b>FACTORES CLAVES</b>   | Temperaturas extremas | Precipitación extrema | Concentración de CO2 | Tendencia al aumento de temperatura | Tendencia a la sequía | Cubierta de nieve | Aumento de la deforestación | Acidificación de océanos |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Disminución de la producción y la calidad de los alimentos   | X                     | X                     | X                    |                                     |                       |                   |                             |                          |
| Ingresos más bajos en la comercialización de los productos   | X                     | X                     | X                    |                                     |                       |                   |                             |                          |
| Precios más altos dependientes de los derretimientos glaciales e inundaciones en áreas urbanas relacionadas con la precipitación extrema | X                     | X                     | X                    |                                     |                       |                   |                             |                          |
| Modificación del cambio de uso de suelo  |                       |                       | X                    | X                                   |                       |                   | X                           | X                        |
| Desaparición de bosques  |                       |                       | X                    | X                                   |                       |                   | X                           | X                        |
| Desaparición de corales y biodiversidad  |                       |                       | X                    | X                                   |                       | X                 |                             | X                        |
| Pérdida de servicio ecosistémico   |                       |                       | X                    | X                                   |                       | X                 |                             | X                        |
| Disminución del ingreso principalmente de la población agrícola  | X                     | X                     |                      |                                     | X                     |                   |                             |                          |
| Aumento en la desigualdad de los ingresos  | X                     | X                     |                      |                                     | X                     |                   |                             |                          |

**Nota:** Fuente Badillo, (2018);elaborado Badillo, (2018).

Como se puede notar en la matriz dentro de las principales afectaciones del cambio climático en el Ecuador está la disminución de la producción y la calidad de los alimentos, esto como resultado del aumento de la temperatura y las precipitaciones, algo que a su vez induce en menor comercialización y disminución en los ingresos, teniendo como resultado un aumento en la desigualdad de los ingresos.

De igual manera un estudio realizado por Jiménez, Castro, Yépez, & Wittmer, (2011), cuantificó las pérdidas agropecuarias como resultados de los eventos extremos consecuencia del cambio climático:

**Figura 10**

*Pérdidas del sector agrícola asociadas a eventos extremos*

| RECURSO AFECTADO<br>EVENTO<br>CLIMATOLÓGICO | CULTIVO O BOSQUE           |                             | GANADO GENERAL             |                             |
|---|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
|   | EXCESO DE<br>PRECIPITACIÓN | ESCASEZ DE<br>PRECIPITACIÓN | EXCESO DE<br>PRECIPITACIÓN | ESCASEZ DE<br>PRECIPITACIÓN |
| PERÍODOS                                    | Há                         | Há.                         | unidades                   | unidades                    |
| 1980-1989                                   | 87.230                     | 30.452                      | 4.000                      | 0                           |
| 1990-1999                                   | 407.969                    | 110.805                     | 1.528                      | 800                         |
| 2000-2009                                   | 74.491                     | 133.756                     | 6.195                      | 1.100                       |

**Nota:** Fuente (Jiménez, Castro, Yépez, & Wittmer, 2011); elaboración (Jiménez, Castro, Yépez, & Wittmer, 2011)

Como se puede notar las pérdidas han sido cuantiosas con el paso de los años y han ido aumentando hasta el año 2010 (año de la última referencia de aquel estudio), todo esto como resultado del cambio climático.

## Capítulo tres

### Metodología y resultados

#### 3.1 Metodología

La base de datos se construyó en base a información del INAMHI (en cuanto a los datos de precipitación y temperatura) y del SIPA (Sistema de información pública agropecuaria) de los últimos 17 años, puesto que se requiere una cantidad de datos con la que se pueda obtener un modelo adecuado que disminuya el sesgo de especificación, de igual manera el modelo econométrico que se especificará, estará basado en la función de producción agrícola (Fleischer, Lichtman, & Mendelsohn, 2007), la cual utiliza variables de precipitación y temperatura de las provincias productoras como variables independientes, puesto que como se expuso anteriormente son los más preponderantes en la producción del café, en cuanto a las variables climáticas, cabe destacar que en el modelo no figuran, los efectos del cambio climático en las plagas y de estas en la producción, por no tener estimaciones reales de sus efectos en la producción del café.

Las provincias que entrarán al estudio para realizar la modelación serán: Manabí, Orellana, Guayas, Pichincha, Los Ríos, El Oro, Loja, las dos primeras provincias por ser actualmente los productores principales de café en el Ecuador como se presentó en el capítulo anterior, y en cuanto a las otras provincias se las destinó por ser aquellas que representan el mayor porcentaje faltante en la producción, cabe destacar que no se incluyeron provincias por falta de datos, tales como Zamora Chinchipe, y provincias como Santa Elena y Santo Domingo por ser relativamente nuevas y no poseer información de antigüedad.

Para el análisis de los datos se utilizará el sistema métrico y la herramienta informática STATA para poder modelar la regresión entre las variables dependiente e independientes del modelo de producción agrícola, claramente esta investigación es preexperimental, porque no se tiene el control de ninguna variable.

#### 3.2 Descripción de las variables

Fleischer, Lichtman, & Mendelsohn, (2007), en su trabajo de investigación exponen la siguiente función de producción agrícola en la cual correlaciona la producción  $Q$ , con las diferentes variables endógenas  $P$ , variables exógenas  $A$ , y las características socio económicas  $S$ :

$$Q_i = f(P_i, A_i, S_i)$$

Entre las variables endógenas encontramos el capital, el trabajo, y otros insumos, entre las variables exógenas están la temperatura, la irrigación, las precipitaciones, en fin, todas aquellas variables que no pueden ser modificadas por el agricultor, y en cuanto a las características socio económicas se define el capital humano.

Por lo tanto, nuestro de modelo de producción para esta investigación quedaría definido como:

$$Q_{café_i} = f(P_i, A_i, S_i)$$

Dentro de esta investigación se requiere conocer los efectos del cambio climático sobre la producción de café, para lo cual se había propuesto el modelo de producción agrícola, el cual tomará tan sólo las variables exógenas, más no las endógenas, ni los factores socioeconómicos por no ser el tema de la investigación, por lo tanto, el modelo se identificará con las siguientes variables:

**Q<sub>t</sub>**= Es la producción de café en cada provincia productora de café en Ecuador en toneladas métricas en el año t.

**Temp<sub>t</sub>**= Es la temperatura promedio presente en un área o región del Ecuador en grados Celsius en el año t.

**TempMax<sub>t</sub>**= Es la temperatura promedio máxima presente en un área o región del Ecuador en grados Celsius en el año t.

**TempMin<sub>t</sub>**= Es la temperatura promedio mínima presente en un área o región del Ecuador en grados Celsius en el año t.

**Prec<sub>t</sub>**= Es la cantidad de agua promedio de las lluvias presentes en un área o región del Ecuador en milímetros cúbicos en el año t.

**Temp<sub>t</sub><sup>2</sup>**= Es la variable Temp<sub>t</sub> elevada al cuadrado, lo cual significa que esta variable medirá el impacto a largo plazo una vez que sea sacado el ln.

**TempMax<sub>t</sub><sup>2</sup>**= Es la variable TempMax<sub>t</sub> elevada al cuadrado, lo cual significa que esta variable medirá el impacto a largo plazo una vez que sea sacado el ln.

**TempMin<sub>t</sub><sup>2</sup>**= Es la variable TempMin<sub>t</sub> elevada al cuadrado, lo cual significa que esta variable medirá el impacto a largo plazo una vez que sea sacado el ln.

**Prec<sub>t</sub><sup>2</sup>**= Es la variable Prec<sub>t</sub> elevada al cuadrado, lo cual significa que esta variable medirá el impacto a largo plazo una vez que sea sacado el logaritmo natural.

### 3.3 Especificación del modelo econométrico

Como se indicó anteriormente sólo se usarán las variables exógenas del modelo de producción de Fleischer, Lichtman, & Mendelsohn, (2007), y para especificar el modelo correctamente se utilizarán las variables descritas en el punto anterior, quedando el siguiente modelo econométrico:

$$Q_t = \beta_0 + \beta_1 TempMax_t + \beta_2 TempMin_t + \beta_3 TempMax_t^2 + \beta_4 TempMin_t^2 + \beta_5 Prec_t + \beta_6 Prec_t^2 + u_t$$

De igual manera es necesario destacar que se utilizan los cuadrados de las variables por los rendimientos a escala, lo que representan una curva, y para evitar problemas de especificación y de errores de heteroscedasticidad, se especifica la regresión de la siguiente manera:

$$\ln Q_t = \beta_0 + \beta_1 \ln TempMax_t + \beta_2 \ln TempMin_t + \beta_3 \ln TempMax_t^2 + \beta_4 \ln TempMin_t^2 + \beta_5 \ln Prec_t + \beta_6 \ln Prec_t^2 + u_t$$

En donde  $\beta_0$  es el intercepto o el valor inicial de la producción cuando el resto de variables es cero, y  $u_t$  es el término estocástico, esta solución se la utiliza como modelo de regresión lineal para cada una de las provincias productoras de café, las cuales poseen gran impacto en la producción nacional, a saber: Manabí, Orellana, Guayas, Los Ríos, Pichincha, Loja, El Oro.

### 3.4 Resultados

Como se trata de una base de datos de panel en primer lugar se deberá realizar la prueba de Hausman para evaluar cuál es el modelo que mejor se ajusta, si el de efectos fijos o el de efectos variables, para lo cual se utiliza el programa STATA 14.0 y obtenemos los siguientes resultados:

## Figura 11

### Prueba de Hausman

```
. hausman fixed random
```

---

|           | Coefficients |               | (b-B)<br>Difference | sqrt(diag(V_b-V_B))<br>S.E. |
|-----------|--------------|---------------|---------------------|-----------------------------|
|           | (b)<br>fixed | (B)<br>random |                     |                             |
| lnprec    | -.4596436    | -.4536679     | -.0059757           | .0073601                    |
| lntempmax | -6.326326    | -3.672984     | -2.653342           | 1.49101                     |
| lntempmin | .6861001     | 1.784157      | -1.098057           | .5714518                    |
| yr2       | -.4872767    | -.4816615     | -.0056152           | .                           |
| yr3       | 1.715638     | 1.676401      | .0392368            | .                           |
| yr4       | .6007972     | .5692894      | .0315078            | .                           |
| yr5       | .4570005     | .3241152      | .1328853            | .0213841                    |
| yr6       | .8521007     | .804967       | .0471337            | .                           |
| yr7       | .9209159     | .8329474      | .0879685            | .                           |
| yr8       | .6342931     | .5308471      | .103446             | .                           |
| yr9       | .6162568     | .5230061      | .0932507            | .                           |
| yr10      | -.5339226    | -.6026453     | .0687227            | .                           |
| yr11      | -1.517178    | -1.611097     | .093919             | .                           |
| yr12      | -1.86097     | -1.922381     | .0614105            | .                           |
| yr13      | -2.29177     | -2.367685     | .0759152            | .                           |
| yr14      | -.7744421    | -1.057632     | .2831896            | .1479442                    |
| yr15      | -2.384103    | -2.660883     | .2767803            | .1496794                    |
| yr16      | -2.271887    | -2.525499     | .2536118            | .135649                     |
| yr17      | -2.915248    | -3.125735     | .210487             | .110572                     |

---

```

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(19) = (b-B)' [(V_b-V_B)^(-1)] (b-B)
          = 2.94
Prob>chi2 = 1.0000
(V_b-V_B is not positive definite)

```

**Nota:** Fuente (MAGAP, 2020), (INAMHI,2020); elaborado El autor

Como se puede ver la probabilidad es del 100% por lo que no se rechaza la hipótesis nula, y denotando que el modelo que mejor se ajusta es el de efectos variables. Tomando en consideración lo anterior modelamos en el programa y obtenemos el siguiente resultado:

## Figura 12

Resultados de coeficientes de regresión con datos de panel en el Ecuador durante el período 2002-2018.

```

Random-effects GLS regression           Number of obs   =       108
Group variable: Número                 Number of groups =        7

R-sq:                                  Obs per group:
  within = 0.2490                       min =           7
  between = 0.0326                       avg =          15.4
  overall = 0.0930                       max =           17

Wald chi2(3) =       28.66
Prob > chi2   =       0.0000

corr(u_i, X) = 0 (assumed)

```

| lnprod     | Coef.     | Std. Err.                         | z     | P> z  | [95% Conf. Interval] |           |
|------------|-----------|-----------------------------------|-------|-------|----------------------|-----------|
| lnprec     | .0636895  | .1460869                          | 0.44  | 0.663 | -.2226357            | .3500146  |
| lntempmax  | -12.57027 | 2.436029                          | -5.16 | 0.000 | -17.3448             | -7.795739 |
| lntempmin  | 5.003378  | 1.335774                          | 3.75  | 0.000 | 2.385308             | 7.621447  |
| lnprec2    | 0         | (omitted)                         |       |       |                      |           |
| lntempmax2 | 0         | (omitted)                         |       |       |                      |           |
| lntempmin2 | 0         | (omitted)                         |       |       |                      |           |
| _cons      | 33.97356  | 6.373192                          | 5.33  | 0.000 | 21.48234             | 46.46479  |
| sigma_u    | .85256332 |                                   |       |       |                      |           |
| sigma_e    | 1.3476147 |                                   |       |       |                      |           |
| rho        | .28583735 | (fraction of variance due to u_i) |       |       |                      |           |

**Nota:** Fuente (MAGAP, 2020), (INAMHI,2020); elaborado El autor

Una vez obtenidos los resultados en el programa STATA 14.0 realizado el modelaje de la regresión las variables del logaritmo natural de precipitaciones y temperatura máxima y mínima al cuadrado dan coeficientes de 0, es decir se omiten por encontrarse con problemas de colinealidad y el programa automáticamente elimina estas variables para evitar problemas de especificación; y esto ocurre en cada una de las provincias, por lo tanto, el modelo de regresión quedaría de la siguiente manera:

$$\ln Q_t = \beta_0 + \beta_1 \ln TempMax_t + \beta_2 \ln TempMin + \beta_3 \ln Prec_t + u_t$$

Para conocer las afectaciones de los factores por provincia se utiliza nuevamente el programa STATA14.0 y se hayan los siguientes valores:

**Tabla 3**

*Coefficientes de regresión y datos estadísticos provinciales.*

| Provincia        | constant         | ln prec          | ln tempmin       | Intempmax        | R2   |
|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|
| <b>Pichincha</b> | 90,63<br>(0,00)  | -0,61<br>(0,466) | -18,58<br>(0,08) | -12,60<br>(0,10) | 0,45 |
| <b>Guayas</b>    | 108,39<br>(0,09) | -0,17<br>(0,548) | -10,55<br>(0,59) | -20,11<br>(0,01) | 0,27 |
| <b>El Oro</b>    | 62,03<br>(0,03)  | -0,17<br>(0,80)  | 2,19<br>(0,64)   | -18,18<br>(0,02) | 0,32 |
| <b>Los Ríos</b>  | 40,88<br>(0,70)  | -0,27<br>(0,53)  | 15,47<br>(0,53)  | -23,49<br>(0,05) | 0,66 |
| <b>Manabí</b>    | 78,33<br>(0,00)  | 0,20<br>(0,02)   | -5,94<br>(0,08)  | -15,21<br>(0,00) | 0,38 |
| <b>Loja</b>      | 60,30<br>(0,30)  | 0,31<br>(0,59)   | 0,32<br>(0,96)   | -17,83<br>(0,16) | 0,43 |
| <b>Orellana</b>  | 69,65<br>(0,67)  | -0,51<br>(0,61)  | -22,70<br>(0,64) | 3,03<br>(0,76)   | 0,16 |

*Nota: Fuente INAMHI – SINAP; elaboración: El autor.*

### **3.4.1 Análisis de los resultados**

Analizando los resultados de los coeficientes podemos encontrar las afectaciones a corto y largo plazo; en cuanto a las afectaciones a largo plazo se puede aseverar que las variaciones de temperatura y la precipitación afectan en la producción de café en las provincias productoras de café de acuerdo a su variación a corto plazo, puesto que cuando se quiso realizar el primer modelo especificado el programa eliminó automáticamente esas variables por colinealidad. En cuanto a las afectaciones a corto plazo es totalmente diferente puesto que cada coeficiente indica el porcentaje de cambio en la producción anual de café por cada unidad aumentada, tomando en consideración el coeficiente de las precipitaciones, se puede notar que la afectación de las precipitaciones es de 0,06368 por lo que su variación en general en el Ecuador no representaría una proporción grande en el aumento, ni en la disminución de la producción café, pero si es necesario recalcar que el aumento de las precipitaciones tendría un incremento en la producción total del café ecuatoriano.

En cuanto a las afectaciones de la temperatura es mucho más evidente los problemas que conlleva el aumento y disminución de estas, puesto que el aumento de las temperaturas máximas afecta en un -12,57 lo cual sería una disminución significativa en la

producción del café ecuatoriano, por otra parte, el aumento en las temperaturas mínimas aumentaría la producción del café de manera significativa con un coeficiente de 5.

De igual manera analizando provincialmente como se aprecia en la Tabla 3 las probabilidades de los coeficientes (valores entre paréntesis) son en su gran mayoría muy bajos, así como sus  $R^2$  también son bajos, por lo que en general no existirían problemas de multicolinealidad en los modelos, si bien existen valores relativamente significativos en la provincia de Orellana estos se deben por la falta de información que se poseían sobre su producción, lo cual podría causar problemas por errores de medición. De igual manera las diferentes regresiones se realizaron utilizando la herramienta robust en el programa STATA con la finalidad de eliminar la posible heterocedasticidad.

En cuanto a las afectaciones cada coeficiente indica el porcentaje de cambio en la producción anual de café por cada unidad aumentada, tomando en consideración los coeficientes de las precipitaciones, se puede notar que la afectación de las precipitaciones es negativa en todas excepto en Manabí y Loja, en el resto de las provincias su afectación es negativa, es decir el aumento de las precipitaciones en la provincia del Pichincha afecta negativamente en un 0,61% a la producción del café, en la provincia del Guayas afectan negativamente en un 0,17%, y en El Oro en un 0,17% negativamente, tan sólo en Manabí afecta positivamente en un 0,20% y en Loja en un 0,31%

En cuanto a las afectaciones de la temperatura es mucho más evidente los problemas que conlleva el aumento de las temperaturas, puesto que estas afectan notablemente de manera negativa, por ejemplo, el aumento de la temperatura máxima en pichincha disminuiría la producción de café en un 12,60%, el aumento de la temperatura en Guayas afecta en un 20,11% y así con el resto de las provincias que se verían afectadas por el incremento de las temperaturas máximas anuales en cada provincia.

#### **3.4.2 *Discusión de los resultados***

A partir de los datos obtenidos se puede comprobar que efectivamente las variaciones de temperatura y precipitación afectan negativamente a la producción del café en el Ecuador, puesto que, si disminuyen las precipitaciones la producción del café disminuirá, si siguen aumentando las temperaturas máximas la producción de café caerá precipitadamente, y si disminuyen las temperaturas mínimas la producción de café también

disminuirá precipitadamente, algo que sin duda con el cambio climático es lo que está ocurriendo.

De igual manera cabe destacar que las afectaciones varían dependiendo de las provincias, esto se puede deber en gran medida por los errores en las mediciones que se pueden dar como resultado de los instrumentos de medición del MAGAP y del INAMHI, entes reguladores en brindar la información más fidedigna sobre las variables utilizadas en la modelación econométrica, o simplemente porque en cada región el cambio climático afecta de manera diferente a los cultivos.

Estos resultado corroboran los estudios citados en capítulos anteriores como los realizados por Ramírez, Ordaz, Mora, Acosta, & Serna, (2010), en donde se estudiaban las afectaciones por el cambio climático en países como Costa Rica, Nicaragua, Honduras y otros países de Centroamérica, escritos en los cuales se determinan cómo el cambio climático afectaba los cultivos de estos países, aceptando la hipótesis de que el cambio climático ha ido mermando los cultivos de café en el Ecuador durante el período propuesto en la investigación, algo que con el tiempo irá aumentando y degradingando el cultivo de café en el Ecuador.

### **Conclusiones**

Luego de haber realizado el modelamiento econométrico de la función de producción agrícola, se pudo constatar que el cambio climático a corto plazo no tendrá influencia en los cultivos de café en el Ecuador, pero que a largo plazo estos serán muy perjudiciales, puesto que suponen una gran disminución de la producción por lo que se estiman las siguientes conclusiones:

- Para el modelaje econométrico se utilizaron los valores de las provincias de: Pichincha, Guayas, El Oro, Manabí, Los Ríos, Loja, Orellana, por ser las regiones en donde se produce la mayor producción de café en el Ecuador actualmente, excluyendo a provincias por la falta de información, y por ser relativamente nuevas.
- Una vez obtenido los resultados del modelo econométrico se concluye que el cambio climático a corto plazo afecta negativamente en el cultivo de café del Ecuador, como resultado de obtener valores significativos a corto plazo, sobre todo con el cambio de la temperatura máxima y mínima, puesto que, con los cambios en precipitaciones, los valores no son muy significativos.
- En cuanto a los resultados a largo plazo se puede concluir que las variaciones de temperatura y la precipitación afectan en la producción de café en las provincias productoras de café de acuerdo a su variación a corto plazo
- La importancia de la agricultura en el Ecuador es muy grande por abarcar una gran parte del PBI, por lo que el detrimento de este cultivo como resultado del cambio climático afectaría en gran magnitud a la vida de la población ecuatoriana, por lo que el uso de políticas económicas encaminadas al medioambiente termina siendo preponderante para el desarrollo sostenible del país.

## Recomendaciones

Para mitigar los efectos del cambio climático se realizan las siguientes recomendaciones:

- Brindar capacitaciones por parte del MAGAP a los diferentes agricultores con la finalidad que se encuentren listos a contener estos efectos adversos, resultado del cambio climático, y así se puedan tomar medidas de contención para frenar la reducción en la producción de café.
- Fomentar el uso de una agricultura eco-amigable con la finalidad que exista una explotación de suelo sostenible y una menor emisión de efectos contaminantes, que ayuden a prevenir la propagación de vectores y de variables perjudiciales al medio ambiente.
- El Estado ecuatoriano deberá aportar con ayuda en adquisición de cultivos más resistentes al cambio climático y plagas, algo que se podría cumplir con biotecnología ya disponible en otros países.
- También es necesario destacar que dentro del modelo de producción agrícola se puede utilizar variables socioeconómicas que podrían dar valores más cercanos a la realidad, aunque el problema de estos son su medición, pero para futuras investigaciones se sugiere se incluyan.
- Por último, se recomienda que los organismos rectores como el MAGAP, posean una información estadística completa, y una supervisión constante hacia los cultivos, con el fin de que se puedan cumplir con las expectativas futuras de una planificación encaminada a sostener la agricultura del café en el Ecuador.

## Referencias

- Acciona. (s.f.). *Descubre qué es el cambio climático y cómo te afecta*. Recuperado el 6 de Agosto de 2019, de Acciona: <https://www.acciona.com/es/cambio-climatico/>
- Agencia española de cooperación Internacional para el Desarrollo. (2018). *Lecciones aprendidas sobre agricultura resiliente al cambio climático para contribuir a la seguridad alimentaria y al derecho a la alimentación en américa latina y el caribe*. Madrid. Obtenido de [http://www.aecid.es/Centro-Documentacion/Documentos/Publicaciones%20AECID/Agricultura\\_resiliente.pdf](http://www.aecid.es/Centro-Documentacion/Documentos/Publicaciones%20AECID/Agricultura_resiliente.pdf)
- Andrade, A. (2017). *Análisis y perspectivas de las empresas ecuatorianas exportadoras de productos industrializados de café, período 2009-2015*. Quito: Pontífica Universidad Católica del Ecuador.
- ANECAFE. (14 de Noviembre de 2017). *Rendimientos de café grano seco en el Ecuador 2017*. Recuperado el 9 de Mayo de 2019, de ANECAFE: <http://www.anecafe.org.ec/noticias/rendimientos-de-cafe-grano-seco-en-el-ecuador-2017#>
- Badillo , M. (2018). *Análisis del cambio climático y su incidencia en el sector agrícola en el Ecuador en el año 2017*. Quito: Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.
- Báez, D. (2014). *Comercio Internacional: un breve análisis desde Ecuador enfocado en los países en vías en desarrollo*. Obtenido de Observatorio de la economía latinoamericana: [eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2014/comercio-internacional.html](http://eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2014/comercio-internacional.html)
- Banco Interamericano de Desarrollo. (s.f.). *El efecto más impensado del cambio climático*. Obtenido de Banco Interamericano de Desarrollo: <https://www.iadb.org/es/mejorandovidas/el-efecto-mas-impensado-del-cambio-climatico>
- Belloni, M. (2015). *Resiliencia de los Sistemas Agroecológicos ante el Cambio Climático*. Cohorte. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/320694880\\_Resiliencia\\_de\\_los\\_Sistemas\\_Agroecologicos\\_ante\\_el\\_Cambio\\_Climatico](https://www.researchgate.net/publication/320694880_Resiliencia_de_los_Sistemas_Agroecologicos_ante_el_Cambio_Climatico)
- Centro de Comercio Internacional. (s.f.). *El sector del café y el cambio climático*. Obtenido de La Guía del café: <http://www.laguiaadelcafe.org/guia-del-cafe/el-cambio-climatico/El-Sector-del-Cafe-y-el-cambio-climatico/>
- CEPAL. (2014). *Impactos potenciales del cambio climático sobre el café en Centroamérica*. México D.F.: Noviembre. Recuperado el 7 de Agosto de 2019
- Cobos , E. (19 de Febrero de 2019). *El café ecuatoriano no levanta cabeza*. Recuperado el 11 de Mayo de 2019, de Gestión Digital: <https://revistagestion.ec/index.php/economia-y-finanzas-analisis/el-cafe-ecuadoriano-no-levanta-cabeza>
- DAPA. (Enero de 2015). *Evaluación del cambio climático en café y cultivos asociados para las principales regiones cultivadas de las provincias de Orellana y Sucumbios (Ecuador)*. Recuperado el 10 de Mayo de 2019, de CIAT:

<http://www.asocam.org/sites/default/files/publicaciones/files/be9e6f2c3db00f88811efe19cf26214f.pdf>

- d'Areny, A. (s.f.). *El cambio climático podría acabar*. Obtenido de Forúm café:  
[http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/10/F-37\\_Cambio\\_climatico\\_y\\_cafe.pdf](http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/10/F-37_Cambio_climatico_y_cafe.pdf)
- Davis, A., Chadburn, H., Moat, J., Hargreaves, S., O'Sullivan, R., & Nic Lughadha, E. (16 de enero de 2019). *Alto riesgo de extinción para las especies silvestres de café e implicaciones para la sostenibilidad del sector cafetero*. Obtenido de Science Advances: <https://advances.sciencemag.org/content/5/1/eaav3473>
- Delgado, P., Larco, A., García, C., Alcívar, R., Chilán, W., & Patiño, M. (Junio de 2002). *Café en Ecuador: Manejo de la Broca del Fruto (Hypothenemus hampei Ferrari)*. Recuperado el 7 de mayo de 2019, de ANECAFE:  
[http://www.ico.org/projects/cabi\\_cdrom/PDFFiles/ECUADOR.pdf](http://www.ico.org/projects/cabi_cdrom/PDFFiles/ECUADOR.pdf)
- ECOAVANT. (13 de Septiembre de 2017). *Hasta un 88% menos de café por el cambio climático por el cambio climático*. Recuperado el 7 de Agosto de 2019, de ECOAVANT: [https://www.ecoavant.com/actualidad/hasta-un-88-menos-de-cafe-por-el-cambio-climatico\\_3399\\_102.html](https://www.ecoavant.com/actualidad/hasta-un-88-menos-de-cafe-por-el-cambio-climatico_3399_102.html)
- El Comercio. (11 de Septiembre de 2017). *Cambio climático modificará zonas aptas para producir café, según estudio*. Recuperado el 11 de Mayo de 2019, de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/tendencias/cambioclimatico-estudio-cafe-especiespolinizadoras-agricultura.html>
- El Comercio. (16 de Enero de 2019). *60% de las especies de café silvestre, amenazadas por el cambio climático*. Recuperado el 10 de Mayo de 2019, de El Comercio: <https://www.elcomercio.com/tendencias/cafe-silvestre-amenaza-cambio-climatico.html>
- El Productor. (30 de Enero de 2017). *Rendimiento de café en el Ecuador*. Recuperado el 8 de Mayo de 2019, de El Productor: <https://elproductor.com/estadisticas-agropecuarias/rendimiento-de-cafe-en-el-ecuador/>
- El Universo. (26 de junio de 2019). Ecuador es el segundo país del mundo que más tarda en consumir sus recursos naturales anuales. *El Universo*.
- Elcacho, J. (20 de junio de 2017). *La mitad de los cultivos de café etíope se perderán este siglo por el cambio climático*. Obtenido de La vanguardia: <https://www.lavanguardia.com/natural/20170620/423524270812/cambio-climatico-efectos-cultivo-cafe-etiofia.html>
- ElUniverso. (14 de Enero de 2019). *Exportación de café se redujo un 30% en el 2018*. Recuperado el 11 de Mayo de 2019, de El Universo: <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/01/14/nota/7137989/exportacion-se-redujo-30-ano-anterior>
- Espinosa, A. (2017). *Impacto del cambio climático en el rendimiento de los cultivos de maíz duro seco, banano, fréjol seco, cacao, y café: Un análisis provincial, período 2000-2012*. Recuperado el 11 de Mayo de 2019, de RiUTPL:

<http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/21447/1/Espinosa%20Maldonado%20del%20Cisne.pdf>

- Fernández, M. E. (Marzo de 2013). *Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores*. Recuperado el 7 de Agosto de 2019, de IDEAM:  
<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>
- Fleischer, A., Lichtman, I., & Mendelsohn, R. (2007). *Climate Change, Irrigation, and Israeli Agriculture: Will Warming Be Harmful?* World Bank. Development Research Group. Sustainable Rural and Urban Development Team, California. Recuperado el 8 de Agosto de 2019
- Freire, C., Govea, K., & Arguello, J. (2017). Importancia de la agricultura en una economía dolarizada. *Revista Espacios*.
- González, P. (26 de Junio de 2017). *El panorama es favorable para el café*. Recuperado el 8 de Mayo de 2019, de Revista líderes:  
<https://www.revistalideres.ec/lideres/panorama-favorable-cafe-produccion-agricultura.html>
- Gonzalez, R. (2018). *Diagnóstico y análisis de la cadena de valor del café ecuatoriano durante el período: 2010-2015*. Machala: Universidad Técnica de Machala.
- GREENPEACE. (s.f.). *Efectos del cambio climático en el medio ambiente*. Recuperado el 6 de Agosto de 2019, de GREENPEACE:  
<https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/cambio-climatico/asi-afecta-el-cambio-climatico/efectos-del-cambio-climatico-en-el-medio-ambiente/>
- Imbach, P., Fung, E., Hannah, L., Roubik, D., Ricketts, T., & Harvey, C. (26 de septiembre de 2017). *Acoplamiento de los servicios de polinización e idoneidad del café bajo el cambio climático*. Obtenido de Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America:  
<http://www.pnas.org/content/114/39/10438>
- Iquijada. (8 de enero de 2019). *Importancia de la agricultura para el Ecuador*. Obtenido de VisitaElOro: <http://visitaeloro.com/tradiciones/importancia-agricultura-ecuador/>
- Isaza, C., & Cornejo, J. (2014). *Cambio climático y su impacto en el cultivo del café*. Recuperado el 7 de Agosto de 2019, de Infocafe: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/10/CambioClimaticoYCafe.pdf>
- Jiménez, S., Castro, L., Yépez, J., & Wittmer, C. (2011). *Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia en el Ecuador*. Madrid: Fundación Carolina.
- Macas, G. (2016). *Ecuador y su futuro en el comercio internacional*. Obtenido de ECOTEC: [ecotec.edu.ec/content/uploads/2017/09/investigacion/libros/ecuador-futuro-comercio.pdf](http://ecotec.edu.ec/content/uploads/2017/09/investigacion/libros/ecuador-futuro-comercio.pdf)
- MAGAP. (4 de Mayo de 2018). *Capacitan sobre el impacto del cambio climático en la producción de café*. Recuperado el 11 de Mayo de 2019, de MAGAP:

<https://www.agricultura.gob.ec/capacitan-sobre-el-impacto-del-cambio-climatico-en-la-produccion-de-cafe/>

- Molina, A. (11 de Octubre de 2018). *Explorando El Café Especial de Ecuador*. Recuperado el 11 de Mayo de 2019, de Perfect Daily Grind: <https://www.perfectdailygrind.com/2018/10/explorando-el-cafe-de-ecuador/>
- Molina, A. (25 de Enero de 2019). *Guía De Plagas Y Enfermedades Comunes Del Café*. Recuperado el 11 de Mayo de 2019, de Perfect Daily Grind: <https://www.perfectdailygrind.com/2019/01/guia-de-plagas-y-enfermedades-comunes-del-cafe/>
- Morales, M. (13 de Septiembre de 2017). *Desafíos y oportunidades para el café de Ecuador frente a los efectos de cambio climático*. Recuperado el 9 de Mayo de 2019, de El Telégrafo: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/columnistas/1/desafios-y-oportunidades-para-el-cafe-de-ecuador-frente-a-los-efectos-de-cambio-climatico>
- Muñoz, M. (s.f.). *El cambio climático y la producción del café*. Recuperado el 7 de Agosto de 2019, de forum del café: <https://www.forumdelcafe.com/sites/default/files/biblioteca/cambioclimatco.pdf>
- Naciones Unidas. (1992). *Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático*. Obtenido de Naciones Unidas: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- Naciones Unidas. (2019). *Cambio Climático*. Recuperado el 7 de Mayo de 2019, de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/climate-change/index.html>
- Nelson, G., Rosegrant, M., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., . . . Lee, D. (Octubre de 2009). *Cambio Climático El impacto en la agricultura y los costos de adaptación*. Recuperado el 07 de Agosto de 2019, de IFPRI.
- ODEPA. (Diciembre de 2013). *Cambio Climático Impacto en la agricultura heladas y sequías*. Recuperado el 7 de Agosto de 2019, de ODEPA: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2013/12/cambioClimatico2013.pdf>
- Ordaz, J., Ramírez, D., Mora, J., Acosta, A., & Serna, B. (2010). *Efectos del cambio climático sobre la agricultura en Honduras*. Obtenido de CEPAL: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25916/1/LCmexL965\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25916/1/LCmexL965_es.pdf)
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación*. FAO, Roma. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i6030s.pdf>
- Panel Intergubernamental En Cambio Climático. (7 de agosto de 2019). *Cambio climático y tierra*. Obtenido de IPCC: <https://archive.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>

- Participación ciudadana. (2014). *Cambio Climático*. Recuperado el 6 de Agosto de 2019, de IDEAM: <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>
- Pozo, M. (Enero de 2014). *Análisis de los factores que inciden en la producción de café en el Ecuador 2000 – 2011*. Recuperado el 8 de Mayo de 2019, de Pontificia Universidad Católica Del Ecuador: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6848/7.36.001425.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Revista Ekos. (4 de febrero de 2018). *Cultivo de banano, café y cacao: Se requiere mayor competitividad*. Recuperado el 11 de Mayo de 2019, de issuu: [https://issuu.com/ekosnegocios/docs/book\\_286\\_baja/48](https://issuu.com/ekosnegocios/docs/book_286_baja/48)
- Rosales, G. (2013). *Evaluación de los impactos potenciales de la variabilidad y cambio climáticos en la producción café (caffé arabica) en Coatepec, Veracruz*. México D.F.
- Sinchiguano, C. (Marzo de 2017). *Cambio Climático y Comercio justo en Ecuador: Resiliencia Campesina Territorial de las organizaciones de pequeños productores de la CECJ*. Recuperado el 11 de Mayo de 2019, de CECJ: <http://www.cejecuador.org.ec/wp-content/uploads/2017/05/Documento-de-trabajo-Cambio-Climatico-en-PDF.pdf>
- Stylianou, N. (19 de junio de 2017). *La amenaza que se cierne sobre el café ¿Sabrá peor a medida que se calienta el planeta?* Obtenido de BBC MUNDO: <https://www.bbc.com/mundo/resources/idt-7a4e3532-6a53-490f-8cee-79574966791c>
- Varela, A., & Ron, S. (2018). *Geografía y clima del Ecuador*. Obtenido de Pontificia Universidad Católica del Ecuador: <https://bioweb.bio/fungiweb/GeografiaClima/>

## Apéndices

### Apéndice 1: Tabla de datos de Ecuador

**Tabla 4:**

*Datos de precipitación, temperatura y producción de café en el Ecuador*

| Año  | Provincia | Producción (Tn) | In prod | Precipitación anual media (mm) | Temperatura anual mínima (°C) | Temperatura anual máxima (°C) | Prec2    | Temp Max2 | Temp Min2 | In prec | Intemp max | Intemp min | In prec2 | Intemp max2 | Intemp min2 |
|------|-----------|-----------------|---------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------|-----------|-----------|---------|------------|------------|----------|-------------|-------------|
| 2002 | LOJA      | 3737            | 8,2260  | 65,45                          | 12,40                         | 21,20                         | 4283,70  | 449,44    | 153,76    | 4,1813  | 3,0540     | 2,5177     | 8,3626   | 6,1080      | 5,0354      |
| 2003 | LOJA      | 1968            | 7,5848  | 74,94                          | 12,10                         | 21,50                         | 5616,00  | 462,25    | 146,41    | 4,3167  | 3,0681     | 2,4932     | 8,6334   | 6,1361      | 4,9864      |
| 2004 | LOJA      | 0               | #¡NUM!  | 89,79                          | 12,00                         | 21,80                         | 8062,24  | 475,24    | 144,00    | 4,4975  | 3,0819     | 2,4849     | 8,9949   | 6,1638      | 4,9698      |
| 2005 | LOJA      | 5114            | 8,5397  | 76,49                          | 12,00                         | 22,30                         | 5850,72  | 497,29    | 144,00    | 4,3372  | 3,1046     | 2,4849     | 8,6743   | 6,2092      | 4,9698      |
| 2006 | LOJA      | 4114            | 8,3222  | 75,03                          | 12,80                         | 22,20                         | 5629,50  | 492,84    | 163,84    | 4,3179  | 3,1001     | 2,5494     | 8,6358   | 6,2002      | 5,0989      |
| 2007 | LOJA      | 4384            | 8,3857  | 93,50                          | 12,40                         | 21,60                         | 8742,25  | 466,56    | 153,76    | 4,5380  | 3,0727     | 2,5177     | 9,0759   | 6,1454      | 5,0354      |
| 2008 | LOJA      | 2884            | 7,9669  | 237,90                         | 11,60                         | 21,30                         | 56596,41 | 453,69    | 134,56    | 5,4719  | 3,0587     | 2,4510     | 10,9437  | 6,1174      | 4,9020      |
| 2009 | LOJA      | 2886            | 7,9676  | 134,40                         | 12,30                         | 21,60                         | 18063,36 | 466,56    | 151,29    | 4,9008  | 3,0727     | 2,5096     | 9,8016   | 6,1454      | 5,0192      |
| 2010 | LOJA      | 3192            | 8,0684  | 46,30                          | 12,10                         | 22,20                         | 2143,69  | 492,84    | 146,41    | 3,8351  | 3,1001     | 2,4932     | 7,6703   | 6,2002      | 4,9864      |
| 2011 | LOJA      | 3852            | 8,2563  | 131,40                         | 12,00                         | 21,60                         | 17265,96 | 466,56    | 144,00    | 4,8782  | 3,0727     | 2,4849     | 9,7565   | 6,1454      | 4,9698      |
| 2012 | LOJA      | 1946            | 7,5735  | 60,50                          | 12,60                         | 21,40                         | 3660,25  | 457,96    | 158,76    | 4,1026  | 3,0634     | 2,5337     | 8,2053   | 6,1268      | 5,0674      |
| 2013 | LOJA      | 1154            | 7,0510  | 48,80                          | 12,40                         | 21,30                         | 2381,44  | 453,69    | 153,76    | 3,8877  | 3,0587     | 2,5177     | 7,7755   | 6,1174      | 5,0354      |

|      |           |      |        |         |       |       |            |        |        |        |        |        |         |        |        |
|------|-----------|------|--------|---------|-------|-------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| 2014 | LOJA      | 378  | 5,9349 | 208,80  | 12,00 | 21,60 | 43597,44   | 466,56 | 144,00 | 5,3414 | 3,0727 | 2,4849 | 10,6828 | 6,1454 | 4,9698 |
| 2015 | LOJA      | 357  | 5,8777 | 1404,00 | 7,80  | 25,00 | 1971216,00 | 625,00 | 60,84  | 7,2471 | 3,2189 | 2,0541 | 14,4942 | 6,4378 | 4,1082 |
| 2016 | LOJA      | 151  | 5,0173 | 53,70   | 12,51 | 23,27 | 2883,69    | 541,49 | 156,50 | 3,9834 | 3,1472 | 2,5265 | 7,9668  | 6,2943 | 5,0531 |
| 2017 | LOJA      | 277  | 5,6240 | 23,81   | 11,65 | 23,45 | 566,92     | 549,90 | 135,72 | 3,1701 | 3,1549 | 2,4553 | 6,3402  | 6,3097 | 4,9106 |
| 2018 | LOJA      | 305  | 5,7203 | 19,31   | 12,12 | 22,41 | 372,88     | 502,21 | 146,89 | 2,9606 | 3,1095 | 2,4949 | 5,9212  | 6,2190 | 4,9897 |
| 2002 | PICHINCHA | 764  | 6,6386 | 89,63   | 10,00 | 21,70 | 8033,54    | 470,89 | 100,00 | 4,4957 | 3,0773 | 2,3026 | 8,9914  | 6,1546 | 4,6052 |
| 2003 | PICHINCHA | 845  | 6,7393 | 90,60   | 10,00 | 21,60 | 8208,36    | 466,56 | 100,00 | 4,5065 | 3,0727 | 2,3026 | 9,0129  | 6,1454 | 4,6052 |
| 2004 | PICHINCHA | 1857 | 7,5267 | 72,56   | 9,70  | 22,00 | 5264,95    | 484,00 | 94,09  | 4,2844 | 3,0910 | 2,2721 | 8,5688  | 6,1821 | 4,5443 |
| 2005 | PICHINCHA | 1990 | 7,5959 | 73,48   | 10,10 | 22,20 | 5399,31    | 492,84 | 102,01 | 4,2970 | 3,1001 | 2,3125 | 8,5940  | 6,2002 | 4,6251 |
| 2006 | PICHINCHA | 1357 | 7,2130 | 104,20  | 10,10 | 21,80 | 10857,64   | 475,24 | 102,01 | 4,6463 | 3,0819 | 2,3125 | 9,2926  | 6,1638 | 4,6251 |
| 2007 | PICHINCHA | 1735 | 7,4588 | 77,10   | 9,86  | 20,54 | 5944,41    | 421,89 | 97,22  | 4,3451 | 3,0224 | 2,2885 | 8,6902  | 6,0447 | 4,5770 |
| 2008 | PICHINCHA | 1161 | 7,0570 | 112,00  | 10,00 | 20,60 | 12544,00   | 424,36 | 100,00 | 4,7185 | 3,0253 | 2,3026 | 9,4370  | 6,0506 | 4,6052 |
| 2009 | PICHINCHA | 790  | 6,6720 | 60,50   | 10,50 | 22,20 | 3660,25    | 492,84 | 110,25 | 4,1026 | 3,1001 | 2,3514 | 8,2053  | 6,2002 | 4,7028 |
| 2010 | PICHINCHA | 1220 | 7,1066 | 24,40   | 10,32 | 21,82 | 595,36     | 476,11 | 106,50 | 3,1946 | 3,0828 | 2,3341 | 6,3892  | 6,1657 | 4,6682 |
| 2011 | PICHINCHA | 259  | 5,5568 | 59,70   | 10,20 | 21,30 | 3564,09    | 453,69 | 104,04 | 4,0893 | 3,0587 | 2,3224 | 8,1787  | 6,1174 | 4,6448 |
| 2012 | PICHINCHA | 189  | 5,2417 | 54,60   | 10,60 | 22,30 | 2981,16    | 497,29 | 112,36 | 4,0000 | 3,1046 | 2,3609 | 8,0001  | 6,2092 | 4,7217 |
| 2013 | PICHINCHA | 73   | 4,2905 | 32,50   | 10,70 | 22,00 | 1056,25    | 484,00 | 114,49 | 3,4812 | 3,0910 | 2,3702 | 6,9625  | 6,1821 | 4,7405 |
| 2014 | PICHINCHA | 38   | 3,6376 | 131,30  | 10,20 | 21,30 | 17239,69   | 453,69 | 104,04 | 4,8775 | 3,0587 | 2,3224 | 9,7550  | 6,1174 | 4,6448 |
| 2015 | PICHINCHA | 78   | 4,3567 | 776,00  | 9,00  | 25,40 | 602176,00  | 645,16 | 81,00  | 6,6542 | 3,2347 | 2,1972 | 13,3083 | 6,4695 | 4,3944 |
| 2016 | PICHINCHA | 60   | 4,0943 | 61,06   | 11,36 | 23,65 | 3728,32    | 559,32 | 129,05 | 4,1119 | 3,1634 | 2,4301 | 8,2237  | 6,3267 | 4,8602 |

|      |           |      |        |         |       |       |            |         |        |        |        |        |         |        |        |
|------|-----------|------|--------|---------|-------|-------|------------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| 2017 | PICHINCHA | 65   | 4,1744 | 50,11   | 10,71 | 22,47 | 2511,01    | 504,90  | 114,70 | 3,9142 | 3,1122 | 2,3712 | 7,8284  | 6,2244 | 4,7424 |
| 2018 | PICHINCHA | 56   | 4,0254 | 23,47   | 10,53 | 22,67 | 550,84     | 513,93  | 110,88 | 3,1557 | 3,1210 | 2,3542 | 6,3114  | 6,2421 | 4,7085 |
| 2002 | EL ORO    | 1227 | 7,1123 | 118,39  | 16,60 | 26,94 | 14016,19   | 725,76  | 275,56 | 4,7740 | 3,2936 | 2,8094 | 9,5480  | 6,5872 | 5,6188 |
| 2003 | EL ORO    | 912  | 6,8156 | 83,15   | 17,10 | 26,30 | 6913,92    | 691,69  | 292,41 | 4,4206 | 3,2696 | 2,8391 | 8,8413  | 6,5391 | 5,6782 |
| 2004 | EL ORO    | 4311 | 8,3689 | 96,93   | 16,90 | 29,50 | 9395,42    | 870,25  | 285,61 | 4,5740 | 3,3844 | 2,8273 | 9,1480  | 6,7688 | 5,6546 |
| 2005 | EL ORO    | 2296 | 7,7389 | 175,60  | 16,74 | 28,86 | 30835,36   | 832,90  | 280,23 | 5,1682 | 3,3625 | 2,8178 | 10,3364 | 6,7249 | 5,6356 |
| 2006 | EL ORO    | 1280 | 7,1546 | 341,40  | 22,60 | 30,20 | 116553,96  | 912,04  | 510,76 | 5,8331 | 3,4078 | 3,1179 | 11,6661 | 6,8157 | 6,2359 |
| 2007 | EL ORO    | 2750 | 7,9194 | 195,60  | 21,20 | 29,70 | 38259,36   | 882,09  | 449,44 | 5,2761 | 3,3911 | 3,0540 | 10,5521 | 6,7823 | 6,1080 |
| 2008 | EL ORO    | 2369 | 7,7702 | 224,20  | 21,72 | 32,48 | 50265,64   | 1054,95 | 471,76 | 5,4125 | 3,4806 | 3,0782 | 10,8251 | 6,9612 | 6,1565 |
| 2009 | EL ORO    | 2546 | 7,8423 | 110,20  | 20,90 | 28,70 | 12144,04   | 823,69  | 436,81 | 4,7023 | 3,3569 | 3,0397 | 9,4046  | 6,7138 | 6,0795 |
| 2010 | EL ORO    | 2455 | 7,8059 | 162,00  | 17,08 | 30,22 | 26244,00   | 913,25  | 291,73 | 5,0876 | 3,4085 | 2,8379 | 10,1752 | 6,8170 | 5,6758 |
| 2011 | EL ORO    | 1110 | 7,0121 | 29,10   | 16,90 | 29,40 | 846,81     | 864,36  | 285,61 | 3,3707 | 3,3810 | 2,8273 | 6,7415  | 6,7620 | 5,6546 |
| 2012 | EL ORO    | 415  | 6,0283 | 105,00  | 21,39 | 28,14 | 11025,00   | 791,86  | 457,53 | 4,6540 | 3,3372 | 3,0629 | 9,3079  | 6,6744 | 6,1258 |
| 2013 | EL ORO    | 204  | 5,3181 | 81,50   | 21,50 | 28,00 | 6642,25    | 784,00  | 462,25 | 4,4006 | 3,3322 | 3,0681 | 8,8012  | 6,6644 | 6,1361 |
| 2014 | EL ORO    | 40   | 3,6889 | 260,30  | 19,24 | 28,90 | 67756,09   | 835,21  | 370,18 | 5,5618 | 3,3638 | 2,9570 | 11,1237 | 6,7277 | 5,9140 |
| 2015 | EL ORO    | 2    | 0,6931 | 1120,00 | 16,80 | 33,50 | 1254400,00 | 1122,25 | 282,24 | 7,0211 | 3,5115 | 2,8214 | 14,0422 | 7,0231 | 5,6428 |
| 2016 | EL ORO    | 15   | 2,7081 | 104,33  | 17,63 | 32,03 | 10884,75   | 1025,92 | 310,82 | 4,6476 | 3,4667 | 2,8696 | 9,2951  | 6,9333 | 5,7392 |
| 2017 | EL ORO    | 19   | 2,9444 | 51,20   | 21,66 | 32,78 | 2621,44    | 1074,53 | 469,16 | 3,9357 | 3,4898 | 3,0755 | 7,8715  | 6,9796 | 6,1509 |
| 2018 | EL ORO    | 32   | 3,4657 | 52,17   | 20,03 | 32,87 | 2721,71    | 1080,44 | 401,20 | 3,9545 | 3,4926 | 2,9972 | 7,9090  | 6,9851 | 5,9945 |
| 2002 | GUAYAS    | 726  | 6,5876 | 132,80  | 22,40 | 29,70 | 17635,84   | 882,09  | 501,76 | 4,8888 | 3,3911 | 3,1091 | 9,7777  | 6,7823 | 6,2181 |

|      |          |       |         |        |       |       |           |         |        |        |        |        |         |        |        |
|------|----------|-------|---------|--------|-------|-------|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| 2003 | GUAYAS   | 671   | 6,5088  | 66,55  | 22,20 | 29,60 | 4428,90   | 876,16  | 492,84 | 4,1980 | 3,3878 | 3,1001 | 8,3959  | 6,7755 | 6,2002 |
| 2004 | GUAYAS   | 27035 | 10,2049 | 79,43  | 21,90 | 29,60 | 6309,12   | 876,16  | 479,61 | 4,3749 | 3,3878 | 3,0865 | 8,7498  | 6,7755 | 6,1730 |
| 2005 | GUAYAS   | 1412  | 7,2528  | 65,54  | 21,90 | 29,40 | 4295,49   | 864,36  | 479,61 | 4,1827 | 3,3810 | 3,0865 | 8,3653  | 6,7620 | 6,1730 |
| 2006 | GUAYAS   | 1077  | 6,9819  | 112,27 | 22,20 | 29,70 | 12604,55  | 882,09  | 492,84 | 4,7209 | 3,3911 | 3,1001 | 9,4418  | 6,7823 | 6,2002 |
| 2007 | GUAYAS   | 1501  | 7,3139  | 481,60 | 21,70 | 29,80 | 231938,56 | 888,04  | 470,89 | 6,1771 | 3,3945 | 3,0773 | 12,3542 | 6,7890 | 6,1546 |
| 2008 | GUAYAS   | 1123  | 7,0238  | 619,20 | 21,90 | 29,60 | 383408,64 | 876,16  | 479,61 | 6,4284 | 3,3878 | 3,0865 | 12,8569 | 6,7755 | 6,1730 |
| 2009 | GUAYAS   | 1268  | 7,1452  | 187,60 | 22,00 | 30,20 | 35193,76  | 912,04  | 484,00 | 5,2343 | 3,4078 | 3,0910 | 10,4686 | 6,8157 | 6,1821 |
| 2010 | GUAYAS   | 1195  | 7,0859  | 238,40 | 22,10 | 29,80 | 56834,56  | 888,04  | 488,41 | 5,4739 | 3,3945 | 3,0956 | 10,9479 | 6,7890 | 6,1912 |
| 2011 | GUAYAS   | 446   | 6,1003  | 39,20  | 22,00 | 30,20 | 1536,64   | 912,04  | 484,00 | 3,6687 | 3,4078 | 3,0910 | 7,3374  | 6,8157 | 6,1821 |
| 2012 | GUAYAS   | 89    | 4,4886  | 494,10 | 22,10 | 30,30 | 244134,81 | 918,09  | 488,41 | 6,2027 | 3,4111 | 3,0956 | 12,4055 | 6,8223 | 6,1912 |
| 2013 | GUAYAS   | 85    | 4,4427  | 329,50 | 21,90 | 29,90 | 108570,25 | 894,01  | 479,61 | 5,7976 | 3,3979 | 3,0865 | 11,5952 | 6,7957 | 6,1730 |
| 2014 | GUAYAS   | 54    | 3,9890  | 125,40 | 22,00 | 30,20 | 15725,16  | 912,04  | 484,00 | 4,8315 | 3,4078 | 3,0910 | 9,6630  | 6,8157 | 6,1821 |
| 2015 | GUAYAS   | 91    | 4,5109  | 967,00 | 22,00 | 33,60 | 935089,00 | 1128,96 | 484,00 | 6,8742 | 3,5145 | 3,0910 | 13,7484 | 7,0291 | 6,1821 |
| 2016 | GUAYAS   | 221   | 5,3982  | 83,25  | 23,18 | 31,66 | 6930,56   | 1002,36 | 537,31 | 4,4218 | 3,4551 | 3,1433 | 8,8437  | 6,9101 | 6,2866 |
| 2017 | GUAYAS   | 430   | 6,0638  | 44,22  | 22,75 | 30,93 | 1955,41   | 956,66  | 517,56 | 3,7892 | 3,4317 | 3,1246 | 7,5784  | 6,8635 | 6,2491 |
| 2018 | GUAYAS   | 287   | 5,6595  | 10,48  | 22,29 | 30,71 | 109,83    | 943,10  | 496,84 | 2,3495 | 3,4246 | 3,1041 | 4,6989  | 6,8492 | 6,2083 |
| 2002 | LOS RÍOS | 3698  | 8,2155  | 160,48 | 22,50 | 29,60 | 25753,83  | 876,16  | 506,25 | 5,0782 | 3,3878 | 3,1135 | 10,1563 | 6,7755 | 6,2270 |
| 2003 | LOS RÍOS | 1407  | 7,2492  | 126,86 | 22,00 | 29,50 | 16093,46  | 870,25  | 484,00 | 4,8431 | 3,3844 | 3,0910 | 9,6862  | 6,7688 | 6,1821 |
| 2004 | LOS RÍOS | 19465 | 9,8764  | 102,76 | 22,30 | 29,22 | 10559,62  | 853,81  | 497,29 | 4,6324 | 3,3749 | 3,1046 | 9,2648  | 6,7497 | 6,2092 |
| 2005 | LOS RÍOS | 4079  | 8,3136  | 83,64  | 22,03 | 28,73 | 6995,65   | 825,41  | 485,32 | 4,4265 | 3,3579 | 3,0924 | 8,8530  | 6,7159 | 6,1848 |

|      |          |       |        |         |       |       |            |         |        |        |        |        |         |        |        |
|------|----------|-------|--------|---------|-------|-------|------------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| 2006 | LOS RÍOS | 3235  | 8,0818 | 119,15  | 22,50 | 29,70 | 14196,72   | 882,09  | 506,25 | 4,7804 | 3,3911 | 3,1135 | 9,5608  | 6,7823 | 6,2270 |
| 2007 | LOS RÍOS | 4088  | 8,3158 | 415,80  | 22,10 | 29,50 | 172889,64  | 870,25  | 488,41 | 6,0302 | 3,3844 | 3,0956 | 12,0604 | 6,7688 | 6,1912 |
| 2008 | LOS RÍOS | 3957  | 8,2832 | 836,40  | 22,40 | 29,80 | 699564,96  | 888,04  | 501,76 | 6,7291 | 3,3945 | 3,1091 | 13,4582 | 6,7890 | 6,2181 |
| 2009 | LOS RÍOS | 3996  | 8,2930 | 322,80  | 22,10 | 30,90 | 104199,84  | 954,81  | 488,41 | 5,7770 | 3,4308 | 3,0956 | 11,5541 | 6,8615 | 6,1912 |
| 2010 | LOS RÍOS | 3659  | 8,2049 | 259,70  | 22,10 | 30,70 | 67444,09   | 942,49  | 488,41 | 5,5595 | 3,4243 | 3,0956 | 11,1191 | 6,8485 | 6,1912 |
| 2011 | LOS RÍOS | 439   | 6,0845 | 154,30  | 21,90 | 31,30 | 23808,49   | 979,69  | 479,61 | 5,0389 | 3,4436 | 3,0865 | 10,0778 | 6,8872 | 6,1730 |
| 2012 | LOS RÍOS | 124   | 4,8203 | 645,80  | 22,35 | 30,31 | 417057,64  | 918,70  | 499,52 | 6,4705 | 3,4115 | 3,1068 | 12,9410 | 6,8230 | 6,2137 |
| 2013 | LOS RÍOS | 162   | 5,0876 | 550,90  | 21,90 | 30,00 | 303490,81  | 900,00  | 479,61 | 6,3116 | 3,4012 | 3,0865 | 12,6231 | 6,8024 | 6,1730 |
| 2014 | LOS RÍOS | 310   | 5,7366 | 90,20   | 21,90 | 31,10 | 8136,04    | 967,21  | 479,61 | 4,5020 | 3,4372 | 3,0865 | 9,0041  | 6,8744 | 6,1730 |
| 2015 | LOS RÍOS | 144   | 4,9698 | 1664,00 | 21,30 | 33,20 | 2768896,00 | 1102,24 | 453,69 | 7,4170 | 3,5025 | 3,0587 | 14,8340 | 7,0051 | 6,1174 |
| 2016 | LOS RÍOS | 72    | 4,2767 | 179,22  | 20,52 | 33,95 | 32119,81   | 1152,60 | 421,07 | 5,1886 | 3,5249 | 3,0214 | 10,3772 | 7,0498 | 6,0428 |
| 2017 | LOS RÍOS | 41    | 3,7136 | 307,17  | 21,42 | 33,58 | 94353,41   | 1127,62 | 458,82 | 5,7274 | 3,5139 | 3,0643 | 11,4548 | 7,0279 | 6,1287 |
| 2018 | LOS RÍOS | 19    | 2,9444 | 334,00  | 21,30 | 33,07 | 111556,00  | 1093,62 | 453,69 | 5,8111 | 3,4986 | 3,0587 | 11,6223 | 6,9973 | 6,1174 |
| 2002 | MANABÍ   | 5910  | 8,6844 | 59,20   | 21,90 | 30,70 | 3504,64    | 942,49  | 479,61 | 4,0809 | 3,4243 | 3,0865 | 8,1618  | 6,8485 | 6,1730 |
| 2003 | MANABÍ   | 4774  | 8,4709 | 27,30   | 21,80 | 31,50 | 745,29     | 992,25  | 475,24 | 3,3069 | 3,4500 | 3,0819 | 6,6138  | 6,9000 | 6,1638 |
| 2004 | MANABÍ   | 18841 | 9,8438 | 29,82   | 21,60 | 31,70 | 889,23     | 1004,89 | 466,56 | 3,3952 | 3,4563 | 3,0727 | 6,7904  | 6,9126 | 6,1454 |
| 2005 | MANABÍ   | 12431 | 9,4279 | 52,31   | 21,50 | 30,80 | 2736,34    | 948,64  | 462,25 | 3,9572 | 3,4275 | 3,0681 | 7,9144  | 6,8550 | 6,1361 |
| 2006 | MANABÍ   | 10409 | 9,2504 | 34,04   | 20,10 | 31,50 | 1158,72    | 992,25  | 404,01 | 3,5275 | 3,4500 | 3,0007 | 7,0551  | 6,9000 | 6,0014 |
| 2007 | MANABÍ   | 11039 | 9,3092 | 170,30  | 21,81 | 29,59 | 29002,09   | 875,57  | 475,68 | 5,1376 | 3,3874 | 3,0824 | 10,2751 | 6,7749 | 6,1647 |
| 2008 | MANABÍ   | 11629 | 9,3613 | 147,70  | 21,50 | 30,00 | 21815,29   | 900,00  | 462,25 | 4,9952 | 3,4012 | 3,0681 | 9,9904  | 6,8024 | 6,1361 |

|      |          |       |        |        |       |       |           |         |        |        |        |        |         |        |        |
|------|----------|-------|--------|--------|-------|-------|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| 2009 | MANABÍ   | 12397 | 9,4252 | 70,60  | 18,46 | 31,94 | 4984,36   | 1020,16 | 340,77 | 4,2570 | 3,4639 | 2,9156 | 8,5141  | 6,9277 | 5,8312 |
| 2010 | MANABÍ   | 10501 | 9,2592 | 177,60 | 22,30 | 30,50 | 31541,76  | 930,25  | 497,29 | 5,1795 | 3,4177 | 3,1046 | 10,3591 | 6,8355 | 6,2092 |
| 2011 | MANABÍ   | 11330 | 9,3352 | 33,70  | 21,20 | 31,70 | 1135,69   | 1004,89 | 449,44 | 3,5175 | 3,4563 | 3,0540 | 7,0350  | 6,9126 | 6,1080 |
| 2012 | MANABÍ   | 2098  | 7,6487 | 20,60  | 21,20 | 31,20 | 424,36    | 973,44  | 449,44 | 3,0253 | 3,4404 | 3,0540 | 6,0506  | 6,8808 | 6,1080 |
| 2013 | MANABÍ   | 2911  | 7,9763 | 45,50  | 20,40 | 30,80 | 2070,25   | 948,64  | 416,16 | 3,8177 | 3,4275 | 3,0155 | 7,6354  | 6,8550 | 6,0311 |
| 2014 | MANABÍ   | 614   | 6,4200 | 47,70  | 21,20 | 31,70 | 2275,29   | 1004,89 | 449,44 | 3,8649 | 3,4563 | 3,0540 | 7,7299  | 6,9126 | 6,1080 |
| 2015 | MANABÍ   | 1551  | 7,3467 | 544,00 | 20,60 | 35,40 | 295936,00 | 1253,16 | 424,36 | 6,2989 | 3,5667 | 3,0253 | 12,5979 | 7,1334 | 6,0506 |
| 2016 | MANABÍ   | 1306  | 7,1747 | 32,40  | 21,96 | 32,89 | 1049,76   | 1081,75 | 482,24 | 3,4782 | 3,4932 | 3,0892 | 6,9563  | 6,9863 | 6,1784 |
| 2017 | MANABÍ   | 1029  | 6,9363 | 23,46  | 21,77 | 32,01 | 550,37    | 1024,64 | 473,93 | 3,1553 | 3,4660 | 3,0805 | 6,3106  | 6,9321 | 6,1611 |
| 2018 | MANABÍ   | 1598  | 7,3765 | 1,88   | 21,71 | 32,48 | 3,53      | 1054,95 | 471,32 | 0,6313 | 3,4806 | 3,0778 | 1,2625  | 6,9612 | 6,1555 |
| 2002 | ORELLANA | 0     | #¡NUM! | 263,18 | 22,20 | 31,00 | 69263,71  | 961,00  | 492,84 | 5,5728 | 3,4340 | 3,1001 | 11,1457 | 6,8680 | 6,2002 |
| 2003 | ORELLANA | 0     | #¡NUM! | 246,98 | 22,10 | 31,00 | 60999,12  | 961,00  | 488,41 | 5,5093 | 3,4340 | 3,0956 | 11,0186 | 6,8680 | 6,1912 |
| 2004 | ORELLANA | 0     | #¡NUM! | 216,21 | 22,10 | 31,60 | 46746,76  | 998,56  | 488,41 | 5,3763 | 3,4532 | 3,0956 | 10,7525 | 6,9063 | 6,1912 |
| 2005 | ORELLANA | 0     | #¡NUM! | 236,56 | 22,20 | 31,50 | 55960,63  | 992,25  | 492,84 | 5,4662 | 3,4500 | 3,1001 | 10,9324 | 6,9000 | 6,2002 |
| 2006 | ORELLANA | 0     | #¡NUM! | 235,38 | 22,10 | 31,40 | 55403,74  | 985,96  | 488,41 | 5,4612 | 3,4468 | 3,0956 | 10,9224 | 6,8936 | 6,1912 |
| 2007 | ORELLANA | 0     | #¡NUM! | 414,30 | 22,10 | 31,60 | 171644,49 | 998,56  | 488,41 | 6,0266 | 3,4532 | 3,0956 | 12,0532 | 6,9063 | 6,1912 |
| 2008 | ORELLANA | 0     | #¡NUM! | 125,40 | 22,00 | 31,20 | 15725,16  | 973,44  | 484,00 | 4,8315 | 3,4404 | 3,0910 | 9,6630  | 6,8808 | 6,1821 |
| 2009 | ORELLANA | 0     | #¡NUM! | 224,30 | 22,30 | 31,30 | 50310,49  | 979,69  | 497,29 | 5,4130 | 3,4436 | 3,1046 | 10,8260 | 6,8872 | 6,2092 |
| 2010 | ORELLANA | 0     | #¡NUM! | 290,70 | 22,40 | 31,90 | 84506,49  | 1017,61 | 501,76 | 5,6723 | 3,4626 | 3,1091 | 11,3446 | 6,9252 | 6,2181 |
| 2011 | ORELLANA | 0     | #¡NUM! | 197,00 | 22,20 | 31,40 | 38809,00  | 985,96  | 492,84 | 5,2832 | 3,4468 | 3,1001 | 10,5664 | 6,8936 | 6,2002 |

|      |          |      |        |         |       |       |            |         |        |        |        |        |         |        |        |
|------|----------|------|--------|---------|-------|-------|------------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|
| 2012 | ORELLANA | 757  | 6,6294 | 503,80  | 22,10 | 31,00 | 253814,44  | 961,00  | 488,41 | 6,2222 | 3,4340 | 3,0956 | 12,4444 | 6,8680 | 6,1912 |
| 2013 | ORELLANA | 896  | 6,7979 | 291,20  | 22,40 | 31,00 | 84797,44   | 961,00  | 501,76 | 5,6740 | 3,4340 | 3,1091 | 11,3480 | 6,8680 | 6,2181 |
| 2014 | ORELLANA | 1427 | 7,2633 | 256,70  | 22,20 | 31,40 | 65894,89   | 985,96  | 492,84 | 5,5479 | 3,4468 | 3,1001 | 11,0958 | 6,8936 | 6,2002 |
| 2015 | ORELLANA | 894  | 6,7957 | 3077,00 | 21,40 | 34,20 | 9467929,00 | 1169,64 | 457,96 | 8,0317 | 3,5322 | 3,0634 | 16,0634 | 7,0645 | 6,1268 |
| 2016 | ORELLANA | 360  | 5,8861 | 200,82  | 22,84 | 32,59 | 40328,67   | 1062,11 | 521,67 | 5,3024 | 3,4840 | 3,1285 | 10,6048 | 6,9680 | 6,2570 |
| 2017 | ORELLANA | 3415 | 8,1359 | 51,82   | 22,89 | 32,26 | 2685,31    | 1040,71 | 523,95 | 3,9478 | 3,4738 | 3,1307 | 7,8956  | 6,9477 | 6,2614 |
| 2018 | ORELLANA | 541  | 6,2934 | 70,50   | 22,49 | 31,63 | 4970,25    | 1000,46 | 505,80 | 4,2556 | 3,4541 | 3,1131 | 8,5112  | 6,9082 | 6,2261 |

**Nota:** Fuente INAMHI – SIPA; elaboración El autor.

## Apéndice 2: Resultados de los coeficientes de regresión de Pichincha

**Tabla 5**

Resultados de los coeficientes de regresión en Pichincha con corrección de heterocedasticidad.

```
. regress lnprod lnprec lntempmax lntempmin, vce(robust)
```

```
Linear regression                Number of obs   =         17
                                F(3, 13)       =         6.47
                                Prob > F        =         0.0065
                                R-squared        =         0.4457
                                Root MSE     =         1.2158
```

| lnprod    | Coef.     | Robust<br>Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |          |
|-----------|-----------|---------------------|-------|-------|----------------------|----------|
| lnprec    | -.6110445 | .8142801            | -0.75 | 0.466 | -2.37019             | 1.148101 |
| lntempmax | -12.59898 | 7.19184             | -1.75 | 0.103 | -28.13601            | 2.938042 |
| lntempmin | -18.58059 | 9.662459            | -1.92 | 0.077 | -39.45507            | 2.293879 |
| _cons     | 90.62761  | 19.75902            | 4.59  | 0.001 | 47.94084             | 133.3144 |

**Nota:** Fuente INAMHI – SINAP; elaboración: El autor.

## Apéndice 3: Resultados de los coeficientes de regresión de Guayas

**Tabla 6**

Resultados de los coeficientes de regresión en Guayas con corrección de heterocedasticidad.

```
. regress lnprod lnprec lntempmax lntempmin, vce(robust)
```

```
Linear regression                Number of obs   =         17
                                F(3, 13)       =         4.24
                                Prob > F        =         0.0270
                                R-squared        =         0.2690
                                Root MSE     =         1.427
```

| lnprod    | Coef.     | Robust<br>Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |           |
|-----------|-----------|---------------------|-------|-------|----------------------|-----------|
| lnprec    | -.1780903 | .288966             | -0.62 | 0.548 | -.8023635            | .4461829  |
| lntempmax | -20.10574 | 6.403295            | -3.14 | 0.008 | -33.93922            | -6.272264 |
| lntempmin | -10.54665 | 19.18567            | -0.55 | 0.592 | -51.99478            | 30.90148  |
| _cons     | 108.3909  | 59.9271             | 1.81  | 0.094 | -21.07378            | 237.8555  |

**Nota:** Fuente: INAMHI – SINAP; elaboración: El autor.

**Apéndice 4:** Resultados de los coeficientes de regresión de Orellana.**Tabla 7**

Resultados de los coeficientes de regresión en Orellana con corrección de heterocedasticidad.

```
. regress lnprod lnprec lntempmax lntempmin, vce(robust)
```

```
Linear regression                Number of obs   =           7
                                F(3, 3)        =          0.15
                                Prob > F         =          0.9217
                                R-squared         =          0.1655
                                Root MSE      =          .93078
```

| lnprod    | Robust    |           | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |          |
|-----------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|----------|
|           | Coef.     | Std. Err. |       |       |                      |          |
| lnprec    | -.5113289 | .8936605  | -0.57 | 0.607 | -3.355356            | 2.332698 |
| lntempmax | 3.034938  | 9.155118  | 0.33  | 0.762 | -26.10073            | 32.17061 |
| lntempmin | -22.69604 | 44.68385  | -0.51 | 0.646 | -164.9               | 119.5079 |
| _cons     | 69.64727  | 146.771   | 0.47  | 0.668 | -397.4435            | 536.7381 |

**Nota:** Fuente: INAMHI – SINAP; elaboración: El autor.

**Apéndice 5:** Resultados de los coeficientes de regresión de Manabí.**Tabla 8**

Resultados de los coeficientes de regresión en Manabí con corrección de heterocedasticidad.

```
. regress lnprod lnprec lntempmax lntempmin, vce(robust)
```

```
Linear regression                Number of obs   =          17
                                F(3, 13)       =          18.37
                                Prob > F        =          0.0001
                                R-squared       =          0.3834
                                Root MSE      =          .94472
```

| lnprod    | Robust    |           | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |           |
|-----------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|-----------|
|           | Coef.     | Std. Err. |       |       |                      |           |
| lnprec    | .1958626  | .0726086  | 2.70  | 0.018 | .0390013             | .3527239  |
| lntempmax | -15.21413 | 2.36511   | -6.43 | 0.000 | -20.32364            | -10.10462 |
| lntempmin | -5.944558 | 3.112856  | -1.91 | 0.078 | -12.66947            | .7803576  |
| _cons     | 78.3319   | 16.27011  | 4.81  | 0.000 | 43.18247             | 113.4813  |

**Nota:** Fuente: INAMHI – SINAP; Elaboración: El autor.

**Apéndice 6:** Resultados de los coeficientes de regresión de Los Ríos.**Tabla 9**

Resultados de los coeficientes de regresión en Los Ríos con corrección de heterocedasticidad.

```
. regress lnprod lnprec lntempmax lntempmin, vce(robust)
```

Linear regression

|               |   |        |
|---------------|---|--------|
| Number of obs | = | 17     |
| F(3, 13)      | = | 12.59  |
| Prob > F      | = | 0.0004 |
| R-squared     | = | 0.6575 |
| Root MSE      | = | 1.3219 |

| lnprod    | Coef.     | Robust Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |
|-----------|-----------|------------------|-------|-------|----------------------|
| lnprec    | -.2784036 | .4342593         | -0.64 | 0.533 | -1.216564 .6597566   |
| lntempmax | -23.48604 | 11.09628         | -2.12 | 0.054 | -47.45809 .4860029   |
| lntempmin | 15.4743   | 23.85383         | 0.65  | 0.528 | -36.05877 67.00738   |
| _cons     | 40.88299  | 107.2427         | 0.38  | 0.709 | -190.8007 272.5667   |

**Nota:** Fuente: INAMHI – SINAP; elaboración: El autor.

**Apéndice 7:** Resultados de los coeficientes de regresión de Loja.**Tabla 10**

Resultados de los coeficientes de regresión en Loja con corrección de heterocedasticidad.

```
. regress lnprod lnprec lntempmax lntempmin, vce(robust)
```

Linear regression

|               |   |        |
|---------------|---|--------|
| Number of obs | = | 16     |
| F(3, 12)      | = | 18.72  |
| Prob > F      | = | 0.0001 |
| R-squared     | = | 0.4324 |
| Root MSE      | = | 1.0109 |

| lnprod    | Coef.     | Robust Std. Err. | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |
|-----------|-----------|------------------|-------|-------|----------------------|
| lnprec    | .3059925  | .5593082         | 0.55  | 0.594 | -.9126354 1.52462    |
| lntempmax | -17.83112 | 11.88685         | -1.50 | 0.159 | -43.73035 8.068102   |
| lntempmin | .3195462  | 6.969536         | 0.05  | 0.964 | -14.86577 15.50486   |
| _cons     | 60.29735  | 55.01363         | 1.10  | 0.295 | -59.56705 180.1618   |

**Nota:** Fuente: INAMHI – SINAP; elaboración: El autor.

## Apéndice 8: Resultados de los coeficientes de regresión de El Oro.

**Tabla 11**

*Resultados de los coeficientes de regresión en El Oro con corrección de heterocedasticidad.*

```
. regress lnprod lnprec lntempmax lntempmin, vce(robust)

Linear regression              Number of obs   =          17
                              F(3, 13)        =          2.21
                              Prob > F             =          0.1354
                              R-squared            =          0.3217
                              Root MSE         =          2.1278
```

| lnprod    | Robust    |           | t     | P> t  | [95% Conf. Interval] |           |
|-----------|-----------|-----------|-------|-------|----------------------|-----------|
|           | Coef.     | Std. Err. |       |       |                      |           |
| lnprec    | -.1706258 | .6454671  | -0.26 | 0.796 | -1.565073            | 1.223821  |
| lntempmax | -18.18139 | 7.072055  | -2.57 | 0.023 | -33.45964            | -2.903145 |
| lntempmin | 2.187212  | 4.543469  | 0.48  | 0.638 | -7.628357            | 12.00278  |
| _cons     | 62.03194  | 24.5276   | 2.53  | 0.025 | 9.043277             | 115.0206  |

**Nota:** Fuente: INAMHI – SINAP; elaboración: El autor.