



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA ADMINISTRATIVA

TÍTULO DE ECONOMISTA

**Relación del cambio climático con la producción agrícola en la
Provincia del Azuay**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Autor: Zhindón Pacheco, David Efrén

Director: Massa Sánchez, Priscilla, Dra.

CENTRO UNIVERSITARIO CUENCA

2017

APROBACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Doctora.

Priscilla Massa Sánchez

DOCENTE DE LA TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de fin de titulación: “Relación del Cambio Climático con la Producción Agrícola en la Provincia del Azuay” realizado por Efrén Zhindon ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, abril de 2017

(f).....

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo Efrén Zhindón declaro ser autor del presente trabajo de fin de titulación, "Relación del Cambio Climático con la Producción Agrícola en la Provincia del Azuay", de la Titulación Economista siendo la Dra. Priscila Massa Sánchez directora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

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

David Efrén Zhindón Pacheco
CI.0102350576

DEDICATORIA

Agradezco, a Dios que me ayudo a vencer los obstáculos y seguir adelante, a mi esposa e hijos, que son el motor de mi vida; a mi hermana Caty que fue un apoyo permanente en mi vida universitaria y a mis otros hermanos por su apoyo incondicional.

Pero sobre todo a mis padres que lucharon tanto para darnos una buena educación y que hoy tengo la suerte de tenerles con vida y poder dedicarles este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento al personal del MAGAP por brindar toda la ayuda que solicité, a los docentes de la universidad de Loja, en especial a los de la facultad de economía.

A los revisores de tesis Ing. Jesús Bonilla y Eco. Diana Bravo, y en especial a la directora Dra. Priscilla Massa quien me brindó su apoyo para este trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	5
1. Marco Conceptual.....	6
1.1 Cambio climático y la agricultura	7
1.1.1 Principales impactos del cambio climático en la agricultura	7
1.1.2 Temas estratégicos vinculados con el cambio climático y la agricultura ..	8
1.1 Evidencia empírica	9
1.2.1 Cambio climático y la agricultura a nivel internacional.....	11
1.2.2 Aproximación del Ecuador del cambio climático y la agricultura.....	17
CAPITULO II.....	20
2. Agricultura en el contexto naciona y del Azuay	21
2.1 La agricultura en el Ecuador	21
2.2 La agricultura en la provincia del Azuay.....	23
2.2.1 Cultivos transitorios.	25
2.2.2 Cultivos permanentes.....	26
2.3 Productos y variables analizadas de la Provincia del Azuay	26
2.3.1 Metodología para la determinación de la relación entre variables climáticas y la producción agrícola.....	27
2.3.2 Papa	27
2.3.3 Maíz	31
2.3.4.1 Variedades de maíz.....	32
2.3.4.2 Análisis gráfico del maíz	33
2.3.4 Arveja tierna	35
2.3.5.1 Variedades de arveja.....	36
2.3.5.2 Análisis gráfico de arveja.....	37
2.3.5 Fréjol tierno	39
2.3.6.1 Variedades de fréjol tierno	40
2.3.6.2 Análisis gráfico del fréjol tierno	41
2.3.6 Fréjol seco.....	43
2.3.6.1 Variedades de fréjol.....	45
2.3.6.2 Análisis gráfico de fréjol.....	45
CAPÍTULO III.....	47
3. Análisis de la precipitación y temperatura en la producción del Azuay	48
3.1 Análisis producción - precipitación.....	48
CAPÍTULO IV	53
4. Recomendaciones de Políticas públicas	54

Conclusiones	57
Conclusiones.....	¡Error! Marcador no definido.
Recomendaciones.....	60
Bibliografía.....	61

Índice de tablas

Tabla 1.1: Aporte al VAB provincial y nacional por cantón.	24
Tabla 2.1: Superficie de producción y distribución del Cultivo de papa en el Ecuador 2014.	28
Tabla 2.2: Producción de papa por provincia 2014.	28
Tabla 2.3: Superficie de producción y distribución del cultivo de maíz en el Ecuador, 2014.	31
Tabla 2.4: Producción de maíz por provincia 2014.	32
Tabla 2.5: Superficie de producción y distribución del cultivo de arveja tierna en el Ecuador 2014.	36
Tabla 2.6: Producción de arveja por provincia 2014.....	36
Tabla 2.9: Superficie de producción y distribución del cultivo de fréjol tierno en el Ecuador 2014.	39
Tabla 2.10: Producción de fréjol tierno por provincia 2014.....	40
Tabla 2.11: Superficie de producción y distribución del cultivo de fréjol seco en el Ecuador 2014.	44
Tabla 2.12: Producción de fréjol seco por provincia 2014.	44

Índice de figuras

Figura 1.4: Uso de suelo en la provincia del Azuay.....	23
Figura 2.2: Producción y precipitación de la papa 2000 – 2012.	29
Figura 2.3: Rendimiento de la papa y temperatura año: 2000 – 2012.	30
Figura 2.4: Producción de maíz TM/Ha. y precipitación 2000 – 2012.....	33
Figura 2.5: Rendimiento del maíz y temperatura 2000 – 2012.....	34
Figura 2.6: Rendimiento del maíz y temperatura 2000 – 2012.....	37
Figura 2.7: Rendimiento de la arveja y temperatura 2000 – 2012.	38
Figura 2.8: Producción de frejol tierno y precipitación 2000 – 2012.	42
Figura 2.9: Rendimiento de arveja y temperatura 2000 – 2012.....	42
Figura 2.10: Producción de la fréjol seco y precipitación 2000 – 2012.	45
Figura 2.11: Rendimiento de fréjol seco y temperatura 2000 – 2012.	46
Figura 3.1: Rendimientos de los productos vs. precipitación en la provincia del Azuay 2000 – 2012.....	50
Figura 3.2: Temperatura media área continental Ecuador 1961 -2100.....	52

RESUMEN

La provincia del Azuay presenta tradicionalmente una concentración en los cultivos como el maíz, fréjol seco y tierno, arveja y papa, siendo parte de estos cultivos representativos de las tradiciones y costumbres tanto como una actividad económica como dentro de la dieta de la población. En búsqueda de una correlación entre la variabilidad en los niveles de rendimiento con la temperatura y precipitación se analizó las variables que den como resultado los niveles de correlación y explicación estadística de los rendimientos asociados a las variables climáticas. El análisis permitió identificar una relación negativa no ampliamente robusta que puede obedecer a la cantidad de datos disponibles entre el comportamiento de los niveles de rendimiento y variables climáticas. Sin embargo, los resultados alcanzados forman parte de un indicio para profundizar en el análisis de políticas operativas para hacer frente a la vulnerabilidad de la actividad ante las variaciones y alteraciones climáticas.

La metodología del trabajo consiste en calcular y analizar el coeficiente de correlación que se presentan entre las variables, buscando identificar la significancia de este estadístico con características propias del cultivo y su relación con las variables climáticas. Los resultados alcanzados en el trabajo evidencian una relación negativa entre las variables analizadas, es decir los efectos de variaciones incrementos de temperatura y precipitación disminuyen los volúmenes de rendimientos productivos. Los resultados dado el número de años disponibles de información restringen realizar una inferencia robusta, sin embargo, representan un indicio de este comportamiento que posibiliten diseñar políticas operativas para hacer frente a la vulnerabilidad de la actividad ante las variaciones y alteraciones climáticas. Las políticas enfocadas al sector productivo en el Ecuador en los últimos años han recobrado énfasis con eventos como: La aprobación de la Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales y proyectos impulsados por el MAGAP institución competente en temas de producción agrícola.

PALABRAS CLAVES: Correlación, temperatura, precipitación, rendimiento, sector productivo primario, agrícola, actividad económica

ABSTRACT

Azuay province traditionally has a concentration in crops such as corn, dry and tender beans, peas and potatoes, as part of these crops representing the traditions and customs as well as an economic activity within the diet of the population. In finding a correlation between the variability in performance levels with temperature and precipitation variables that result in levels of correlation and statistical explanation returns associated with climate variables analysed. The analysis identified a robust negative relationship not widely that may be due to the amount of data available from the behaviour of performance levels and climatic variables. However, the results achieved are part of an indication to deepen the analysis of operational policies to address the vulnerability of the activity to variations and climatic changes.

The methodology involves calculating and analysing the correlation coefficient between the variables are presented, seeking to identify the significance of this statistic with characteristics of culture and its relationship with climatic variables. The results obtained in the study show a negative relationship between the variables analysed, i.e. increases the effects of variations in temperature and precipitation decrease production volumes. The number of years of data available restricts the results obtained and don't allow to make a strong inference, however, represent an indication of this behaviour that enable operational policies designed to address the vulnerability of the activity in front of variations and climatic changes. Policies focused on the productive sector in Ecuador in recent years have recovered emphasis with events such as: The approval of the Organic Law on Rural Land and Ancestral Territories, and projects promoted by the MAGAP who is the competent institution on issues of agricultural production.

KEYWORDS: Correlation, temperature, precipitation, production, primary production sector, agricultural, economic activity

INTRODUCCIÓN

La relación de las alteraciones climáticas con las diferentes actividades económicas realizadas por los seres humanos, es un tema de análisis e investigación que demanda cada vez de un mayor entendimiento del sistema en el que habitamos. La relación causa – efecto dentro del sistema ambiental y económico es una vinculación de amplia trascendencia por el abordaje de recursos económicos y servicios ambientales que interactúan en un plano en el que se confronta con los niveles de rentabilidad y concentración del sector primario de la economía, ya que se afecta a las garantías en el mantenimiento de la actividad como fuente representativa de ingresos para la sociedad y sus respectivos núcleos familiares.

En base a lo mencionado en el párrafo anterior el tema a analizar tiene como fin identificar la relación que existe entre las variaciones de la temperatura y la precipitación con los rendimientos de los productos representativos de la zona de estudio que es la provincia del Azuay. Los productos a ser analizados son: maíz, fréjol tierno y seco, arveja y papa. La importancia de esta temática recae sobre los incentivos económicos y la manera en que las variaciones climáticas pueden representar un elemento determinante en las acciones del sector. Estos factores pueden llegar a potencializar los efectos tanto positivos como negativos, desde una perspectiva contractiva estos factores pueden potencializar un desincentivo de la concentración en la actividad agrícola como actividad económica de sustento familiar.

La metodología planteada en el estudio es el análisis es acorde a la hipótesis definida de investigación, de existencia de una relación entre las variables climáticas y los niveles de rendimiento y productividad agrícola. El desarrollo de la investigación técnicamente se plantea a través de la determinación de los niveles de correlación entre las variables, de tal manera que permita obtener evidencia estadística para conducir a conclusiones congruentes con lo analizado en otros estudios, y oriente o de pautas que oriente la gestión necesaria en este campo.

El trabajo está planteado en cuatro capítulos. El primero hace énfasis en el marco conceptual de estudio, la importancia y relevancia de la actividad productiva agrícola en la provincia. El segundo y tercer capítulo analizan los niveles de correlación entre las variables (temperatura, precipitación y rendimientos de los productos). En el cuarto capítulo se enfatiza en un análisis de la alineación de las políticas públicas direccionando la atención

al abordaje de los temas vinculados con la investigación, además se plantea ciertas medidas como posibles mecanismos a considerarse para mitigar las repercusiones negativas de los cambios climáticos sobre la producción.

La actualización y construcción de información detallada de variables climáticas y de producción da lugar al desarrollo de este tipo de análisis que deben ser actualizados de acuerdo al enriquecimiento y ampliación de los registros de datos, y que profundicen cada vez más en la vinculación de las variables. Así como permitan llegar a conclusiones más robustas de acuerdo a la data histórica. La disponibilidad de información es una fortaleza para la realización de los análisis, sin embargo, un limitante para el estudio ha sido la disponibilidad de reducidas observaciones que puede representar una restricción para la obtención de resultados robustos estadísticamente y altamente significativos.

Para la elaboración del trabajo se han consultado varios textos, entre los de mayor relevancia para la investigación se citan: “Efectos del cambio climático sobre la agricultura” realiza por la CEPAL (Ramírez, et al. 2012); El informe de la FAO (Food and Agriculture Organization) “Adaptación de la agricultura al cambio climático”; “Efectos del cambio climático en la producción y rendimientos de cultivos por sectores” de Fernández Mery (2013), entre otras fuentes que se detallan a lo largo del trabajo.

CAPÍTULO I

1. MARCO CONCEPTUAL

En la publicación de la CEPAL “Agricultura y cambio climático: instituciones, políticas e innovación”, (2010) menciona que el clima es la principal fuente de riesgo histórica de la agricultura, en este contexto se revela la fuerte interrelación entre las variables. Además, se define: *“el desarrollo de la agricultura ha sido un proceso de adaptación al clima. El desarrollo de la irrigación y de técnicas para manejar las irregularidades en la disponibilidad de agua en las culturas mesopotámicas y precolombinas de los Andes, se encuentran entre los ejemplos más antiguos de adaptación de la agricultura a los cambios en el clima”*.

La adaptación a ciertas variaciones según como se refirió en el anterior párrafo han experimentado con éxito, en la inserción del conocimiento técnico y científico para afrontar y resolver ciertas variaciones a la actividad productiva agrícola. Entre las principales acciones que han podido evidenciar para cubrirse de las variaciones climáticas son la rotación de cultivos, el descanso de los suelos, tecnificación de sistemas de riego que eviten erosión temprana (aspersión, goteo, etc.), entre otros que se corresponden a adaptaciones de la actividad.

Por otra parte, en la publicación “Análisis sobre adaptación al cambio climático”, (2011) se realiza todo el análisis de contexto necesario para identificar y afrontar las alteraciones que pueden desencadenar el cambio climático sobre las actividades económicas. Se identifica la necesidad de enfocar a esta problemática desde una visión integral que debe recaer en un proceso de planificación de proyectos detallado que enfrente las causas y mitigue las consecuencias de las variaciones climáticas.

En la publicación de BID (Banco Interamericano de Desarrollo), “Agricultura y Clima Futuro en América Latina y el Caribe: Impactos Sistémicos y Posibles Respuestas” (2014), en el análisis específico de la temperatura y el suelo se menciona: *“Los cambios esperados en las temperaturas de la atmósfera y del suelo son motivo de preocupación para los rendimientos agrícolas. El problema principal radica en que los cultivos más importantes no logren mantener su actividad fotosintética a medida que continúen aumentando las temperaturas. Si bien temperaturas más elevadas por lo general promueven el crecimiento, la actividad fotosintética decae rápidamente una vez que ha alcanzado su punto óptimo.*

La anomalía promedio de temperatura para el presente siglo está proyectada en el rango de 2-6°C. Sin embargo, durante los veranos en las próximas décadas, es posible que las temperaturas alcancen ese umbral más rápido y con mayor frecuencia en áreas agrícolas

especialmente aquellas ubicadas en latitudes tropicales. En algunos cultivos –tales como los granos—, un crecimiento más rápido disminuye la cantidad de tiempo que tienen las semillas para madurar, reduciendo de esta manera los rendimientos. Las temperaturas más altas afectan las tasas de evaporación y evapotranspiración, así como el almacenamiento de agua en lagos y embalses.”

De acuerdo a la publicación del BID, la actividad agrícola se puede ubicar en un escenario tan complejo como dependiente de los eventos climáticos. Según la información de la Base de Datos Internacionales sobre desastres (EM-DAT), *“la frecuencia de inundaciones y sequías en las Américas ha aumentado 20 veces entre la primera mitad del siglo XX y la primera década del siglo XXI.”* Además, en el documento se evidencian que se han presentado eventos climáticos como noches cálidas, olas de calor, fuertes precipitaciones sequías, estas variaciones afectan a la actividad agrícola tornándola vulnerable.

1.1 Cambio climático y la agricultura

El cambio climático, tema que ha recobrado importancia en los últimos años representa una problemática en diferentes escenarios en el mundo entero, principalmente en zonas más limitadas de recursos y con una alta concentración en la actividad agrícola. Bajo este escenario, las circunstancias han obligado a centrar la atención en la adaptación del sistema de producción ante el cambio climático y de esta manera mitigar los efectos, así como, asegurar la seguridad y soberanía alimentaria.

Al referirnos al término adaptación, se hace énfasis al empleo y correcto manejo de los procesos y procedimientos relacionados con la vinculación con recursos naturales, y poder de esta manera contrarrestar el impacto generado por el cambio climático. Entre las prácticas de adaptación que se pueden enumerar están: la ordenación y el manejo de aguas y tierras, el manejo de cuencas hidrográficas, identificar el riesgo de desastres provocados por las condiciones climáticas, entre otros que pueden minimizar los impactos.

1.1.1 Principales impactos del cambio climático en la agricultura

Los grandes desafíos a los que se enfrenta la agricultura, ameritan un análisis extenso de todas las implicaciones que están directa e indirectamente vinculadas con los cambios climáticos. Según los resultados del Encuentro Regional realizado en la Sede Central del IICA, Costa Rica en Julio 2014, el crecimiento de la población mundial duplicará la demanda de alimentos para el 2050, este escenario visto en un contexto integral y bajo un supuesto

de continuidad del ritmo de degradación de los recursos naturales, es una situación que agrava el problema relacionado con las tierras, la deforestación, pérdida de biodiversidad y alteración de las fuentes hídricas.

Entre algunos de los impactos que se pueden enumerar y que obedecen a al cambio climático vinculado con la agricultura son:

- Alteraciones o variaciones en los rendimientos y productividad de los cultivos, dentro de este aspecto, el aumento o disminución exagerada de las temperaturas tiene su efecto directo sobre las cantidades producidas
- Disponibilidad de fuentes de agua, las alteraciones climáticas a su vez repercuten en la disponibilidad del recurso hídrico, y las alteraciones de las cuencas abastecedoras del recurso.
- Aparición de plagas, pestes, malas hierbas, la proliferación de pestes en la agricultura es un tema que puede ser monitoreado en circunstancias, sin embargo, demanda de costos adicionales que, a más de encarecer el producto, lo tornan en un producto recargado de sustancias químicas que no necesariamente califican y garantizan una alimentación saludable. También se pueden presentar casos en los que exista pérdida total o parcial de los cultivos.
- Aceleración en pérdida de fertilidad de los suelos, de acuerdo a los microambientes generados y la demanda del suelo para mantener su producción, se pueden presentar casos en los que los suelos tienden a perder su propiedad de restitución vegetativa, pasando a demandar de productos químicos que palean la situación a corto plazo, sin embargo, comprometen la actividad en un mediano y largo plazo.

1.1.2 Temas estratégicos vinculados con el cambio climático y la agricultura

Entre varios temas analizados sobre las vinculaciones del cambio climático y la agricultura, se pueden enumerar los siguientes:

- ❖ Vulnerabilidad y adaptación. - las alteraciones climáticas es un tema que afecta de diferentes maneras a la agricultura, por una parte, está la vulnerabilidad a nuevas plagas, y, a diversas afecciones de la agricultura, y por otra parte la adaptabilidad y los costes que pueden desencadenarse para que los productores conlleven la actividad. Un aspecto particular en la agricultura que está determinado por los cambios de temperatura es los niveles de productividad, lo que ubica a la actividad

en una condición económicamente vulnerable y con altos riesgos de desconcentración.

- ❖ De acuerdo a la información publicada en la publicación del IICA “Agricultura y Cambio Climático”, 2014 “La agricultura y la ganadería son responsables del 13% del total de las emisiones globales de Gases Efecto Invernadero, si a estos se le adiciona la manipulación de las tierras y el incremento en el uso de químicos para estabilizar cultivos y suelos los impactos se multiplican, siendo fundamental abordar a esta actividad dentro de las acciones en contra del cambio climático.
- ❖ Los costos, como se hizo mención en el primer apartado los costos para la actividad agrícola pueden resultar muy altos tanto por su adaptación, como factores directamente vinculados a la actividad como el decrecimiento de los rendimientos financieros, dado por mayores costos o menores niveles de producción. La pérdida de bienes de las personas asociadas a la actividad, son un tema muy sensible de analizar, así como la pérdida económica que representa para el territorio la inutilización o improductividad de los suelos.
- ❖ El uso y demanda del recurso hídrico, bajo el ajuste del escenario de variaciones en el clima para la producción, tiende a requerirse una nueva cantidad de agua para mantener los cultivos, aspecto que potencializa los riesgos ante la posibilidad de presentar una demanda insatisfecha del recurso.

1.1 Evidencia empírica

A través de la revisión de literatura que vincule a la producción las variables climáticas, se identifica que esta consideración se remonta a 1766 cuyo pionero fue Adam Smith (Torres, L. 2010) que considera una función de producción que no sólo depende de los factores productivos, además considera en esta los recursos naturales y las instituciones que intervienen en el sistema económico. Esta función es formalizada por Aldeman (1978) como:

$$y = f(K, L, N, U)$$

De donde:

- K = Capital
- L = Trabajo
- N= Recursos naturales
- U = Las instituciones

Acorde el paso de los años la modelación con incorporación de variables ambientales es cada vez más requerido, ya que estas pueden condicionar lo que la incorporación tecnológica puede determinar el crecimiento de los rendimientos. Entre los diferentes enfoques que se han desarrollado en el análisis de las variables climáticas que determinan la actividad agrícola:

Enfoque estructural	Enfoque espacial
<p>Parte de la función de producción que se determina en función de los factores: trabajo, tierra capital, semillas, agua de riego, fertilizantes y factores climáticos. Ramirez (2010) representa:</p> $Q_t = f(m_t, x_t, z_t)$ <p>Este tipo de enfoque tienen como ventaja que recoge en sus variables factores biológicos, económicos, ambientales, lo que determina la temperatura y precipitaciones, sin embargo, este enfoque carece de un elemento cualitativo de actitud de los agricultores ante cambios desfavorables en la actividad.</p>	<p>Se basa en la estimación de los efectos de los cambios climáticos en la agricultura. La variable endógena es el valor de la tierra y está en función de las variables determinantes de la producción (trabajo, tierra, capital, semillas, etc.). Este enfoque es utilizado para investigaciones de corte transversal. Como una modelo de aproximación de corte transversal es el Modelo Ricardiano que explica cómo el cambio climático afecta el valor de las tierras. La ventaja en este tipo de modelos es la vinculación con variables climáticas y económicas, lo que implícitamente considera la adaptación del agricultor ante las condiciones climáticas que ha enfrentado en su experiencia productiva, y las transmite al momento del levantamiento de información. Por otra parte, la desventaja es que considera constantes los precios y no necesariamente están involucrados todos los factores de producción.</p>

Según Torres, L. (2010) los modelos que se enfocan en términos económicos se desarrollan ya en la última década, y como conclusiones principales de diferentes modelaciones se obtiene:

- Un aumento del 10% de temperatura da lugar a una pérdida en ingresos por Ha. Del 8.2%
- La agricultura de regadío es más resistente a los cambios de temperatura, variando marginalmente su productividad.
- Las tierras secas, corresponden al segmento más pobre de la población y son sensibles a precipitación.
- El riego es una adaptación eficaz contra la pérdida de las precipitaciones y mayores temperaturas (considerando la suficiente agua).

Según Fernández, M. (2013) el enfoque estructural estima escenarios climáticos en los que variables climáticas como temperatura y precipitación simulan cambios en la producción. Con respecto al enfoque espacial se ha encontrado evidencia de que temperatura afectaría negativamente a los niveles de ingreso de los productores, de igual manera que la precipitación. Además, hace referencia a que impactos negativos en la agricultura entorno a los escenarios climáticos pueden incidir significativamente sobre la seguridad alimentario. Finalmente, un aspecto relevante que se revelan en los estudios es la dificultad y la limitación de información que se dispone para realizar este tipo de estudios con data de amplios períodos.

Basados en esta bibliografía disponible en estas investigaciones y las demás consultadas a lo largo del estudio, esto robustece la hipótesis planteada para la investigación, de evidenciar la relación entre la producción y las variables climáticas: temperatura y precipitación para la provincia del Azuay durante el período 2000 – 2012.

1.2.1 Cambio climático y la agricultura a nivel internacional

El ritmo acelerado del cambio climático, junto con el aumento de la población y de los ingresos a nivel mundial, amenaza a la seguridad alimentaria tal y como se había mencionado en párrafos anteriores, con una mayor probabilidad de afectación a las poblaciones de los países en vías de desarrollo, desde ya vulnerables y presas de la inseguridad alimentaria.

Según el informe presentado por INTERNATIONAL FOOD POLICY RESEARCH INSTITUTE (2009), manifiesta que, en el año 2005, casi la mitad de la población económicamente activa de los países en vías de desarrollo dependía de la agricultura para asegurar sus medios de vida.

Algunas de las afecciones que se han evidenciado como experiencia a nivel internacional son:

- Variabilidad en los rendimientos de los cultivos bajo riesgo y vulnerabilidad.
- Acarreará aumentos adicionales de precios para los principales cultivos, tales como el arroz, trigo, maíz y soja. Esto implica un aumento en los costos de la alimentación animal, que se traducirá en un aumento de los precios de la carne.
- Complicaciones en la planificación de las actividades agrícolas, tiempos de siembra, regadío, épocas de verano (sequía), invierno.
- La presión sobre las variaciones del clima, podría ampliar como riesgo potencial la variabilidad del clima, ejerciendo más presión en los sistemas agrícolas sobre todo en aquellos más frágiles.
- Aumentos del nivel del mar, poniendo en vulnerabilidad a la agricultura de las zonas costaneras, particularmente de las islas pequeñas próximas al mar.
- Potencialización de las plagas, enfermedades expansión a zonas donde no se presenciaba.
- Pone en riesgo, la ventaja competitiva entre las regiones templadas, frías, tropicales y sub tropicales.
- Variabilidad del ciclo natural de lluvias, temperatura y de condiciones del clima que afectan directa e indirectamente al proceso productivo.

Según el Banco Interamericano de Desarrollo (2010) en “El cambio climático y la producción agrícola” cerca del 25 por ciento de las emisiones de bióxido de carbono proceden del cambio de la explotación agraria (sobre todo de la deforestación en las zonas tropicales), y la utilización de fertilizantes es uno de los orígenes principales de los óxidos nitrosos producidos por el hombre.

Las afecciones e impactos resultantes del cambio climático en la agricultura dependerán, a nivel general, del balance de todos los efectos que este genera sobre la agricultura y las medidas de mitigación adoptadas para contrarrestar los efectos. Algo recurrente identificado en varios documentos es la necesidad de estudios integrales de los fenómenos relacionados con el cambio climático y la agricultura que brinden estrategias para

anticiparse y adaptar el proceso productivo adecuadamente y de esta manera estabilizar la actividad.

El cambio climático está presentando y presentará consecuencias dramáticas en la agricultura, bajo un escenario de mantenerse ciertas inactividades ante los efectos negativos que genera. Esto es más preocupante al existir una gran incertidumbre sobre efectos más fuertes, aspecto que pone a prueba la marcha de políticas para combatir los efectos del cambio climático.

A nivel internacional se desarrollan amplios estudios en los que se analiza la interrelación entre las variables climáticas y la actividad agrícola, en la siguiente matriz se resume la evidencia empírica internacional relacionada. En la matriz se detallan las variables analizadas, los objetivos y las conclusiones a las que se llega en cada estudio, esto con la finalidad de contrastar posteriormente los resultados generados en la presente investigación:

Estudio y zona de investigación	Metodología	Objetivo	Variables consideradas	Resultados
<p>Cambio climático: el impacto en la agricultura en la agricultura y los costos de adaptación</p> <p>Países Desarrollados y en vías de desarrollo</p>		<p>Impactos del cambio climático en la producción, consumo, precios, comercio agrícola y costos de adaptación</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Precios de los cultivos y los insumos - Tasas de crecimiento de la productividad - Expansión del área de cultivo - Inversiones en riego - Disponibilidad de agua - Variables climáticas: Temperatura, Precipitación 	<ul style="list-style-type: none"> - Afectación negativa en la agricultura y el bienestar humano por el cambio climático - El rendimiento de los cultivos disminuirá por consecuencias negativas del cambio climático - Reducción del consumo de calorías y aumento de malnutrición infantil
<p>El rendimiento de Vid y las variaciones de temperatura y precipitación en Mendoza -Argentina-</p>	<p>Análisis de Regresión Múltiple</p>	<p>Rendimiento de la uva y las variaciones de la temperatura y la precipitación en Mendoza</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Valores anuales de producción de uva (quintales) - Superficie implantada en hectáreas - Estación meteorológica (ciclo anual de la precipitación y la temperatura) 	<ul style="list-style-type: none"> - El rendimiento de la Uva en Mendoza y los factores climáticos (precipitación y temperatura) están significativamente relacionados en forma inversa - Existe una correlación inversa entre el rendimiento de la uva y la precipitación, debido al exceso de agua que produce anegamiento y predispone a enfermedades fúngicas - El análisis multi-regresional permite afirmar que cerca del 50% de la variabilidad anual del rendimiento de la uva en Mendoza está explicada y depende directamente de las variaciones anuales en el clima
<p>Efectos del cambio climático en el rendimiento de tres cultivos mediante el uso del Modelo AquaCrop</p> <p>Colombia</p>	<p>Modelo de Simulación AQUACORP</p>	<p>Calcular el rendimiento de diversos cultivos en función de escenarios de cambio climático</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Precipitación - Temperaturas máximas y mínimas - Humedad relativa - Velocidad del viento - Método de siembra - Índice de cosecha - Productividad del agua 	<ul style="list-style-type: none"> - A mayor disponibilidad de recurso hídrico mejor va a ser el rendimiento en la producción (específicamente en el arroz)
<p>Análisis económico del cambio climático en la agricultura de la región PIURA- PERÚ</p>	<p>Enfoque estructural en base a una función de producción</p>	<p>Cuantificar el impacto climático en los cultivos como el mango, limón, plátano y café</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura - Precipitación pluvial - Eventos Extremos (Fenómeno del Niño) 	<ul style="list-style-type: none"> - Las variables climáticas si afectan el rendimiento de los cultivos, según la bondad del ajuste de los modelos, estos explican incluso más del 50% del rendimiento de los cultivos

Estudio y zona de investigación	Metodología	Objetivo	Variables consideradas	Resultados
<p>Efectos del cambio climático sobre la agricultura (maíz, fréjol y café)</p> <p>Costa Rica</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Función de producción -Modelo Ricardiano 	<p>Analizar los efectos del cambio climático sobre el sector agropecuario costarricense</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Índice de producción de cultivos - Índice de producción agropecuaria - Índice de producción pecuaria - Población - Superficie cultivada - Precipitación - Temperatura 	<ul style="list-style-type: none"> - El resultado de los modelos de funciones de producción exhibe pérdidas económicas ocasionadas por el cambio climático, mostrando que un mayor impacto negativo parece deberse a incrementos en la temperatura. - El cambio climático está teniendo ya efectos adversos sobre la producción de algunos cultivos. La temperatura que permite lograr los mayores rendimientos en la producción de maíz, frijol y café es probable que ya haya sido rebasada por lo que los climas más cálidos tenderían a reducir la producción de estos tres cultivos.
<p>Guatemala efectos del Cambio Climático sobre la agricultura</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Enfoque de la función de producción -Enfoque Ricardiano 	<p>Demostrar que la producción agropecuaria es afectada por variaciones de precipitación y temperatura consecuencia del cambio climático.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Índice de producción agropecuaria - Índice de producción de cultivos - Índice de producción pecuaria - Población Económicamente activa - Precipitación - Temperatura - Superficie 	<ul style="list-style-type: none"> - La sensibilidad de la función de producción agropecuaria ante el clima, pues la producción tiende a incrementarse hasta llegar a un nivel máximo, el cual se localiza alrededor de 31 grados Celsius de temperatura máxima y 2.800 mm de precipitación acumulada anual. En otras palabras, si la temperatura y precipitación no se encuentran dentro de los rangos apropiados y establecidos por el ecosistema, el nivel del producto no es óptimo.
<p>Panamá efectos del cambio climático sobre la agricultura</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Enfoque de la función de producción -Enfoque Ricardiano 	<p>Examinar los impactos potenciales del cambio climático sobre el sector agropecuario panameño</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Índice de producción agropecuaria - Índice de producción de cultivos - Índice de producción pecuaria - Población Económicamente activa - Precipitación - Temperatura - Superficie 	<ul style="list-style-type: none"> - Se afirma que los efectos en el agro panameño ocasionados por el calentamiento global han sido y serán cuantiosos en varios sentidos: disminuciones notables en la producción de los cultivos, en sus rendimientos y por ende en los ingresos de la población que depende de la actividad agrícola

Estudio y zona de investigación	Metodología	Objetivo	Variables consideradas	Resultados
El Salvador: efectos del cambio climático sobre la agricultura	<ul style="list-style-type: none"> - Enfoque de la función de producción - Enfoque Ricardiano 	Analizar algunos impactos potenciales del cambio climático sobre el sector agropecuario de el Salvador	<ul style="list-style-type: none"> - Índice de producción (agropecuaria, de cultivos, pecuaria) - Población - Precipitación - Temperatura - Superficie 	El cambio climático ya está teniendo efectos negativos sobre la producción de algunos cultivos. Para el maíz, el frijol y el café es probable que ya haya rebasado la temperatura que permite lograr rendimientos considerables. Mayores niveles de precipitación podrían compensar las potenciales reducciones en producción; sin embargo, lo más probable es que se presenten disminuciones.
El cambio climático y su impacto en el agro Colombia	<ul style="list-style-type: none"> - Metodología de Gestión Integral para el Sector Agropecuario 	Ofrecer una visión de los impactos y la vulnerabilidad de la agricultura ante efectos del cambio climático	<ul style="list-style-type: none"> - Cambio Climático: aumento de contenido de vapor de agua en la atmósfera - Cambio climático: Variación en los patrones de precipitación. - Cambio climático: Disminución de la capa de hielo y nieve. - Cambio climático: Cambios en la humedad del suelo y en la escorrentía. 	<ul style="list-style-type: none"> - La agricultura es especialmente vulnerable al cambio climático; la proliferación de plagas y enfermedades y el estrés hídrico son factores agravantes. - Si el incremento de la temperatura supera el estándar de seguridad climática, los rendimientos podrían disminuir de manera generalizada.
Influencia del clima sobre la productividad agrícola en España	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo de Regresión Lineal - Modelo de clima global (GCMs). 	Analizar en qué medida las variables climatológicas son un elemento de riesgo que puede afectar a la producción agrícola y si su variabilidad puede explicar parte de la varianza en la explotación de los cultivos.	<ul style="list-style-type: none"> - Variables Climáticas (Temperatura, Precipitación) - Índice de Mecanización 	<ul style="list-style-type: none"> - El incremento de las temperaturas y la reducción en las precipitaciones, tal y como predicen las proyecciones de cambio climático, produciría reducciones importantes en los rendimientos de todos los cultivos de secano estudiados, siendo estas reducciones mayores en aquellos lugares con un déficit hídrico mayor.

1.2.2 Aproximación del Ecuador del cambio climático y la agricultura

El Ecuador, de acuerdo a lo que se describió en acápite anteriores, ha centrado parte de su política económica y estructura productiva entorno al sector primario productor, y la relevancia de la exportación de productos agrícolas en la balanza comercial es un elemento importante en el análisis de las afecciones en la actividad agrícola. Más aún, cuando la situación actual de la economía ecuatoriana no debe estar supeditada a los ingresos provenientes de las exportaciones petroleras y debe apalancar su déficit en el aporte de los otros sectores económicos.

Según CARE 2010, "*Estrategia de Cambio Climático*" el modelo agroindustrial que se ha desarrollado ha generado: altos niveles de erosión de los ecosistemas, la expansión de la frontera agrícola; la intervención en páramos, manglares, bosques ha degradado el equilibrio de la naturaleza. Dentro de los escenarios más conservadores para el Ecuador se estima que las condiciones climáticas afectarán un más o menos 20% en los caudales hídricos, y 2 C° (grados centígrados) de temperatura durante los siguientes cien años. Además, un aspecto que agrava la situación, es que el Ecuador se ubica en el puesto 5 mundialmente como punto caliente de desastres por: amenazas geológicas, sismos, erupciones volcánicas, inundaciones, sequías, deslizamientos de tierra. Es decir, todos estos elementos conllevan a pensar y pensar si existe algún tipo de correlación entre el clima, el crecimiento de la economía y las condiciones socio económicas del país.

En la mayor parte de los territorios, en los que la agricultura es una parte fundamental de su estructura económica, la preocupación torna en cuanto a las afectaciones del cambio climático, dejando en segundo plano una visión preventiva de las futuras afección. Bajo este plano, el Ecuador no está exento de las repercusiones que genera los cambios climáticos y las medidas, ante ello todavía siguen siendo insuficientes para afrontar ciertos eventos.

El Fenómeno del Niño es un evento repetitivo que se presenta en el Ecuador, este es una de las alteraciones climáticas, por decirlo de algún modo anticipada a las que se somete la agricultura, sin embargo, sus efectos no han sido efectivamente mitigados, existiendo una debilidad ante la reacción a este fenómeno. Es evidente la preocupación de varios sectores de la gestión pública de manera parcializada, es decir, se analiza la situación desde diferentes enfoques y sus repercusiones dejando un vacío en la interacción y trabajo conjunto para afrontar la problemática.

Según los datos del 2010, en el Ecuador el 75% del sector agropecuario está en manos de pequeños y medianos productores, y esta superficie asciende al 12% de las tierras, y por otra parte el 45% de la tierra está concentrada en el 2% de los productores, esta característica ha llevado a un avance en la frontera agrícola y consecuentemente deforestación de bosques y alteración de espacios de vegetación protegida, entre otras alteraciones.

En la publicación “diálogos sobre el cambio climático – seguridad alimentaria” (Marchán, 2009) se pone en evidencia que las pequeñas unidades productivas generan mayores externalidades positivas para las familias nacionales, sin embargo, este segmento de productores son los más afectados con los cambios climáticos debido a su vulnerabilidad y costosa adaptación. Bajo este escenario, es indispensable pensar en desarrollar herramientas para difundir medidas de mitigación de impactos, paquetes que incorporen programas específicos que permitan superar la barrera de adaptación en el sector productivo.

Finalmente, un eslabón más que se relaciona con las alteraciones climáticas, es la brecha entre los ingresos de las familias concentradas en la actividad agrícola, los niveles de escolaridad y la falta de capacitación sobre el desarrollo del proceso productivo. Así como, dada la estructura agrícola bajo un escenario inadecuado, las condiciones climáticas, se ven aceleradas con el uso indiscriminado de químicos, fertilizantes y demás medidas adoptadas por los agricultores con o sin el asesoramiento que llevan a obtener como resultados suelos erosionados y demás vulnerabilidades a la actividad poniendo en riesgo la soberanía alimentaria nacional.

A nivel nacional, se han realizado investigaciones similares en las que se indaga la relación entre las variables climáticas y la producción agrícola, en la siguiente matriz se detallan algunas de las investigaciones, los objetivos, variables empleadas, metodología y los principales resultados obtenidos:

Nombre del estudio	Metodología	Objetivo del estudio	Variables	Resultados
Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia en el Ecuador	Modelo Ricardiano	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar la incidencia que tendría para la sociedad y las actividades económicas la variación de la temperatura y la pluviosidad. - Identificar el tipo de cultivos que, por sus características fenológicas y/o por la ubicación territorial en la que se cultivan, serán los más afectados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Valor del terreno. - Capital y Trabajo. - Variables de insumos (riego, fertilización y prácticas fitosanitarias) -Variable geográfica provincial - Total de extensión con cultivo -Variables climáticas (temperatura y precipitación) 	El estudio muestra la dimensión económica que tendría el Cambio Climático en el sector agrícola de subsistencia en el Ecuador, arrojando un resultado negativo para los cultivos del maíz, fréjol, papa, y arroz, tanto para la década del 2020, cuanto par la década del 2030.
Impacto del cambio climático sobre la producción de Café. Loja cantón Quilanga	Modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios	Estimar el impacto del cambio climático sobre la producción de café	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura - Precipitación - Superficie cosechada 	Las variables climáticas no tienen mayor efecto en la producción de café de esta asociación en el corto plazo, pues se esperaría que en el futuro los resultados cambien de sentido.
Producción de café y variables climáticas: El caso de Espíndola, Ecuador Loja – Espíndola -	Modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios	Analizar la producción de café en el cantón Espíndola, provincia de Loja, en Ecuador.	<ul style="list-style-type: none"> - Precipitación - Temperatura - Producción - Superficie cosechada 	Los resultados muestran la existencia de una relación directa entre la precipitación y la producción de café, y entre la producción y la superficie cosechada de este rubro, pero inversa entre la producción y la temperatura máxima y media

CAPITULO II

2. AGRICULTURA EN EL CONTEXTO NACIONAL Y DEL AZUAY

2.1 La agricultura en el Ecuador

La agricultura como actividad económica ha sido practicada históricamente, en sus primeras instancias su modalidad de cambio no empleaba como medio de cambio el dinero, con el paso de los años la concentración y la especialización de los diferentes poblados propiciaron la concentración en la producción con la finalidad de realizar una transacción en el mercado obteniendo de ello ingresos para la subsistencia familiar.

Un factor determinante dentro de la producción ha sido y es el factor ambiental que define de acuerdo a la ubicación geográfica las condiciones y características climáticas de la zona y su aptitud productiva, las variables de interés a analizar en el presente estudio son: temperatura y precipitación. El Ecuador por su ubicación geográfica privilegiada dispone de variedad climática, siendo esto una ventaja competitiva con el resto de productores agrícolas internacionales, el país se encuentra entre los cinco países con mayor diversidad biológica (Jiménez, S. Castro, L. et al. 2012)

En el Ecuador el paisaje agrario se encuentra distribuido territorialmente entre las regiones Sierra, Costa y Amazonía. En las Islas Galápagos la concentración de producción agraria es la menos representativa, datos del 2004 reflejan que en esta se concentró el 0.1% (García, 2005). La participación representativa del sector agrícola en el Ecuador ha demandado la implementación de procesos tecnificados que se adapten a la producción y permitan generar una mayor escala de producción. Como identifica Martínez (2004), la actividad agrícola familiar se ve forzada a la vinculación con el mercado capitalista a través del cambio de los patrones de cultivos tradicionales a otro enfoque con criterios para la comercialización internacional.

La transición de una “agricultura tradicional” a una denominada “agricultura no tradicional”¹ refleja una alta intervención del estado bajo la aplicación de políticas e incentivos para el desarrollo de cultivos para la exportación. De acuerdo a Damiani (2000) la agricultura no tradicional de exportación se presentó durante los años 1990s, los principales productos de explotación fueron: las flores, frutas, hortalizas y cultivos orgánicos. Estos productos son

¹ *Agricultura tradicional*. - Remmers, define a la agricultura tradicional como los sistemas de uso de la tierra que han sido desarrollados localmente durante largos años de experiencia empírica y experimentación campesina. *Agricultura no tradicional*. - comprenden productos de alto valor comercial (se destacan flores, frutas, cultivos orgánicos, entre otros.) que incorporan dentro de su proceso productivo procesos tecnificados (tecnificados involucra conocimiento, instrumentos y tecnologías) (Damiani, 2000)

altamente demandados por países industrializados, lo que ha incentivado la concentración en la actividad.

La dinámica del mercado se ajusta de tal manera que los productos resultados de las actividades tradicionales son direccionados hacia el autoconsumo de los productores y/o a la comercialización en los mercados locales, regionales o nacionales, cubriendo de esta manera la demanda interna. Bajo este escenario la actividad productiva ha ido a lo largo de la historia económica ecuatoriana tomando una importante partida dentro de la actividad económica nacional y su aporte al PIB.

De acuerdo al papel analizado del sector público en el desarrollo de los cultivos no tradicionales Damiani (2000) identifica ciertos factores:

- Políticas macroeconómicas y sectoriales
- Infraestructura: en caminos, servicios básicos, riego
- Desarrollo tecnológico
- Crédito
- Capacitación
- Generación de empleos

Por otra parte, la agricultura no tradicional ha presentado una mayor concentración en población con capacidad financiera para invertir en el proceso productivo que es demandante de tecnología, capital humano capacitado, y para la gestión administrativa y de logística para la colocación de la producción.

El crecimiento paulatino de los últimos años de la agricultura no tradicional de exportación ecuatoriana, ha representado y representa un éxito para la economía nacional en algunos sentidos. Los beneficios de esta actividad se ven representados directamente en las manos de los propietarios, y además en las externalidades que genera por las fuentes de empleo, aporte a la Producción Nacional y a la dinámica económica sectorial. Además, su contribución en la generación de divisas, es un aspecto relevante dentro de este sector. La actividad comercial representa la apertura y define las relaciones del país con sus socios, del resultado de esta negociación depende el posicionamiento y penetración en mercados internacionales. Una característica de los mercados internacionales demandantes de la producción es su exigencia en términos de calidad, volúmenes de producción, características del producto y logística de comercialización.

Enmarcando la importancia en el sector agropecuario ecuatoriano, esta actividad es y se perfila de acuerdo a las políticas macroeconómicas a seguir siendo un importante aporte al Producto Interno Bruto, también representa una fuerte fuente de encadenamientos productivos con otros sectores, vinculando a la agroindustria bajo un concepto de una agricultura ampliada, de acuerdo a información del censo 2010 al agro producción ocupa alrededor del 23% de la población económicamente activa, entre los años 2007 – 2010 representa el 20.74% del PIB (IICA, 2007).

La importancia económica de la actividad agrícola para el Ecuador es innegable, ya que a más de ser una actividad generadora de valor a lo largo de su cadena productiva, es la segunda actividad generadora de divisas para la economía por las exportaciones.

2.2 La agricultura en la provincia del Azuay

El sector productor primario agrícola, para la provincia del Azuay no representa el mayor pilar dentro de las actividades económicas, no obstante, es un sector productivo muy importante en cuanto a la generación de fuentes de trabajo, esto con mayor énfasis para los cantones rurales en el que la PEA se ubica mayoritariamente en esta rama de actividad.

El Azuay tal y como registra el III Censo Agropecuario 2012, tiene 612.000 has de suelo utilizado, y alrededor del 17% de la población se concentra en esta rama de actividad económico – productiva. El uso del suelo en la provincia se presenta en la siguiente figura:

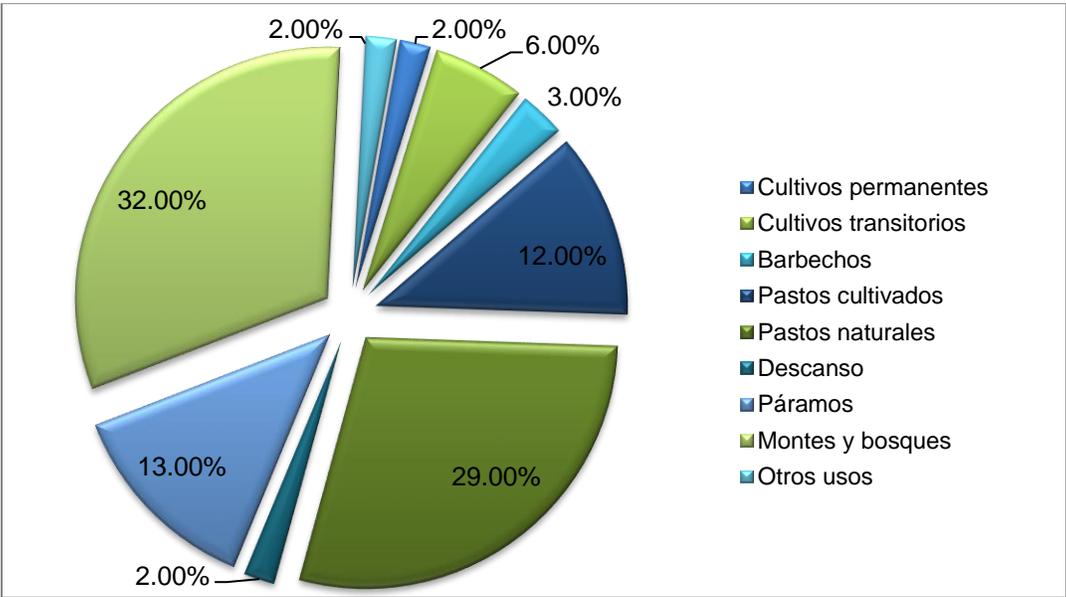


Figura 2.1: Uso de suelo en la provincia del Azuay. Fuente y Elaboración: OCE – Observatorio de Comercio Exterior – 2011.

Como se presenta en la figura anterior, el predominio es de montes y bosques, seguido de pastos naturales, en la provincia existe una representativa participación de páramos y pastos cultivados, siendo esta última una zona propicia para la concentración ganadera, la participación de cultivos permanentes y transitorios representa el 8% de la superficie.

La estructura productiva en la provincia está concentrada con el 90% de las fincas en manos de pequeños productores que ascienden alrededor de 89.665 UPA²s, y ocupan el 26% del suelo agropecuario. Las fincas medianas agrupan a 8.302 UPAs, y, finalmente, las grandes fincas representan apenas el 1,7% de las fincas, con 1.667, estas últimas tienen un tamaño promedio de 175 has.

Los cultivos transitorios y permanentes de la provincia más destacados son las legumbres como el fréjol, habas, arvejas y lenteja, tubérculos como la papa, ocas y mellocos, hortalizas como la cebolla, col, lechuga, tomate, zanahoria, coliflor, brócoli, nabo, acelga, ají pepino, y los cereales como el maíz, trigo, cebada, quinua, además es representativo las hierbas aromáticas.

Una característica de las actividades productivas de la provincia es su enfoque hacia el autoconsumo, ésta actividad diversifica la economía doméstica, es decir es una actividad complementaria para el hogar, los cantones que presentan los mayores ingresos por la actividad se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2.1: Aporte al VAB provincial y nacional por cantón.

Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca			
Total Azuay:	\$ 177,592.60	Total Nacional	\$ 6,198.165.00
Cantón	Valor Agregado	Participación Territorial	Participación Nivel Nacional
Camilo Ponce Enríquez	\$ 7.41	4.17%	0.12%
Chordeleg	\$ 4.73	2.66%	0.08%
Cuenca	\$ 34.38	19.36%	0.55%
El Pan	\$ 4.61	2.60%	0.07%
Girón	\$ 6.82	3.84%	0.11%
Guachapala	\$ 8.82	4.97%	0.14%
Gualaceo	\$ 11.09	6.25%	0.18%

² *UPA*.- Unidad Productiva Agropecuaria, se entiende como una explotación familiar que emplea directamente al titular o titulares de la actividad, pudiendo tener o no trabajadores contratados, esta no es una definición exclusivamente económica incorpora consideraciones sociales y territoriales. La definición aplicada en las encuestas del sector en el territorio nacional es una extensión de tierra de 500 m² o más, dedicada total o parcialmente a la producción agropecuaria, considerada como una unidad económica. Superficies menores a 500 m² que mantengan características de las UPAs descritas, pero que hayan vendido un producto, durante el periodo de referencia.

Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca			
Total Azuay:	\$ 177,592.60	Total Nacional	\$ 6,198.165.00
Cantón	Valor Agregado	Participación Territorial	Participación Nivel Nacional
Nabón	\$ 11.47	6.46%	0.19%
Oña	\$ 2.93	1.65%	0.05%
Paute	\$ 40.53	22.82%	0.65%
Pucará	\$ 5.14	2.90%	0.08%
San Fernando	\$ 5.38	3.03%	0.09%
Santa Isabel	\$ 11.77	6.63%	0.19%
Sevilla de Oro	\$ 10.02	5.64%	0.16%
Sigsig	\$ 12.48	7.03%	0.20%

Fuente y Elaboración: Dirección de Planificación del Gobierno Provincial del Azuay 2014.

2.2.1 Cultivos transitorios.

De la concentración de suelo de la provincia lo más destacado son los cultivos transitorios y permanentes. Los principales cultivos transitorios que se producen es el maíz suave seco, con una concentración del 31.38% de acuerdo al III Censo Agropecuario, seguido del fréjol seco con el 27.89%, fréjol tierno 5.10% haba tierna con el 4.42%, todos estos cultivos en la provincia tienen una característica de ser mantenidos con un sistema agrícola tradicional. Dentro de los monocultivos más importantes está la papa y el maíz suave seco, estos dos últimos cultivos tienen una representación mayoritaria en los cantones Paute, Cuenca, Santa Isabel, Pucará y Nabón.

La producción de fréjol, esta se ubica en una producción anual de 2,231 TM, presentando el maíz un patrón superior a ese cultivo, estos productos son característicos y forman parte de la dieta diaria de la provincia por lo que su oferta y demanda siempre están presentes en los mercados. Un aspecto a analizar, es el comportamiento en superficies de este producto ya que una reducción de este puede estar asociada a la productividad y ganancias resultantes de la actividad.

Los cultivos de haba, papa, maíz son relevantes dentro de la provincia y su mercado es importante ya que forman parte de la canasta básica de los hogares como productos finales y como consumo intermedio para otros bienes

2.2.2 Cultivos permanentes.

Los cultivos permanentes de la provincia están principalmente concentrados en el cantón Pucará, esto obedece a la temperatura y precipitación con la que cuenta este cantón. La principal producción es el banano y cacao, Santa Isabel y Camilo Ponce Enríquez son los cantones que también aportan significativamente con estos cultivos por las características climáticas. La caña de azúcar es uno de los cultivos con mayor volumen de producción, a nivel provincial se reporta aproximadamente 79,000 TM de producción anual, siendo Santa Isabel el más reconocido por la producción de este cultivo. El uso principal de este producto es para la preparación de jugo de caña, aguardiente, miel y panela.

2.3 Productos y variables analizadas de la Provincia del Azuay

El análisis de los productos de la provincia asociados a las variables de precipitación³ y temperatura, lleva como objetivo identificar la relación que se presenta entre estas variables, dada la importancia revelada en el marco teórico y evidencia empírica. Es un aspecto conocido y evidenciado hasta este punto, que el cambio climático predice temperaturas extremas, por una parte, escasas del recurso hídrico, por otra, inundaciones, un aumento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI), efectos consecuentes de la dinámica de la actividad humana y la manipulación sobre los recursos naturales.

Entre otros fenómenos que se pueden asociar a las alteraciones de temperatura y precipitación, es la disminución en los rendimientos de los cultivos, potencialmente esto generaría a la vez deterioro en los suelos y calidad de los cultivos, erosión y menor disponibilidad de tierras para la actividad agropecuaria, o en un caso alternativo expansión de la frontera agrícola (Sheridan J. Bickford D., 2011).

Ante la posibilidad de varios fenómenos como los descritos y sus afecciones, se crea la necesidad de desarrollar mecanismos que generen una estructura para mejorar la gestión sostenible para los sistemas ecológicos. Dentro de esta investigación se plantea probar la hipótesis de relación entre los rendimientos y la temperatura, y los niveles de producción con la precipitación para probar mediante evidencia empírica estas asociaciones. Los productos a ser analizados en la provincia del Azuay son: papa, maíz, fréjol tierno, fréjol seco y arveja.

³ La precipitación se mide en mm, que es el espesor de la lámina de agua que se forma, a causa de la precipitación, sobre una superficie plana e impermeable y que equivale a litros de agua por metro cuadrado de terreno (l/m²).

2.3.1 Metodología para la determinación de la relación entre variables climáticas y la producción agrícola.

En base a la revisión de literatura y de casos de estudio tanto nacionales como internacionales y la evidencia existente entre las variables climáticas, específicamente entre la precipitación y temperatura, con respecto a la producción agrícola. De la presente investigación el objetivo es probar la existencia significativa de estas relaciones para la producción representativa de la provincia del Azuay, con su respectiva información de temperatura y precipitación durante el período 2010 – 2012.

La metodología empleada para el análisis se basa en dos perspectivas, la primera se enfoca en realizar un análisis descriptivo histórico de las características del cultivo, su patrón de comportamiento (superficie sembrada, cosechada, producción ventas), las características de adaptación climática del cultivo, entre otros aspectos relevantes que describan al producto y permitan generar un marco completo.

Como segundo enfoque, se desarrolla el análisis estadístico de correlación entre las variables, con la finalidad de probar la existencia de una relación entre las variables. El análisis estadístico se realiza obteniendo el Coeficiente de Correlación de Pearson (CCP) definido este como un estadístico que prorratea los niveles de covarianza entre las variables, sobre el producto de sus desviaciones típicas.

$$\rho_{X,Y} = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)]}{\sigma_X \sigma_Y}$$

Los resultados del CCP oscilan entre absolutos oscilan 0 y 1. No obstante los resultados del coeficiente pueden variar dentro de este mismo rango a valores negativos. En este sentido una fuerte relación positiva está representada por valores lo más próximos a +1, por otra parte, una fuerte relación negativa se presenta en valores lo más próximos a -1. Los resultados del límite, es decir +1, -1 se interpreta como una relación perfecta positiva y perfecta negativa. En los siguientes acápite se realiza los análisis para identificar de manera descriptiva y estadística la relación entre las variables climáticas (temperatura y precipitación), con las variables de producción (rendimiento, TM producidas).

2.3.2 Papa

La producción de papa en el Ecuador se distribuye geográficamente de acuerdo a sus características asociadas al clima, altura y precipitación. Este cultivo se adapta en terrenos irregulares con pendientes hasta de 45% o más en casos específicos. De este cultivo se

reporta aproximadamente un 90% de la producción para la comercialización interna del país, y el 10% para autoconsumo de los productores.

Tabla 2.2: Superficie de producción y distribución del Cultivo de papa en el Ecuador 2014.

Región y provincia	Superficie (Has.)			Ventas (TM.)
	Sembrada Has.	Cosechada has.	Producción (TM.)	
Total Nacional	35,460	34,677	443,357	392,045
Región Sierra	35,275	34,530	440,204	391,489
	99.5%	99.6%	99.3%	99.9%
Región Costa	11	11	61	54
	0.03%	0.03%	0.01%	0.01%
Región Oriental	174	137	3,093	502
	0.492%	0.394%	0.698%	0.128%

Fuente: INEC 2014.

Este producto se concentra mayoritariamente en la Sierra en las provincias: Carchi, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi que abarcan alrededor del 89% según como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2.3: Producción de papa por provincia 2014.

Provincia	Superficie (Has.)			Producción (%)	Ventas (TM.)
	Sembrada Has.	Cosechada Has.	Producción (TM.)		
Carchi	7,026	6,937	155,585	35.34%	142,676
Chimborazo	6,222	6,148	84,839	19.27%	80,019
Cotopaxi	7,154	6,847	54,323	12.34%	41,935
Tungurahua	3,859	3,807	53,452	12.14%	46,918
Pichincha	3,129	3,048	44,872	10.19%	40,808
Cañar	3,222	3,197	25,868	5.88%	22,685
Bolívar	2,648	2,612	10,806	2.45%	9,47
Azuay	1,045	981	6,250	1.42%	5,001
Imbabura	745	729	3,491	0.79%	1,977
Loja	225	224	717	0.16%	0

Fuente: INEC 2014.

2.3.2.1 Variedades de papa

La papa en el Ecuador presenta una extensa gama de variedades, sin embargo, la demanda del producto y los rendimientos han determinado la concentración en ciertos tipos de

variedad. La papa “chola” es la de mayor producción y comercialización en el mercado, seguido de las variedades: Chaucha, Gabriela y Uvilla.

Cada una de las variedades de papa posee sus características de adaptación, el caso de la papa Chaucha se cultiva en lugares con una altura promedio de 3.000 metros sobre el nivel del mar, los rendimientos de este cultivo bordean alrededor de 10 toneladas por hectárea, el consumo de este tipo es en fresco, este producto es perecible en un menor tiempo en comparación con otras variedades.

Por su parte, las otras variedades de papa se cultivan entre los 2.900 y 3.900 metros sobre el nivel del mar. El rendimiento del tipo Uvilla es de 30 toneladas por hectárea. El ambiente de adaptación del cultivo está entre la temperatura del 7°C – 14°C, con una precipitación de 700mm 1000mm.

2.3.2.2 Análisis histórico del cultivo de papa

La producción de papa en la provincia del Azuay muestra una tendencia fluctuante de impulsos y descensos, entre el 2006 hasta el 2012, se observa un crecimiento del 6% de producción. La producción de este tubérculo presenta su punto más alto en el año 2005 con 16,085 Has. Como se puede observar en la siguiente figura, a partir del 2005 el comportamiento entre las variables descritas parece ser inverso, es decir la producción baja a medida que la precipitación aumenta.

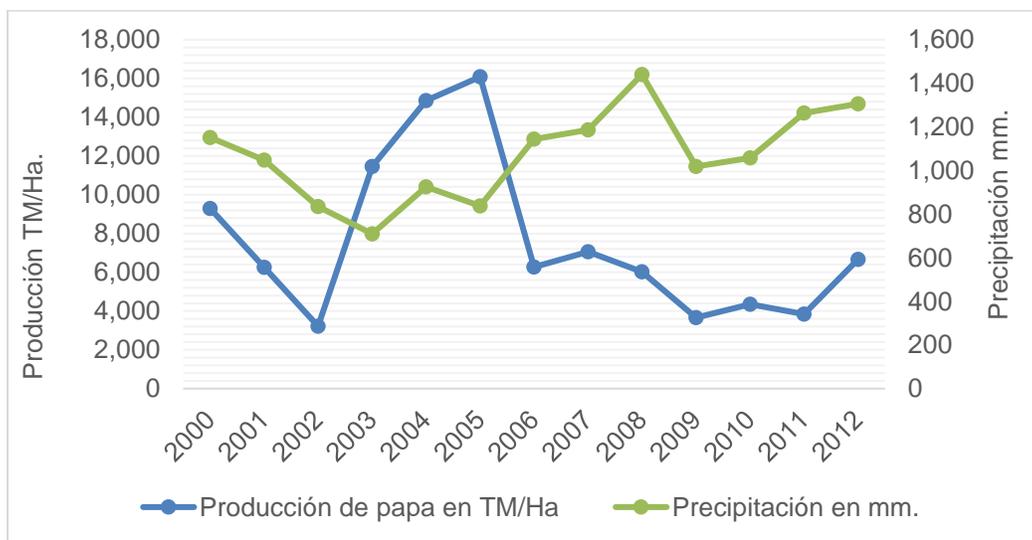


Figura 2.2: Producción y precipitación de la papa 2000 – 2012.
Fuente: INEC 2014.

La serie de datos graficados para el análisis de la papa se detallan en el Anexo 1, y se corresponde con la serie del período 2000 – 2012. Para verificar la existencia estadística y dimensionar en nivel de relación entre las variables, se obtiene el Coeficiente de Correlación de Pearson. El resultado de este estadístico, entre la precipitación y la producción medida en TM es de -0.45 , este comportamiento puede obedecer contrastando con los resultados de otras investigaciones en la evidencia empírica, a los efectos negativos que se presentan fuera de los rangos de adaptabilidad del producto que para el caso es entre 700mm – 1000 mm. Esto es mucho más evidente a partir del 2005 período en el que las precipitaciones reflejan un crecimiento paulatino superando el límite superior.

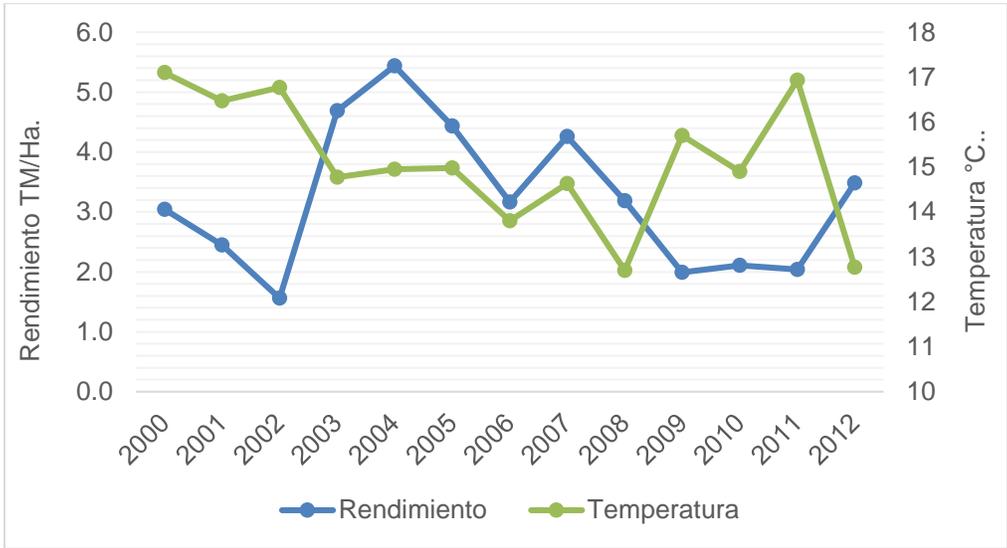


Figura 2.3: Rendimiento de la papa y temperatura año: 2000 – 2012.
Fuente: INEC 2014.

Por otra parte, los rendimientos de la papa también presentan una fluctuación premeditada a la temperatura de adaptabilidad del producto, de la figura se puede intuir una relación inversa, dado que en períodos de alta temperatura 2000 – 2002 los rendimientos son bajos, de igual manera otro período bastante evidente es el comprendido entre 2009 -2011.

El resultado obtenido del Coeficiente de Correlación entre estas variables es de -0.42 , comportamiento similar al observado con la precipitación. Este resultado, permite inducir una relación inversa, siendo compatible con las características descritas del cultivo de papa y su adaptabilidad en términos de temperatura y precipitación.

2.3.3 Maíz

El maíz es importante a nivel nacional y provincial ya que este cereal tiene una participación importante en la producción agrícola y en la dieta de la población. La amplia gama de este producto da lugar a su demanda para diferentes niveles de industrialización como: balanceados (especialmente avícolas), materias primas para la elaboración de productos derivados, producción de bioetanol, consumo masivo humano directamente y a través de la elaboración de platos tradicionales en los que se emplea como ingrediente predominante.

Según FAOSTAT (2014), el Departamento de Agricultura de Estados Unidos – USDA sitúa la producción de maíz a marzo de 2014 en 967,52 millones de TM, en comparación con 863,4 millones de TM del 2013, es decir un incremento de alrededor del 12% comparando las campañas anuales. La producción de este cereal está entre los 3 principales cultivados, acompañado del trigo y arroz.

La adaptabilidad de este producto se presenta en alturas medias que van desde los 1700 a 3200 metros sobre el nivel del mar, sin embargo, no es sorprendente identificar adaptaciones en zonas inferiores a los 1000 metros y sobre los 3200 referidos sobre todo en la Región Interandina. La temperatura de adaptación de este cultivo varía entre los 12°C – 18°C. (Peralta, et al. 2010), y la precipitación puede variar entre los 500 mm – 900mm. La producción a nivel nacional por regiones se encuentra distribuida de la siguiente manera:

Tabla 2.4: Superficie de producción y distribución del cultivo de maíz en el Ecuador, 2014.

Región y Provincia	Superficie (Has.)			Ventas (TM.)
	Sembrada Has.	Cosechada Has.	Producción (TM.)	
Total Nacional	43,418	39,797	75,823	58,648
Región Sierra	42,590	38,969	74,809	58,125
	98.10%	97.90%	98.70%	99.10%
Región Costa	327	327	337	33
	0.75%	0.82%	0.44%	0.06%
Región Oriental	501	501	676	490
	1.15%	1.26%	0.89%	0.84%

Fuente: INEC 2014.

Al igual que el cultivo de papa, las características de adaptabilidad del maíz suave analizado en este apartado, se adaptan de mejor manera a las características climáticas de la Sierra, razón que concuerda con el 98% de concentración.

La distribución por provincia de la producción se detalla en la siguiente tabla en la que el Azuay ocupa el séptimo lugar:

Tabla 2.5: Producción de maíz por provincia 2014.

Provincia	Superficie (Has.)			Producción (%)	Ventas (TM.)
	Sembrada Has.	Cosechada Has.	Producción (TM.)		
Bolívar	9,168	8,478	24,353	32.55%	23,091
Tungurahua	3,625	3,450	10,729	14.34%	8,523
Cotopaxi	8,717	8,318	9,134	12.21%	4,895
Chimborazo	5,327	5,130	9,052	12.10%	7460
Imbabura	4,031	3,422	7,727	10.33%	6,533
Pichincha	4,176	3,746	6,572	8.79%	5,274
Azuay	3,926	3,681	3,238	4.33%	689
Cañar	1,925	1,787	2,123	2.84%	687
Carchi	566	518	1,402	1.87%	920
Loja	1130	441	479	0.64%	
Total Nacional	42,590	38,969	74,809	100%	58,073

Fuente: INEC 2014.

Del total de producción de maíz a nivel nacional, considerando el volumen de producción y ventas (58.073/74.809) la colocación de la producción es alrededor del 78%, este cultivo tiene un destino tanto nacional como internacional. Las exportaciones que se reportan en el Boletín situacional del MAGAP, 2014 reflejan que en ese año la cifra de exportaciones es de 372.29 TM, siendo esta cifra una de las más altas de los últimos años.

2.3.4.1 Variedades de maíz

La producción de maíz cuenta con una amplia gama de variedades, en la base de datos de la Colección Nacional del INIAP, se reportan alrededor de 29 tipos de maíz. Del total de variedades en la provincia del Azuay se han identificado 16 tipos. Las principales características que sugieren la clasificación del maíz están relacionadas con la constitución del grano, el color y la madurez del grano.

Entre los diferentes tipos de maíz las variedades más comunes son 4:

1. Maíz duro generalmente de granos redondos, duros y suaves.

2. Maíz reventón, sus granos son pequeños, van de redondos a oblongos, con pericarpio grueso, que a altas temperaturas revienta y deja expandir el endospermo, es un tipo de maíz temprano, usado en la alimentación humana como bocaditos.
3. Maíz harinoso, como su nombre sugiere su grano está formado mayoritariamente de almidón muy blando.
4. Maíces dulces, sus granos tienen un alto contenido de azúcar, lo cual los hace muy apetecibles para el consumo humano.

2.3.4.2 Análisis gráfico del maíz

La producción de maíz choclo en la provincia del Azuay se realiza en mayor parte de manera tradicional, y para autoconsumo de los productores, los cantones donde más se concentra la producción son: Sevilla de Oro, Santa Isabel, Pucará, Gualaceo. Un aspecto particular de este cultivo, es que se presenta de manera no intensiva en la mayor parte de los cantones de la provincia por su connotación cultural y tradicional.

En el Cantón Sevilla de Oro se han registrado la mayor variedad de variedades de maíz, alrededor de 9 tipos. La producción de maíz se presenta en la siguiente figura, en la que se observa fluctuaciones significativas de los volúmenes de producción, con un pico en el año 2005, y posterior a este un comportamiento más estable.

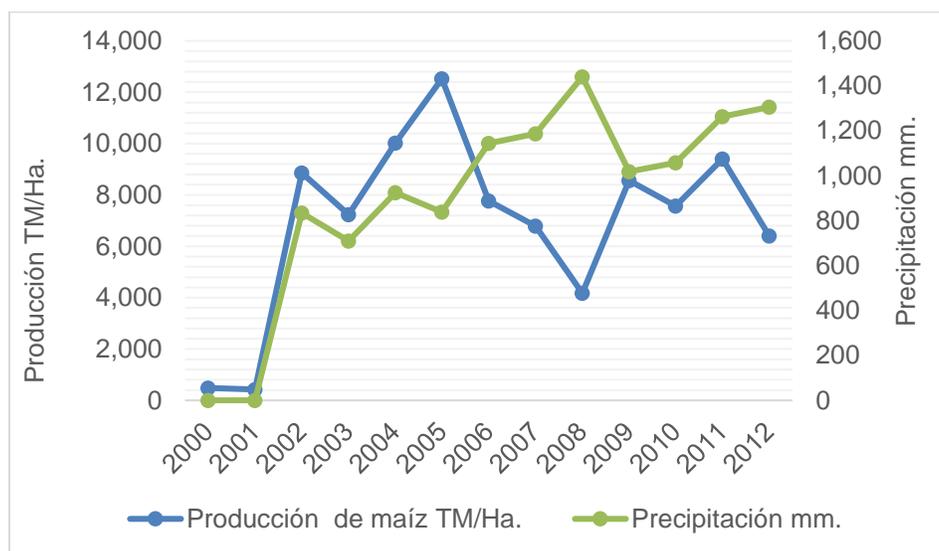


Figura 2.4: Producción de maíz TM/Ha. y precipitación 2000 – 2012.
Fuente: INEC 2014.

Los resultados del coeficiente de correlación entre las variables producción y precipitación es de -0.61, resultado que evidencia una correlación negativa significativa superando el

punto medio del estadístico. Esta relación inversa descriptivamente es más visible durante el período 2004-2008 en el que tienen un comportamiento indirectamente proporcional la precipitación y la producción de maíz.

Durante el período referido se observa un aumento sostenido en la precipitación de la provincia, factor al que puede obedecer la reducción de los niveles de producción. De lo revisado el producto tiene una adaptabilidad entre los 500 mm – 900mm, durante el período 2004-2008 va desde los 924 mm hasta los 1440 mm.

de rendimiento y temperatura, y rendimiento y precipitación, establecen resultados negativos, lo que permite concluir en una correlación negativa, es decir manteniendo las demás condiciones constantes a mayores temperaturas o niveles de precipitación, se espera una menor producción de maíz.

Por otra parte, en la siguiente figura se presenta los resultados de rendimientos del maíz y la temperatura asociada a los diferentes años de análisis:

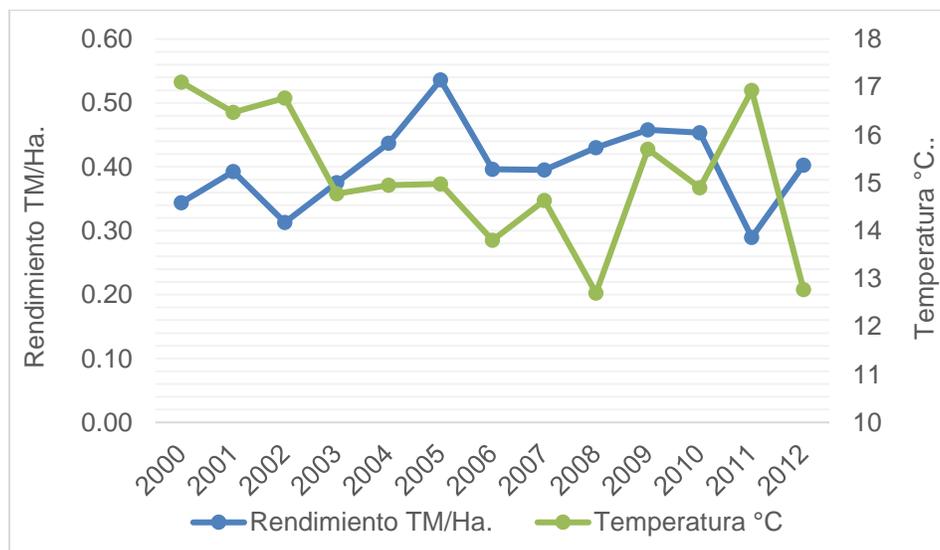


Figura 2.5: Rendimiento del maíz y temperatura 2000 – 2012.
Fuente: INEC 2014.

Los rendimientos fluctúan acorde a la superficie sembrada y los volúmenes de producción obtenidos interanualmente, como se refirió el Azuay no se caracteriza por mantener un cultivo intensivo del producto, su concentración tiene una participación de cultivos tradicionales y culturalmente mantenidos. El coeficiente de correlación entre estas variables es de -0.47.

El resultado obtenido representa una relación inversa entre las variables, con una significancia media, descriptivamente de la figura este comportamiento es evidente a lo largo de la mayor parte de la serie períodos 200-2002 y períodos 2005-2008. La temperatura de adaptabilidad del producto varía entre los 12°C – 18°C, durante los años que se evidencia un patrón inverso en el comportamiento la temperatura alcanza hasta 17°C, este comportamiento puede explicar el resultado obtenido.

El maíz es un cultivo representativo de la provincia, y su vinculación con las variables analizadas: temperatura y precipitación puede ser determinante para su producción. Los factores directamente de las alteraciones climáticas pueden variar significativamente los niveles de producción y rendimiento, e indirectamente verse afectado por la aparición de plagas, la descomposición de suelos, entre otros pueden acelerar los efectos negativos, debiendo ser estos controlados y mitigados. Finalmente, el maíz es un cultivo de siembra y consumo tradicional, por lo que resulta relevante su análisis y tratamiento de políticas para incentivar y mantener su producción.

2.3.4 Arveja tierna

En el Ecuador, este cultivo cuenta con una participación representativa ya que las características geográficas y climáticas permiten la adaptación del cultivo, esta se cultiva especialmente en la Región Sierra, en las provincias de Bolívar, Chimborazo, Loja, Cañar, Carchi, Imbabura, Pichincha, Azuay y Tungurahua. La temperatura para la adaptación de este producto es frío y hasta templado de acuerdo a las diferentes etapas de desarrollo y germinación del cultivo, la temperatura para este puede variar entre 15°C a 18°C. La precipitación requerida media es de 500 a 1.000 mm.

La arveja tiene la característica de ser cosechada ya sea para un consumo y expendio inmediato como grano tierno, o como grano seco. Los meses característicos para su siembra son: marzo, abril, mayo y junio, meses en los que se presentan las condiciones propicias para la adaptación de este cultivo. Su tiempo de maduración es de alrededor de 4 meses para obtener el grano tierno, el uso de esta leguminosa es variado, ya sea para expendio y consumo final o para el procesamiento en derivados o productos enlatados.

Tabla 2.6: Superficie de producción y distribución del cultivo de arveja tierna en el Ecuador 2014.

Región y Provincia	Superficie (Has.)			Ventas (TM.)
	Sembrada Has.	Cosechada Has.	Producción (TM.)	
Total Nacional	8,195	7,132	10,842	9,696
Región Sierra	8,195	7,132	10,842	9,696
	100%	100%	100%	100%

Fuente: INEC 2014.

Como se mencionó en el párrafo anterior, este cultivo es característico de la Región Sierra, siendo la totalidad de la producción contabilizada registrada en estas provincias, que se encuentra distribuida de la siguiente manera:

Tabla 2.7: Producción de arveja por provincia 2014.

Provincia	Superficie (Has.)			Producción (%)	Ventas (TM.)
	Sembrada Has.	Cosechada Has.	Producción (TM.)		
Carchi	3,504	3,425	6,314	58.24%	6,213
Tungurahua	1,037	981	1,673	15.44%	1,548
Cañar	717	708	914	8.43%	672
Chimborazo	1,165	827	786	7.25%	727
Cotopaxi	452	403	431	3.98%	281
Azuay	428	374	327	3.02%	70
Imbabura	676	238	210	1.94%	117
Pichincha	179	139	144	1.33%	69
Loja	34	34	35	0.32%	0
Bolívar	3	3	6	0.06%	0
Total Nacional	8,195	7,132	10,842	100%	9,696

Fuente: INEC 2014.

La provincia que se destaca con la mayor participación de concentración del Cultivo es Carchi con más del 50% de la producción de arveja tierna en vaina, el Azuay representa el 3% de total de la producción nacional de este producto.

2.3.5.1 Variedades de arveja

La arveja cuenta con una variedad que de acuerdo a la información disponible en el INIAP son:

1. **Arveja Andina.-** de origen argentino, tiene flor de color blanco, su grano es verde oscuro y el rendimiento promedio en grano seco es de 1,8 TM por hectárea, mientras que en grano tierno es de 1,1TM.
2. **Lojanita.-** el origen es de la Sierra ecuatoriana, colectada en la provincia de Imbabura de flor blanca y grano de color crema, rinde 2,1 TM por hectárea en grano seco y 2,5 TM en grano tierno.
3. **Roxana.-** originaria de la Sierra ecuatoriana, tiene flor blanca, grano crema con un rendimiento de 1,9 TM por hectárea en grano seco y 3,5 TM en grano tierno.
4. **Esmeralda.-** de origen de Colombia, con flor blanca, grano verde claro y su rendimiento en grano seco es de 1,6 TM por hectárea y en grano tierno 2,4 TM.

La principal diferenciación entre la variedad de arveja es su pigmentación verde o crema en grano seco. La potencialidad y diferenciación de estas variedades son la resistencia genética a plagas y la adaptación a los ambientes.

2.3.5.2 Análisis gráfico de arveja

El cultivo de arveja es un cultivo característico de climas templados algo húmedos, se adapta al frío y períodos de baja temperatura durante los primeros estados de la planta, la temperatura óptima esta entre 15° C – 18° C, y la mínima 10° C. requiere de una precipitación media de 500 mm a 1.000 mm durante su ciclo productivo (Pinto, 2007).

Los factores que pueden incidir en los niveles de producción de este cultivo pueden evidenciar la relación con las alteraciones de la precipitación, gráficamente la relación entre los volúmenes de producción y precipitación se presentan en la siguiente figura:

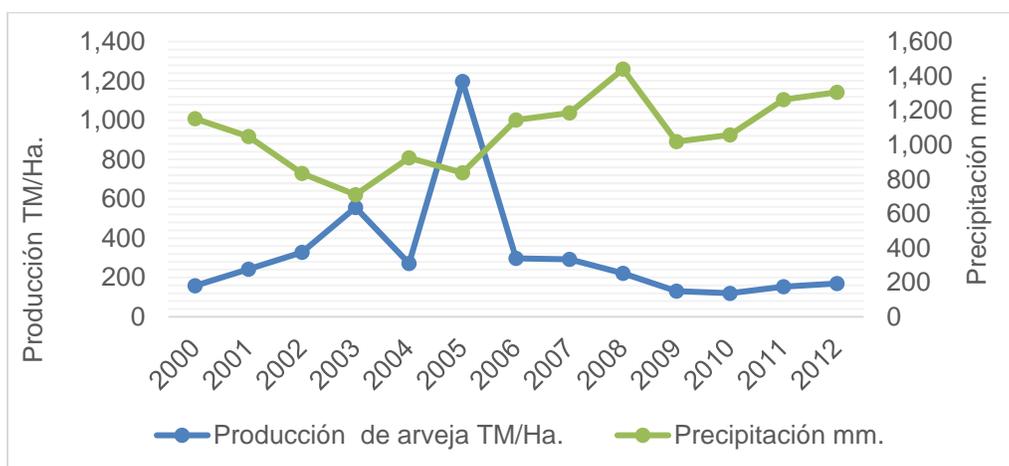


Figura 2.6: Rendimiento del maíz y temperatura 2000 – 2012.
Fuente: INEC 2014,

El comportamiento de las superficies dedicadas a la producción en la provincia, evidencia un decrecimiento tendencial, excluyendo específicamente el año 2005 en el que la producción crece significativamente. Posterior a este año, el comportamiento es estable con una leve tendencia a la baja, este comportamiento puede ser relacionado con el tendencial crecimiento de la precipitación. La figura permite evidenciar una descripción bastante acertada con una relación inversa entre las variables sobre todo en los períodos 2000 – 2002 y 2006 – 2012.

El coeficiente de correlación obtenido de estas variables es -0.55 corroborando la intuición gráfica y con una significatividad media del estadístico. Este resultado es consistente con la evidencia empírica en la que se identificó que las variaciones de precipitación pueden determinar la producción agrícola. Para el caso específico de la alverja la precipitación de adaptabilidad esta entre 500 mm a 1.000 mm, y durante los años que se evidencia comportamientos inversamente proporcionales la precipitación supera los 1000 mm que es el límite superior de adaptabilidad del producto.

Por otra parte, el coeficiente de correlación obtenido entre las variables rendimiento y temperatura asociada anualmente al cultivo de arveja da como resultado -0.41, esto obedece de igual manera a una relación inversamente proporcional indicando que a mayores temperaturas, los rendimientos de arveja se contraen. La temperatura de adaptabilidad del producto se definió entre 15°C – 18°C, en la siguiente figura se contrarresta los resultados obtenidos de manera descriptiva:

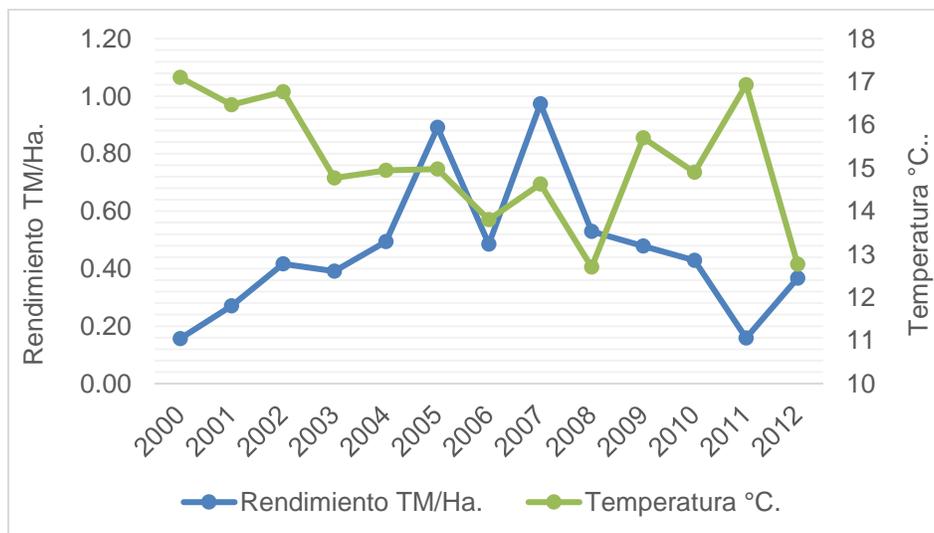


Figura 2.7: Rendimiento de la arveja y temperatura 2000 – 2012.
Fuente: INEC 2014.

En la figura es evidente el comportamiento inverso en el período 2000 – 2002, período en que la temperatura bordea el límite superior ubicándose hasta en 17°C. el período 2009 - 2011 presenta un igual comportamiento. Adicionalmente en este cultivo al haber identificado una adaptabilidad hasta en temperaturas de 10°C, el último año refleja una caída de temperatura y sin embargo, un rendimiento mayor con respecto al año anterior, permitiendo concluir que las temperaturas altas son las que amenazan al rendimiento de este cultivo.

2.3.5 Fréjol tierno

El fréjol es un grano nativo de América, siendo el continente del cual se obtiene cerca del 35% de la producción mundial, el cultivo se adapta a climas desde cálidos hasta climas templados, de acuerdo a la adaptación se han identificado una amplia variedad de tipos del producto. Esta producción se caracteriza por ser altamente sensible a las alteraciones de temperaturas, además las características de nutrientes del suelo deben ser las adecuadas para su desarrollo, así como, son susceptibles a plagas, la alteración de cualquiera de estos factores puede limitar la productividad de los cultivos (Peralta, et al. 2010).

La temperatura de adaptación de este cultivo está entre los 12° C a 18°C, con una precipitación de entre 500 – 900 mm en el ciclo productivo, existen varias variedades mejoradas, se detallarán posteriormente. (Peralta, et al. 2010).

Tabla 2.8: Superficie de producción y distribución del cultivo de fréjol tierno en el Ecuador 2014.

Región y provincia	Superficie (Has.)			Ventas (TM.)
	Sembrada Has.	Cosechada Has.	Producción (TM.)	
Total Nacional	19,482	17,955	17,860	15,018
Región Sierra	13,006	11,748	11,321	8,818
	66.80%	65.40%	63.40%	58.70%
Región Costa	6,389	6,12	6,455	6,2
	32.79%	34.08%	36.14%	41.28%
Región Oriental	87	87	85	0
	0.45%	0.49%	0.47%	0.00%

Fuente: INEC 2014.

Este cultivo tiene una alta concentración en la Sierra con el 63% de producción nacional, en la costa es significativa su concentración, este es un cultivo con la característica de un tiempo corto para perecer, por lo que su cadena de comercialización es presionada para el expendio del producto o alternativamente demanda de procesos y un adecuado tratamiento post cosecha para ampliar el tiempo de mantenimiento del producto. Un comportamiento

típico del expendio de este cultivo es la comercialización directa de los productores en los mercados cercanos a las localidades de producción o la intermediación para el traslado desde centros de acopio o los mercados mayoristas. En la Sierra las provincias que concentran la mayor participación de producción son:

Tabla 2.9: Producción de fréjol tierno por provincia 2014.

Provincia	Total Superficie (Has.)			Producción (%)	Ventas (TM.)
	Sembrada Has.	Cosechada Has.	Producción (TM.)		
Imbabura	2,982	2,704	3,843	33.95%	3,677
Chimborazo	1,113	1,091	1,72	15.20%	1,582
Azuay	3,283	2,86	1,479	13.06%	409
Carchi	778	777	847	7.48%	839
Pichincha	421	379	691	6.10%	565
Loja	1,259	912	632	5.58%	
Cañar	1,069	945	631	5.57%	178
Cotopaxi	1,336	1,325	542	4.78%	349
Bolívar	488	482	506	4.47%	441
Tungurahua	279	272	431	3.80%	409
Total Nacional	13,006	11,748	11,321	100%	8,449

Fuente: INEC 2014.

La provincia del Azuay, en el cultivo de fréjol tierno se posesiona entre los 3 principales productores con un 13% de la producción de la Región Sierra, que alcanza a 1,479 TM anuales, sin embargo, en la provincia se registra uno de los menores rendimientos a nivel nacional, para el 2014 según el Boletín del INEC. El rendimiento por TM/ha. en el año 2014 fue de 0.52, en comparación con otras provincias como: Chimborazo que tiene un rendimiento de 1.47 TM/ha., Imbabura con 1.4 TM/ha. Una de las razones analizadas que se asocia a los reducidos rendimientos obtenidos en el Azuay, es el proceso de producción a través de la asociación con el maíz tierno “Choclo”, esta combinación de cultivo es un factor que fija los rendimientos obtenidos.

2.3.6.1 Variedades de fréjol tierno

Este cultivo registra variedades locales y ciertas variedades mejoradas, en busca de la adaptación y mayores productividades.

➤ **Variedades Mejoradas**

1. **INIAP 413 Vilcabamba.**- es una variedad de grano grande y crema rayado, es de alto rendimiento 1,8 TM/ha., esta es una variedad con alta demanda para su consumo en tierno (INIAP, 2010).
2. **INIAP 414 Yunguilla.** - grano grande y rojo, con rendimiento de 1.4 TM/ha. Su cosecha es recomendada tanto en tierno como y seco, su comercialización se destina a mercados de la región Costa y Norte del País por su demanda (INIAP, 2010).

➤ **Variedades locales**

Estas variedades se registran en las provincias del Azuay y Cañar, son susceptibles a las plagas, por lo que demandan de aplicaciones de fungicidas durante su desarrollo, las variedades de mayor cultivo asociado a los niveles de demanda son: Centro, Centro Negro, Shaya, Chabelo, Cocacho, Percal Blanco, Mantequilla, Cargabello, Imbabello, Canario, Paragachi. La mayor parte de estas variedades se cosechan y comercializan en grano tierno (INIAP, 2010).

2.3.6.2 Análisis gráfico del fréjol tierno

Como se hizo referencia en párrafos anteriores, este cultivo en la provincia se realiza de manera asociada sobre todo con el maíz, por lo que sus rendimientos asociados son inferiores a los de otras provincias que se concentran en este como monocultivo. La producción resultante de la provincia presenta una fluctuación significativa en el período 2004 -2006 en los que alcanza los picos más altos. Posterior a este período la producción se estabiliza y tiene un comportamiento estable con variaciones anuales pequeñas.

Como se presenta en la siguiente figura, la producción y la precipitación reflejan un comportamiento inverso, toda vez que dadas mayores precipitaciones la producción se contrae este comportamiento se evidencia a lo largo del período de estudio en el movimiento de las series.

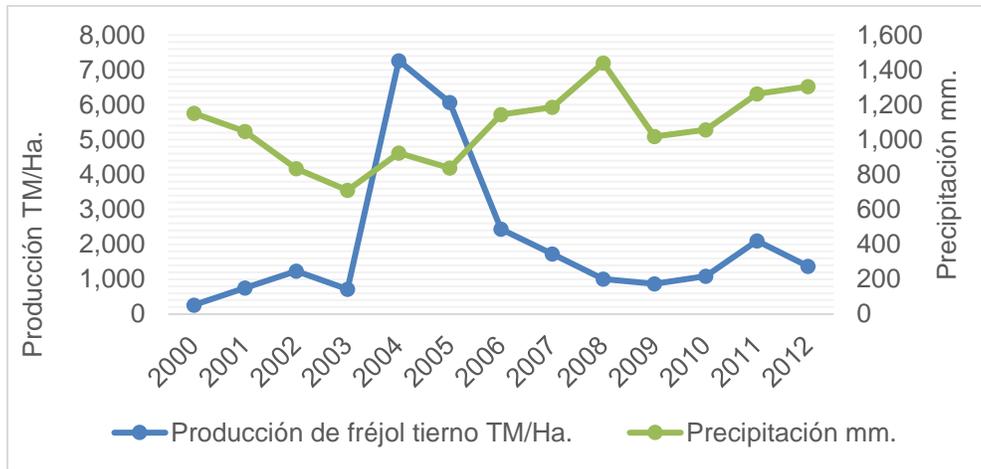


Figura 2.8: Producción de fréjol tierno y precipitación 2000 – 2012.
Fuente: INEC 2014.

El coeficiente de correlación obtenido de estas variables es el menor evidenciado hasta el momento, es -0.31, sin embargo, este comportamiento puede obedecer a que la producción de la provincia tiene un comportamiento menor al nacional por su proceso de cultivo asociado con maíz. Esta característica de la producción, puede explicar en parte el comportamiento del bajo coeficiente, siendo de manera descriptiva clara la relación inversa entre las variables.

En el último período 2006 – 2012 la precipitación supera significativamente el límite superior de adaptabilidad del producto que se definió en 900mm y durante todo este período correspondientemente se presentan bajas cifras de producción asociadas a estos años. Por otra parte, las series de rendimiento y temperatura se presentan en la siguiente figura:

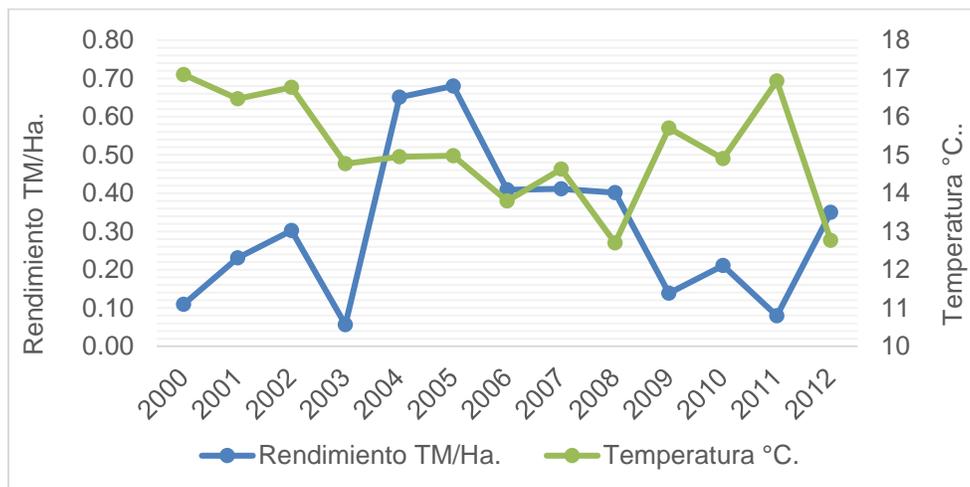


Figura 2.9: Rendimiento de arveja y temperatura 2000 – 2012.
Fuente: INEC 2014.

Con respecto a la relación entre los rendimientos y la temperatura se intuye que la sensibilidad es mayor dado que a mayores variaciones en la temperatura contraen los rendimientos del producto, esto es visible sobre todo en los períodos 2000-2002 y 2009-2011, períodos en los que es evidente la relación inversa y se asocian con temperaturas que alcanzan al límite superior de adaptabilidad que es de 18°C.

Para contrarrestar la intuición descriptiva anterior, el coeficiente de correlación obtenido entre estas variables es -0.43, siendo este superior a lo obtenido en la relación anterior. Es importante anotar que los resultados obtenidos de este cultivo pueden estar influenciados por las características de producción de la provincia y lo anticipado sobre los rendimientos de este producto.

2.3.6 Fréjol seco

Esta variedad de fréjol por su parte representa a nivel microeconómico para los productores una fuente importante de generación de recursos, toda vez que es un cultivo que aporta entre el 40% y 70% del ingreso familiar de los agricultores concentrados en la actividad, por su característica no perecible que puede almacenarse adecuadamente para el consumo y expendio durante el año. De acuerdo a la información disponible al 2010 (Peralta, et al. 2010) del INIAP hace tiempos atrás de la producción únicamente el 20% era consumido a nivel nacional y su diferencial de producción se exportaba principalmente a Colombia. La temperatura y precipitación para el desarrollo de este cultivo es similar al detallado para el fréjol tierno, con la variación del ciclo de cultivo el fréjol tierno tiene un ciclo de entre 100 – 160 días dependiendo la variedad sembrada, mientras que el fréjol seco tiene un ciclo que va desde 160-180 días.

Esta situación se ha modificado, ya que el gobierno nacional adquiere un porcentaje representativo de esta producción para los programas de alimentación, este producto es altamente demandado por sus componentes nutricionales sobre todo proteínicos que en comparación con las de origen animal son significativamente más económicas.

El tiempo de desarrollo de este cultivo demanda de entre 4 a 5 meses, para el consumo como tierno es inmediato, en caso de que el consumo o expendio sea en grano seco, este proceso tarda alrededor de un mes, el tiempo se asocia con la variedad del grano.

Un aspecto importante de anotar de este cultivo es su evidencia de cultivos deficientes de acuerdo a la información del Banco de Información Estadística del Instituto Nacional de

Estadísticas y Censos (INEC 2012), esta tendencia evidenciada en los niveles de rendimientos obedece a que se requiere de una variabilidad genética de esta semilla que reverse la situación de rendimientos marginales. Las superficies de este cultivo distribuidas en las regiones se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2.10: Superficie de producción y distribución del cultivo de fréjol seco en el Ecuador 2014.

Región y Provincia	Total superficie (Has.)			Ventas (TM.)
	Sembrada Has.	Cosechada Has.	Producción (TM.)	
Total Nacional	29,658	26,650	12,607	8,043
Región Sierra	24,35	21,583	9,074	4,869
	82.10%	81.00%	72.00%	60.50%
Región Costa	5,047	4,806	3,425	3,175
	17.02%	18.03%	27.17%	39.47%
Región Oriental	262	262	108	
	0.88%	0.98%	0.85%	0.00%

Fuente: INEC 2014.

Este cultivo tiene una mayoritaria concentración en la región Sierra, siendo las principales provincias que cultivan las siguientes:

Tabla 2.11: Producción de fréjol seco por provincia 2014.

Provincia	Total superficie (Has.)			Producción (%)	Ventas (TM.)
	Sembrada Has.	Cosechada Has.	Producción (TM.)		
Azuay	11,470	10,465	2,997	33.03%	994
Bolívar	3,521	2,864	1,536	16.92%	1,279
Imbabura	2,158	1,822	1,413	15.57%	868
Chimborazo	1,498	1,256	840	9.26%	664
Cotopaxi	2,349	2,239	744	8.20%	504
Cañar	1,543	1,387	656	7.23%	136
Loja	1,011	868	403	4.44%	
Pichincha	531	463	331	3.65%	202
Carchi	211	162	118	1.30%	91
Tungurahua	56	56	36	0.39%	24
Total Nacional	24,350	21,583	9,074	100%	4,762

Fuente: INEC 2014.

De los cultivos analizados, este cultivo es liderado representativamente por el Azuay, esto entraña razones culturales, ya que es un producto tradicional dentro de la dieta de la población, así como, su cultivo se realiza como parte de la cultura propia de la provincia.

2.3.6.1 Variedades de fréjol

Las variedades de este producto fueron anotadas en el acápite de descripción del fréjol tierno, y se detalló que tipos son preferidos para seco, ya que la mayor parte de las variedades pueden ser optadas por el secado para prolongar la característica perecible del grano tierno.

2.3.6.2 Análisis gráfico de fréjol

En la provincia del Azuay durante el período 2000 – 2012 se presenta el siguiente comportamiento de la producción:

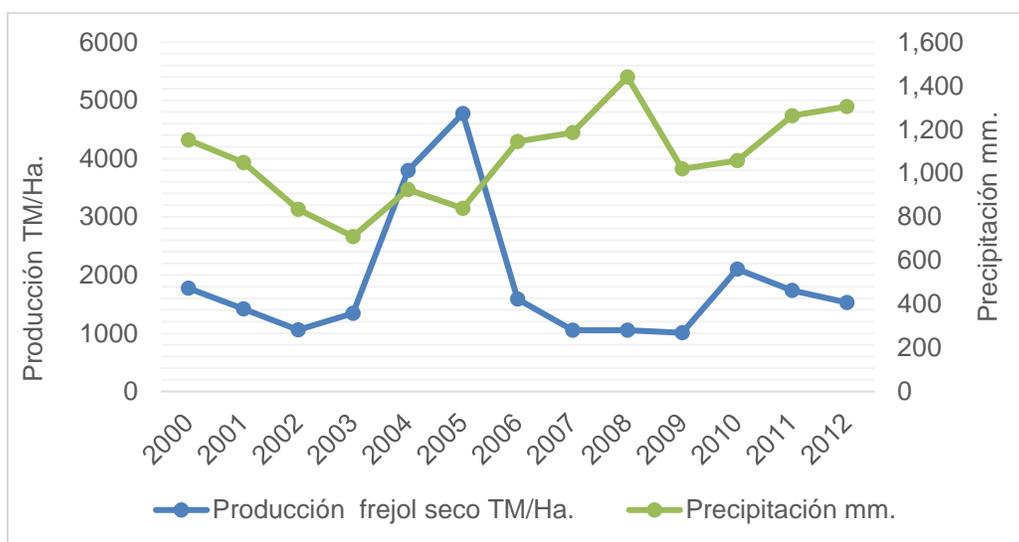


Figura 2.10: Producción de la fréjol seco y precipitación 2000 – 2012.

Fuente: INEC 2014.

Los volúmenes de producción en la provincia evidencian un comportamiento tendencial, a excepción el año 2005, año en el que la mayoría de productos analizados reportan un mayor nivel de producción, esto obedece a las características de los cultivos y las favorables condiciones afrontadas en ese año para la producción agrícola de la provincia. En la figura descriptivamente es notorio el comportamiento inverso entre la precipitación y los volúmenes de producción dejando esto un indicio de una relación negativa entre las variables.

La precipitación de adaptabilidad del producto está entre 500 mm – 900 mm, para los períodos 2000 – 2001 y 2006 -2012 se presentan precipitaciones superiores a este intervalo que se ven relacionadas con la contracción en la producción de fréjol seco. El coeficiente de correlación entre las variables es de -0.37, este comportamiento al igual que el de fréjol tierno puede obedecer a las características de cultivo del producto.

Por otra parte, la temperatura de adaptabilidad del producto se ubica hasta los 18°C, el comportamiento de esta serie conjuntamente con los rendimientos se presenta en la siguiente figura:

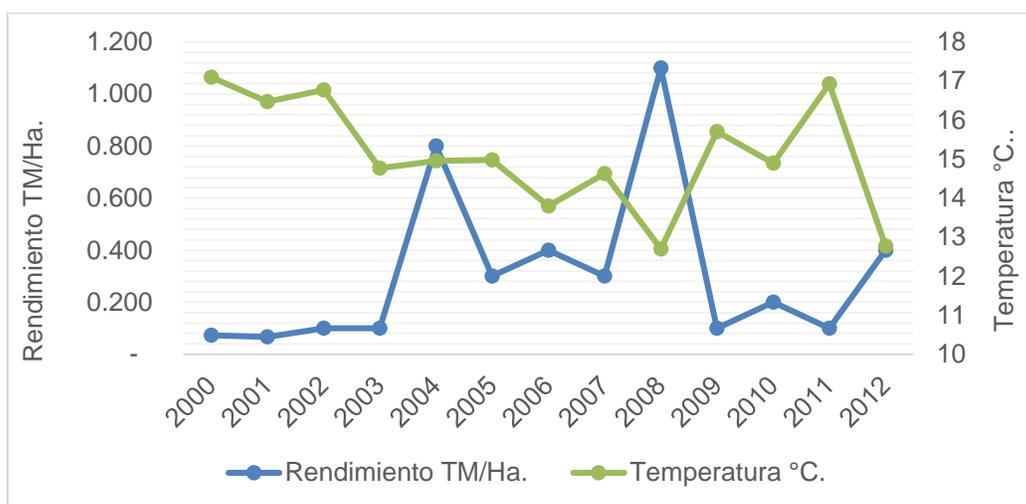


Figura 2.11: Rendimiento de fréjol seco y temperatura 2000 – 2012.
Fuente: INEC 2014.

Entre estas variables, se observa fuertes correlaciones negativas, sobre todo en el período 2000 – 2002 y período 2009 -2011, siendo evidente el comportamiento inverso entre los rendimientos y la temperatura observada en el correspondiente período.

El resultado del coeficiente de correlación corrobora esta intuición gráfica toda vez que es -0.70, representando una significativa correlación negativa entre las variables. A manera de conclusión de los dos últimos productos analizados: Fréjol tierno y Fréjol seco, se evidencia que estos están relacionados con mayor significatividad con la temperatura, pudiendo ser este un patrón de análisis, ya que las características de cultivo asociado reducen los volúmenes de producción por la alternabilidad con el maíz.

El fréjol es un producto que refleja una de las mayores correlaciones negativas entre los productos analizados hasta este apartado. La correlación negativa entre los niveles de rendimiento y temperatura, siendo evidente en los períodos en los que la temperatura supera el rango de adaptabilidad del producto que es de 13°C y 15°C.

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA EN LA PRODUCCIÓN DEL AZUAY

3.1 Análisis producción - precipitación

Metodológicamente el análisis de correlación entre las variables analizadas en la presente investigación se ha realizado de manera descriptiva y con un contraste estadístico a través del Coeficiente de Correlación de Pearson. Los resultados obtenidos de este recorrido analítico se someten a un marco comparativo con la evidencia empírica indagada en la primera parte de la investigación.

En el presente acápite se presentan los resultados obtenidos de los coeficientes de correlación de las variables climáticas y los niveles de productividad y rendimiento de la provincia del Azuay. La información disponible para el análisis representa el insumo básico del análisis, dado que a estos se asocian los resultados obtenidos.

La disponibilidad de información para el período investigado 2000–2012 facilita la obtención de los resultados. A continuación, se presentan los resultados conjuntos de todos los productos analizados que se corresponden con lo detallado en el acápite anterior. La correlación obtenida entre los niveles de producción y la variable precipitación, se resumen en la siguiente tabla:

Producción					
Precipitación	Arveja	Fréjol seco	Fréjol tierno	Maíz	Papa
	-0.55	-0.37	-0.31	-0.60	-0.45

Los resultados obtenidos del coeficiente de correlación entre los niveles de producción y precipitación presentan una relación negativa (inversa). Esto en términos aplicados a la investigación permite concluir que a mayores precipitaciones la producción de arveja, fréjol seco y tierno, maíz y papa se contraen.

El resultado más significativo estadísticamente es la correlación con respecto al maíz, lo que deja en evidencia y que se corrobora con el estudio de la evidencia empírica en el que se analiza la producción de este cultivo. Los demás productos presentan una correlación negativa inferior al valor medio del indicador, sin embargo, los resultados reflejan un indicio del comportamiento. Es posible intuir que de las correlaciones bajas existen más variables que explican el comportamiento de la producción. Con respecto a la temperatura los resultados de correlación son en conjunto más significativos tal y como se presentan en la siguiente tabla:

Rendimiento					
Temperatura	Arveja	Fréjol seco	Fréjol tierno	Maíz	Papa
	-0.41	-0.70	-0.43	-0.47	-0.42

En concordancia con la evidencia empírica revisada y el estudio específicamente de “Efectos del cambio climático sobre la agricultura (maíz, frijol y café) realizado en Costa Rica, se evidencia que se ocasionan pérdidas de productividad asociadas a los incrementos de temperatura reportados. Para el caso de estudio, los cultivos como el Fréjol, Maíz y Arveja han definido claramente su comportamiento inverso ante altas temperaturas registradas en la provincia.

Por otra parte, especialmente de los productos analizados el Fréjol tanto seco como tierno, han presentado unos resultados de alta sensibilidad a los parámetros de adaptabilidad, de igual manera que se concluye en el estudio detallado en la matriz de la evidencia empírica realizado en Panamá. La sensibilidad de este cultivo adicionalmente podría ser explicada por la característica de cultivo asociado.

Es importante anotar que en la presente investigación las variables relacionadas explican su grado de vinculación, y no se han considerado otras variables descriptivas que expliquen el comportamiento de la producción y rendimientos, como podría ser la incorporación de maquinaria, tecnificación del proceso productivo, especialización de los productores, etc.

Los resultados obtenidos de correlación se demostraron que estaban vinculados con las variables climáticas anotadas como adaptativas de los diferentes cultivos analizados, es decir cuando los comportamientos de las variables climáticas superan los límites de adaptabilidad en términos de precipitación y temperatura la producción y rendimientos se veían afectados negativamente en la provincia del Azuay.

Según Altieri, et al, 2009 la variable precipitación y su relación con los niveles de producción y rendimiento es un factor determinante en la producción agrícola, según lo publicado en la revista “*Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas*”, las alteraciones climáticas impactarán a la agricultura, estos efectos varían de acuerdo a cada región, con efectos de mayor alcance en los países con zonas tropicales.

Los signos esperados de los coeficientes de correlación concuerdan con la mayoría de estudios presentados en la evidencia empírica de la presente investigación, esto permite concluir que el comportamiento es explicativo, sin embargo, también es evidente que

deberían existir otras variables que se relacionen y expliquen la producción y rendimientos de la producción.

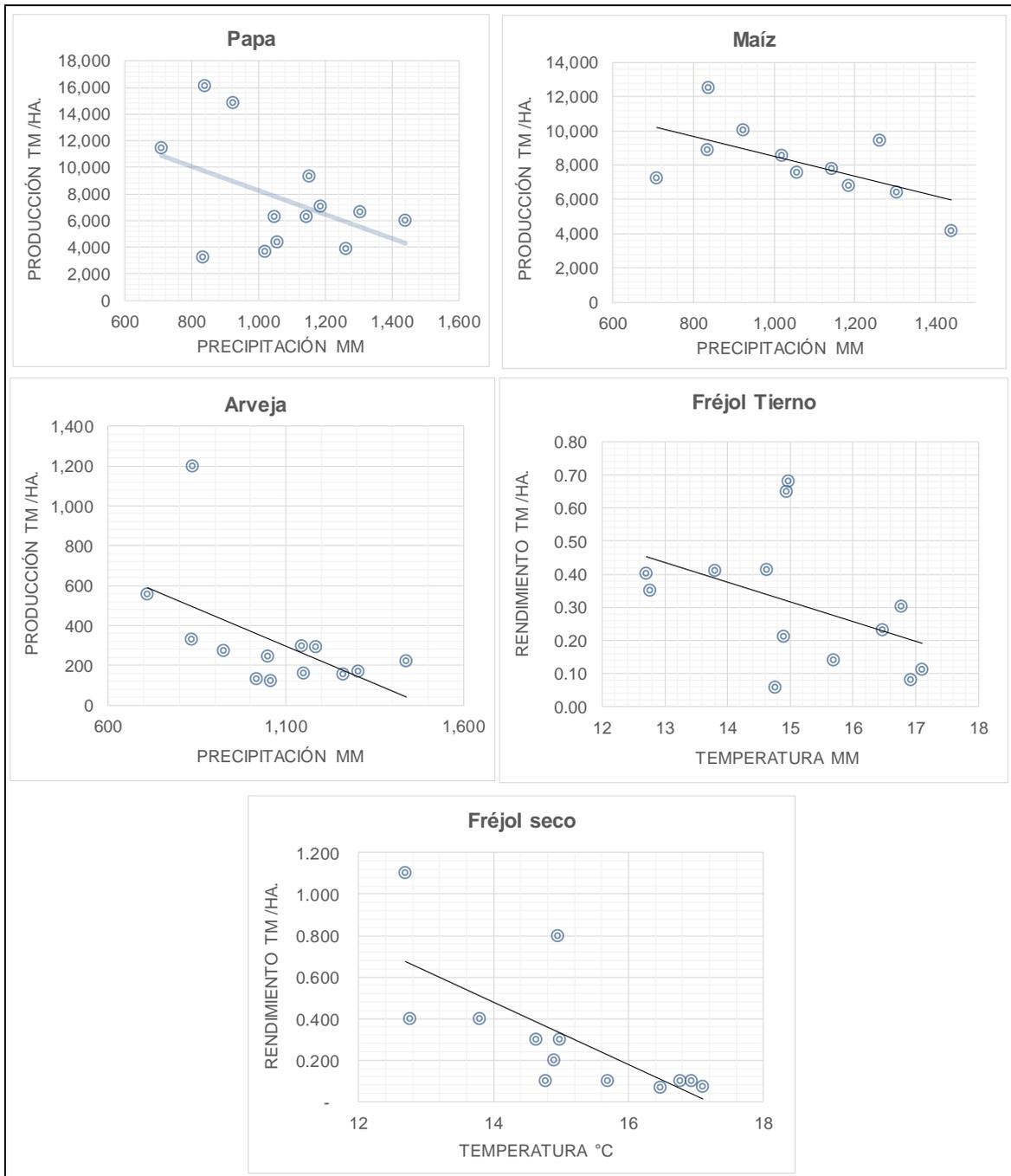


Figura 3.1: Rendimientos de los productos vs. precipitación en la provincia del Azuay 2000 – 2012
Elaboración: El autor

En la figura 3.1 se presentan todos los resultados consolidados de la gráfica entre el comportamiento de las variables que para cada producto representan un mayor resultado en su coeficiente de correlación. Es decir, se representa el comportamiento de los datos y

se evidencia que tienen una correlación negativa toda vez que el comportamiento de los datos simula se ajusta a una recta con pendiente negativa (imagen ilustrada con negro en cada gráfico).

Adicionalmente, de los resultados se puede concluir que existen datos que reflejan un comportamiento atípico en la información, estos datos podrían ser considerados aquellos que están explicados fuertemente por otras características del proceso productivo que torna en unos resultados alejados del comportamiento medio de la demás información.

Según el informe “Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia en el Ecuador” (Noboa, et al. 2012), se prevé que los fenómenos de fuertes precipitaciones, olas de calor, sequías pueden llegar a representar para el sector agrícola erosión, saturación hídrica, pérdida de variedades, entre otros elementos que condicionan la continuidad rentable de la actividad agrícola. Dentro de este aspecto, es relevante dar continuidad a estos análisis y observar el comportamiento de los rendimientos y observar con una data más amplia el comportamiento promedio de los datos.

Por parte de la variable de temperatura, las variaciones han evidenciado en numerosos resultados la incidencia sobre los rendimientos de los cultivos, afectando al ciclo reproductivo del cultivo. La variable temperatura influye de manera directa sobre el proceso o de manera desencadena a través de las externalidades que se puedan generar como: aparición de plagas, proliferación de insectos que perjudican el desarrollo, entre otros que perjudican el normal ciclo de los cultivos.

Es importante considerar la previsión para las temperaturas, ya que se ha demostrado estadísticamente que sobretodo esta guarda una alta correlación con la producción de Maíz, que para el Azuay es uno de los principales productos de la canasta familiar. La temperatura media en el área continental del Ecuador presenta una tendencia al alza como se observa en la siguiente figura:

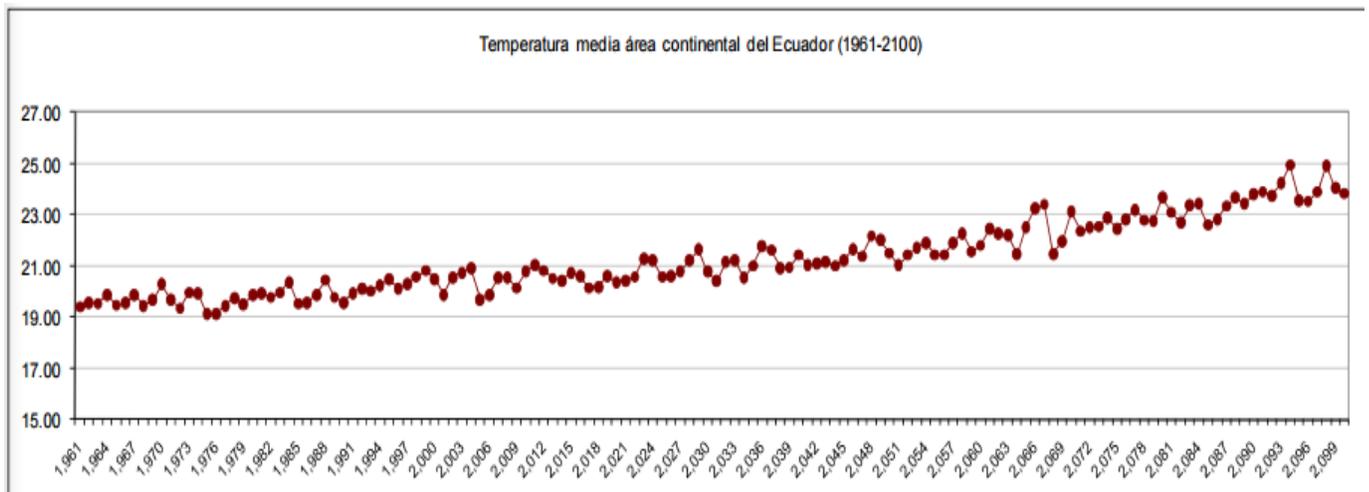


Figura 3.2: Temperatura media área continental Ecuador 1961 -2100.
Fuente: Precis – ECHAM- INPE, 2011.

De acuerdo a los resultados obtenidos y a la proyección presentada de temperatura media del área continental del Ecuador, es necesario considerar medidas que minimicen, o que representen alternativas para afrontar estas variaciones y que comprometan en lo menor posible las condiciones de las actividades económicas productivas.

Del análisis realizado podemos concluir que existe evidencia estadística que correlaciona negativamente las variables climáticas analizadas con la producción y rendimiento de los productos en la provincia del Azuay.

CAPÍTULO IV

4. RECOMENDACIONES DE POLÍTICAS PÚBLICAS

El entorno del sector agrícola ecuatoriano, es un aspecto de amplio análisis basado en la importancia de este como actividad económica relevante, ya que para el año 2014 este representó el 7.33% del Producto Interno Bruto. Los principales riesgos que se identifican dentro de la actividad son: emigración del campo a la ciudad, concentración en otras actividades económicas, la legislación referente a tenencia de tierras, faltan políticas de crédito, asesoría técnica limitada, canales de comercialización no desarrollados, entre otros aspectos legales que fortalezcan la actividad y permitan garantizar una rentabilidad (Fabián Uribe, 2014).

Las directrices que se enmarcan bajo la garantía de mantener la producción agrícola y su calidad principalmente están enmarcadas a nivel nacional en la Constitución, bajo el régimen de la Soberanía Alimentaria, que define los grandes ejes y define las pautas bajo las cuales deben operar todos los organismos competentes en temas vinculados a los alcances de la normativa. En el ámbito nacional está en vigencia la Ley Orgánica del régimen de la soberanía alimentaria, registro oficial N° 583 con fecha de mayo 2009 en la que se definen entre su finalidad garantizar a las personas, comunidades y pueblos la autosuficiencia de alimentos sanos, nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente.

Para la consecución de tal finalidad en la ley se enmarcan todos los aspectos relacionados y bajo este marco deben actuar las instituciones vinculadas. Enmarcados en el tema de análisis la institución rectora dentro de la producción agrícola es el MAGAP quien se relaciona directamente a los temas agro productivos, por lo tanto, es su competencia el vincularse con los temas como los analizados ya que, del desincentivo de una actividad económica productiva, se puede desencadenar y poner en riesgo la producción y autosuficiencia de producción.

Las variables climáticas como se ha evidenciado en acápite anteriores determinan los rendimientos de la producción, aspecto que a su vez determina el rédito económico de la actividad e incentiva a su continuidad o abandono, por lo que estos aspectos deben considerarse al momento de diseñar las políticas.

Como se mencionó en el párrafo anterior, la institución rectora en temas agrícolas es el MAGAP encargado de regular, normar, facilitar, controlar y evaluar la gestión de la producción primaria. En el ámbito nacional se han impulsado ciertas políticas para fomentar

e incentivar la actividad, a través de programas que buscan la optimización de recursos, tecnificación de procesos, reducción de costos, esto fue abordado en el Acuerdo Ministerial 524 MAGAP, firmado el 7 de noviembre de 2013.

Entre las disposiciones más relevantes del Acuerdo Ministerial se pueden enumerar:

- Disponer de la Empresa Pública Unidad Nacional de Almacenamiento “UNA EP”
- Reducir el margen de intermediación en el precio del aceite agrícola, en base de un convenio con la Empresa Pública Petroecuador. Complementariamente, facilitar el trámite de aprobación de la obtención de aceite agrícola y diésel por parte de asociaciones del sector.
- Realizar a través de la Unidad competente del Ministerio, el análisis de suelos y aguas sin costo para el productor
- Revisar los costos de exportación en cartón, plásticos y gastos aeroportuarios
- Operativizar los procesos para que el IESS otorgue a favor de los productores un período de amnistía que permita regular la afiliación de los trabajadores agrícolas
- Solicitar al IESS procesos de entrada y salida de afiliación de los trabajadores agrícolas más flexibles

De acuerdo al Informe Sectorial Ecuador: Agrícola (Fabián Uribe, 2014) “cifras publicadas en la prensa: en 1970 existía 1,63 hectáreas agrícolas por habitante; para 2014 fue 0,43 hectáreas, y las proyecciones para 2050 son 0,31 hectáreas por habitante”. Relacionado a este aspecto se aborda la Ley de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales, aprobada en marzo del presente año. La normativa entre otros objetivos busca preservar el uso de la tierra rural orientada a la producción amigable con el ambiente, protección de actividades agro-productivas y bosques en beneficio del ambiente.

Tiene como fin garantizar la soberanía alimentaria y regula el cumplimiento de la función de la tierra rural orientando su dedicación a la producción. La ley se enmarca dentro de la legislación nacional en el fomento de la actividad productiva de acuerdo al Art. 282 de la Constitución en el que se aborda el incentivo para la producción, redistribución de tierra productiva, acceso a créditos, la creación del Fondo Nacional de Tierras.

Una vez realizado un enfoque del entorno bajo el cual se enmarca la producción agrícola, y obtenidos los resultados del análisis sobre los niveles de correlación entre las variables se evidenció que las variables analizadas y la aplicación de las políticas de incentivos deben

ser consideradas por territorio. El trabajo se enmarco a la provincia del Azuay y los 5 principales productos que se cultivan en esta zona, por lo que sus resultados estadísticos pueden ser considerados como un comportamiento para el territorio específico y productos de similares características en términos de adaptabilidad.

Entre todos los factores que se han analizado se han identificado a lo largo del presente estudio a más de las variables analizadas (climáticas), la tenencia de tierras y su uso productivo, los niveles de productividad, el grado de concentración de la actividad como principal ingreso, entre otros factores que motivan la concentración en la actividad deben ser abordados desde varias perspectivas para conseguir los objetivos trazados por las instituciones involucradas con este aspecto y lo definido en la normativa.

Las políticas públicas para afrontar esta tendencia a las afecciones a los niveles de productividad es un tema relevante a ser afrontado, ya que puede representar el principal causante de la desconcentración en la actividad productiva agrícola. Las consecuencias de esta desconcentración pueden ser económicas, derivadas de la disminución en los rendimientos, factores que a más de desplazar un porcentaje de la población económicamente activa dentro de la actividad, puede llevar a un desequilibrio entre la oferta y demanda de los productos.

Las políticas públicas deben ir encaminadas hacia las siguientes aristas:

- Monitoreo de los niveles de producción y sus concentraciones, así como las causas de abandono de la actividad.
- Registro fiable de información de superficie y rendimientos de la producción, esta información representa la base para el análisis por lo que sus datos son determinantes para el análisis.
- Dar seguimiento al estado de conservación de recursos del territorio como, fuentes hídricas de abastecimiento para riego, y necesidades de la población de acuerdo a los requerimientos de producción.
- Realizar proyectos para de manera planificada y coordinada con los involucrados directos, tomar medidas que mitiguen los impactos como: reservorios de agua para riego, capacitación continua para la adaptación de cultivos y posibles amenazas que se presenten.

- Particularmente la provincia del Azuay cuenta con reservas boscosas amplias que son la base para el mantenimiento de las fuentes hídricas, debiendo ponerse énfasis en su cuidado y protección.
- Considerar medidas de protección financiera para los productores, a través de la disponibilidad de seguros que cubran los seguros, sobre todo aquellos que demandan de una alta inversión dentro de su proceso productivo
- Realizar una planificación territorial, en el que se definan la frontera agrícola y la definición de áreas mínimas de producción generando incentivos en la concentración de ciertas actividades y desincentivando la concentración de cultivos no productivos. Esto sería a través de realizar programas de uso eficiente del suelo.
- Identificar y generar bolsas de recursos que permitan afrontar presentes y potenciales impactos asociados a las variaciones climáticas, para apalancar a los productores y mantener la concentración en la actividad.
- Finalmente, una recomendación específica de acuerdo a los resultados obtenidos de la investigación, es enfocarse en las prácticas productivas de los principales cultivos de la provincia, capacitando y brindando soporte al sector agrícola para mitigar los impactos, y hasta adaptar sus cultivos a las variaciones de temperatura.

A nivel específico de la zona analizada, es importante considerar programas que incentiven la concentración en la actividad productiva primaria, y esto no represente un abandono del sector primario productor. La problemática debe considerarse para evitar que efectos negativos se potencialicen y que viabilicen un trasfondo en la vulnerabilidad económica del sector agro productivo.

CONCLUSIONES

- La hipótesis planteada para la investigación de corroborar si existe una correlación entre las variables climáticas y los niveles de producción y rendimientos de los cultivos se ha corroborado, toda vez que se ha demostrado una evidencia estadística entre la relación de las variables. Los resultados obtenidos del coeficiente de correlación de Person reflejan un nivel de correlación negativa media y alta, en ciertos casos tiende a ser débil sin embargo se caracteriza por temas específicos de los cultivos como el caso del fréjol y su característica de rendimientos y producción asociada en la provincia.

- De los resultados obtenidos a través del coeficiente de correlación y la recopilación de la evidencia empírica. Para la provincia del Azuay se corrobora la hipótesis planteada, es decir existe una vulnerabilidad en términos de producción agrícola vinculado a la variación climática (temperatura y precipitación).
- Los cultivos representativos analizados de la provincia del Azuay y su nivel de correlación con las variaciones climáticas y de precipitación, presentan una relación negativa para todos los casos analizados (arveja, fréjol seco, fréjol tierno, maíz y papa). El signo de la correlación, en primera instancia, alerta sobre las repercusiones actuales y potenciales que se podrían derivar bajo un escenario de alta variabilidad de temperatura o precipitación.
- Los resultados de correlación entre el nivel de rendimientos y precipitaciones temperatura varían entre -0.41 hasta -0.70, obtenidos estos resultados, se observa que una relación media y alta, próxima y superior a 0,5 que es un criterio que permite adherirse y definir la posición del estadístico obtenido. Es importante anotar que los resultados correlacionan dos series, y no consideran otras variables que pueden explicar el comportamiento de la producción y rendimiento.
- Por otra parte, la correlación entre la producción y la precipitación, presentan resultados los resultados obtenidos varían entre -0.31 (Fréjol), hasta -0.60, siendo el maíz el producto con mayor correlación con respecto a la precipitación. Los resultados evidencian la sensibilidad en la producción cuando la precipitación alcanza o supera el límite superior especificado para cada producto. Estos resultados deben ser considerados como una base para continuar con monitoreos similares en el mediano y largo plazo que posibiliten dimensionar y con mayores análisis cuantificar las repercusiones económicas y financieras para los concentrados en la actividad agrícola.
- Con respecto a la variable temperatura a pesar de que los datos obtenidos de la serie no superan en ningún caso el 18°C que es el umbral máximo para los cultivos analizados, ante alzas de temperatura se evidencia contracción en los rendimientos. Para el caso de la precipitación, existe datos relevantes que evidencian claramente

que sus niveles están por fuera de los umbrales de los cultivos analizados y esto corrobora su relación negativa.

- Dados los resultados, ciertos datos evidencian con mayor significatividad estadística la correlación entre las variables, sin embargo, analizando particularmente los resultados obtenidos por cada uno de los productos se puede observar que:
 - La arveja, fréjol seco, fréjol tierno y papa presentan una mayor correlación negativa con respecto a la temperatura y sus variaciones, que con respecto al nivel de precipitación. Siendo a priori esta la variable que debería considerarse para dar seguimiento y continuidad al análisis.
 - El maíz es el único producto dentro de los analizados que presenta una mayor correlación negativa con respecto al nivel de precipitación. Con respecto a la variación de la temperatura, este cultivo de igual manera a lo analizado en los acápite anteriores representa más que una vulnerabilidad económica, una incidencia cultural y tradicional de la población de la provincia del Azuay. La concentración en el cultivo del maíz se vincula mucho con el uso dentro de la dieta de la población de la provincia.
- De los diferentes análisis e investigaciones se puede evidenciar que las variables ambientales y climáticas como la temperatura y precipitación condicionan ciertos factores de la actividad económica, sobre todo de la agrícola que está directamente vinculada con el medio ambiente. La temperatura y los demás factores climáticos condicionan, entre otros elementos de los factores productivos, los relacionados al suelo y su equilibrio en la composición de nutrientes que garantizan la continuidad de los rendimientos de los cultivos. La temperatura es un elemento importante al momento de analizar el proceso biológico de los suelos y sus variaciones o alteraciones.
- Finalmente, a más de las implicaciones directas que pueden representar las variaciones climáticas negativamente sobre los niveles de rendimiento y consecuentemente en la sostenibilidad económica de la actividad productiva. Se derivan elementos indirectos que pueden alterar el equilibrio productivo demandando de mayores recursos económicos (por ejemplo: para contrarrestar

plagas o alteraciones en las condiciones de los suelos) o humanos (mayor demanda de trabajo para controlar malezas), o hasta desplazando a la población económicamente activa concentrada en esta actividad hacia otra actividad que potencialmente represente mayor rentabilidad.

RECOMENDACIONES

- La superficie de suelo de la provincia del Azuay destinada para la actividad productiva agrícola, debe ser considerado como un factor para monitorear y tomar medidas de reactivación o promoción y así fortalecer a este sector productivo.
- La variabilidad y alteraciones climáticas es un aspecto que demanda de acciones preventivas y de mitigación, la fase preventiva y el nivel de conocimiento de las repercusiones de los factores climáticos sobre la producción, es un aspecto hasta cierto punto conocido por los que se concentran en la actividad, lo que se evidencia como de alta demanda es la operatividad y aplicación de estrategias o medias que permitan a la actividad enfrentar y adaptarse a las variaciones o alteraciones de la temperatura o precipitación.
- Los datos e información son primordiales para la toma de decisiones y análisis de los comportamientos e identificación de patrones que permitan anticipar acciones y/o medidas en el sector agrícola. La base de información disponible de producción y rendimiento cuenta con datos anuales y se han actualizado en los últimos años, lo que aporta significativamente a los análisis en un largo plazo, que permitan dar continuidad a la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Agosta, E. Cavagmarp, M. Panziani, P. (2010). El rendimiento de VID y las variaciones de temperatura y precipitación en Mendoza. *Revista Ecológica*.
- Altieri, M. & Nicholls, C. (2009). Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. LEISA.
- Bollin, C. Komitee, D. (2011). Análisis sobre adaptación al cambio climático, un instrumento para la consideración del cambio climático y sus efectos en los programas y proyectos de Welthungerhilfe.
- Vergara, W. Rios, A. Trapido, P. Malarín, H. (2014). Agricultura y Clima Futuro en América Latina y el Caribe: Impactos Sistémicos y posibles respuestas. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Carvajal, F. (2013). Cambio climático y costos de producción. OSPA Observatorio de Política Socio Ambiental – PUCE Pontificia Universidad Católica de Ecuador.
- CEPAL. (2011). Agricultura y cambio climático: instituciones, políticas e innovación. Memoria del seminario internacional 2010. Santiago de Chile.
- Fernández, M. (2013) Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores. Colombia. FONADE
- Fernández, M. (2013) Efectos del cambio climático en el rendimiento de tres cultivos mediante el uso del Modelo AquaCrop. Colombia.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2009) Adaptación de la agricultura al cambio climático.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2013) Cambio Climático, El impacto en la agricultura y los costos de adaptación. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias, Washington, D.C.
- Gobierno Provincial del Azuay. Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial del Azuay 2015-2030
- Ibáñez, D. (2011). Efectos del cambio climático en las actividades agrarias y forestales. España. Universidad de Alicante

- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2014). Agricultura y Cambio Climático. San José, Costa Rica.
- Iñiguez, K. (2015). Impacto del cambio climático en la producción de café, caso de estudio: Asociación "PROCAFEQ" – cantón Quilanga 2001 -2010. Ecuador.
- Jiménez, A. Massa, P. (2015). Producción de café y variedades climáticas. El caso de Espíndola. Ecuador.
- Ludeña, C., Wilk, D. (2013). Ecuador: Mitigación y Adaptación al Cambio Climático, Marco de preparación de la Estrategia 2012 -2017 del BID en Ecuador
- Marchán, J. (2009). Diálogos sobre el cambio climático – seguridad alimentaria. Quito
- Mora, J. Ramírez, D. Ordaz, J. Acosta, A. Serna, B. (2010). Efectos del Cambio climático sobre la agricultura. Costa Rica.
- Mora, J. Ramírez, D. Ordaz, J. Acosta, A. Serna, B. (2010). Efectos del Cambio climático sobre la agricultura. Panamá.
- Martínez, L. (2004) Dinámicas rurales en el sub trópico. CAAP. Quito.
- Muñoz, G. (2007) El reto de la agricultura frente al cambio climático. CEDA.
- Noboa, S. Castro, L. Yépez, J. Wittmer C. (2012). Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia en el Ecuador, Fundación Carolina CEALCI. Madrid
- Ocampo, O. El cambio climático y su impacto en el agro.Revista de Ingeniería. DOSSIER.
- Ordaz, J. Ramírez, D. Mora, J. Acosta, A. Serna, B. (2010). Efectos del Cambio climático sobre la agricultura. Guatemala.
- Ordaz, J. Ramírez, D. Mora, J. Acosta, A. Serna, B. (2010). Efectos del Cambio climático sobre la agricultura. El Salvador.
- Ortiz, R. (2012) El cambio climático y la producción Agrícola. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Peralta, E. Murillo, A. Mazón, N. Monar, C. Pinzón, J. Rivera, M. (2010). Manual agrícola de fréjol y otras leguminosas. Publicación Miscelánea No. 135. Quito.

Pinto, Máximo. (2007). El cultivo de arveja y el clima en el Ecuador. INAMHI.

Quiroga, S. Iglesias, A. (2000). Influencia del clima sobre la productividad agrícola en España. Madrid.

Ramírez, D. Ordaz, J. Mora, J. Acosta, A. (2010). Efectos del cambio climático sobre la agricultura. CEPAL. Nicaragua

Torres, L. (2010). Análisis económico del cambio climático en la agricultura de la región Piura – Perú. Caso: principales productos agroexportadores.

Relación del cambio climático con la producción agrícola en la Provincia del Azuay.

1. Introducción

Del análisis de la vulnerabilidad de las actividades productivas ante variaciones climáticas, se deriva una amplia gama de relaciones que condicionan a la población concentrada en estas. Como hipótesis de investigación para evidenciar la existencia de una relación entre las variables climáticas y la actividad productiva se plantea realizar el análisis del nivel de correlación entre las variables productivas y asociadas al clima (temperatura y precipitación).

El interés en la investigación del tema remonta en la amplia evidencia empírica disponible y la experiencia de otras zonas en investigaciones alineadas. De acuerdo a la Fundación Carolina CeALCI (2012), en el informe referente al Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia en el Ecuador, se prevé que los fenómenos de fuertes precipitaciones, olas de calor, sequías pueden llegar a representar para el sector agrícola erosión, saturación hídrica, pérdida de variedades, entre otros elementos que condicionan la continuidad rentable de la actividad agrícola.

Tomando como punto de partida la evidencia empírica se plantea contrastar la hipótesis para la provincia del Azuay e identificar posibles políticas que permitan de una manera adaptativa mitigar los posibles impactos o evitarlos.

La provincia del Azuay particularmente mantiene una tradicional concentración en ciertos cultivos, que a más de representar en algunos casos la principal actividad económica, es una actividad cultural y representativa de las costumbres ancestrales de su gente.

Es visible con el pasar de los años que la reorientación de la actividad agrícola en la provincia ha presentado una desconcentración de la actividad, sin embargo, es importante la participación de predios con un destino de autoconsumo en el que se mantienen cultivos tradicionales.

Los cultivos representativos a ser analizados en el estudio son: maíz, fréjol seco y tierno, arveja y papa. Para contrastar la hipótesis planteada en la investigación, la metodología aplicada es el análisis de las correlaciones entre las variables identificadas en los párrafos anteriores, que otorguen evidencia estadística para conducir a conclusiones congruentes con las investigaciones y estudios que existen en el área.

Este trabajo es altamente demandante y dependiente de la información disponible, encontrando una fortaleza en la disponibilidad de datos a nivel nacional, de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC).

Para la elaboración del trabajo se ha soportado el fundamento teórico y experimental en las fuentes como: "Efectos del cambio climático sobre la agricultura" abordados por instituciones como la CEPAL. El informe presentado por la FAO (Food and Agriculture Organization) a cerca de "Adaptación de la agricultura al cambio climático. de otras fuentes como "Efectos del cambio climático en la producción y rendimientos de cultivos por sectores" de Fernández Mery (2013), entre otras fuentes que se detallan a lo largo del trabajo.

2. La agricultura en el Ecuador y en la Provincia del Azuay

La agricultura para el Ecuador ha representado históricamente una actividad económica relevante, un elemento determinante y característico de la concentración a nivel nacional en la actividad es el factor climático determinado por la ubicación geográfica, la variedad de temperaturas y precipitaciones, representa para el país una ventaja competitiva en la actividad.

El Ecuador por su caracterización en términos de variedad climática tiene una amplia diversidad de producción. El país se encuentra entre los cinco países con mayor diversidad biológica (Jiménez Sandra, Castro Luis, Yépez Javier & Cristina Wittmer, 2012).

La distribución agrícola y su paisaje se encuentra distribuido entre las regiones Sierra, Costa y Amazonía (García, 2005). La actividad agro productiva en Ecuador se caracteriza por ser intensiva en mano de obra, el proceso de tecnificación, el camino a la transición de una agricultura tradicional a una denominada “agricultura no tradicional” refleja una alta intervención del estado bajo la aplicación de políticas e incentivos para el desarrollo de cultivos para exportación. De acuerdo a Damiani (2000) la agricultura no tradicional de exportación se presentó durante los años 1990s, siendo los principales productos las flores, frutas, hortalizas y cultivos orgánicos. Siendo estos productos altamente demandados y los que caracterizan al Ecuador a nivel internacional. La demanda de esta producción se deriva de los países industrializados, y representa un fuerte vínculo comercial.

De acuerdo al papel analizado del sector público en el desarrollo de los cultivos no tradicionales Damiani (2000) identifica ciertos factores:

- Políticas macroeconómicas y sectoriales

- Infraestructura: en caminos, servicios básicos, riego
- Desarrollo tecnológico
- Crédito
- Capacitación
- Generación de empleos

Específicamente para la provincia del Azuay la actividad económica agrícola representa el 2.86% de acuerdo al GAD Provincial. Los cultivos más destacados dentro de los transitorios son el Maíz suave seco que de acuerdo con el III Censo Agrícola es del 31,3%, seguido del fréjol seco con el 27,9%. Los monocultivos más importantes de la provincia son el maíz suave “Choclo” y la papa siendo los cantones con mayor concentración en estos cultivos Paute, Cuenca, Santa Isabel, Pucará y Nabón.

Dentro de los cultivos permanentes el cantón representativo de la Provincia es Pucará con la producción de banano y cacao, un aspecto determinante de esta concentración es la temperatura y precipitación para la concentración de esta producción, además los cantones que también producen estos cultivos son Santa Isabel y Camilo Ponce Enríquez por la misma condición climática.

3. Cambio Climático y la Agricultura

La vulnerabilidad de las variaciones climáticas y sus posibles afecciones sobre la producción agrícola, ha recobrado importancia en los últimos años, direccionando a los encargados de la política a tomar medidas para mitigar los potenciales impactos.

Los grandes desafíos a los que se enfrenta deben considerar como base todas las implicaciones que están directa e indirectamente vinculadas con los cambios climáticos. De acuerdo a los resultados del Encuentro Regional realizado en la Sede Central del IICA, en Costa Rica (Julio 2014), el crecimiento de la población mundial duplicará la demanda de alimentos para el 2050, este escenario visto en un contexto integral y bajo un supuesto de continuidad del ritmo de

degradación de los recursos naturales, es una situación que agrava el problema relacionado con las tierras, la deforestación, pérdida de biodiversidad y alteración de las fuentes hídricas.

Entre algunos de los impactos citados y ya identificados en estudios vinculados con el cambio climático son:

- Alteraciones o variaciones en los rendimientos y productividad de los cultivos, dentro de este aspecto, el aumento o disminución exagerada de las temperaturas tiene su efecto directo sobre las cantidades producidas
- Disponibilidad de fuentes de agua, las alteraciones climáticas a su vez repercuten en la disponibilidad del recurso hídrico, y las alteraciones de las cuencas abastecedoras del recurso.
- Aparición de plagas, pestes, malas hierbas, la proliferación de pestes en la agricultura es un tema que puede ser monitoreado en circunstancias, sin embargo, demanda de costos adicionales que, a más de encarecer el producto, lo tornan en un producto recargado de sustancias químicas que no necesariamente califican y garantizan una alimentación saludable. También se pueden presentar casos en los que exista pérdida total o parcial de los cultivos.
- Aceleración en pérdida de fertilidad de los suelos, de acuerdo a los microambientes generados y la demanda del suelo para mantener su producción, se pueden presentar casos en los que los suelos tienden a perder su propiedad de restitución vegetativa, pasando a demandar de productos químicos que palean la

situación a corto plazo, sin embargo, comprometen la actividad en un mediano y largo plazo.

El Ecuador particularmente como parte de su política y considerando su estructura productiva entorno al sector primario ha adoptado medidas que permitan regular y controlar el uso y manejo de los recursos hídricos, dispone de programas para el fomento productivo con implementación de tecnología, asesoramiento en el manejo de los cultivos y uso de agroquímicos. Todas estas medidas de una u otra forma representan acciones para contrarrestar y manejar los impactos, que simultáneamente permiten una estructura más sólida de la actividad económica.

4. Resultado del Análisis de correlación entre precipitación, temperatura y producción en la Provincia del Azuay

El análisis de nivel de correlación entre las variables se realizó un análisis bivariado entre los rendimientos productivos con las variables climáticas de temperatura y precipitación correspondientemente.

El criterio estadístico aplicado para evaluar el nivel de relación es el Coeficiente de Correlación Lineal de Pearson:

$$\rho_{X,Y} = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y} = \frac{E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)]}{\sigma_X \sigma_Y}$$

El estadístico prorratea los niveles de Covarianza entre las variables, sobre el producto de sus desviaciones típicas. El valor del índice varía en el intervalo [-1,1], siendo igual a 1 cuando existe una correlación positiva perfecta, esto se interpreta como una dependencia total entre las dos variables. Cuando el índice está entre (0,1) existe una correlación positiva dependiendo del valor que adopte la correlación será fuerte o débil

mientras más se aproxime al cero. Por otra parte, cuando es igual a cero se interpreta como la inexistencia de una relación entre las variables, para el caso negativo la interpretación varía y pasa a indicar una relación inversa entre las variables con iguales criterios en los intervalos.

Los resultados obtenidos entre la relación biviada entre la producción y precipitación:

Producción			
Precipitación	Arveja	Frejol seco	Frejol tierno
	-0.55	-0.37	-0.31
Producción			
Precipitación	Maíz	Papa	
	-0.60	-0.45	

De los resultados obtenidos se puede concluir que presentan una consistencia en el signo de la correlación, y el grado de correlación varía entre débil a fuerte en el caso del maíz que presenta el mayor coeficiente. Estos resultados se corroboran analizando los niveles adaptativos de la producción con la información disponible y su variabilidad.

Con respecto a la correlación con la temperatura se obtuvieron los siguientes resultados:

Rendimiento			
Temperatura	Arveja	Frejol seco	Frejol tierno
	-0.41	-0.70	-0.43
Rendimiento			
Temperatura	Maíz	Papa	
	-0.47	-0.42	

Los signos de los coeficientes evidencian de igual manera una relación negativa, siendo el fréjol seco el de mayor grado de correlación negativa con respecto a la variación de la temperatura.

Los demás productos evidencian una correlación que bordea el nivel medio,

reflejando su vinculación con la variabilidad climática.

La dispersión de los datos observados para el período de análisis 2000 -2012 de los productos y la correlación lineal que se presentan entre los datos se detallan en las siguientes imágenes de los resultados obtenidos:

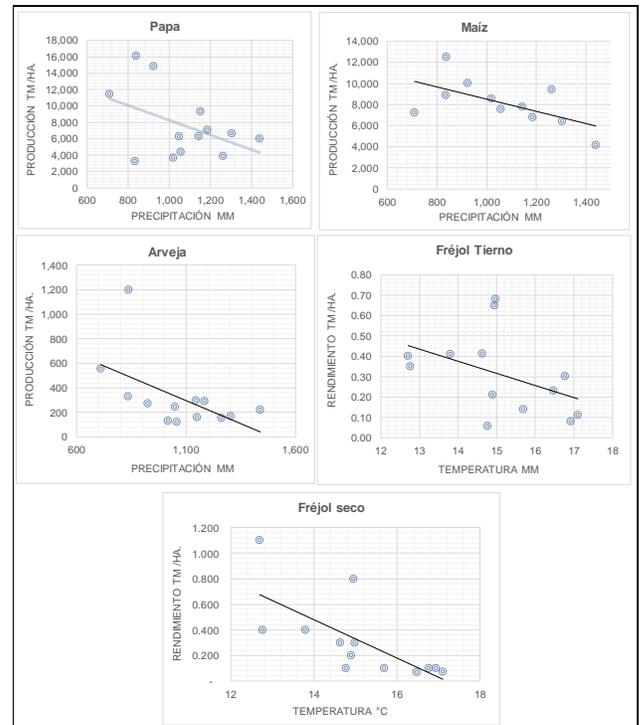


Gráfico: Dispersión Rendimiento, producción - Precipitación, temperatura

5. Recomendaciones de Política Pública

El agro para el Ecuador representa un pilar importante en términos de su participación en el PIB, por lo que entre otros los riesgos que se identifican dentro de la actividad son: la migración del campo a la ciudad, el desincentivo en la concentración en la actividad, la legislación vinculante a la tenencia de tierras, las limitaciones de crédito y técnicas de la población concentrada en la actividad, los canales de comercialización no totalmente desarrollados, entre otros aspectos legales

que fortalezcan la actividad y permitan garantizar su rentabilidad (Uribe, 2014)

Entre otras instituciones, el MAGAP como actor rector en los temas productivos, ha impulsado ciertas políticas para fomentar e incentivar la actividad mediante programas que buscan la optimización de recursos, tecnificación de procesos, reducción de costos, esto fue abordado en el Acuerdo Ministerial 524 MAGAP, firmado el 7 de noviembre de 2013.

Entre las disposiciones más relevantes del Acuerdo Ministerial se pueden enumerar:

- Disponer de la Empresa Pública Unidad Nacional de Almacenamiento "UNA EP"
- Reducir el margen de intermediación en el precio del aceite agrícola, en base de un convenio con la Empresa Pública Petroecuador. Complementariamente, facilitar el trámite de aprobación de la obtención de aceite agrícola y diésel por parte de asociaciones del sector.
- Realizar a través de la Unidad competente del Ministerio, el análisis de suelos y aguas sin costo para el productor
- Revisar los costos de exportación en cartón, plásticos y gastos aeroportuarios
- Operativizar los procesos para que el IESS otorgue a favor de los productores un período de amnistía que permita regular la afiliación de los trabajadores agrícolas
- Solicitar al IESS procesos de entrada y salida de afiliación de los trabajadores agrícolas más flexibles

Desde varios enfoques las políticas públicas deben considerar y afrontar la problemática relacionada con la vulnerabilidad del cambio climático y la actividad agrícola, ya que entre las potenciales consecuencias la desconcentración en esta actividad económica puede generar un desequilibrio entre la oferta y demanda de los productos.

Entre los varios aspectos que deben ser considerados por las políticas públicas, estas deberían considerar:

- Monitoreo de los niveles de producción y sus concentraciones, así como las causas de abandono de la actividad.
- Registro fiable de información de superficie y rendimientos de la producción.
- Seguimiento al estado de conservación de recursos del territorio como, fuentes hídricas de abastecimiento para riego, y necesidades de la población de acuerdo a los requerimientos de producción.
- Realizar proyectos para de manera planificada y coordinada con los involucrados directos, tomar medidas que mitiguen los impactos como: reservorios de agua para riego, capacitación continua para la adaptación de cultivos y posibles amenazas que se presenten.
- Particularmente la provincia del Azuay cuenta con reservas boscosas amplias que son la base para el mantenimiento de las fuentes hídricas, debiendo ponerse énfasis en su cuidado y protección
- Medidas de protección financiera para los productores, a través de la disponibilidad de seguros que cubran los seguros, sobre todo aquellos que demandan de una alta inversión dentro de su proceso productivo
- Realizar la planificación territorial, en el que se definan la frontera agrícola y la definición de áreas mínimas de producción generando incentivos en la concentración de ciertas actividades y desincentivando la concentración de cultivos no productivos. Esto sería a través de realizar programas de uso eficiente del suelo.
- Identificar y generar bolsas de recursos que permitan afrontar presentes y potenciales impactos asociados a las variaciones climáticas, para apalancar a los productores y mantener la concentración en la actividad.

A nivel específico de la zona analizada, es importante considerar programas que incentiven la concentración en la actividad productiva primaria, y esto no represente un abandono del sector primario productor. La problemática debe considerarse para evitar potencializarla y que presente un trasfondo en la vulnerabilidad económica del sector agro productivo.

6. Conclusiones

- De los resultados obtenidos a través del coeficiente de correlación y la recopilación de la evidencia empírica. Para la provincia del Azuay se corrobora la hipótesis planteada, es decir existe una vulnerabilidad en términos de producción agrícola vinculado a la variación climática (temperatura y precipitación).
- Los cultivos representativos analizados de la provincia del Azuay y su nivel de correlación con las variaciones climáticas y de precipitación presentan una relación negativa para todos los casos analizados (Arveja, Fréjol seco, Fréjol Tierno, Maíz y Papa). El signo de la correlación en primera instancia alerta sobre las repercusiones actuales y potenciales que se podrían derivar bajo un escenario de alta variabilidad de temperatura o precipitación.
- Los resultados de correlación entre los volúmenes de producción y precipitaciones varían entre -0.31 (Fréjol tierno) hasta -0.60 (Maíz), obtenidos estos resultados, se observa que una relación negativa entre débil y significativa, otorgando un indicio o concordando con la evidencia empírica.
- Por parte de la correlación entre el rendimiento y temperatura, los resultados obtenidos varían entre -0.41 a -0.70, siendo el Fréjol seco el que presenta la correlación más fuerte, y la Arveja con -

0.41 de coeficiente de correlación presenta la relación inversa menor. Estos resultados deben ser considerados como una base para continuar con monitoreos similares en el mediano y largo plazo que posibiliten dimensionar y con mayores análisis cuantificar las repercusiones económicas y financieras para los concentrados en la actividad agrícola.

- La arveja, maíz y papa son los productos que presentan una mayor variabilidad con respecto a la precipitación, que con respecto a la temperatura, siendo el fréjol seco el que mayor diferencia presenta, estos comportamientos deben ser monitoreados para identificar un comportamiento y su medida de control.
- El maíz es un producto representativo y característico dentro de la dieta de la población del Azuay, del análisis de obtiene que mantiene una significativa correlación ante las variables climáticas, es decir estas condicionan los niveles de producción y rendimientos que se obtienen de este cultivo.
- De los diferentes análisis e investigaciones se puede evidenciar que las variables ambientales y climáticas como la temperatura y precipitación condicionan ciertos factores de la actividad económica, sobre todo de la agrícola que está directamente vinculada con el medio ambiente. La temperatura y los demás factores condicionan entre otros elementos de los factores productivos los relacionados al suelo y su equilibrio en la composición de nutrientes que garantizan la continuidad de los rendimientos de los cultivos. La temperatura es un elemento importante al momento de analizar el proceso biológico de los suelos y sus variaciones o alteraciones, esto acorde a la

investigación se corrobora para la provincia del Azuay.

- Finalmente, a más de las implicaciones directas que pueden representar las variaciones climáticas negativamente sobre los niveles de rendimiento y consecuentemente en la sostenibilidad económica de la actividad productiva. Se derivan elementos indirectos que pueden alterar el equilibrio productivo demandando de mayores recursos económicos (por ejemplo: para contrarrestar plagas o alteraciones en las condiciones de los suelos) o humanos (mayor demanda de trabajo para controlar malezas), o hasta desplazando a la población económicamente activa concentrada en esta actividad hacia otra actividad que potencialmente represente mayor rentabilidad.

7. Referencias

- Agosta, E. Cavagmarp, M. Panziani, P. (2010). El rendimiento de VID y las variaciones de temperatura y precipitación en Mendoza. *Revista Ecológica*.
- Altieri, M. & Nicholls, C. (2009). Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. LEISA.
- Bollin, C. Komitee, D. (2011). Análisis sobre adaptación al cambio climático, un instrumento para la consideración del cambio climático y sus efectos en los programas y proyectos de Welthungerhilfe.
- Vergara, W. Rios, A. Trapido, P. Malarín, H. (2014). *Agricultura y Clima Futuro en América Latina y el Caribe: Impactos Sistémicos y posibles respuestas*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Carvajal, F. (2013). Cambio climático y costos de producción. OSPA Observatorio de Política Socio Ambiental – PUCE Pontificia Universidad Católica de Ecuador.
- CEPAL. (2011). *Agricultura y cambio climático: instituciones, políticas e innovación*. Memoria del seminario internacional 2010. Santiago de Chile.
- Fernández, M. (2013) *Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores*. Colombia. FONADE
- Fernández, M. (2013) *Efectos del cambio climático en el rendimiento de tres cultivos mediante el uso del Modelo AquaCrop*. Colombia.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2009) *Adaptación de la agricultura al cambio climático*.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2013) *Cambio Climático, El impacto en la agricultura y los costos de adaptación*. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias, Washington, D.C.
- Gobierno Provincial del Azuay. *Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial del Azuay 2015-2030*
- Ibáñez, D. (2011). *Efectos del cambio climático en las actividades agrarias y forestales*. España. Universidad de Alicante
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2014). *Agricultura y Cambio Climático*. San José, Costa Rica.
- Iñiguez, K. (2015). *Impacto del cambio climático en la producción de café, caso de estudio: Asociación "PROCAFEQ" – cantón Quilanga 2001 -2010*. Ecuador.
- Jiménez, A. Massa, P. (2015). *Producción de café y variedades climáticas. El caso de Espíndola*. Ecuador.
- Ludeña, C., Wilk, D. (2013). *Ecuador: Mitigación y Adaptación al Cambio Climático, Marco de preparación de la Estrategia 2012 - 2017 del BID en Ecuador*
- Marchán, J. (2009). *Diálogos sobre el cambio climático – seguridad alimentaria*. Quito

- Mora, J. Ramírez, D. Ordaz, J. Acosta, A. Serna, B. (2010). Efectos del Cambio climático sobre la agricultura. Costa Rica.
- Mora, J. Ramírez, D. Ordaz, J. Acosta, A. Serna, B. (2010). Efectos del Cambio climático sobre la agricultura. Panamá.
- Martínez, L. (2004) Dinámicas rurales en el sub trópico. CAAP. Quito.
- Muñoz, G. (2007) El reto de la agricultura frente al cambio climático. CEDA.
- Noboa, S. Castro, L. Yépez, J. Wittmer C. (2012). Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia en el Ecuador, Fundación Carolina CEALCI. Madrid
- Ocampo, O. El cambio climático y su impacto en el agro.Revista de Ingeniería. DOSSIER.
- Ordaz, J. Ramírez, D. Mora, J. Acosta, A. Serna, B. (2010). Efectos del Cambio climático sobre la agricultura. Guatemala.
- Ordaz, J. Ramírez, D. Mora, J. Acosta, A. Serna, B. (2010). Efectos del Cambio climático sobre la agricultura. El Salvador.
- Ortiz, R. (2012) El cambio climático y la producción Agrícola. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Peralta, E. Murillo, A. Mazón, N. Monar, C. Pinzón, J. Rivera, M. (2010). Manual agrícola de fréjol y otras leguminosas. Publicación Miscelánea No. 135. Quito.
- Pinto, Máximo. (2007). El cultivo de arveja y el clima en el Ecuador. INAMHI.
- Quiroga, S. Iglesias, A. (2000). Influencia del clima sobre la productividad agrícola en España. Madrid.
- Ramírez, D. Ordaz, J. Mora, J. Acosta, A. (2010). Efectos del cambio climático sobre la agricultura. CEPAL. Nicaragua
- Torres, L. (2010). Análisis económico del cambio climático en la agricultura de la región Piura – Perú. Caso: principales productos agroexportadores.