



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**



**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN  
ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA**

**CARRERA DE ALIMENTOS**

---

Evaluación de cultivos resilientes al cambio climático como una medida de adaptación para garantizar la seguridad alimentaria en la provincia de Tungurahua en los cantones Mocha, Tisaleo y Píllaro.

---

Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

**Autor:** Rosa Gabriela Guananga Sisa

**Tutor:** Dr. Christian David Franco Crespo

**Ambato – Ecuador**

**Septiembre - 2023**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Dr. Christian David Franco Crespo

CERTIFICA:

Que el presente Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Trabajo de Titulación bajo la modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 25 de Julio del 2023

---

Dr. Christian David Franco Crespo

C.I.1717090607

**TUTOR**

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Rosa Gabriela Guananga Sisa, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rosa Gabriela Guananga Sisa', enclosed within a large, loopy blue scribble.

---

Rosa Gabriela Guananga Sisa

C.I. 1804446118

**AUTORA**

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



---

Rosa Gabriela Guananga Sisa

C.I. 1804446118

**AUTORA**

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

---

Presidente del Tribunal

---

Dr. Rubén Darío Vilcacundo Chamorro

C.I. 1802738102

---

Mg. Oscar Eduardo Ruiz Robalino

C.I. 1802683589

Ambato, 24 de Agosto del 2023

## **DEDICATORIA**

A Dios por ser mi guía en cada paso de mi vida y permitirme poder finalizar mi carrera; a mis padres Luis Guananga y Beatriz Sisa quienes son los que me han apoyado, guiado, motivado y amado en el transcurso de mis estudios, por ser mi pilar fundamental y nunca abandonarme en los momentos que más necesitaba de su ayuda gracias por todo su amor incondicional.

A mi esposo Luis Yanzapanta por acompañarme y brindarme tu amor y respeto en este transcurso de la vida universitaria y motivarme a seguir luchando pese a todos los obstáculos que se han presentado; a mi amado hijo Gael Yanzapanta que desde que supe de tu existencia fuiste el motivo principal para superarme cada día; a mi hermano Carlos Guananga quien fue parte de mi motivación para finalizar mi carrera y apoyarme de una u otra manera emocionalmente.

A mis abuelitos Cristina y Carlos por brindarme su amor y ejemplo de lucha hacia las adversidades. Gracias a cada uno de ustedes por siempre estar cuando más necesitaba.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirme culminar mi carrera y nunca abandonarme en los momentos más difíciles, ser mi guía y cuidarme en cada paso que he ido dando a lo largo del camino.

A mis padres por su apoyo incondicional para poder terminar esta carrera y ser mi inspiración para ser mejor persona cada día, gracias por estar siempre al pendiente de mí y brindarme su amor.

A mi tutor Dr. Christian Franco quien gracias a su ayuda y paciencia he podido finalizar esta investigación.

A la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología por permitirme adquirir nuevos conocimientos en la formación de mi profesión y a su vez conocer a docentes y amistades que han sido parte fundamental para el transcurso de mi vida universitaria.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	III
DERECHOS DE AUTOR .....	IV
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	XV
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XVI
RESUMEN EJECUTIVO .....	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Antecedentes de la Investigación.....	1

1.2.	El Cambio climático concepto y generalidades .....	3
1.2.1.	Efectos del cambio climático .....	4
1.3.	Seguridad Alimentaria .....	6
1.3.1.	Repercusiones sobre la Agricultura .....	8
1.4.	El Cambio Climático y sus efectos en el Ecuador .....	10
1.4.1.	Pronósticos de efectos de los cultivos.....	12
1.5.	Resiliencia de la agricultura .....	13
1.5.1.	Medidas de Resiliencia de los Cultivos .....	14
1.5.2.	Estrategias de Adaptación .....	15
1.5.3.	Cultivos Resilientes al Cambio Climático .....	17
1.5.4.	Importancia de los cultivos resilientes para la seguridad alimentaria.....	21
1.6.	Ecofisiología de las plantas y cambio climático .....	24
1.6.1.	Estrés en las plantas .....	24
	Temperatura .....	25
	Nutrición .....	25
	Déficit y exceso hídrico .....	26
1.6.	Cultivo de maíz, papa, mora y tomate de árbol en provincia Tungurahua ....	27
1.6.1.	Maíz.....	27
1.6.2.	Papa.....	28
1.6.3.	Mora.....	29
1.6.4.	Tomate de árbol.....	29
<b>1.7.</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>30</b>
1.8.1.	Objetivo General .....	30
1.8.2.	Objetivos Específicos.....	30
<b>CAPÍTULO II</b>	.....	<b>31</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	.....	<b>31</b>

2.1.	Métodos del estudio .....	31
2.2.	Zona de estudio .....	32
2.3.	Población de estudio .....	33
2.3.1.	Muestra.....	33
<b>2.4.</b>	<b>Métodos .....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.1.</b>	<b>Cultivos resilientes al cambio climático y su importancia sobre la seguridad alimentaria .....</b>	<b>34</b>
2.4.2.	Efectos del Cambio Climático en la seguridad Alimentaria .....	35
2.4.3.	Elaboración de resultados e interpretación .....	35
2.4.4.	Determinación del Modelo Estadístico .....	36
2.4.5.	Cultivos con potencial de Resiliencia. ....	37
2.4.6.	Herramienta de Análisis .....	37
2.4.7.	Planteamiento de la hipótesis .....	37
<b>CAPÍTULO III</b>	.....	<b>39</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	.....	<b>39</b>
<b>3.1. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA</b>	.....	<b>39</b>
3.1.1.	Características Sociodemográficas.....	39
3.1.2.	Factores que influyen en el desarrollo de cultivos resilientes.....	45
3.1.3.	Factores que influyen en la Seguridad Alimentaria .....	63
3.1.4.	Correlación entre factores de cultivos resilientes y seguridad alimentaria ..	64
<b>3.2. Modelo de Regresión Lineal</b>	.....	<b>65</b>
3.2.1.	Análisis Preliminares .....	65
3.2.2.	Resultados del Modelo .....	66
<b>3.3. Cultivos con alto potencial para la seguridad alimentaria</b>	.....	<b>72</b>
3.4.	Discusión de Resultados .....	74

<b>CAPÍTULO IV</b> .....	78
4.1. Conclusiones .....	78
4.2. Recomendaciones.....	79
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	80
<b>ANEXOS</b> .....	107

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Efectos del cambio climático en el sector agropecuario .....	5
<b>Tabla 2.</b> Efecto del cambio climático dentro de la Agricultura ecuatoriana .....	8
<b>Tabla 3.</b> Respuesta de los cultivos ante el cambio climático .....	17
<b>Tabla 4.</b> Propiedades resilientes del maíz en América Latina.....	19
<b>Tabla 5.</b> Cultivos resilientes en Píllaro, Mocha y Tisaleo.....	21
<b>Tabla 6.</b> Género de la Población .....	40
<b>Tabla 7.</b> ANOVA de un factor .....	65
<b>Tabla 8.</b> Estadísticos descriptivos de las variables.....	66
<b>Tabla 9.</b> Resumen del Modelo.....	67
<b>Tabla 10.</b> Coeficientes del Modelo .....	68
<b>Tabla 11.</b> ANOVA de un factor tipos de cultivo vs variables independientes.....	72
<b>Tabla 12.</b> Prueba de Tuckey para los Tipos de Cultivo .....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Principales afectaciones de la producción agropecuaria .....	10
<b>Figura 2.</b> Estrategias de adaptación de cultivos ante el cambio climático .....	16
<b>Figura 3.</b> Crecimiento de la población a nivel mundial .....	23
<b>Figura 4.</b> Zonas de actividad agrícola de los cantones Mocha, Tisaleo y Píllaro. ....	33
<b>Figura 5.</b> Género de la Población.....	39
<b>Figura 6.</b> Instrucción formal.....	42
<b>Figura 7.</b> Actividad Económica Principal de la población.....	43
<b>Figura 8.</b> Fuentes de Financiamiento .....	44
<b>Figura 9.</b> Área de Terreno agrícola .....	45
<b>Figura 10.</b> Área de Terreno para uso Pecuario.....	46
<b>Figura 11.</b> Altitud del terreno agrícola.....	47
<b>Figura 12.</b> Cantón al que pertenecen los terrenos agrícolas.....	48
<b>Figura 13.</b> Tipos de Cultivo .....	49
<b>Figura 14.</b> Costo de Insumos Agrícolas .....	50
<b>Figura 15.</b> Abandono de los cultivos por presencia de plagas .....	51
<b>Figura 16.</b> Abandono de cultivos por sequías .....	52
<b>Figura 17.</b> Presencia de clima más frío .....	53
<b>Figura 18.</b> Presencia de clima más húmedo .....	54
<b>Figura 19.</b> Presencia de Clima más seco.....	54

<b>Figura 20.</b> Presencia del Clima más caliente .....	55
<b>Figura 21.</b> Presencia de una mayor cantidad de lluvias .....	55
<b>Figura 22.</b> Necesidad de Agua de regadío .....	56
<b>Figura 23.</b> Condiciones iniciales de suelo agrícola.....	57
<b>Figura 24.</b> Necesidad de uso de químicos.....	58
<b>Figura 25.</b> Necesidad de Incorporar residuos.....	59
<b>Figura 26.</b> Disminución de la Producción agrícola por presencia de plagas .....	60
<b>Figura 27.</b> Disminución de la Producción agrícola por presencia de heladas.....	60
<b>Figura 28.</b> Disminución de la Producción agrícola por presencia de sequías.....	61
<b>Figura 29.</b> Disminución de la Producción agrícola por exceso de lluvias .....	62
<b>Figura 30.</b> Disminución de la Producción agrícola por falta de agua de riego.....	63
<b>Figura 31.</b> Autoproducción de alimentos para el hogar .....	63

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b> Fórmula de la Muestra.....	34
<b>Ecuación 2.</b> Ecuación de un Modelo de regresión lineal .....	36
<b>Ecuación 3.</b> Modelo de Regresión Lineal .....	71

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Formato de Encuestas .....	107
<b>Anexo 2.</b> Estadísticos Descriptivos .....	120
<b>Anexo 3.</b> Coeficiente Rho de Spearman Correlaciones.....	121
<b>Anexo 4.</b> ANOVA Agricultura y cambio climático vs seguridad alimentaria .....	126

## RESUMEN EJECUTIVO

La resiliencia agrícola con el transcurso del tiempo ha ido adaptando su capacidad de recuperación ante distintos cambios meteorológicos para ofrecer una garantía a la seguridad alimentaria. Estos cultivos aprovechan la biodiversidad, fertilizantes orgánicos, los sistemas agroforestales, para poder adaptarse mejor ante el estrés y plagas causadas por alguna variabilidad climática generando los nutrientes necesarios y resistencia ante plagas, ya que, al utilizar fertilizantes orgánicos, brindan mayor protección a las raíces de las plantas.

En esta investigación se trabajó bajo una metodología mixta, en donde se realizó inicialmente una revisión bibliográfica-documental de la resiliencia de los cultivos de mora, papa, maíz y tomate de árbol en los cantones de Píllaro, Tisaleo y Mocha empleando bases de datos como: Scielo, MDPI, NCBI, Elsevier entre otros, luego se realizó un análisis de los datos obtenidos de encuestas realizadas con anterioridad a 244 agricultores de los 3 cantones considerando 4 factores: sociodemográficos, agrícolas, cambio climático y seguridad alimentaria, para el análisis de los datos se empleó el programa estadístico SPSS V25 el cual permitió el análisis de 30 variables obteniendo la relación de las variables mediante Rho de Spearman y ANOVA.

Finalmente, se determinó mediante el modelo de regresión lineal múltiple un coeficiente de determinación de 0,1, evidenciando que no existe una relación entre la seguridad alimentaria y las variables significativas y determinar que el cultivo de mora presenta las mejores características de resiliencia para el cambio climático, siendo la disminución de cosecha por sequía el factor que más influye en la seguridad alimentaria.

**Palabras clave:** cambio climático, seguridad alimentaria, resiliencia de cultivos, agricultores, sequías.

## ABSTRACT

Agricultural resilience over time has been adapting its recovery capacity to different weather changes to offer a guarantee of food security. These crops take advantage of biodiversity, organic fertilizers, agroforestry systems, in order to better adapt to stress and pests caused by some climatic variability, generating the necessary nutrients and resistance to pests, since by using organic fertilizers, they provide greater protection to the roots of the plants.

In this research, a mixed methodology was used, where a bibliographical-documentary review of the resilience of blackberry, potato, corn and tree tomato crops in the cantons of Pillaro, Tisaleo and Mocha was initially carried out using databases such as: Scielo, MDPI, NCBI, Elsevier, among others, then an analysis of the data obtained from surveys carried out previously with 244 farmers from the 3 cantons considering 4 factors: sociodemographic, agriculture, climate change and food security, for the analysis of the data the statistical program SPSS V25 was used, which allowed the analysis of 30 variables, obtaining the relationship of the variables through Spearman's Rho and ANOVA.

Finally, using the multiple linear regression model, a determination coefficient of 0.1 was determined, evidencing a relationship between food security and the significant variables and determining that the blackberry crop presents the best resilience characteristics for climate change, with the decrease in harvest due to drought being the factor that most influences food security.

**Keywords:** climate change, food security, crop resilience, farmers, droughts.

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1. Antecedentes de la Investigación

En los últimos años se observa unas grandes variaciones del clima, lo cual ha provocado graves impactos en los sistemas tanto naturales como humanos, en cada uno de los sectores del planeta tierra. Cada uno de estos efectos negativos principalmente se deben a las variaciones de temperatura, sequías e inundaciones (Albiño, 2020). Raza, et al. (2019) afirma que gracias a los efectos del cambio climático se ha generado impacto tanto en la seguridad alimentaria como el rendimiento de la producción agrícola, por lo que para el año 2050 se estima que exista unos escasos de alimentos alrededor del 85%.

Heb, et al. (2019) menciona que los cambios del clima han promovido principalmente en la aparición de plagas en la mayor parte de cultivos, lo cual ha generado una disminución del rendimiento productivo. Por lo cual, es muy importante que la agricultura se adapte a los cambios de clima, lo cual implica la necesidad de implementar una serie de estrategias, dentro de las cuales se incorporan: desarrollo de herramientas tecnológicas que mejoren el genotipo y los sistemas de producción y el cambio de la agricultura a sitios que se adapten al cambio climático, o a su vez se pueda mantener un control (Henry, 2020).

A la par a dichas investigaciones, se encuentra la desarrollada por Sarkar, et al. (2020) quienes han determinado que la producción de cultivos en poblaciones que presentan altos índices de crecimiento se ha convertido en un gran desafío. Por lo tanto, las estrategias de adaptación específicas del sitio con una gestión eficaz y juiciosa de los recursos críticos que rigen la producción agrícola son imprescindibles para mitigar los efectos negativos del cambio climático y garantizar la seguridad alimentaria y nutricional de las generaciones actuales y futuras

Mayes, et al. (2019) Mencionan que en la actualidad la agricultura en todo el mundo se basa en un bajo número de cultivos, lo cual implica un gran riesgo para la

seguridad alimentaria. Además, afirman que para evitar la disminución de alimentos en un futuro se debe hacer uso de cultivos menores, siendo las leguminosas las de mayor importancia al poder fijar el nitrógeno en épocas de sequía. Por otra parte, **Leisner (2020)** menciona que las estrategias de afrontamiento para el cambio climático se deben enfocar en el incremento del rendimiento de los cultivos y el mantenimiento o mejora de los nutrientes en los mismos. Además, propone que se cultive varios productos dentro de los cuales como principales se encuentran el maíz, arroz y trigo en conjunto con ciertas frutas y hortalizas.

**Pratap y Yaweriah (2019)** determinaron dentro de su investigación la importancia que presenta diversificar los cultivos para promover la resiliencia agrícola para el cambio climático. Se empleó varios métodos cuantitativos, siendo el principal el de regresión lineal que toma en consideración las siguientes características: productividad, fertilización, irrigación, estrés por calor, déficit de agua, entre otros. Por lo que determinaron dos puntos clave para transformar un cultivo en resiliente al clima: el primero evidencia la necesidad de una alerta temprana para que los agricultores se preparen en la elección de cultivos y prácticas agronómicas y el segundo evidencia la necesidad de mejorar las semillas que son de fácil multiplicación y de bajo precio.

**Jungers, et al. (2023)** dentro de su investigación evidenciaron que para obtener cultivos perennes o resistentes al cambio climático es una de las necesidades que han tomado fuerza en los últimos años. Además, mencionan que una de las principales acciones para mitigar los efectos del cambio de clima es la disminución del daño ambiental, con el fin de: incremento de la calidad del agua. Disminución de los gases de efecto invernadero y le mejora del hábitat de ciertas especies tanto animales como vegetales. Para lo cual es indispensable que se promueva el uso de tecnologías que permitan la mejora de las técnicas de cultivo y a su vez promuevan la medición de la productividad.

Dentro del Ecuador, **Albiño (2020)** realizó una investigación sobre los distintos sistemas de producción para el cacao y su relación con la resiliencia al cambio del clima. Por medio de una metodología de campo, se analizaron 10 sistemas de

producción: 5 monocultivos y 5 de tipo forestal a través de 46 indicadores de resiliencia. Los resultados reflejaron que los sistemas de cultivo forestales presentan un mayor porcentaje de resiliencia al cambio climático, siendo la diversificación de cultivos la estrategia más importante para afrontar el cambio climático, donde el Cacao tiene a ser sembrado en conjunto con el plátano, yuca y ciertas plantas cítricas.

## **1.2. El Cambio climático concepto y generalidades**

El cambio climático hace referencia a una modificación del estado del clima haciendo referencia a su valor medio o en base al cambio de las propiedades durante un periodo de tiempo largo, mismos que son identificables por medio de herramientas estadísticas, entre otros (**Risso, 2022; IPCC, 2018**). Estos cambios son atribuibles en gran medida a las actividades antrópicas, en especial a la quema de combustibles de tipo fósil para producir energía y los cambios de uso de la tierra, causantes de la emisión de gases de efecto invernadero (Dióxido de Carbono principalmente), que poco a poco se han ido acumulando en la capa atmosférica, generando una capa que mantiene el calor proporcionado por el sol (**Manabe, 2019**). De igual manera, el **Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (2023)** señala que la quema de combustibles fósiles, así como el uso irracional de la energía, han generado un calentamiento global que supera en 1,1 °C los niveles preindustriales.

En la actualidad, el cambio climático constituye uno de los principales desafíos debido a que se constituye como un fenómeno de tipo global que ha generado una serie de consecuencias que afectan a cada una de las actividades del ser humano. Abarca cada uno de los cambios en un largo período de tiempo en las temperaturas y ciertos patrones del clima (**González & Meira, 2020**).

Por otra parte, **Avri (2021)** ha definido que el cambio climático es una alteración en el estado del clima que persiste en un largo período de tiempo, ocasionado principalmente por la concentración de gases de efecto invernadero en la capa atmosférica que retiene el calor. Con el pasar del tiempo los efectos que ha provocado grandes afectaciones a la población y habitantes de la tierra, donde se observa incendios, inundaciones y principalmente sequías. Se ha generado múltiples

estimaciones sobre las consecuencias del cambio climático dentro de la sociedad y los ecosistemas, evidenciando la necesidad de minimizar la pérdida de la biodiversidad, brindando de cierta manera una protección **(Morelli, et al., 2020)**.

### **1.2.1. Efectos del cambio climático**

Las variaciones en el nivel medio de temperatura del planeta, dejaron de ser una predicción para convertirse en un hecho palpable, que se evidencian en olas de calor de mayor intensidad que ha generado muertes, lluvias más fuertes que provocan inundaciones que arrastran infraestructuras y cultivos, además de una serie de fenómenos de tipo meteorológico que ponen en riesgo tanto la salud humano como los ecosistemas **(IPCC, 2023)**.

Dentro del mismo contexto, se considera que la crisis climática conlleva a una emergencia humanitaria. De hecho, si el incremento de las temperaturas en 1,5 °C a nivel preindustrial se estima la disminución de la biodiversidad, presencia frecuente de fenómenos de tipo meteorológico y una mayor escasez de agua **dulce (Willianson, et al., 2021)**. Las altas temperaturas, las concentraciones de CO<sub>2</sub> y la alteración de los ciclos de lluvia afectan de manera directa a los cultivos, siendo la aparición de plagas la consecuencia principal, debido a las interacciones entre los insectos y las plantas huésped **(Somala, 2022)**. Los impactos que se describen para la agricultura, se podrían verificar a largo plazo a través de la disminución en la fisiología de los cultivos: tasa de crecimiento, fotosíntesis, transpiración **(Soares, et al., 2019)**.

De esta manera, se ha comprobado que el sector agropecuario es vital para la subsistencia de la raza humana en el planeta, no obstante, gracias al cambio climático ha presentado una serie de consecuencias negativas, mismas que se evidencian dentro de la tabla 1.

**Tabla 1.** Efectos del cambio climático en el sector agropecuario

<b>Causas</b>	<b>Efectos</b>
Oleadas de calor o frío	Mayores posibilidades de daños a los cultivos. Mayor estrés por cambios drásticos de clima en animales y especies nativas.
Episodios de lluvia extrema	Incremento de la erosión de los suelos Daños a las infraestructuras Afectación de vías de comunicación por derrumbes Baja productividad de los cultivos Disminución de zonas tanto agrícolas como productivas
Incremento tanto de sequías como de inundaciones	Altos precios de los productos Pérdida de reservas acuíferas Escasez de agua para regadíos Mayores probabilidades de ocurrencia de incendios e inundaciones Incremento de plagas y enfermedades Incremento de suelos desérticos Dificultades con la seguridad de los alimentos Baja calidad de los agricultores Inundaciones
Incremento del nivel del mar	Erosión de los suelos y menor disponibilidad de terrenos cultivables Incremento de la salinidad Disminución de la calidad del agua de regadío

**Fuente:** (Arteaga & Burbano, 2018)

La situación expuesta, evidencia de manera clara un impacto negativo en la calidad de vida de las personas pobres o en condiciones de vulnerabilidad, principalmente, bien de manera directa a través de la afectación de sus medios de subsistencia, disminución del rendimiento de los cultivos o pérdida de hogares y enseres, o de manera indirecta por incremento del precio de los productos y una baja seguridad de tipo alimentaria (AECID, 2018).

Las consecuencias del cambio climático no se producen de la misma manera e intensidad en los diferentes países, ni en distintas regiones de una misma nación, estos dependen de cada una de las características climáticas locales y los recursos que se evidencian para afrontar dichos cambios (**Schadler, et al., 2019**). Según el índice ND-Gain que mide la vulnerabilidad y adaptación de los países frente al cambio climático, señala que los países más pobres y menos desarrollados tienen menores posibilidades de sobrevivir al cambio climático, por la falta de infraestructura, dificultades para la distribución de alimentos y agua y por la falta de políticas gubernamentales efectivas (**Chen, et al., 2015**).

### **1.3. Seguridad Alimentaria**

La seguridad alimentaria en la actualidad es ampliamente usada en el derecho agrario y agroalimentario y puede ser definida como la existencia de alimentos básicos a nivel mundial para promover un sustento al creciente consumo y evitar de alguna manera la fluctuación tanto de la producción como de los precios (**Federik & Laguzzi, 2019**).

Este tipo de seguridad se relaciona con la existencia en la población de 4 pilares: acceso, disponibilidad, uso y consumo de alimentos, los cuales deben estar presentes y en cantidades suficientes para poder cubrir los requerimientos nutricionales y calóricos que se requieren. Para garantizar la disponibilidad es necesario la implementen planes y políticas para el abordaje, además, de generar una solución a cada uno de los problemas relacionados a esta temática (**Fung, et al., 2018**).

El cambio climático produce impactos en diferentes ámbitos, siendo uno de los más afectados el sector agrícola, ello debido a lo susceptible que son los cultivos a fenómenos climáticos como temperaturas elevadas, sequías y tormentas (**Nicholls & Altieri, 2019**). Todo ello afecta la producción de alimentos, fibras, combustibles y otros bienes, por lo que disminuye la calidad de vida de los productores, retrasa el desarrollo en las zonas rurales y el crecimiento de la economía, también se produce la salinización y pérdida de nutrientes de los suelos, con la consecuente degeneración de los mismos (**AECID, 2018**).

Adicionalmente el cambio climático propicia la aparición de plagas, pestes y malas hierbas, asimismo las alteraciones en los regímenes de lluvia incrementan los riesgos de pérdidas de cosecha a corto plazo lo que se traduce en pérdidas de producción en lapsos más prolongados (**Benyoussef, et al., 2018**).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, la agricultura es un elemento fundamental al momento de evaluar el cambio climático, puesto que no sólo es uno de los sectores más afectados por el cambio climático, sino que es un generador importante de gases de efecto invernadero. Se estima que en la actualidad más del 30% de las emisiones provienen de los sectores agrícolas y forestal (17,4% debida a la deforestación y degradación de los bosques y 13,5% a las prácticas agrícolas). Sin embargo, la agricultura puede contribuir a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, si se lleva a cabo un buen manejo de los servicios de los ecosistemas, disminución de la deforestación y de los cambios de uso de la tierra. Adicionalmente si los cultivos son bien manejados, pueden secuestrar masas importantes de Carbono (**Piña, 2019**).

En los últimos años se ha determinado la existencia de una gran cantidad de seres humanos por la subalimentación o por la falta de alimentos, misma situación que se encuentra en constante aumento. Ciertos datos estadísticos reflejaron que para el año 2016 alrededor de 804 millones de seres humanos sufrieron de hambre, mientras que, para el 2017 se evidenciaron 821 millones, a pesar del constante esfuerzo por múltiples Gobiernos estatales y ONGs (**FAO, 2016**).

**Duchenne, et al. (2021)** por su parte determinaron que el cambio climático ha provocado una serie de alteraciones dentro de la seguridad alimentaria, resultados que se observan principalmente dentro del continente africano. Siendo el principal problema el incremento de patógenos, toxinas, metales pesados y la propagación de enfermedades alimentarias, un ejemplo claro es la presencia de Salmonelosis provocada por *Salmonella spp.*

**Gómez, et al. (2020)** Determinaron que la producción de alimentos tiene alta sensibilidad a los cambios del clima, siendo necesaria la generación de ciertas adaptaciones con el fin de no provocar alteraciones en cuanto a la seguridad

alimentaria. De esta manera, se ha demostrado por medio de las alteraciones en el clima se generan reducción en los rendimientos de producción, principalmente dentro del área agrícola y ganadera.

### 1.3.1. Repercusiones sobre la Agricultura

Ecuador es un país eminentemente agrícola, por lo que los impactos del cambio climático tienen amplias repercusiones en la economía del país, en la seguridad alimentaria y el empobrecimiento de las poblaciones de agricultores dado que no disponen de la formación y recursos necesarios para afrontar e implementar medidas de adaptación (Muñoz, 2012). Adicionalmente las prácticas agrícolas que se emplean en el país no permiten hacer frente a las condiciones adversas que se generan por la variabilidad en el clima (Tigmasa, 2020).

El incremento de la temperatura, disminuye la producción de cultivos deseados y propicia la proliferación de pestes, plagas y malas hierbas. Las modificaciones en los regímenes de lluvias elevan las probabilidades de pérdida de las cosechas a corto plazo (maíz y arroz, entre otros) y de reducción de las que se producen a plazo (plátanos, café, cacao, entre otros). Ciertos cultivos en algunas zonas del país, se benefician por la elevación de la temperatura, pero en líneas generales el impacto del cambio climático es negativo para la actividad agrícola, lo cual como ya se ha dicho, pone en riesgo la seguridad alimentaria. Las poblaciones más vulnerables son aquellas cuyos cultivos están cercanos a los ríos o ubicadas en las zonas de inundación (Jordan, 2021).

En la tabla 2, se presenta un resumen de investigaciones específicas sobre los principales efectos del cambio climático en la agricultura de Ecuador:

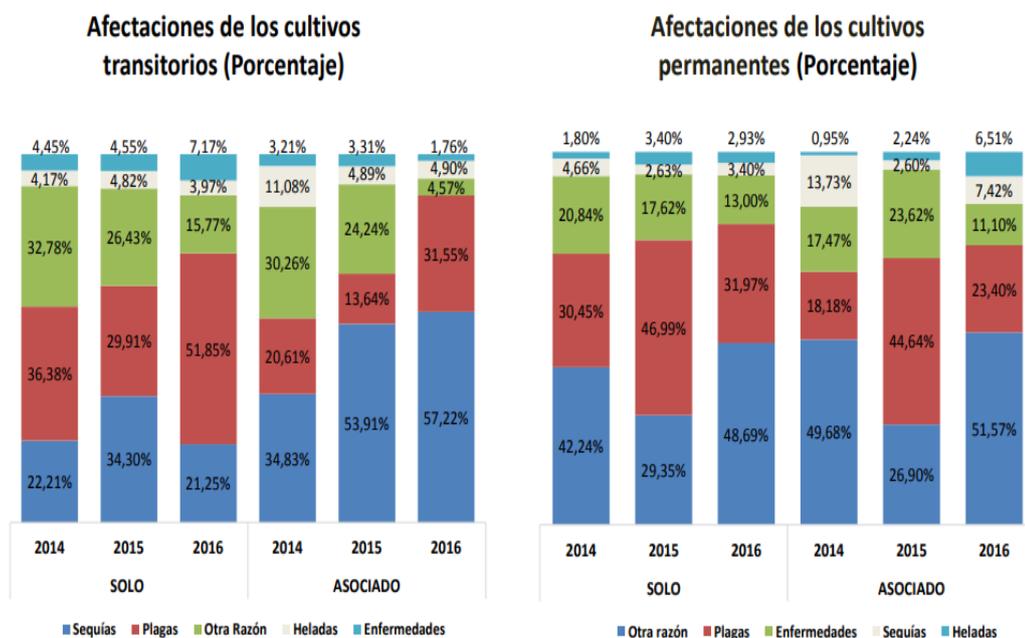
**Tabla 2.** Efecto del cambio climático dentro de la Agricultura ecuatoriana

Investigadores	Efecto
Monteros (2016)	Presencia de plagas, según 73% de los agricultores consultados, afectan la producción de papas en las provincias de Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Pichincha y Tungurahua.

Investigadores	Efecto
<b>Andrade, et al (2017)</b>	<p>50% de los agricultores aseguran que la falta de agua, es la causa principal del bajo rendimiento de los cultivos de papa.</p> <p>94% de los consultados en el cantón Guano en la provincia de Chimborazo el señalan que el principal impacto del Cambio Climático la proliferación de plagas y enfermedades en los cultivos.</p>
<b>Bustamante (2017)</b>	<p>Variaciones de más del 15% en el régimen de lluvias en comparación con el nivel actual, provocará pérdidas en los cultivos.</p> <p>Para el año 2050 en la provincia de Chimborazo se estima que la temperatura mínima mensual puede aumentar entre 1,61 y 1,66 °C aproximadamente, impactando negativamente en la productividad de los cultivos, por faltas en el suministro de agua por el deshielo de los glaciares.</p>
<b>Toulkeridis et al. (2020)</b>	<p>La reducción de lluvias, genera una mayor tasa de evapotranspiración en los cultivos.</p> <p>34,36% de los académicos consultados, consideran que la disponibilidad de agua producto de las sequías es una de las variables más resaltantes del Cambio Climático.</p>

**Fuente: Jordán, et al, (2021).**

Se puede concluir que los principales efectos del Cambio Climático en el Ecuador son la proliferación de plagas, escasez de agua en particular en las provincias que dependen de los glaciares, los picos en la temperatura y las modificaciones en el régimen de lluvias. Estos efectos en el período 2014-2016, se muestran gráficamente en la figura 1.



**Figura 1.** Principales afectaciones de la producción agropecuaria

**Fuente:** INEC (2016)

En la figura 1, el término “otra razón” incluye: inundaciones, granizadas, aplicación inadecuada de agroquímicos y cenizas, se puede observar tanto para los cultivos permanentes como para los transitorios, que la mayor causa de daños a los cultivos lo constituyen las plagas. Adicional a lo expuesto, los impactos potenciales del cambio climático en los sistemas de producción agrícola incluyen: la pobreza rural y migración rural, deficiente disponibilidad de alimentos y producción, ausencia de mercados y la variabilidad de los precios.

#### 1.4. El Cambio Climático y sus efectos en el Ecuador

La ubicación geográfica del Ecuador y sus expectativas de convertirse en un país desarrollado que presenta una economía primaria exportadora, lo hace muy vulnerable a diversos fenómenos, tanto naturales como antropogénicos. El impacto del cambio climático o la mayor intensidad con que se producen eventos naturales como “El Niño-Oscilación del Sur (ENOS)”, afectan de manera negativa el desarrollo del país (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2017; Chávez, 2021).

**Tao, et al. (2022)** en su investigación determinaron que se incrementará de manera variable la temperatura del mar gracias a los efectos de invernadero y el fenómeno del Niño antes del año 2030, noción que con anterioridad se pronosticó para muchos años después.

De igual manera, **Toulkeridis, et al. (2020)** afirmaron que dentro del Ecuador gracias a las consecuencias del cambio climático se evidencia cada vez más una mayor frecuencia de sequías (34,36%) y una pequeña cantidad de lluvias pero con gran intensidad (21,41%). Por otra parte, se encuentran como un efecto el incremento del nivel del mar y la disminución del hielo de sus glaciares (**Rojas, 2016; Schoolmeester et al. (2018)**). Además, una de las consecuencias con mayor impacto es la pérdida de biodiversidad, mayor frecuencia de aparición y transmisión de enfermedades tropicales, como el dengue, incremento de poblaciones invasoras en Galápagos y otros ecosistemas sensibles del Ecuador, pudiendo llegar a la extinción de especies en esas zonas (**Gutiérrez, et al., 2020**).

A la par a estas investigaciones, se encuentra la de **Chuncho & Chuncho (2019)**, quienes determinaron que los páramos ecuatorianos presentan grandes afectaciones por el cambio climático principalmente en la erosión del suelo, bajo contenido de agua, bajo contenido de carbono y pérdida de flora y fauna exótica.

Por otro lado, el cambio climático también afecta la generación de electricidad. **Mehedi y Wyseureb (2018)** determinaron que las variaciones en la temperatura, la presencia o ausencia de lluvias, inundaciones y sequías afectan de manera directa a los distintos sistemas fluviales lo que implica una disminución del caudal del río, disminuyendo la producción.

En cuanto a estudios realizados en el país, asociados al cambio climático se tiene la investigación de **Chuqui, (2022)** quien realizó unas proyecciones de cambio climático dentro de la provincia de Tungurahua hasta el 2070, se estima que existirá una variación climática irreversible, recopilando datos desde 1960 hasta el 2018, ha proyectado que la temperatura pasará de 1.7°C a 2°C, también se notará un aumento de precipitaciones de 135 a 190 días. **Hernández, et al. (2021)** afirman que las producciones actuales han disminuido en comparación hace diez años atrás, por el

cambio brusco de temperaturas. Los agricultores se han visto en la necesidad de desarrollar medidas de mitigación y adaptación ante estos cambios meteorológicos variables, la renovación de plantas, cambios en los sistemas de riegos, implementación de fuentes de sombra, como la barrera de arbustos y árboles. Quito, Guayaquil y Cuenca son las principales ciudades donde se han realizado mediciones meteorológicas durante 50 años o más (**Portilla, 2018**).

#### **1.4.1. Pronósticos de efectos de los cultivos**

Las simulaciones para evaluar los efectos del clima, pronostican: reducción de los cultivos más importantes en los países desarrollados, aumento de los costos de maíz, soja, trigo y arroz que implica incremento del precio de los alimentos para animales y por ende de la carne (por tanto, se estima también una disminución del consumo de cereales y carnes). En los países en vía desarrollo, se tendrá una menor disponibilidad de calorías, que elevará los riesgos de malnutrición infantil (**IIFPRI, 2009**). El empobrecimiento de la población, incrementa el riesgo de inseguridad alimentaria.

Lo expuesto pone en evidencia la necesidad de establecer como los distintos elementos vinculados al cambio climático (altas temperaturas y elevación del nivel del mar, elevadas concentraciones de dióxido de Carbono, eventos climáticos extremos) afectan la ecofisiología de las plantas con el propósito de establecer mecanismos que permitan mitigar los impactos del cambio climático sobre la agricultura (**Pérez, 2019**).

En la mayor parte de los cultivos se ha identificado que el incremento de la temperatura es el principal factor que influye, debido a que disminuye la tasa de crecimiento, afecta la actividad de la fotosíntesis e incrementa la respiración celular. Además, se ha observado el incremento de necesidades de agua debido a que si disminuye la cantidad de lluvias y por ende con el grado de temperatura alto se incrementa la evotranspiración (**Acevedo, et al., 2020**).

## 1.5. Resiliencia de la agricultura

El término resiliencia se utiliza en una amplia gama de campos profesionales desde la ecología, la psicología y la ingeniería hasta la gestión de riesgos y el mundo del desarrollo describir el grado en que los sistemas sociales o ecológicos pueden a) mantener, b) recuperar, y c) mejorar su integridad y funcionalidad cuando se ven afectados por una perturbación.

Otra definición de resiliencia es la proporcionada por días **Hernández, et al, (2021)**, quienes la consideran como:

La capacidad para aprender a usar recursos, hábitos y habilidades contra la desgracia y preparar a la familia, el individuo, su comunidad y su cultura para disponer de esos recursos defensivos contra las crisis, de forma que tenga sentido dentro de la cultura comunitaria (p.33).

Es decir, la resiliencia hace referencia a la capacidad para usar de manera adecuada cada uno de los recursos con el fin de afrontar una crisis. Para ello se debe contar con una serie de habilidades que promuevan una mejor interacción con la familia, comunidad y otros seres humanos.

En relación a la ecología, el término es presentado por **Holling (1973)** como una manera de explicar las variaciones no lineales que se observan en los ecosistemas. En el mismo contexto **Folke, et al. (2010)** definen la resiliencia como “la capacidad de un sistema para cambiar y adaptarse continuamente, pero manteniéndose dentro de umbrales críticos” (p. 1). En otras palabras, es la capacidad de un sistema de modificarse con el propósito de mantener la misma identidad. Los autores introducen también el término “pensamiento de la resiliencia” el cual involucra la resiliencia, la adaptabilidad y la transformabilidad.

Los cultivos resilientes al cambio climático aprovechan la biodiversidad, fertilizantes orgánicos, los sistemas agroforestales, para poder adaptarse mejor ante el estrés y plagas causadas por alguna variabilidad climática (**Jordan & Villamarin, 2021**). Esto genera los nutrientes necesarios y resistencia ante plagas, la utilización de

fertilizantes orgánicos, brindan mayor protección a las raíces de la planta (AECID, 2018). Esto permite tener la disponibilidad y estabilidad de suministros de alimentos de buena calidad y cantidad considerable que se pueda asegurar una seguridad alimentaria con proyecciones a futuro. Los agricultores han empezado con la modalidad de rotación de cultivos, el descanso de un periodo corto a los terrenos de producción, técnicas de irrigación y sistemas de captura de lluvia, combinación de cultivos, han generado un resultado temporalmente satisfactorio a la demanda de alimentos producida cada año (Nicholls & Altieri., 2019).

Los efectos del cambio climático en la agricultura, requieren de un proceso de adaptación a las nuevas condiciones derivadas de las variaciones del clima. Este concepto se utiliza desde la antigüedad, pero actualmente su aplicación es urgente para disminuir la condición de vulnerabilidad de los distintos ecosistemas al vincularlos con las medidas de mitigación. Entre las prácticas que se emplean para fomentar el proceso de adaptación de los cultivos se incluye: modificaciones en los manejos de los cultivos, implementar sistemas para la recogida de agua de lluvia, buena gestión del agua (ahorro y reciclaje), optimización de las redes de abastecimiento y de drenaje y reforestación con especies resistentes a la sequía, entre otras (AECID, 2018).

### **1.5.1. Medidas de Resiliencia de los Cultivos**

Se han propuesto diferentes metodologías para evaluar la resiliencia de los cultivos, uno de ellos es el propuesto por Guerra, et al. (2021) quienes evaluaron la resiliencia ecológica de los bosques tropicales secos utilizando una aproximación multiescalar. Los autores para realizar la medición hacen una combinación secuencial de la percepción remota y muestreos en campo, considerando el marco conceptual de la resiliencia y la ecología propia del área de estudio. Para ello siguen los siguientes pasos:

- 1) Análisis de la recuperación de los atributos del área en estudio (cobertura, altura) a escala regional y de paisaje mediante el uso de recursos que proporcionen percepción remota (imágenes de satélite) que muestren las modificaciones en los atributos estudiados.

- 2) Analizar la recuperación desde una perspectiva a escala local que implique el análisis de las variables ecológicas más relevantes como la estructura, la diversidad y la función ecológica de la vegetación.
- 3) Partiendo de los insumos a escala local, regresar a niveles de trabajo menos detallados (regional y paisaje) y modelar los datos obtenidos en campo mediante índices de vegetación. Este planteamiento permitiría evaluar la resiliencia ecológica de un ecosistema y las causas que la promueven a diferentes escalas espaciales.

Otra metodología para para medir la resiliencia ha sido desarrollada, tomando en cuenta la heterogeneidad de la agricultura campesina-indígena, la misma está basada en los conceptos de riesgo, vulnerabilidad, amenaza y capacidad de respuesta (**Altieri y Nicholls, 2013**).

Esta metodología ha sido aplicada para evaluar los sistemas de producción agroecológica y su resiliencia frente al cambio climático en la parroquia San Lucas, provincia de Loja (**Coronel T. , 2019**), así como para la evaluación en Antioquía, Colombia (Henao, 2013), entre otras.

### **1.5.2. Estrategias de Adaptación**

Al hablar de adaptación al cambio climático, se hace referencia a un proceso orientado a disminuir la vulnerabilidad frente a un evento potencialmente dañino, por consiguiente, todas las acciones que se implementen persiguen ajustar los sistemas ecológicos y sociales para responder ante estímulos, efectos e impactos (**Panel intergubernamental del cambio climático 2014, 2014**). La adaptación puede también entenderse como la capacidad de construir resiliencia (**Altieri y Nicholls, 2013**).

Como ya se ha mencionado, uno de los mayores impactos que produce el cambio climático se observan en la agricultura, debido a las altas temperaturas, sequías, plagas entre otros. También se ha indicado que las poblaciones más vulnerables, son las que poseen menos recursos, tal es el caso de los campesinos y pequeños agricultores, por su alta dependencia de las condiciones naturales, por estar ubicados

en zonas geográficas sensibles, entre otras. No obstante, muchas de esas comunidades están respondiendo de manera activa a los efectos de la variabilidad de la temperatura, mostrando innovación y resiliencia. En tal sentido diversifican los cultivos, mejoran la calidad del suelo adicionando materia orgánica, prácticas que se fundamentan en la agroecología (Nicholls & Altieri, 2019).

Algunos de los cambios introducidos con las prácticas agroecológicas permiten un mejor manejo y conservación del suelo y en consecuencia del mantenimiento de servicios ecosistémicos, se reduce también el proceso de deforestación. Todo ello disminuye la emisión de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), prácticas y manejos que se convierten en estrategias de adaptación al cambio climático (Ospina, 2019).

Otras estrategias para la adaptación climática de los cultivos, específicamente en el Departamento de Nariño en Colombia, lo presentan Guevara, et al, (2016), las mismas se presentan a continuación:



**Figura 2.** Estrategias de adaptación de cultivos ante el cambio climático

**Fuente:** Guevara, et al, (2016)

### 1.5.3. Cultivos Resilientes al Cambio Climático

En la actualidad tanto la agricultura como la producción de alimentos presentan altos índices de vulnerabilidad ante el cambio climático, siendo las sequías, olas de calor e inundaciones los principales fenómenos meteorológicos que generan grandes afectaciones. Para el estudio de cultivos resilientes inicialmente se exponen los grandes cambios que genera el cambio climático:

**Tabla 3.** Respuesta de los cultivos ante el cambio climático

<b>Fenómeno meteorológico</b>	<b>Cambios en el suelo</b>	<b>Respuesta del Cultivo</b>
<b>Sequía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estrés osmótico</li> <li>• Suelo heterogéneo</li> <li>• Falta de nutrientes</li> <li>• Incremento de la cantidad de oxígeno</li> <li>• Disminución de microorganismos benéficos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento del tamaño de la raíz</li> <li>• Producción de antimicrobianos y antioxidantes</li> <li>• Incremento del Ácido abscísico</li> <li>• Producción de enzimas más afines al nitrógeno y carbono</li> <li>• Cierre estomático y disminución de la fotosíntesis</li> </ul>
<b>Olas de calor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la actividad fotosintética</li> <li>• Disminución de la transpiración</li> <li>• Bajo crecimiento y desprendimiento de hojas</li> <li>• Incremento de proteínas de choque térmico y compuestos orgánicos volátiles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento del metabolismo del carbono</li> <li>• Incremento de la actividad RUBISCO</li> <li>• Incremento de la fotorrespiración y foto transpiración</li> <li>• Incremento de carbohidratos</li> <li>• Crecimiento del tubo del polen e incremento del número de óvulos</li> </ul>
<b>Inundaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosión del suelo</li> <li>• Incremento de susceptibilidad a patógenos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incremento de giberelinas</li> <li>• Disminución de producción de etileno</li> </ul>

- Disminución de la actividad fotosintética
- Desarraigo
- Disminución de la cantidad de oxígeno
- Inhibición de la función de ácido giberélico
- Disminución del catabolismo de sacarosa y almidón

**Fuente: (De Vries, et al., 2020) (Raza, et al., 2019) (Breshears, et al., 2021) (Ferguson, et al., 2021) (Panda & Barik, 2021)**

Dentro de la tabla 3 se observa que el cambio climático afecta a una serie de funciones en las plantas, siendo la fotosíntesis la de mayor afectación. A través de este proceso las plantas obtienen energía y eliminan el oxígeno, por lo que su disminución afecta a la vida normal del ser humano. De igual manera, se observa que tanto la sequía como las olas de calor se relacionan entre sí, por lo que es muy importante que las plantas puedan generar nuevos mecanismos de supervivencia.

Estos mecanismos de supervivencia han convertido a los cultivos en resilientes, es decir, son capaces de adaptarse ante una serie de condiciones adversas del medio ambiente. **Acevedo, et al, (2020)** clasificaron a los cultivos resilientes de la siguiente manera:

- **Cereales:** maíz, arroz, trigo, mijo, sorgo, cebada y teff.
- **Legumbres:** soja, garbanzos, caupí, fríjol común, frijol mungo y maní.
- **Hortalizas y frutas:** tomate, berenjena, pimienta, cacao, mango, trébol, ajo, mostaza, arveja, cebolla, azafrán, garbanzos y nuez de cola.
- **Raíces, tubérculos y plátanos:** plátano, ñame, boniato, yuca y patata.

Se observa que la mayor parte de cultivos resilientes descritos por este autor pueden ser adaptados en el Ecuador, siendo el tomate, ajo, cebolla, maíz, fréjol y papas los de mayor importancia para el presente estudio. Por otra parte, se encuentra el estudio realizado por **Binju, et al. (2020)** determinaron que por medio de los cultivos resilientes incrementaron su rendimiento productivo en: arroz, trigo, ciertas legumbres, semillas oleaginosas y hortalizas en las de un 25%. Sin embargo, en países como la India, Nepal y ciertos de África son países de bajos recursos por lo que se ha identificado la gran necesidad de sembrar cultivos resilientes para mejorar

la nutrición de la población. Es por ello, que dentro de estos lugares se determinaron los siguientes cultivos resilientes:

- Mijo dedo (*Eleusine coracana*)
- Trigo
- Tef (*Eragrostis tef*)
- Maíz
- Lentejas
- Cúrcuma

**Feldman, et al. (2019)** Determinaron que el maní “Bámbara” tiene altos potenciales de resiliencia que puede ser cultivado en cualquier continente a excepción de la Antártida debido a que no necesitan altas concentraciones de nutrientes y agua, además de fijar su propio cultivo. Por ende, ante el cambio climático resiste a la sequía primordialmente. De esta manera, esta semilla presenta grandes cantidades de carbohidratos, proteínas y grasas que satisfacen las necesidades nutritivas del ser humano por lo que su cultivo es de vital importancia en países áridos como África y Latinoamérica.

El maíz dentro del continente americano es de gran importancia, por lo que se ha estimado que su consumo por persona al día oscila entre 50 y 267 gramos. Su cultivo tiene una incidencia del 40% con respecto a la producción de cereales, donde más del 80% de la población lo consume. Se trata de un cultivo resiliente en base a las siguientes características:

**Tabla 4.** Propiedades resilientes del maíz en América Latina

<b>Propiedad resiliente</b>	<b>Estructura genética</b>
<b>Tolerancia a la sequía</b>	Presencia de 6-15 locus de rasgo cuantitativo (QTL) que incrementaron la producción, además de varios polimorfismos de nucleótido único SNP.

<b>Tolerancia al calor</b>	Presencia de QTL en los cromosomas 2,3,9 que influyen en la polinización y quemado de hojas. Para el rendimiento de la producción existen 5 bloques de haplotipos y 8 variantes de SNP
<b>Tolerancia inundaciones</b>	a Presencia de 8 QTL en el cromosoma de 1-7 y el número 10.
<b>Resistencia enfermedades</b>	a Presencia de QTL en los cromosomas 3 y 4 para <i>Fusarium spp.</i> Para <i>Aspergillus flavus</i> se han determinado los siguientes QTL: Mp313E, SC54, Mp420 y Tex6. Mientras que, para la producción del tallo existen dos QTL: qRfg1 y qRfg2.

**Fuente: (Prasanna, et al., 2021)**

El maíz es un cereal que a lo largo de los años ha presentado una serie de variaciones genéticas, cuyo antepasado se identifica como teosinte. Por lo que, debido a dicha variabilidad genética ha encontrado se tolerante a una serie de factores del cambio climático, todo esto debido a la presencia de varios QTL que inciden en la resiliencia del cultivo. Ahora bien, estos genes son una región que cuentan con un rasgo fenotípico que promueven un cambio directo en la planta, ya sea a través del crecimiento o acortamiento de hojas, flores, raíces o tallo o producción de sustancias químicas que favorecen incluso en el incremento de la producción.

En el Ecuador este cereal ha sido ampliamente investigado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), donde se ha caracterizado seis variedades de cultivos que se consideran resilientes debido a que son tolerantes a las sequías y resisten enfermedades. De igual manera, una vez que fueron identificados estos cultivos han sido introducidos en todo el país a través del Ministerio de Agricultura donde generalmente se siembran y se produce: maíz fresco, harina y otros productos **(Guzzon, et al., 2021)**.

En Tungurahua, específicamente en los cantones de Píllaro, Mocha y Tisaleo se cultiva primordialmente maíz, mora, papas y tomate de árbol. Al disminuir la cantidad de agua se observan los siguientes impactos dentro de los cultivos:

**Tabla 5.** Cultivos resilientes en Píllaro, Mocha y Tisaleo

<b>Cantón/Cultivo</b>	<b>Maíz</b>	<b>Mora</b>	<b>Papas</b>	<b>Tomate de árbol</b>
<b>Píllaro</b>	+	+/-	+	No se produce
<b>Tisaleo</b>	No se produce	+	No se produce	No se produce
<b>Mocha</b>	No se produce	+/-	No se produce	-

**Fuente: (Franco, et al., 2023)**

En la actualidad, tres cantones de la provincia de Tungurahua son los principales representantes de la producción agrícola en el Ecuador por lo que según una evaluación en los próximos años dicho nivel incrementa o disminuye en base a lugar. Por ejemplo, Píllaro en unos 20 años incrementará su producción en papas, mientras que, en Tisaleo y Mocha se incrementará la producción de mora y tomate de árbol respectivamente, es decir, en un futuro estos cultivos serán resilientes debido a que son capaces de tolerar las sequías producidas por el constante cambio climático. De igual manera, se comprueba que las variaciones genéticas en el maíz contribuyen de manera directa a la formación de la resiliencia en dicho cultivo.

#### **1.5.4. Importancia de los cultivos resilientes para la seguridad alimentaria**

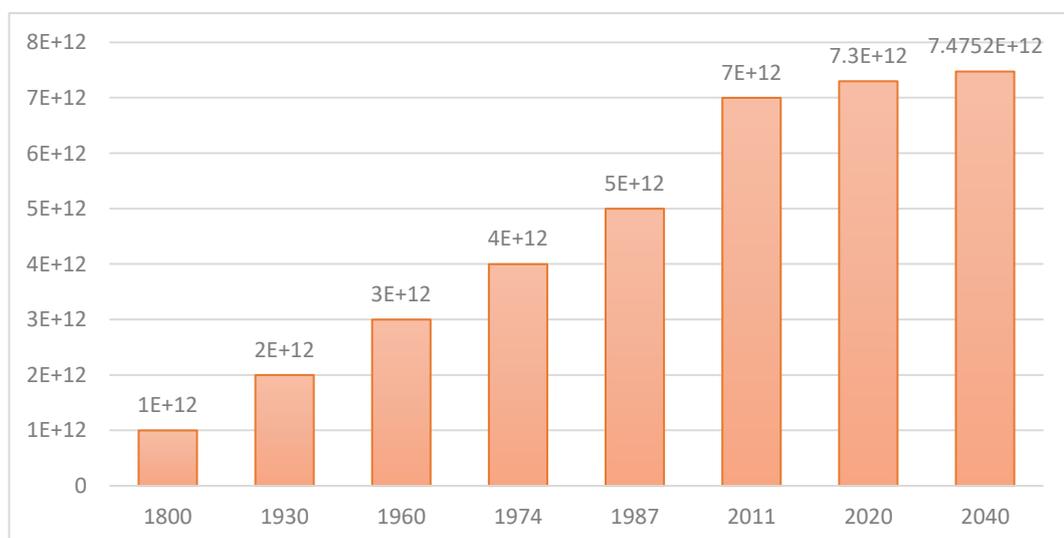
En los últimos años gracias al crecimiento de la población mundial se ha evidenciado la necesidad de satisfacer múltiples necesidades humanas, que se relacionan tanto con la inocuidad como con la seguridad alimentaria, siendo evidente que se generen cultivos que requieran mínimas concentraciones de agua, nitrógeno, fósforo, entre otros (Lombardi, et al., 2021). Ahora bien, inicialmente se define a la seguridad alimentaria como ciertas situaciones por medio de las cuales todos los seres humanos tienen acceso directo a alimentos que satisfagan sus necesidades y por ende puedan desarrollar una vida totalmente saludable. De esta manera se ha convertido en una de las más grandes preocupaciones a nivel mundial, siendo los países subdesarrollados

los de mayor afectación, debido a que se evidencia una gran cantidad de intoxicaciones alimentarias provocadas por patógenos (Wang, et al., 2019).

De esta manera, la seguridad alimentaria en la actualidad es una necesidad básica, no obstante, se ha observado ciertas situaciones que ponen en peligro la salud humana gracias a procesos que son ineficaces e ineficientes. Además, es un tema crítico con brotes de enfermedades transmitidas por los alimentos que generan costos sustanciales para las personas, la industria alimentaria y la economía. Los alimentos inseguros han sido un problema de salud humana desde entonces (Kamboj, et al., 2020).

Aunque los gobiernos de todo el mundo están haciendo todo lo posible para mejorar la seguridad del suministro de alimentos, la aparición de enfermedades transmitidas por los alimentos sigue siendo un problema de salud importante tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo. Los alimentos pueden contaminarse en cualquier momento durante el sacrificio o la cosecha, el procesamiento, el almacenamiento, la distribución, el transporte y la preparación. La preparación adecuada de los alimentos puede prevenir la mayoría de las enfermedades transmitidas por los alimentos. Más de 200 enfermedades conocidas se transmiten a través de los alimentos (Pastorino, 2020).

Otro de los problemas de la seguridad alimentaria es el crecimiento de la población mundial, cuya variación se presenta a continuación en la siguiente figura:



*Figura 3. Crecimiento de la población a nivel mundial*

**Fuente: (Sadigov, 2022)**

Se evidencia que el índice de crecimiento de la población es mucho más alto en los últimos años, donde en un solo período de 12 años (1999-2011) se incrementó un billón de personas, sin embargo, debido a la pandemia del Covid-19 se observó una estabilización llegando al 2040 a una aproximación de 7,5 billones. Los seres humanos por naturaleza requieren de alimentos para poder desarrollar cada una de sus actividades, sin embargo, debido al cambio climático se ha evidenciado una escasez de los alimentos lo que conlleva a padecer de enfermedades nutritivas.

Es así que, tanto la Organización de las Naciones Unidas como la Organización para la Agricultura y la Alimentación presentan en la actualidad un gran compromiso para promover la seguridad alimentaria que permita una sostenibilidad y por ende resiliencia de los cultivos (**Rahim, et al., 2021**). Por ende, se observa la necesidad de cultivos resilientes mismos que fueron descritos con anterioridad, tales como el maíz, trigo, vegetales entre otros, evidenciando las siguientes ventajas (**Coronel, 2019**):

- Mejora de rendimiento de producción por largos períodos de tiempo
- Incrementa la diversidad de alimentos
- Maximiza la rentabilidad de la producción
- Generalmente requiere bajos niveles tanto de tecnología como de recursos

De esta manera, se comprueba que por medio de los cultivos resilientes al cambio climático son de vital importancia para promover la adecuada alimentación de la población, gracias a que son capaces de mejorar sus propiedades y tolerar una serie de cosas que afectan su productividad. Al incrementar la población mundial se necesita una mayor cantidad de alimentos, si se mantiene los cultivos tradicionales dicha producción no abastecería las necesidades de la población, por lo que sí o sí se requiere grandes cambios y una agricultura sostenible.

Por ende, también se requiere la generación de conciencia en la humanidad en donde se evidencie un mayor cuidado a la naturaleza y al ambiente, donde se disminuya

principalmente la contaminación por gases de efecto invernadero. Además, se debe valorar los alimentos diarios debido a que, muchas de las personas los desperdician olvidando que otras personas se encuentran en circunstancias de hambre que incluso los lleva a la muerte.

## **1.6. Ecofisiología de las plantas y cambio climático**

El clima es uno de los principales elementos que influye en la distribución de las especies de plantas en el planeta, de manera directa, mediante restricciones fisiológicas en los procesos de reproducción y crecimiento, o de manera indirecta a través de factores ecológicos como la competencia por los recursos. La Ecofisiología, proporciona los elementos necesarios para evaluar los efectos del cambio climático sobre las especies vegetales. Se ha determinado que las plantas sometidas a estrés (como el producido por el cambio climático), realizan adaptaciones morfológicas, fisiológicas y bioquímicas que les permiten sobrevivir bajo estas circunstancias (**Lombardini & Rossi, 2019**).

### **1.6.1. Estrés en las plantas**

El estrés en los seres vivos se puede definir como cualquier elemento ambiental que puede causar algún impacto negativo en los seres vivos. En el ámbito de la fisiología vegetal, se entiende por estrés cualquier factor ambiental biótico o abiótico que afecta el desarrollo de algún proceso fisiológico y llegando incluso a amenazar su supervivencia (**Méndez y Vallejo, 2019**) El estrés puede ser biótico o abiótico.

- a) **Estrés biótico:** es provocado por la acción de otro ser vivo como animales, otras plantas, virus, bacterias, hongos.
- b) **Estrés abiótico:** se pueden dividir a su vez en físico o químico, dependiendo de las características del factor que lo causa. Entre las causas físicas se puede citar: estrés hídrico (déficit o exceso de agua), temperaturas extremas, la salinidad, falta de nutrientes, presencia de metales pesados son factores químicos causantes de estrés (**Montoliu, 2010**).

Las plantas pueden generar mecanismos para contrarrestar el estrés, de allí la importancia de su estudio, ya que a partir de allí se pueden desarrollar modelos que permitan inferir en cómo estas pueden hacer frente a ciertos factores como el cambio climático. A continuación, se presentan algunos factores que afectan la fisiología en las plantas y la respuesta de las mismas:

### **Temperatura**

Uno de los factores que genera mayor impacto sobre la fisiología de las plantas es la temperatura, la cual puede producir en ellas, de forma transitoria o permanente, cambios morfo-anatómicos, fisiológicos y bioquímicos, que impactan en su crecimiento y desarrollo, lo que puede generar una reducción importante del rendimiento económico de los cultivos (**Wahid et al., 2007**).

Las temperaturas diurnas pueden generar en las plantas efectos lesivos, asociados al calentamiento del tejido, o efectos indirectos vinculados a déficits hídricos que pueden incrementar la demanda de evaporación. Bajos estas condiciones las plantas pueden adquirir termotolerancia, si el aumento de temperatura no es letal. Si la planta logra adaptarse a las nuevas condiciones de temperatura, puede sobrevivir a exposiciones de temperaturas que, de otra forma, provocarían la muerte de la planta. Para alcanzar la termotolerancia, se debe producir síntesis de nuevas proteínas en respuesta a las elevadas temperaturas (**Yepez y Silveira, 2011**).

### **Nutrición**

La nutrición mineral es otro aspecto importante de evaluar cuando se estudia el efecto del cambio climático sobre las plantas, ya que por ejemplo, la disponibilidad de Nitrógeno en el suelo puede alterarse debido a que la actividad de las bacterias edáficas se ve afectada por los cambios de temperatura y de humedad en el suelo, no obstante, también se señala que la elevación de la temperatura puede estimular la actividad metabólica de los microorganismos e incrementar la disponibilidad de Nitrógeno, pero el calor también puede reducir la capacidad de la planta para aprovechar este nutriente, por lo que es probable que conforme avance el cambio climático, la disponibilidad de Nitrógeno disminuya (**Pérez, 2018**).

Adicionalmente, las elevadas temperaturas pueden influir en los procesos fotosintéticos dependientes de la luz, pues el estrés térmico e hídrico disminuye el flujo de electrones en la membrana tilacoidal de los cloroplastos y esto reduce la conversión de energía lumínica en energía química (APT y NADPH), la cual es requerida para fijar carbono (**Pérez, 2018**).

### **Déficit y exceso hídrico**

Para hacer frente a condiciones de estrés hídrico, las plantas hacen uso de una serie de mecanismos para lograr sobrevivir, crecer y obtener rendimientos satisfactorios. Estos mecanismos son:

- a) Espape: las plantas completan su ciclo de vida antes de que el déficit de agua se presente, por lo que el desarrollo fenológico se produce de manera acelerada, lo cual trae como consecuencia una disminución en los rendimientos.
- b) Evitación: la planta mantiene la turgencia de las hojas a pesar de no existir agua en el suelo, lo cual logra profundizando las raíces, cierra las estomas, disminuye la absorción de la radiación y la evapotranspiración. Todo ello trae como consecuencia una disminución de la asimilación de carbono, con lo que se reducen los procesos bioquímicos y por consiguiente, los rendimientos.
- c) Tolerancia: la planta puede soportar la falta de agua en el suelo mediante un ajuste osmótico que involucra la acumulación de solutos en la célula, lo que puede causar daños en las membranas (**Jarma et al., 2012**).

Estos factores, no ocurren aisladamente, sino que pueden darse de manera simultánea por lo que se debe evaluar cada condición particular. Lo expuesto pone en evidencia la necesidad de establecer como los distintos elementos vinculados al cambio climático (altas temperaturas y elevación del nivel del mar, elevadas concentraciones de dióxido de Carbono, eventos climáticos extremos) afectan la ecofisiología de las plantas (**Pérez, 2019**) con el propósito de establecer mecanismos que permitan mitigar los impactos del cambio climático sobre la agricultura.

## 1.6. Cultivo de maíz, papa, mora y tomate de árbol en provincia Tungurahua

Tungurahua es una provincia agrícola, destacan la producción de manzana, durazno, pera, claudia, tomate de árbol, fresa, tuna, babaco, mora y en general la fruticultura, que constituye uno de los principales ejes económicos en los cantones Ambato, Cevallos, Patate, parte de Tisaleo, Píllaro, Pelileo y Mocha (**Sánchez, 2020**). Se produce también maíz y papa, sin embargo, la productividad de los cultivos se está viendo afectada por las heladas y por la aparición de plagas como la paratrioza que afecta el cultivo de papas.

### 1.6.1. Maíz

El maíz (*Zea mays L.*) es el cultivo de cereales de tierras altas y cultivo básico de alimentos primarios más grande del mundo en muchos países en desarrollo **Pradeep, et al, (2017)**. El maíz, constituye aproximadamente el 42,5% del suministro mundial de calorías de alimentos, proporcionando alrededor del 37% de proteínas y 6% de grasas (**FAO, 2016**).

En Ecuador el maíz tiene gran importancia dado el rol que cumple en la Seguridad Alimentaria de la población, por lo que su cultivo está muy extendido. Según cifras del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en el 2020 se sembraron 74018 hectáreas de este rubro, lo cual representa casi el doble de la superficie sembrada con otros cultivos de importancia socioeconómica como por ejemplo la papa (**Zambrano et al, 2021**). La siembra del maíz, se da principalmente en la Sierra andina, allí las condiciones agroclimáticas y socioeconómicas no permiten que existan estrategias fijas para desarrollar el cultivo, por lo que se deben adaptar a cada situación.

Algunas recomendaciones para el cultivo de maíz señalan:

- Devolver al suelo los desechos de la cosecha previa.
- Hacer una evaluación exhaustiva de los factores que impactaron en la cosecha previa, de manera positiva o negativa, para ser tomados en consideración en cultivos posteriores.
- Preparar adecuadamente el suelo para la siembra.

- Usar semillas frescas con calidad fitosanitaria y validada en la zona.
  - Utilizar biofertilizantes o promotores del suelo.
  - Realizar el control de maleza.
  - Aplicar los fertilizantes de manera adecuada.
  - Controlar malas hierbas, plagas e insectos.
  - Rotar cultivos para evitar la proliferación de plagas e insectos.
- (Zambrano, et al., 2021).**

Se reporta que el rendimiento del maíz ha disminuido en su producción debido al cambio climático, estando involucradas en ello las variables: temperatura máxima y mínima, velocidad del viento, precipitación, y radiación solar que determinan la rentabilidad productiva **(López, et al., 2021)**. La presencia de plagas, como por ejemplo el gusano cogollero de maíz, es otro aspecto que se vincula a la variabilidad climática.

### **1.6.2. Papa**

La papa (*Solanum tuberosum*) es uno de los cultivos de mayor importancia a nivel mundial, en función de su producción y elevado consumo **(Jovovic, et al., 2016)**. La papa es considerada un cultivo clave para la seguridad alimentaria de la población mundial y característico de los sistemas de producción campesina **(Zapata, et al., 2023)**. En la Sierra ecuatoriana, la papa es el segundo cultivo más importante, después del maíz suave llamado choclo.

**Paredes, et al. (2021)** En su investigación señalan que las papas nativas son autóctonas de la región alta de la zona Andina, desde hace 8000 años tiempo durante el cual el cultivo ha estado sometido a un proceso de domesticación y selección. Dada su importancia dentro de la dieta de los pueblos andinos le han dado el nombre de Kausay que significa sustento a la vida. Esta variedad de papas se caracteriza porque no han sufrido manipulación genética, son híbridos generados en forma natural por cruzamientos entre diferentes especies de papas. La producción de papa en Tungurahua para el año 2000 era de 194414 UPS y 7380 sembradas.

Estudios señalan que una gran proporción de los cultivos tradicionales de papa no están adaptados a las condiciones que genera el cambio climático, lo que disminuye el rendimiento llegando incluso a perderse los cultivos. En países en vías de desarrollo, como en Latinoamérica, esta situación atenta contra la seguridad alimentaria. Como respuesta a esta situación se están identificando y desarrollando cultivares de papa que presenten mejor adaptación a las variaciones climáticas (Méndez y Vallejo, 2019).

### **1.6.3. Mora**

El cultivo de mora (*R. glaucus* y *Rubus sp.*) se produce en el Ecuador a lo largo del callejón interandino (Tungurahua, Cotopaxi, Bolívar, Chimborazo, Pichincha, Imbabura y Carchi) entre 2000 y 3100 msnm (Iza et al, 2020). La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) es la variedad de mayor importancia productiva y comercial en el Ecuador. La que se produce en la provincia de Tungurahua, tiene una gran demanda en el mercado por su calidad y las características organolépticas apreciadas por los consumidores, Adicionalmente, su resistencia permite comercializar el producto en mercados foráneos en Guayaquil, Quito, Salinas y los ríos (Sánchez D. , 2020).

El censo nacional agropecuario del año 2000, no presenta datos relativos al cultivo de mora en la provincia de Tungurahua.

### **1.6.4. Tomate de árbol**

La provincia de Tungurahua es una de las principales productoras de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en el Ecuador. Según la encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua- ESPAC 2017, la producción anual de tomate de árbol en esta provincia representa el 59,62% respecto a la producción nacional de este rubro. En su investigación señala que de acuerdo a las opiniones de los agricultores en la zona tienen presencia de plagas y enfermedades que están afectando los cultivos, incrementan los costos de producción lo que ha provocado que algunos agricultores dejen de producir tomate de árbol para dedicarse a otros cultivos (Llundo, 2022).

De acuerdo al censo Nacional Agropecuario (2000), en Tungurahua para el momento de la medición, se reportan cultivos de tomate de árbol en 5407 UPAS y 1470 sembradas.

## **1.7. Objetivos**

### **1.8.1. Objetivo General**

Analizar los cultivos resilientes al cambio climático como una medida de adaptación para garantizar la seguridad alimentaria en la Provincia de Tungurahua en los cantones Mocha, Tisaleo y Píllaro.

### **1.8.2. Objetivos Específicos**

- Describir los cultivos resilientes al cambio climático y su importancia para la garantía de la seguridad alimentaria.
- Interpretar los efectos del cambio climático en la seguridad alimentaria de la población.
- Aplicar un modelo estadístico que represente la relación entre variables correspondientes a resiliencia de los cultivos y adaptación al cambio climático en la producción.
- Identificar aquellos cultivos que representan un potencial aporte a la seguridad alimentaria bajo escenarios de cambio climático.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1. Métodos del estudio

Esta propuesta de investigación presentó un enfoque mixto (cuali-cuantitativo) que facilita el análisis de la relación entre las variables involucradas en el proyecto (**Romero y Bravo-Benavides 2022**). Este enfoque permite investigar problemas poco estudiados, indagando desde una perspectiva innovadora y ayudando a identificar conceptos promisorios para nuevos estudios (**Andrade 2022**).

El instrumento de recolección de información fue la encuesta semiestructurada dirigida a agricultores. Hay que considerar que existen varios tipos de encuestas y dependiendo de la forma de investigación se empleó las más adecuadas, siendo cuantitativas las que se utilizan con fines científicos, fáciles de analizar y generan mejores conclusiones y las cualitativas enfocadas en las opiniones y puntos de vista, más complejas de analizar y generar conclusiones (**Martínez, et al. 2022**). Por lo tanto, se empleó el modelo estadístico SPSS, a través del cual se procesarán los datos obtenidos en las encuestas para determinar cuál de los rubros representa una mejor resiliencia con respecto a la adaptación del cambio climático.

Además, para describir los cultivos resilientes al cambio climático y su importancia para la garantía de la seguridad alimentaria, se empleó un método de investigación descriptiva, bajo el paradigma positivista con aplicación de enfoque mixto y un análisis mayoritariamente cuantitativo. Se realizó un análisis bibliográfico de metodologías de textos relacionados. Los artículos fueron consultados en bases de datos como: Scopus, Dialnet, Scielo, PubMed, MDPI, Wiley y Springer.

Uno de los principales medios de distinción de cultivos resilientes, es mediante la conceptualización de indicadores de participación de agricultores y campesinos, mediante encuestas aplicadas con anterioridad, obteniendo información sobre la vulnerabilidad que existe en los cultivos, con respecto de algunos criterios (**Córdoba**

**2016).** Tomando en cuenta la valorización de criterios de actividades sociales, agrícolas, pecuarias y económicas, tomando como base si tienen conocimientos del cambio climático y cómo puede afectar a la seguridad alimentaria.

Las palabras clave para la búsqueda son: cultivos resilientes, producción familiar y cultivos andinos.

## **2.2.Zona de estudio**

La provincia de Tungurahua se ubica en el centro del Ecuador, específicamente en la sierra central; limita con las provincias de Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo, Pastaza y Napo. Abarca una superficie territorial de 3.386.26 Km<sup>2</sup>, de los cuales 1.367,37 Km<sup>2</sup> corresponde a páramos y 2.018, 29 km<sup>2</sup> de zona se encuentra repartida entre zonas cultivadas y zonas habitadas. Tungurahua es la segunda provincia más pequeña del Ecuador, y presenta una de las densidades poblacionales más alta del país (205,93 habitantes/kilómetro<sup>2</sup>), considerando solo la superficie cultivada y habitable **(Gobierno provincial de Tungurahua, 2019).**

La agricultura es la actividad económica que predomina en la parroquia (27,61% de la PEA), seguido de sector manufacturera (19,04%) y en menor proporción la actividad comercial (16,88%).

El área de estudio (figura 3) está situada en las zonas rurales con más actividad agrícola de los tres cantones de la provincia de Tungurahua, las cuales son Tisaleo, Mocha y Santiago de Píllaro, en donde se realizó encuestas con antelación a los agricultores y cuya recopilación de datos serán utilizados para la presente investigación, lo cual ayudará a mejorar la seguridad alimentaria del cantón.



**Figura 4.** Zonas de actividad agrícola de los cantones Mocha, Tisaleo y Píllaro.

**Fuente:** (PDA, 2016)

### **2.3.Población de estudio**

La población es definida como el universo total de individuos sobre los cuales se aplica la investigación (Arias, 2012). A tales efectos, para este trabajo investigativo se tomó como población a 3200 familias agrícolas y campesinas pertenecientes a los cantones de la provincia de Tungurahua, zonas de producción agrícola y pecuaria, a los cuales se realizó una encuesta con anterioridad (Anexo 1).

#### **2.3.1. Muestra**

La muestra, por su parte, se refiere a un fragmento del total de la población y son los sujetos que intervienen directamente en la recolección de los datos (Arias, 2012). En el actual estudio se aplicó una muestra probabilística, en la cual todos los individuos tenían la misma oportunidad de ser electos. Así el apartado siguiente se describe la fórmula para el tamaño de la muestra.

- **Tamaño de la Muestra**

El estudio se realizó en las zonas rurales que realicen actividades agrícolas en los cantones Tisaleo, Mocha y Santiago de Píllaro, obteniendo un total de 244 encuestas, de acuerdo con el área de estudio.

- **Fórmula para el tamaño de la muestra:**

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{Z^2 P Q + (N - 1) e^2}$$

***Ecuación 1. Fórmula de la Muestra***

**Dónde:**

n= Tamaño de la muestra

Z= Nivel de confiabilidad 95%

P= Probabilidad de ocurrencia 50%

Q= Probabilidad de no ocurrencia 50%

e= Error de muestreo 0.05

N= Población

- **Cálculo de la Muestra**

$$n = \frac{(1,96)^2 * 0,5 * 0,5 * 3200}{(1,96)^2 0,5 * 0,5 + (3200 - 1)(0,05)^2}$$

$$n = 244$$

## **2.4. Métodos**

### **2.4.1. Cultivos resilientes al cambio climático y su importancia sobre la seguridad alimentaria**

Para dar cumplimiento con este objetivo se empleó una revisión bibliográfica documental, en la cual a partir de artículos científicos de los últimos años se identificó cuales solo los principales cultivos resilientes y su relación con la seguridad alimentaria, donde se empleó las siguientes palabras clave:

- Climate change and food safety
- Climate change and resilient
- Crops resilient and food safety
- Food safety and problems, entre otros.

Una vez ingresadas las palabras clave a las siguientes bases de datos: Scielo, MDPI, NCBI, Elsevier, Google Académico, se procedió a realizar un análisis del resumen y aspectos principales de los artículos completados, con el fin de que se relacionen con el objetivo planteado. Finalmente, se seleccionaron 30 artículos los cuales fueron la base para describir el primer apartado de resultados.

#### **2.4.2. Efectos del Cambio Climático en la seguridad Alimentaria**

Una vez tabulados los datos de las encuestas se procedió a seleccionar 30 variables mismas que se detallan a continuación:

- Datos sociodemográficos
- Factores de agricultura y cambio climático
- Seguridad Alimentaria

Se ingresaron los datos al programa SPSS v25 y se realizó un análisis descriptivo, donde se presentaron los principales cultivos resilientes en los cantones de estudio y como son importantes para la seguridad alimentaria por medio de una correlación de Rho de Spearman.

#### **VARIABLES DEPENDIENTES**

- Seguridad alimentaria por la adaptación de cultivos resilientes (papa, mora, tomate de árbol y maíz)

#### **VARIABLES INDEPENDIENTES**

- Plagas
- Cambios climáticos
- Precipitaciones
- Limitada disponibilidad de agua

#### **2.4.3. Elaboración de resultados e interpretación**

Para el diseño del análisis estadístico se utilizará los programas SPSS siendo este lenguaje el más apropiado para interpretar datos de forma precisa, concisa y rápida,

estos utilizan una línea de comandos sencillos para poder generar un análisis estadístico y graficas que permitan generar un análisis descriptivo de los datos (Vargas y Mesa 2021). Este lenguaje nos permite interpretar sobre la capacidad de resiliencia de los cultivos frente al cambio climático de los cantones de Mocha, Tisaleo y Santiago de Píllaro para generar una respuesta concisa si representan o no un aporte a la seguridad alimentaria.

#### 2.4.4. Determinación del Modelo Estadístico

Los modelos estadísticos permiten generar resultados rápidos, con menos grados de incertidumbre y errores, generando conclusiones sustentables con un alto grado de confianza (Hernández y Usuga 2021). De acuerdo a la información que se solicita en las encuestas, es indispensable utilizar un programa estadístico con el cual se pueda procesar una gran cantidad de datos, por tanto, como ya se ha mencionado, se empleó el programa SPSS para determinar cuál es el cultivo que tiene mayor capacidad de resiliencia frente a los cambios climáticos.

Una vez que se identificó las variables que se correlacionan por medio del coeficiente Rho de Spearman, se procedió con el desarrollo de un Análisis de Varianza (ANOVA) para identificar las variables que presentan diferencias significativas, con respecto a la seguridad alimentaria. Posteriormente, se desarrolló el modelo de regresión lineal.

Según Hernández & Mazo (2020), el modelo de regresión lineal tiene la siguiente expresión:

$$Y = \alpha + \beta X + \varepsilon$$

#### *Ecuación 2. Ecuación de un Modelo de regresión lineal*

En donde  $\alpha$  es la ordenada en el origen es el valor que toma Y cuando X vale 0,  $\beta$  es la pendiente de la recta e indica cómo cambia Y al incrementar X en una unidad y  $\varepsilon$  una variable que incluye un conjunto grande de factores, cada uno de los cuales influye en la respuesta sólo en pequeña magnitud, a la que llamaremos error. X y Y

son variables aleatorias, por lo que no se puede establecer una relación lineal exacta entre ellas.

#### **2.4.5. Cultivos con potencial de Resiliencia.**

Los resultados del modelo estadístico permitirán identificar aquellos cultivos que presentan resiliencia al cambio climático, los cuales provendrán del objetivo 3. Como medida para hacerle frente a los impactos producidos por los fenómenos climáticos extremos, los agricultores han estado implementando a adaptación de un sistema agroecológico, es decir, la identificación de los cultivos que sean más resilientes ante estas adversidades no afecte a su producción y puedan asegurar la seguridad alimentaria de la población (**Córdoba 2016**). Cada población tiene distintas variabilidades climáticas, por lo que mediante la información recolectada y mediante el análisis estadístico podamos afirmar si alguno de los cuatro cultivos tiene potencial de frenar la inseguridad alimentaria.

Se realizó una ANOVA para identificar las diferencias significativas entre los tipos de cultivo y las variables empleadas en el Modelo estadístico. Finalmente, se empleó la prueba de Tuckey para identificar el cultivo con mayor resiliencia al cambio climático.

#### **2.4.6. Herramienta de Análisis**

Para el análisis de la información obtenida del programa SPSS se empleó la estadística inferencial, de acuerdo con **Hernández et al. (2014)** “La estadística no es un fin en sí misma, sino una herramienta para evaluar los datos” (p. 282). En este contexto, la estadística inferencial refiere a la interpretación cualitativa de los datos cuantitativos, para ello, se utilizará en la triangulación de los datos, las variables planteadas, los postulados del marco teórico y los datos presentados en tablas cruzadas y gráficos del programa SPSS.

#### **2.4.7. Planteamiento de la hipótesis**

- **Hipótesis Nula**

**Ho:** Los cultivos resilientes al cambio climático constituyen una medida de adaptación para garantizar la seguridad alimentaria en la Provincia de Tungurahua en los cantones Mocha, Tisaleo y Píllaro.

- **Hipótesis Alternativa**

**Hi:** Los cultivos resilientes al cambio climático no constituyen como una medida de adaptación para garantizar la seguridad alimentaria en la Provincia de Tungurahua en los cantones Mocha, Tisaleo y Píllaro.

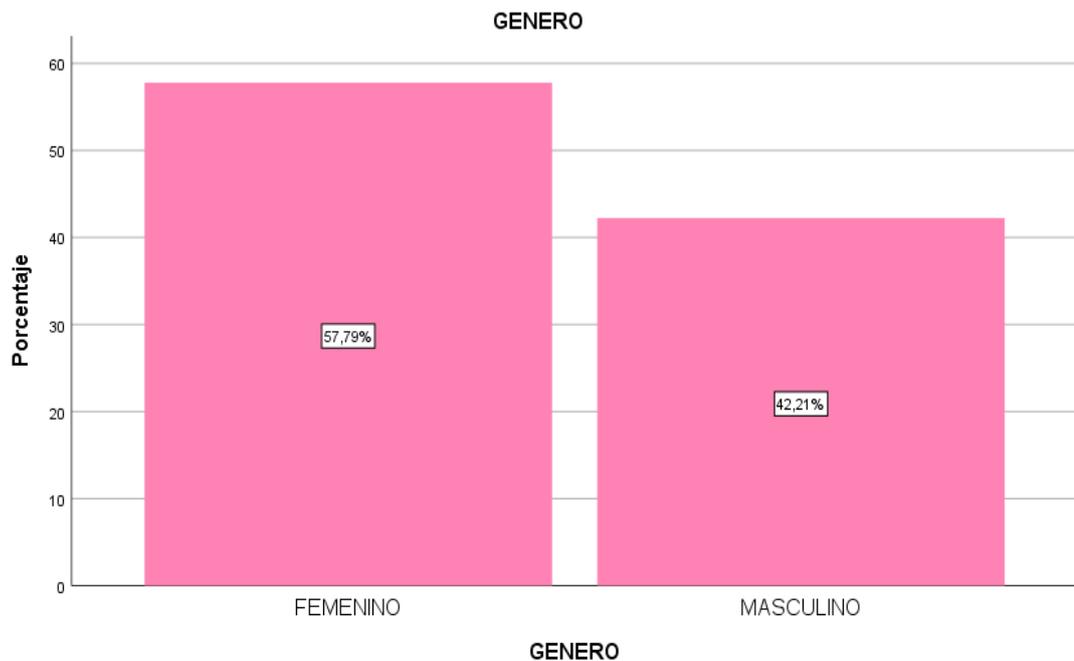
## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Efectos del Cambio climático en la Seguridad Alimentaria

Una vez aplicadas las encuestas dentro de los cantones de Píllaro, Mocha y Tisaleo se seleccionaron las principales variables que se relacionan con la resiliencia de cultivos para el cambio climático, mismas que se clasifican de la siguiente manera:

##### 3.1.1. Características Sociodemográficas



**Figura 5.** Género de la Población

La figura 5 detalla el género de la población encuestada, donde el 57,79% pertenece al género femenino, mientras que, el 42,21% al masculino. Por ende, el género femenino tiene mayor dominancia en las actividades agrícolas debido a que generalmente las combinan con las actividades del hogar y cuidado de los hijos. Por otra parte, el género masculino contribuye sí en las actividades agrícolas, pero busca

otras fuentes de trabajo para mantener a su familia, siendo la construcción la actividad más frecuente.

**Ambort (2019)** contrasta con los resultados obtenidos dentro de la presente investigación al mencionar que, dentro de una agricultura familiar, las mujeres llegan a presentar doble jornada laboral donde trabajan en sus terrenos agrícolas, además de realizar el cuidado de niños, personas mayores y tareas domésticas. Reconociendo la importancia que presenta este género para la producción de alimentos frescos. A la par a esta investigación se encuentra el estudio de **Zorrilla, et al. (2019)**, quienes afirman que principalmente en sectores rurales es normal que las mujeres apoyen a sus hogares por medio de actividades agrícolas, presentando incluso mayores habilidades que los hombres.

De igual manera, **Montatixe y Eche (2021)** dentro de su investigación en Píllaro determinaron la predominancia de las mujeres en las actividades agrícolas, donde se evidencia incluso que la Provincia de Tungurahua tiene una mayor cantidad de personas que pertenecen a este género.

**Tabla 6.** Edad de la Población

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	0	1	0,2	0,4	0,4
	DE 26 A 30 AÑOS	2	0,3	0,8	1,2
	DE 31 A 35 AÑOS	1	0,2	0,4	1,6
	MAS DE 40 AÑOS	239	39,2	98,0	99,6
	MENORES DE 20 AÑOS	1	0,2	0,4	100,0
Total		610	100,0		

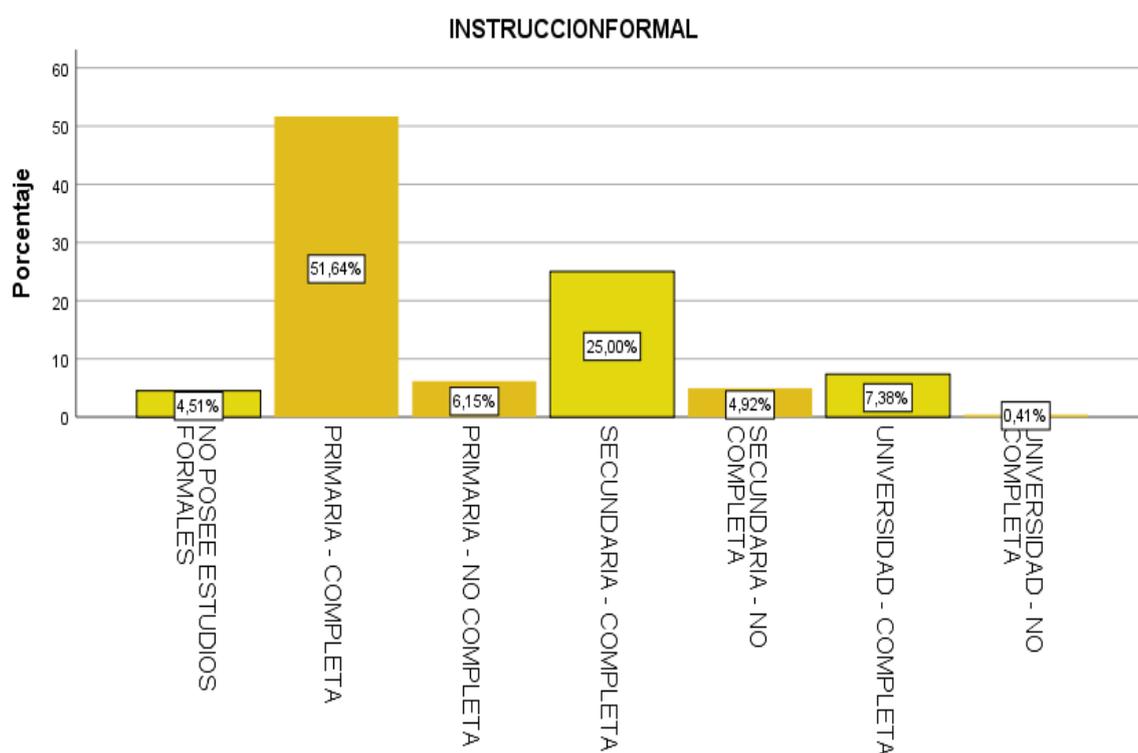
Dentro de la tabla 6 se observa la edad de los agricultores que fueron encuestados, donde se evidencia que el 98% tiene una edad mayor a 40 años, el 0,80% entre 26-30 años. Esto demuestra que la mayor parte de actividades agrícolas se realizan por

personas adultas quienes aprendieron de sus padres la profesión, sin embargo, también deja claro la escasa participación de la población joven. Por ende, si la población joven no aprende este tipo de actividades en un futuro cercano se generaría grandes afectaciones al no tener personas en los tres cantones analizados quienes cultiven la tierra, disminuyendo la producción y rendimiento.

Con respecto al desarrollo de cultivos resilientes al cambio climático es muy importante que la población conozca ciertas técnicas que han sido aprendidas de generación en generación, por lo que nuevas adaptaciones e inclusión de tecnologías resulta un tema altamente complicado.

Estos resultados son similares a los obtenidos por **Rojas, et al. (2021)**, quienes determinaron que la mayor parte de agricultores cuentan con una edad mayor a los 43 años, reflejando que en la actualidad los jóvenes buscan mejores oportunidades por medio de la migración, lo cual afecta a la producción agrícola por la escasez de trabajadores. De igual manera, **Montatixe y Eche (2021)** dentro de su investigación en Píllaro identificaron que la edad promedio de los agricultores fue de 52 años, contrastando con los obtenidos dentro de la presente investigación.

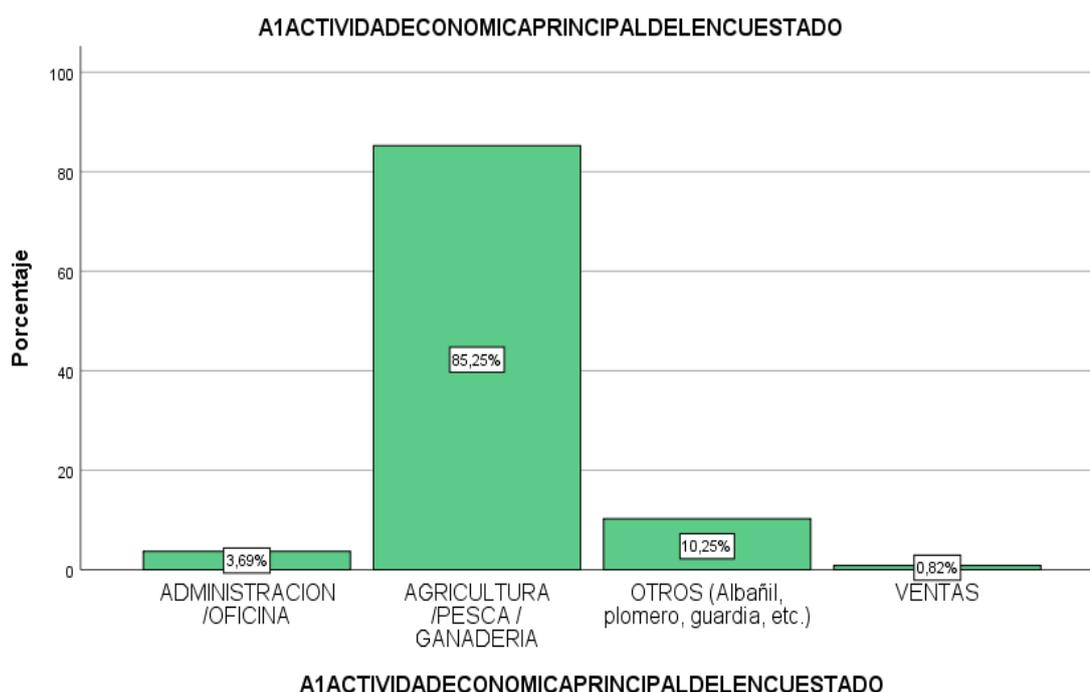
Dentro de la figura 6 se analiza la instrucción formal que presentan los agricultores de los tres cantones analizados, el 51,64% culminó la primaria, el 25% culminó la secundaria, el 7,38% culminó la universidad y solo el 4,51% no tiene estudios. Este análisis implica varios aspectos, inicialmente que muchas de las veces la falta de estudios universitarios se debe a que desde edades tempranas la población fue ya sea obligada a trabajar en la agricultura o a su vez por decisión propia dejó los estudios y se dedicó a las actividades agrícolas. Otro de los aspectos es la presencia de personas agricultoras que han culminado sus estudios universitarios, lo cual indica la grave situación que atraviesa el país con respecto al desempleo. Sin embargo, también demuestra la importancia y valor que hoy en día presentan los agricultores para el crecimiento del país.



**Figura 6.** Instrucción formal

**Montaxe y Eche (2021)** dentro de su investigación en Píllaro determinaron que el 42,3% de agricultores tienen la primaria culminada, mientras que, el 49% terminó la secundaria y solamente el 5% no tiene ningún estudio, resultados que se relacionan con lo obtenido dentro de la presente investigación. **Ambort (2019)** afirma que en España sucede casos similares con respecto al nivel de estudios, donde alrededor del 52% tienen estudios primarios, mientras que, el 2% es analfabeto, que pone en evidencia que la mayor parte de agricultores no tienen estudios universitarios, pero se consideran como mano de obra cualificada.

Esto se explica por medio de la investigación de **Redondo y Martín (2021)** quienes afirman que las actividades agrícolas son aprendidas desde edades tempranas, donde muchas de las veces, los padres de familia influye en las decisiones de los hijos para obligarlas a trabajar en el campo.



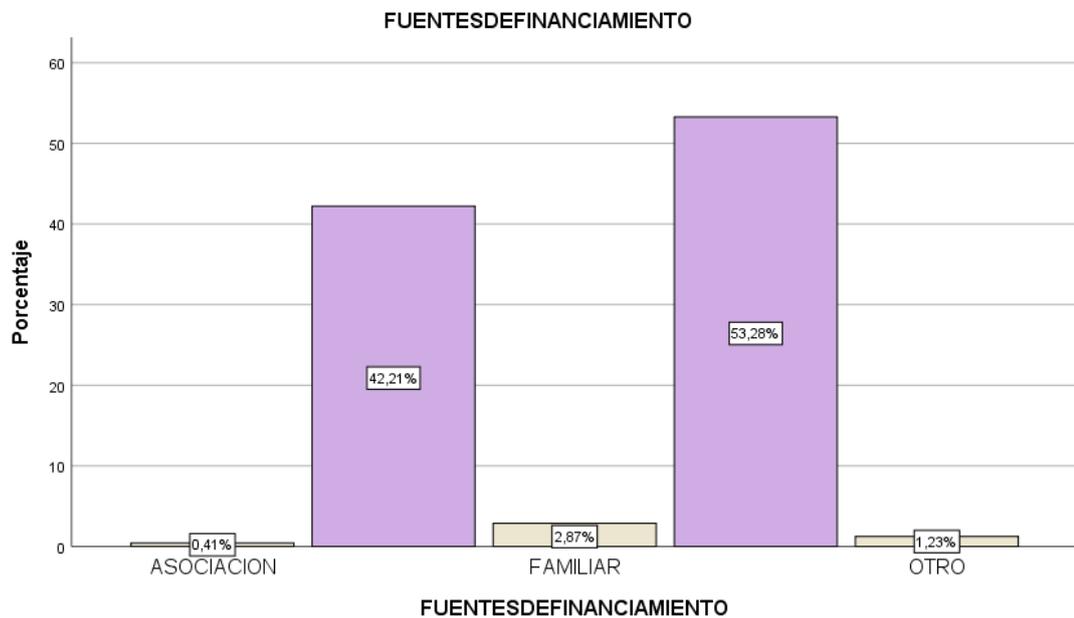
*Figura 7. Actividad Económica Principal de la población*

En la figura 7 se detalla cuál es la actividad económica principal de las personas encuestadas, siendo la agricultura y ganadería la de mayor importancia (85,25%), debido a que se trata directamente de agricultores del cantón Píllaro, Tisaleo y Mocha. Sin embargo, también se evidencia que alrededor del 10,25% de personas conjugan la agricultura con la albañilería, plomería entre otros, demostrando que tienen conocimientos de diferente índole.

**Montatixe y Eche (2021)** dentro de su investigación en Píllaro afirman que la principal actividad económica del cantón es la agricultura y la ganadería, evidenciado que Tungurahua a nivel del Ecuador es uno de los principales productores agrícolas. De igual manera, se encuentra el III censo Nacional Agropecuario en el cual consta la provincia como la quinta en **producción (INEC, 2022)**.

**Pomboza y Parco (2021)** dentro de su investigación en terrenos agrícolas y ganaderos de la provincia de Tungurahua afirmaron que la mayor parte de pobladores de los sectores rurales se dedican tanto a la agricultura como a la

ganadería, debido a que se encuentran en ubicaciones estratégicas que les permite el desarrollo de dichas actividades con mayor facilidad.



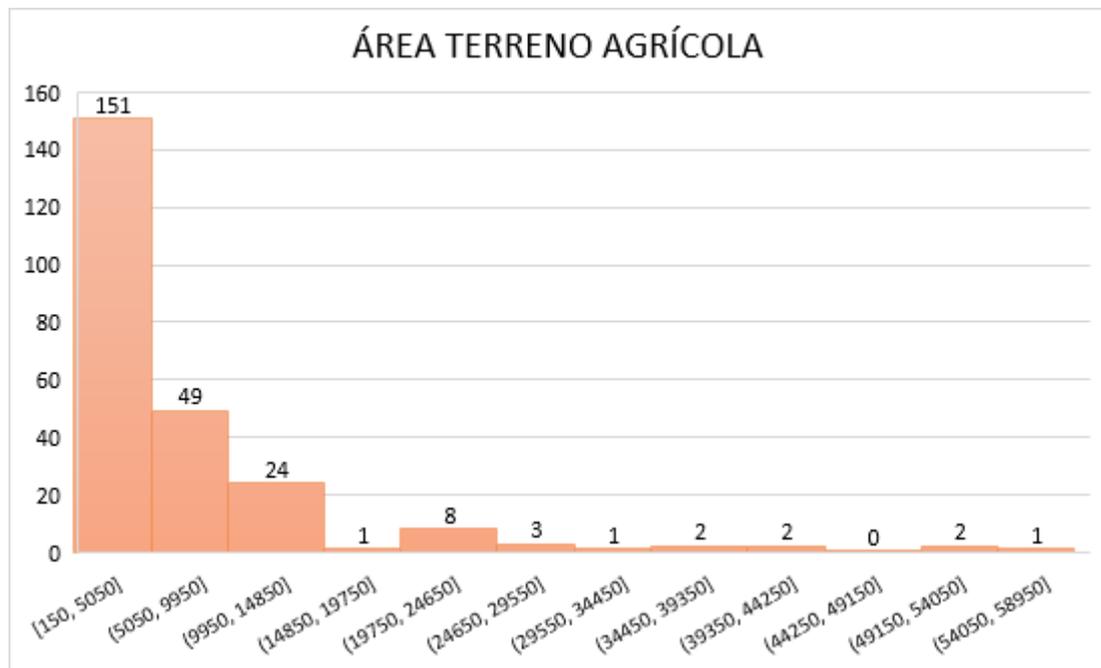
**Figura 8.** Fuentes de Financiamiento

Por otra parte, en la figura 8 se detalla las fuentes de financiamiento que utilizan cada uno de los agricultores para el desarrollo de dichas actividades, sin embargo, la mayor parte no acude a ninguna fuente (53,28%). El 42,21% acude a entidades financieras principalmente a las cooperativas y solo el 0,41% a una asociación. Acudir a una fuente de financiamiento para actividades agrícolas resulta algo complicado, debido a que muchas de las veces los productores acuden a préstamos e invierten en sus cultivos, sin embargo, por motivos de plagas, sequías, heladas y el bajo precio de venta no logran ganar lo suficiente, por lo que terminan en pérdidas y hasta endeudados.

**Gáfaró, et al. (2019)** Afirieron que la agricultura familiar es financiada por medio de los propios ahorros de los agricultores, mismos que, en muy pocas ocasiones acceden a préstamos bancarios solamente cuando se trata de la adquisición de nuevos terrenos o propiedades agrícolas. Mientras que, **Gallardo (2020)** afirma que este tipo de agricultura presenta altos índices de vulnerabilidad con respecto al cambio

climático lo cual implica de fuentes de crédito que les permita el desarrollo de las actividades y poder cubrir cada uno de sus gastos.

### 3.1.2. Factores que influyen en el desarrollo de cultivos resilientes

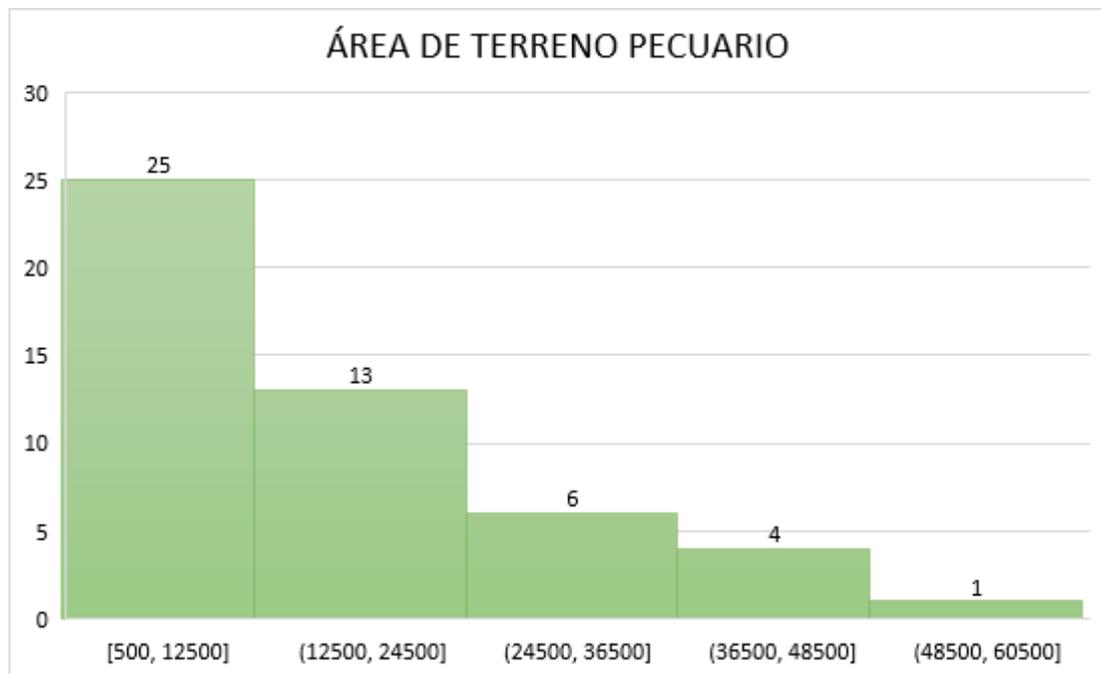


**Figura 9.** Área de Terreno agrícola

En la figura 9 se evidencia el área de terreno que utilizan los agricultores para este tipo de actividades, donde la mayor parte, cuenta con un espacio menos a 5050 metros (61,88%). Seguido de 49 personas (20%) tiene terrenos que oscilan entre 5050 y 9090 metros y únicamente una persona (0,4%) tiene un terreno mayor a los 54050 metros. El área de terreno destinado a la agricultura es de vital importancia para el cultivo de alimentos, mientras más metros existan se evidencia la posibilidad de la siembra de múltiples productos y más ganancias para los agricultores.

En la figura 10 se evidencia el área de terreno que los agricultores destinan a las actividades pecuarias, donde solamente 25 destinan entre 50-12500 metros (10,24%). Seguido de 13 personas que destinan entre 112500-24500 metros para dichas actividades y solo 1 destina más de 48500 metros (0,04%). La provincia de Tungurahua, especialmente dentro del cantón Píllaro se enfoca a las actividades de ganadería, siendo una de las fuentes de ingresos económicos. La presencia de

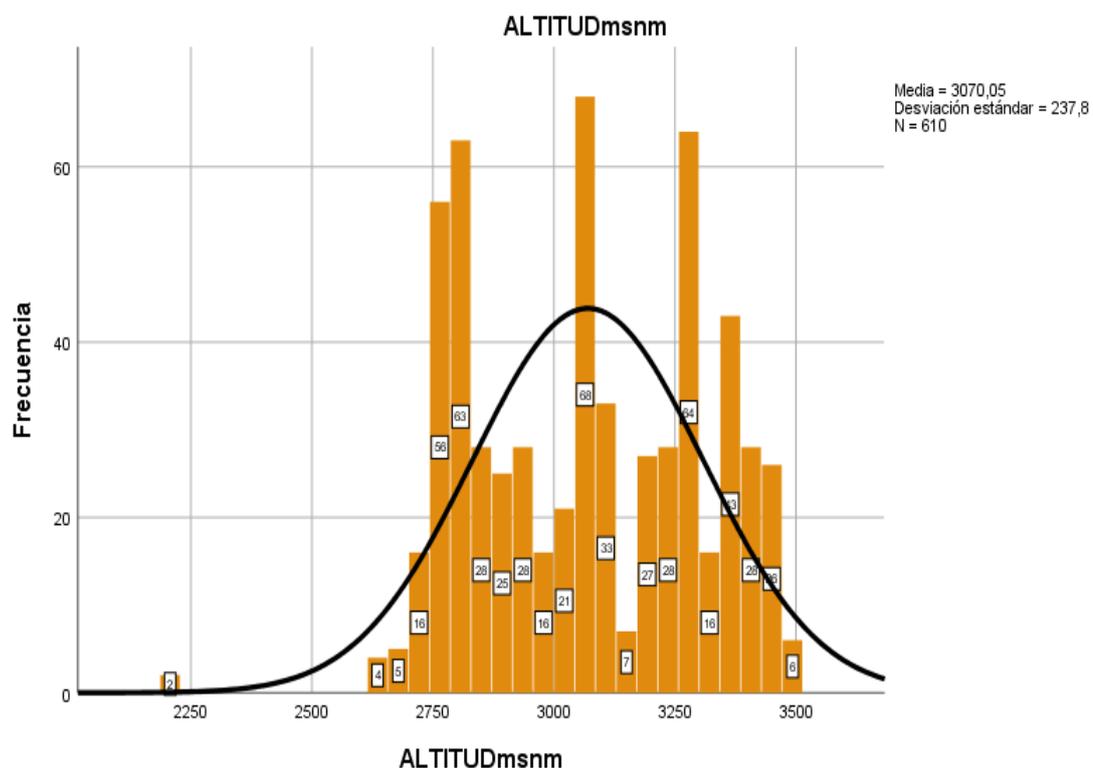
animales para la seguridad alimentaria implica la división de terrenos para su alimentación, disminuyendo las actividades de agricultura.



*Figura 10. Área de Terreno para uso Pecuario*

Las áreas de producción tanto agrícolas como pecuarias son muy importantes debido a que limitan el espacio de cultivo, por ende, es muy importante la incorporación de técnicas que favorecen en el desarrollo de múltiples productos e incremento de ingresos económicos para cada una de las familias (Acevedo, et al., 2020).

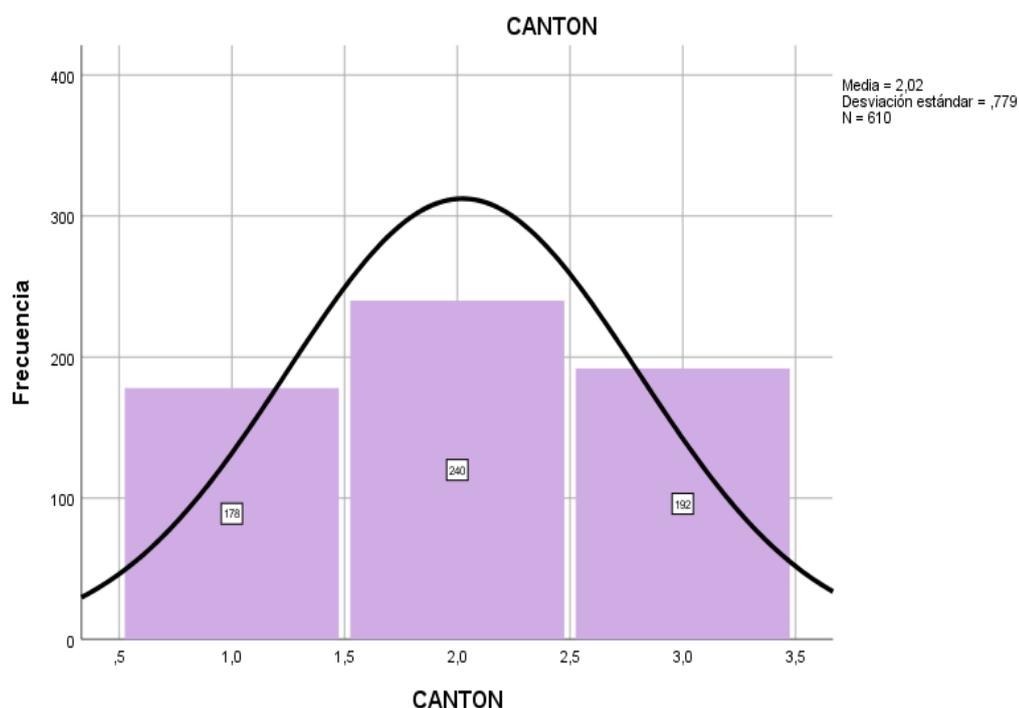
La figura 11 evidencia la altitud en la que se localizan cada uno de los terrenos agrícolas en Mocha, Tisaleo y Píllaro. Se observa que la mayor parte de terrenos se ubican a una altura que oscila entre 2750 y 3500 metros sobre el nivel del mar, con una media de 3070 msnm, lo que comprueba la posibilidad de cultivar una gran cantidad de productos. Generalmente, la altitud se relaciona con la presencia de agua, donde a una mayor altitud existe una mayor prevalencia ya sea de lluvia o de agua de regadío, gracias a la cercanía que presentan a ciertos afluentes.



**Figura 11.** Altitud del terreno agrícola

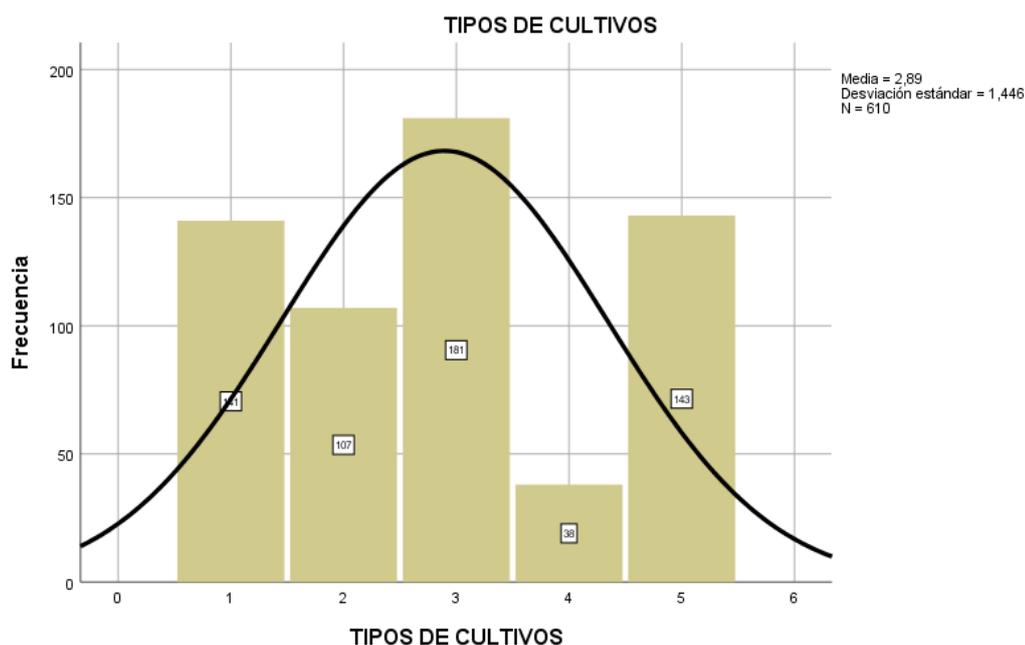
La altitud es uno de los principales factores que afectan en la adaptación de cultivos en el cambio climático. Se ha determinado altitudes que son mayores a los 1500 msnm presentan una mayor vulnerabilidad debido a que se encuentran totalmente expuestas a cambios extremos, sin embargo, estas tierras presentan mayor fertilidad para los cultivos (Gupta, et al. 2019). Esto coincide con Ajay, et al. (2020) lo mencionado por, quien determinó que a una altitud media (mayor a 1000msnm) presenta mayor vulnerabilidad a los cambios climáticos ya que se exponen a una serie de extremos eventos afectando negativamente en la producción de alimentos.

De igual manera, se ha determinado que la altitud promueve una variación en la concentración de nutrientes en el suelo, es decir, a mayor altitud existe una mayor cantidad de estos nutrientes, lo cual promueve el crecimiento de las plantas (Ahang, et al., 2021).



**Figura 12.** Cantón al que pertenecen los terrenos agrícolas

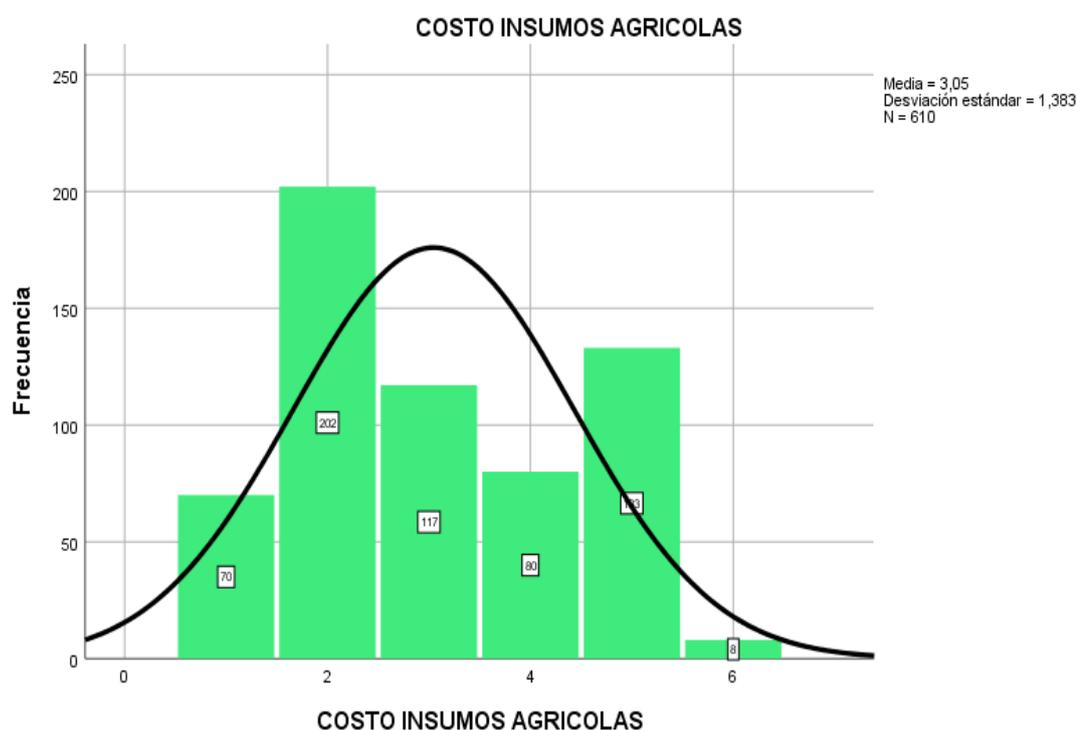
En la figura 12 se evidencia la localización cantonal de cada uno de los terrenos agrícolas, siendo Píllaro el cantón con una mayor cantidad (39,33%), seguido de Tisaleo (31,48%) y finalmente se encuentra mocha (29,18%). Píllaro dentro de la provincia de Tungurahua es el principal productor tanto ganadero como agrícola, produciendo principalmente papas y maíz, mientras que, Tisaleo produce frutas. La localización de los terrenos en distintos sectores implica la producción de múltiples cultivos gracias a que cuenta con distintas características tanto de nutrientes como de condiciones climáticas, favoreciendo nuevas adaptaciones de los cultivos.



**Figura 13.** *Tipos de Cultivo*

En la figura 13 se evidencia la variedad de cultivos que se producen dentro de los cantones de Mocha, Píllaro y Tisaleo. Se observa que la papa tiene una mayor producción agrícola (30%), seguido del maíz, mora y tomate de árbol. La mayor parte de los cultivos mencionados se adaptan al clima y condiciones de los tres cantones, sin embargo, la producción y el rendimiento difieren de manera considerable. Por ejemplo, en cantones como Tisaleo y Mocha se obtiene una mayor cantidad de quintales de papa mientras que en Píllaro generalmente se observan plagas en dicho cultivo, por lo que se tiende a producir una mayor cantidad de maíz.

Uno de los puntos clave para el desarrollo de la resiliencia en los cultivos es la diversidad de cultivos, siendo muy importante que dentro de un área de terreno se produzca varias especies, dentro de las cuales se incluya árboles y arbustos que tienden a generar un ambiente favorable en contra de las plagas. De igual forma disminuye la dependencia productiva de ciertas especies (Albiño, 2020). Casimiro, (2020) dentro de su estudio evidenciaron una mayor eficiencia productiva y aprovechamiento de cada uno de los sectores agrícolas gracias a una alta diversidad de cultivos, incluyendo la relación de las actividades tanto agrícolas como ganaderas.

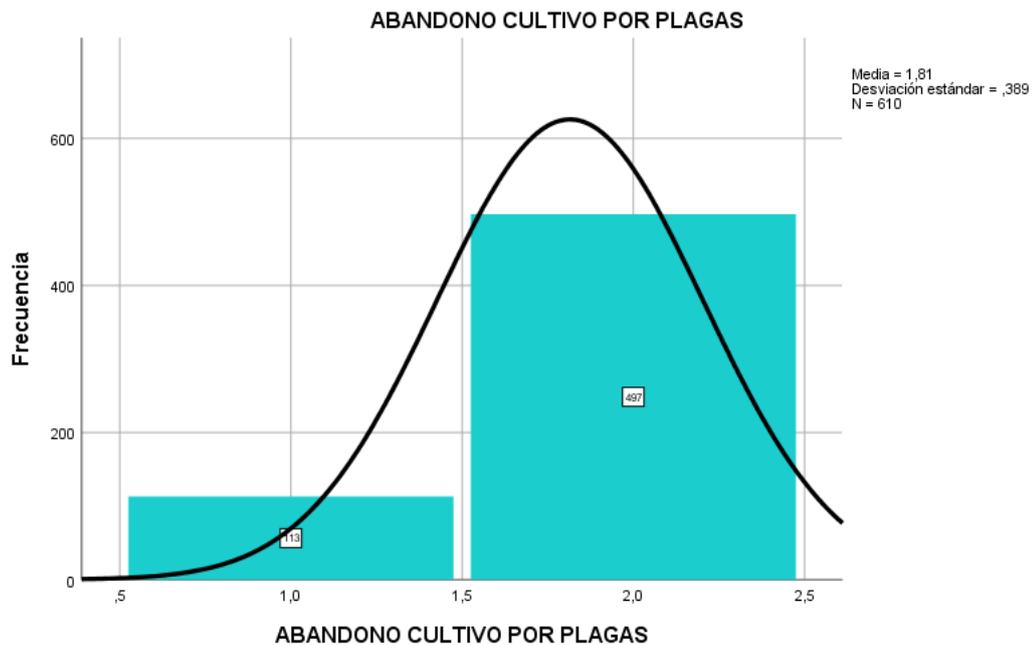


*Figura 14. Costo de Insumos Agrícolas*

Dentro de la figura 14 se observa los costos que requieren invertir los agricultores para la producción agrícola, lo cual se considera como una gran limitación. La mayor parte de agricultores invierten menos de 300 dólares (44,5%) y en segundo lugar se encuentra una inversión entre 1001-5000 dólares (21,8%). La media es de  $600 \pm 1,383$  dólares, lo cual genera una grave complicación debido a que muchas de las veces los agricultores no cuentan con los recursos necesarios para la compra de dichos insumos. De igual manera, es importante mencionar que en los últimos años se ha incrementado el uso de insecticidas para controlar las plagas.

La productividad de un cultivo en los últimos años ha dependido de los siguientes factores: sequías, plagas, lluvias que implica una inversión adicional de insumos agrícolas que disminuyan la afectación en dicho parámetro. Sin embargo, con respecto a la compra de estos insumos existen varias controversias, dentro de las cuales se encuentra el sobreprecio lo que conlleva mucha de las veces en la pérdida de los cultivos y abandono de las tierras (Naranjo, 2019).

De igual manera, la investigación desarrollada por **Chirinos, et al. (2019)** quienes afirman que tanto la papa como el frijol y tomate de árbol, con productos que de manera constante son afectados por plagas por lo que las agriculturas utilizan de manera frecuente de insecticidas. Sin embargo, debido a la resistencia de los microorganismos, se ha notado que muchas de las veces la plaga afecta directamente en la producción a pesar de la inversión, lo que genera pérdidas económicas.



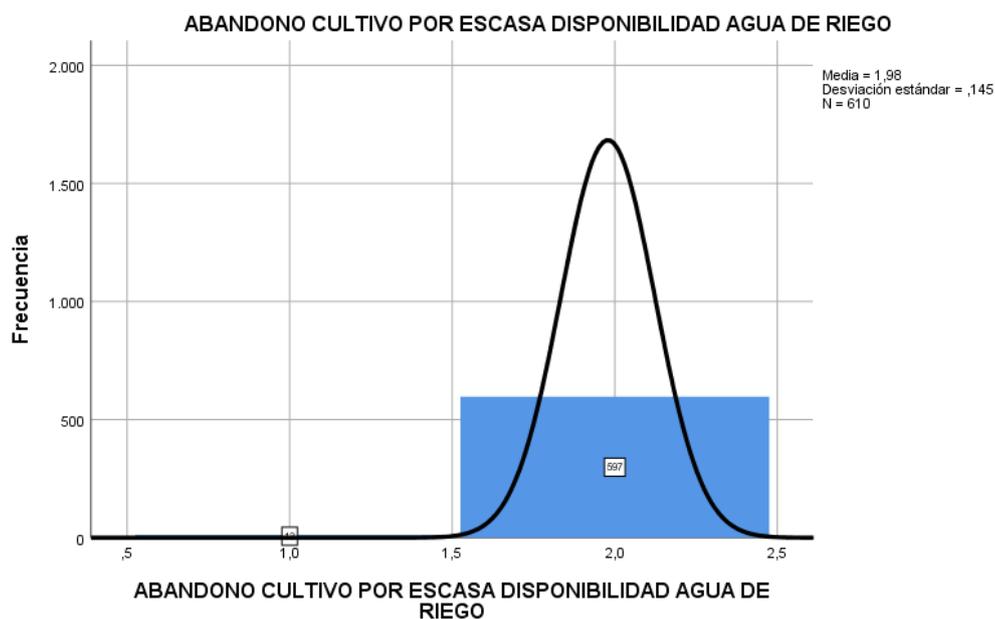
**Figura 15.** Abandono de los cultivos por presencia de plagas

En la figura 15 se evidencia si los agricultores han abandonado la producción agrícola por la presencia de plagas, sin embargo, la mayoría no ha tenido la necesidad de dejar la agricultura. A continuación, se presentan las principales plagas que afectan a los cultivos de los cantones de Mocha, Tisaleo y Píllaro:

**Vargas y Machicao (2023)** afirman que la papa es uno de los productos andinos con mayor incidencia a presentar plagas, donde se generan grandes pérdidas económicas debido a los siguientes microorganismos: Gorgojo de Los Andes (*Premnotrypes spp.*), polilla de la papa (*Phtorimaea operculella*, *Symmetrichema tangolias*, *Tecia solanivora*), trips (*Frankliniella spp.*) y la pulguilla (*Epitrix spp.*). El maíz de igual manera es un cultivo resistente principalmente a la sequías y fuertes lluvias, sin embargo, se ve afectado por los siguientes microorganismos: Gusano

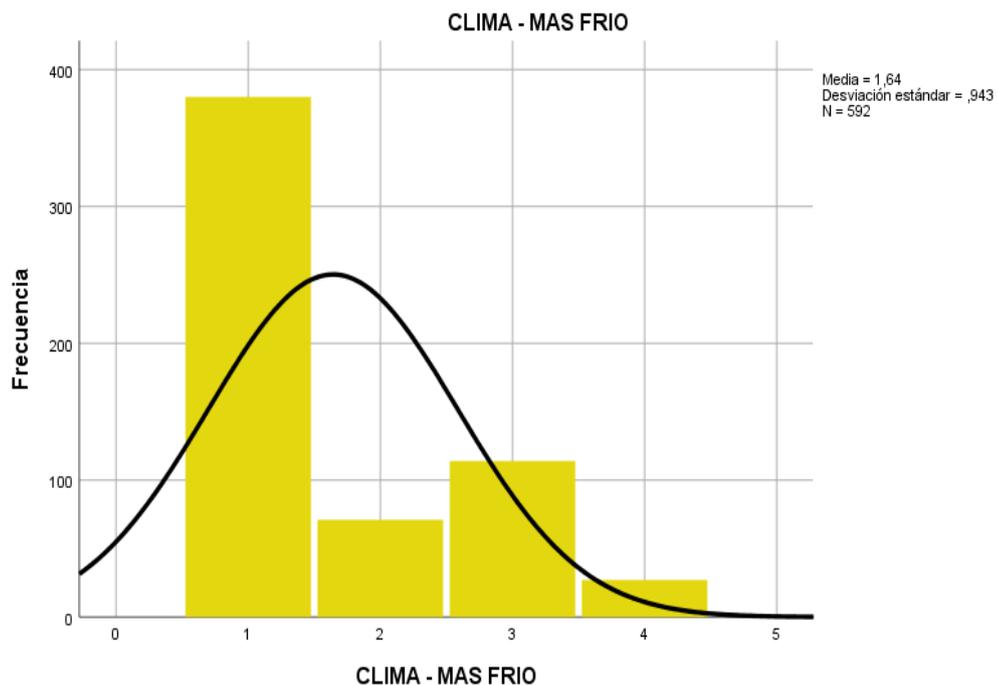
cogollero, trazador, elotero y soldado, quienes atacan en distintos lugares de la planta (Hernández, et al., 2020).

En la actualidad, se ha observado una gran cantidad de plagas, sin embargo, los agricultores se ingenian para contrarrestarlas y evitar la disminución de la producción, o a su vez, seleccionan los cultivos que no tienen dichas afectaciones. Generalmente, la tierra es su medio de subsistencia por lo que ante la presencia de plagas persisten y generan cambios.



*Figura 16. Abandono de cultivos por sequías*

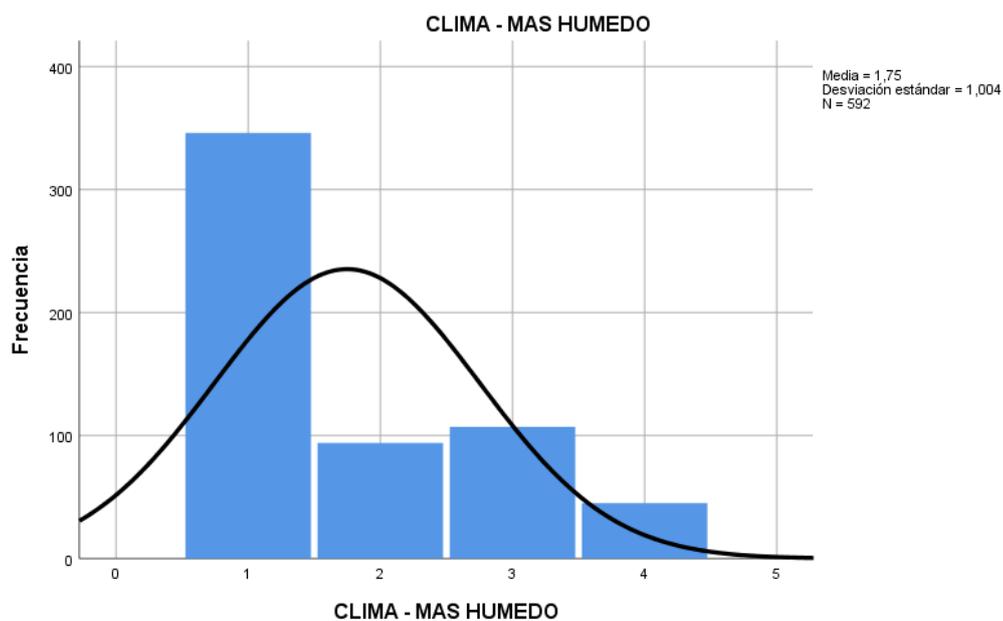
En la figura 16 se detalla si los agricultores han abandonado sus cultivos por la falta de agua de regadío, evidenciando que la mayor parte no ha realizado dicha actividad. Dentro de los tres cantones de estudio se observa la disponibilidad de agua de riego gracias a su ubicación y cercanía a afluentes de agua, sin embargo, en épocas de verano si se sienten afectados, por lo que tienen a cultivar productos que no requieran una gran cantidad de agua, siendo el maíz su principal representante.



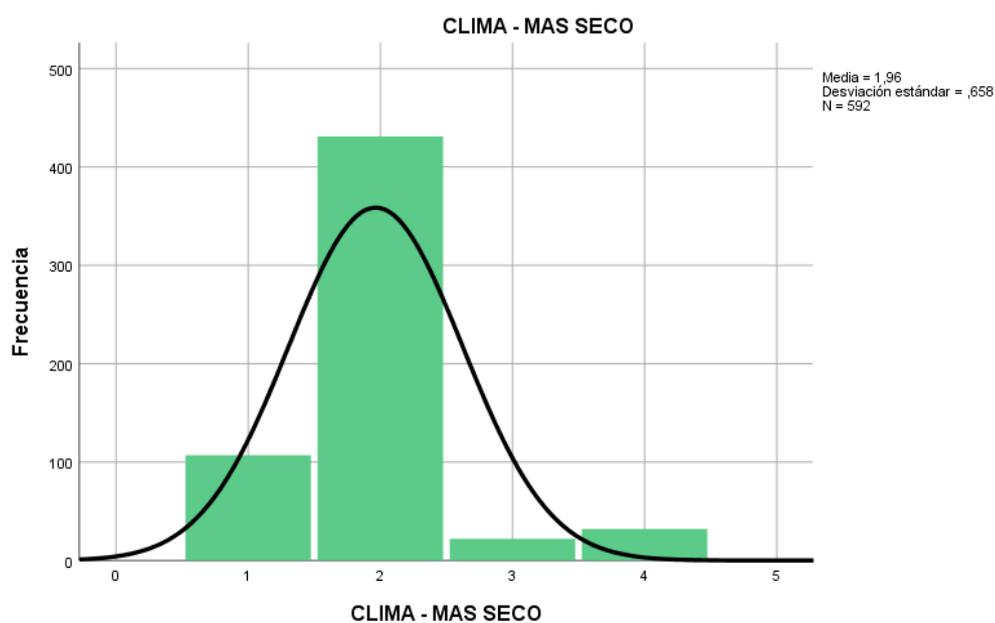
**Figura 17.** *Presencia de clima más frío*

En la figura 17 se detalla las percepciones del cambio climático observados por los agricultores del cantón Mocha, Tisaleo y Píllaro, siendo las mañanas las más frías con una incidencia del 64,2%. En años anteriores se observaba que el frío era más notorio en épocas lluviosas, sin embargo, a raíz de los efectos del cambio climático se observa una mayor cantidad de frío en esa hora del día debido a la presencia de las heladas.

Mientras que, en la figura 18 se evidencia que la mayor parte de la población siente que existe una mayor humedad en las mañanas, debido a la brisa de cada uno de los días. Se presenta una diferencia significativa de 1,004 lo cual indica que existe una gran diferencia, por lo que en los próximos años este valor incrementará de manera considerable.

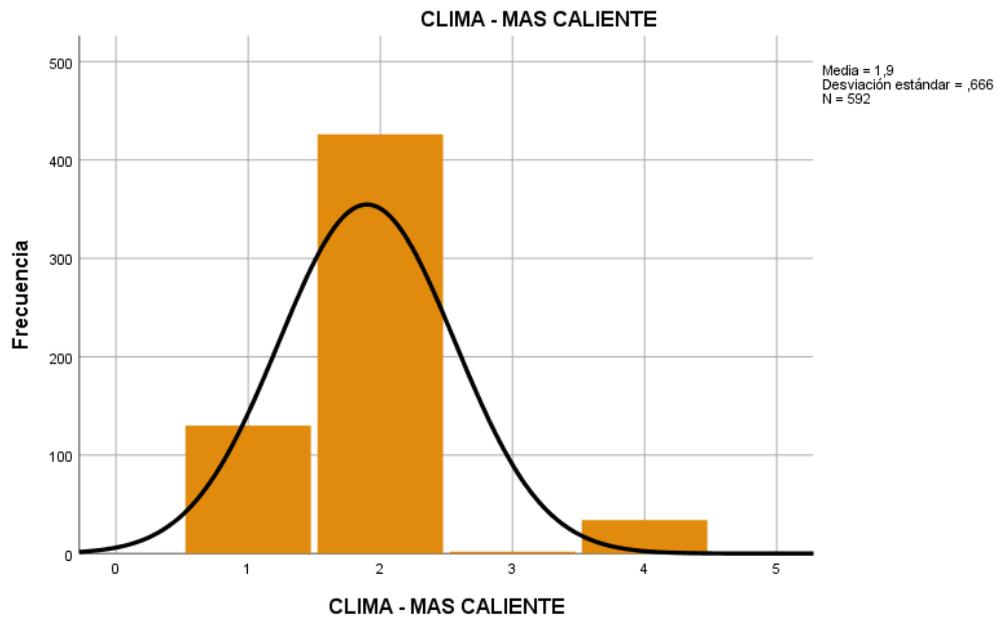


**Figura 18.** Presencia de clima más húmedo



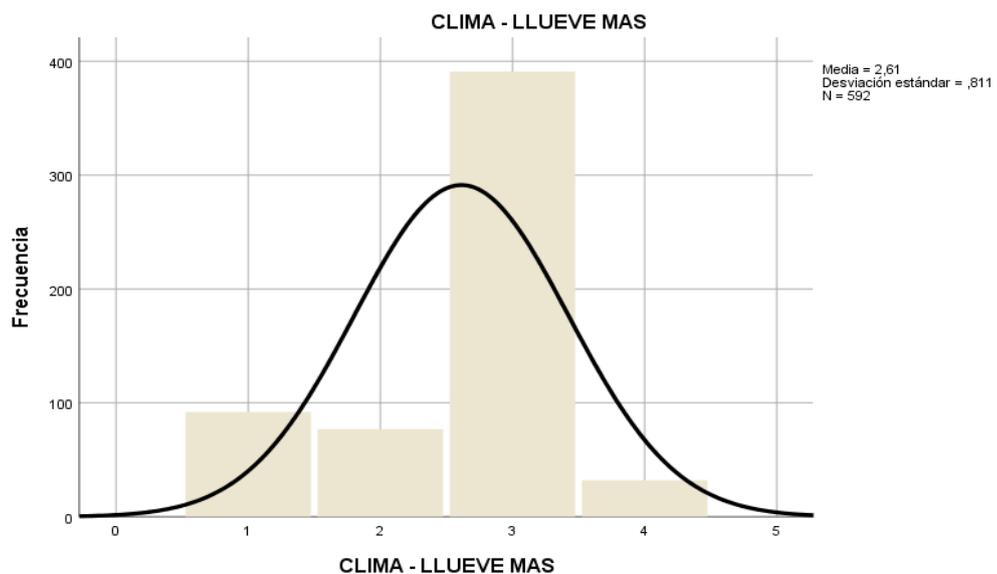
**Figura 19.** Presencia de Clima más seco

En la figura 19 se continúa con las percepciones del clima según los agricultores, donde el clima más seco se observa en las tardes, con una incidencia del 72,8%, esto a que en los últimos años al medio día se observa soles con altas radiaciones, que evapora el agua y reseca los cultivos.



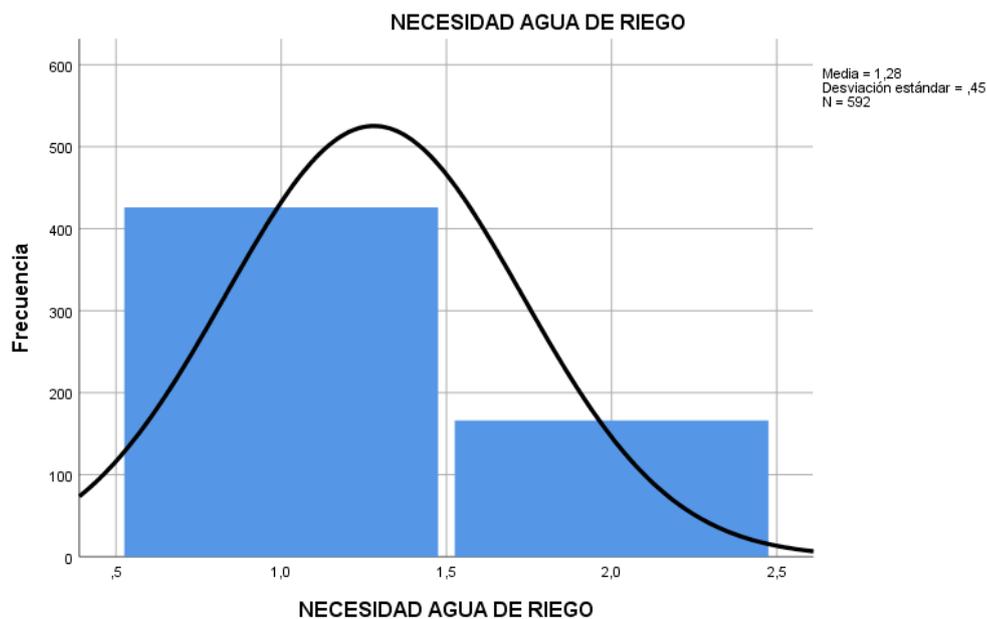
**Figura 20.** *Presencia del Clima más caliente*

A la par a la figura anterior, se encuentra la figura 20 misma que evidencia que el clima más caliente según la percepción del clima de los agricultores se observa en las tardes. La incidencia de respuestas positivas es del 72,8% lo cual se provoca por la presencia del sol y la retención de las radiaciones gracias al daño en la capa de ozono. De igual manera, este fenómeno se observa en los meses de junio y noviembre de cada uno de los años.



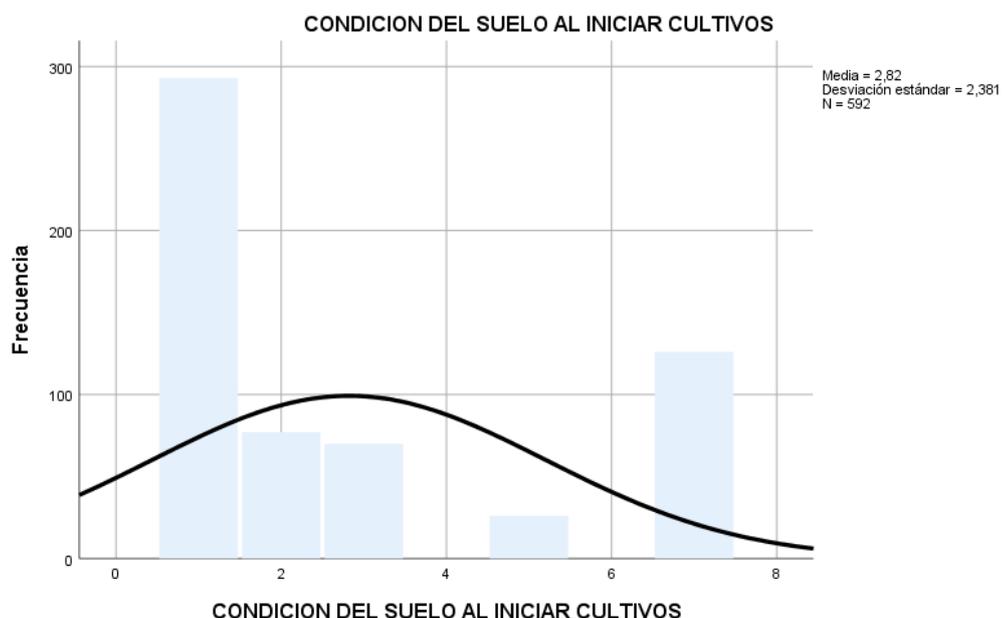
**Figura 21.** *Presencia de una mayor cantidad de lluvias*

En la figura 21 se evidencia la percepción de los agricultores sobre el clima, donde la presencia de lluvias se observa principalmente en las noches, con una incidencia del 66%. De igual manera, existe una pequeña probabilidad de lluvia en las mañanas. La presencia de lluvia depende netamente de la estación climática, por lo que la mayor cantidad se observa en los primeros meses del año.



**Figura 22.** Necesidad de Agua de regadío

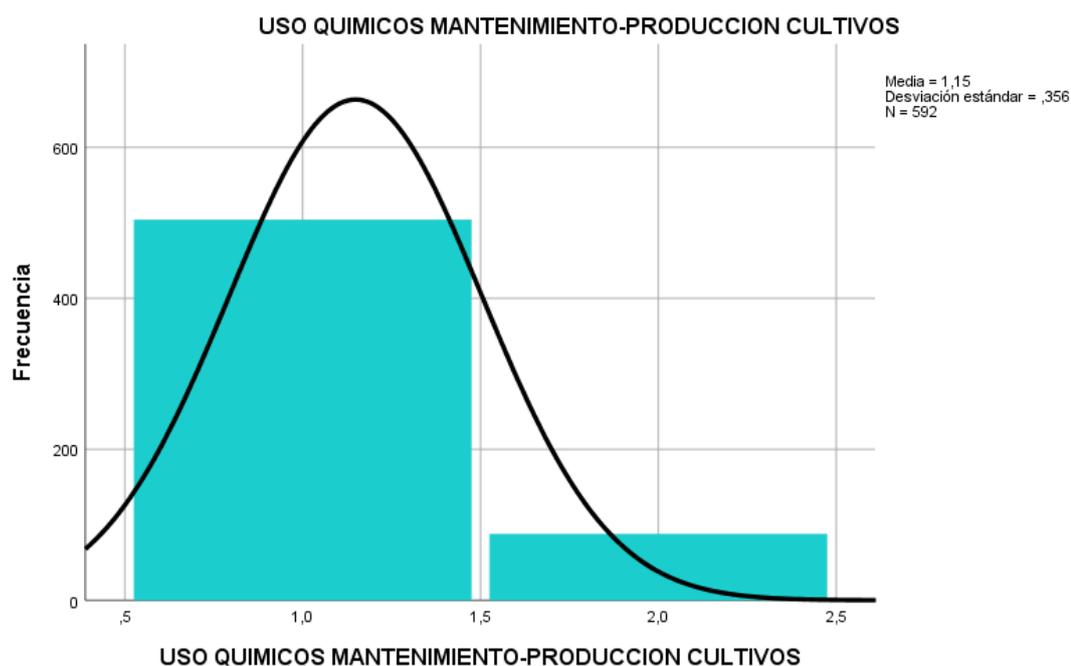
Dentro de la figura 22 se observa si los agricultores cuentan con la necesidad de agua de regadío, donde se evidencia que sí con una incidencia del 69,8% (n=426). El agua es una de las principales necesidades que presentan los cultivos, debido a que nutre a las plantas y permite el desarrollo como tal, si las plantas no reciben la cantidad suficiente de agua tienden a disminuir la producción e incluso mueren.



**Figura 23.** Condiciones iniciales de suelo agrícola

En la figura 23 se detalla las condiciones iniciales que presentan los suelos, antes de cultivarlos. El 48% menciona que el suelo tiene una buena calidad, pero requiere de abono, el 12,6% menciona que tiene una condición buena sin requerir abono y el 11,5% menciona que es regular por ende se abona para la mejora de la calidad.

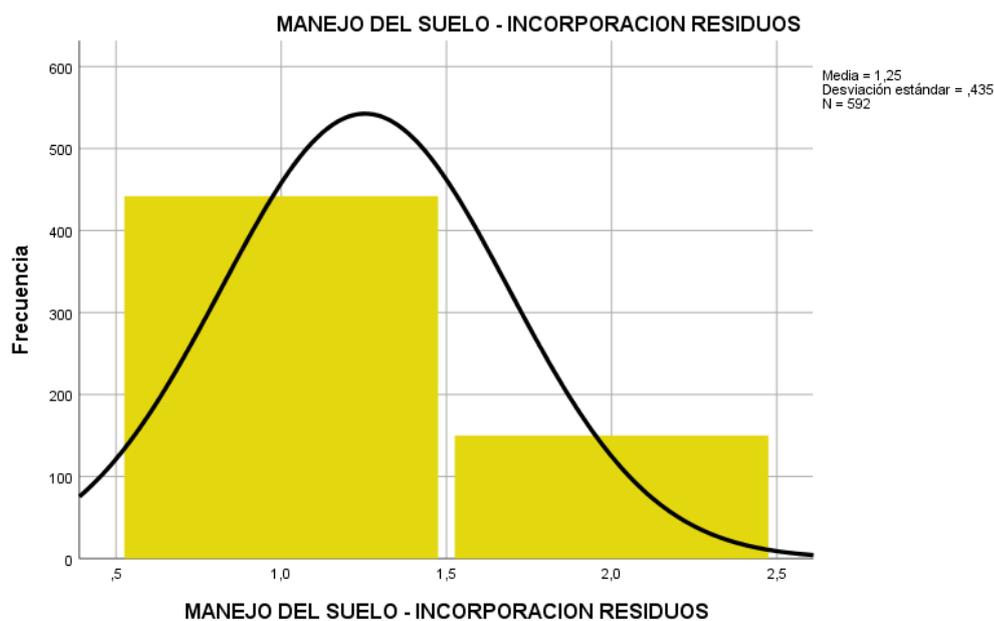
**La FAO (2021)** menciona que es muy importante para el desarrollo de un cultivo inicialmente se debe evaluar las condiciones del suelo, con el fin de aportar ciertos nutrientes para que la mejora de la producción. Mientras que, **Moreno y Cadillo (2018)** afirman que los abonos provenientes de los excrementos de los animales presentan altos beneficios para los suelos, incrementando el tamaño de la capa para el arado, aireación, fertilidad, retención de agua y disminución de la erosión, garantizando la eficiencia de la producción.



**Figura 24.** Necesidad de uso de químicos

Dentro de la figura 24 se detalla si los agricultores de los cantones de Mocha, Tisaleo y Píllaro necesitan de productos químicos para mantener y mejorar la producción de los cultivos. El 82,6% afirma que sí, mientras que, el 14,4% menciona que no. Tal como se evidenció en un apartado anterior, en la actualidad los cultivos presentan principalmente una gran afectación por plagas que llevan incluso a la muerte del cultivo si no se trata con un químico, requiriendo la incorporación de insecticidas y fertilizantes que incrementan la producción.

**Chirinos, et al. (2020)** mencionan que muchas de las veces los agricultores realizan un uso muy excesivo de productos químicos que generalmente afectan la estructura de cultivos y que a un largo plazo son causantes de ciertas enfermedades en la población, además de contaminar el suelo y el agua. Mientras que, **Castillo y Castillo (2021)** determinaron que en la producción del tomate se requiere de los siguientes productos químicos: insecticidas, fungicidas y fertilizantes, mismos que no son utilizados de manera adecuada ocasionando principalmente una sobredosificación. Lo cual se relaciona con la aparición de enfermedades y afecciones a los cultivos.



**Figura 25.** Necesidad de Incorporar residuos

Por otra parte, dentro de la figura 25 se evidencia si los agricultores presentan la necesidad de incorporar ciertos residuos agrícolas para el manejo de suelo. El 72,5% menciona que sí, mientras que, el 24,6% no incorpora ninguna clase de residuo. Ciertos componentes en los alimentos y plantas presentan actividades químicas específicas que incorporan ya sea de nutrientes en los cultivos o de compuestos químicos que combaten ciertas plagas.

Por ejemplo, **Arguelles, et al. (2023)** afirman que los biofertilizantes a base de suero de leche y melaza, son compuestos que cuentan con múltiples microorganismos benéficos que promueven en los cultivos la absorción de los nutrientes, que fácilmente pueden ser producidos en los hogares de los agricultores.

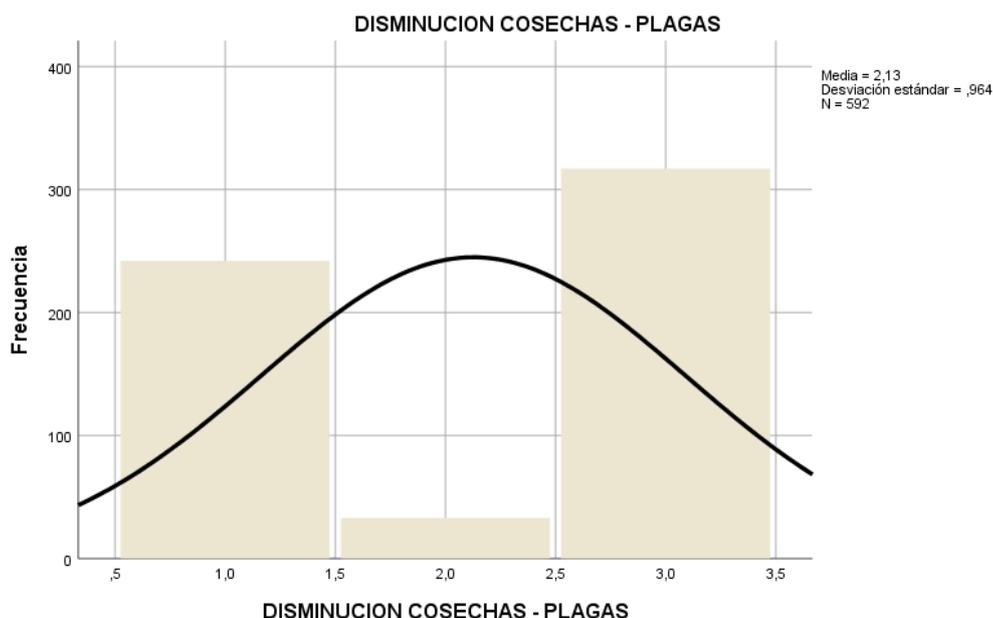


Figura 26. Disminución de la Producción agrícola por presencia de plagas

En la figura 26, se evidencia si existe una disminución de la producción agrícola por la presencia de plagas. El 52% menciona que dentro de sus cultivos no aplica, mientras que, el 39,7% menciona que si existe una disminución. Las plagas son totalmente perjudiciales para los cultivos, debido a que se caracterizan principalmente por el robo de los nutrientes, lo cual disminuye tanto del crecimiento como la producción.

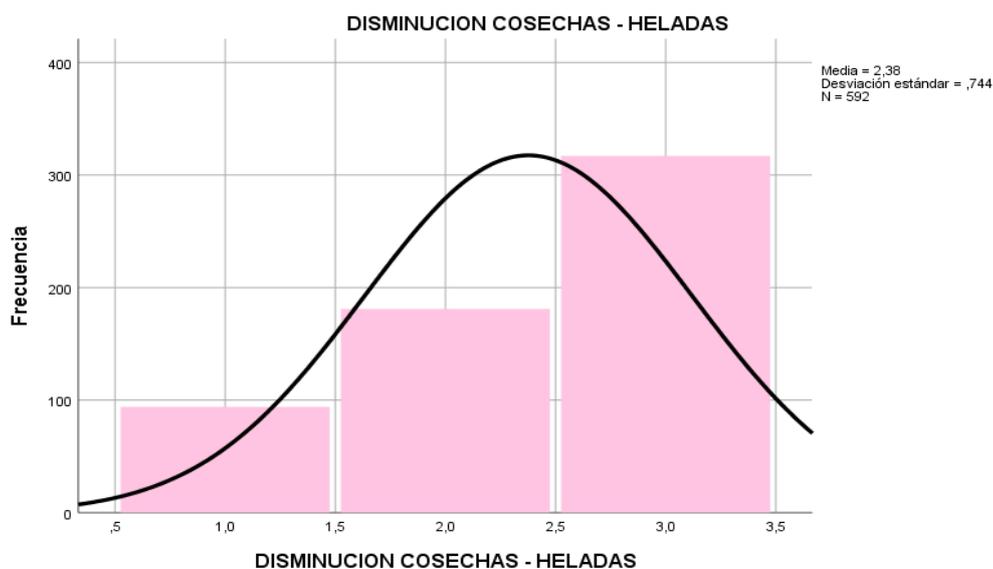
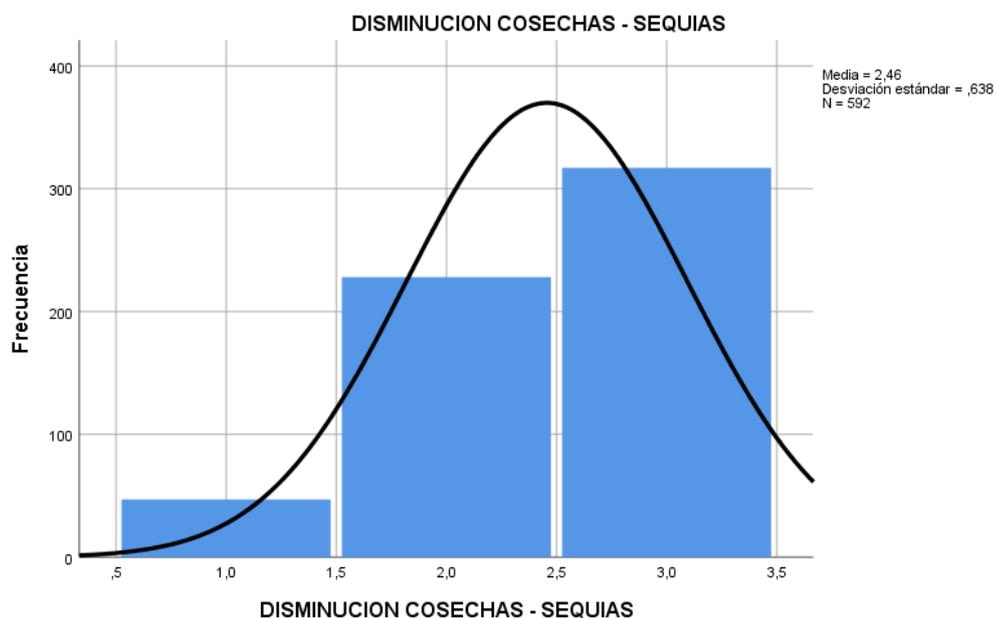


Figura 27. Disminución de la Producción agrícola por presencia de heladas

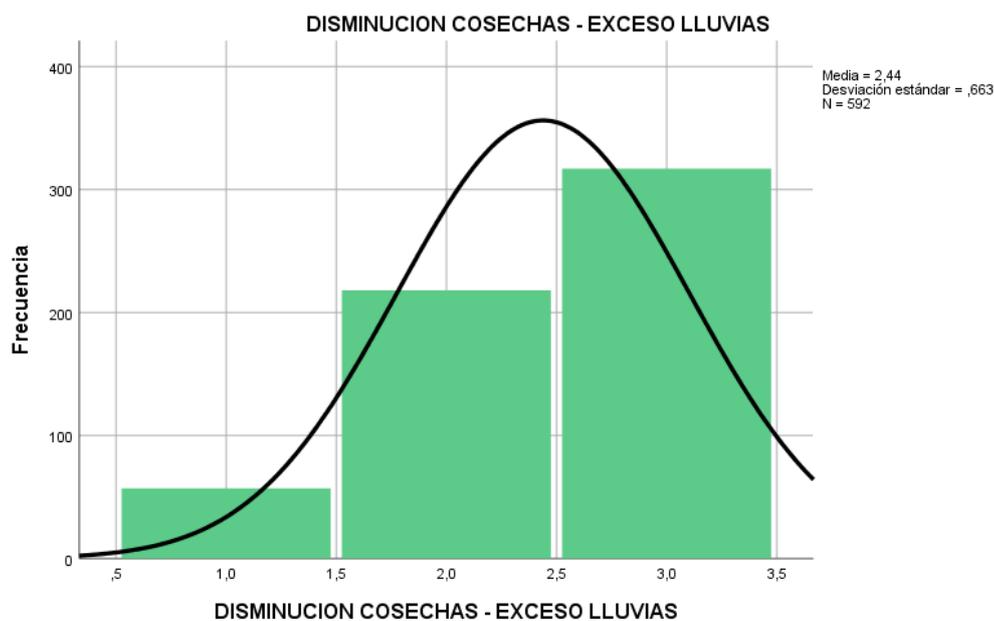
En la figura 27 se detalla si existe una disminución de la producción agrícola por la presencia de heladas. El 52% menciona que dentro de sus cultivos no aplica, mientras que, el 29,7% menciona que no existe una disminución.

**Laddaga y Milione (2019)** afirma que las heladas se relacionan de manera directa con la disminución de la temperatura y el incremento de la humedad en los suelos, lo cual implica un daño a los cultivos, principalmente a los de edades tempranas. Mientras que, **Giardina, et al. (2019)** en un cultivo sobre la caña de azúcar determinaron que le daño de las heladas en el cultivo dependen de su grado, donde en un grado alto afecta la brotación principalmente.



**Figura 28.** *Disminución de la Producción agrícola por presencia de sequías*

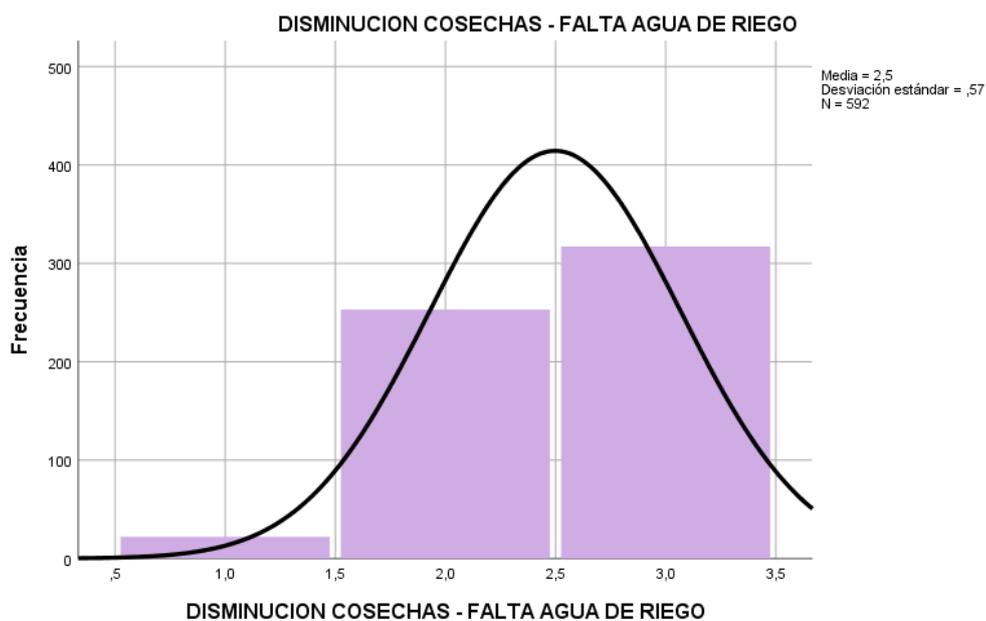
En la figura 28 se detalla si existe una disminución de la producción agrícola por la presencia de sequías. El 52% menciona que dentro de sus cultivos no aplica, mientras que, el 37,4% menciona que no existe una disminución. La disminución de la producción no se ve afectada por las sequías debido a que cada uno de los cantones cuentan con una serie de juntas de agua de riego que en tiempos secos proveen de agua a los cultivos.



**Figura 29.** *Disminución de la Producción agrícola por exceso de lluvias*

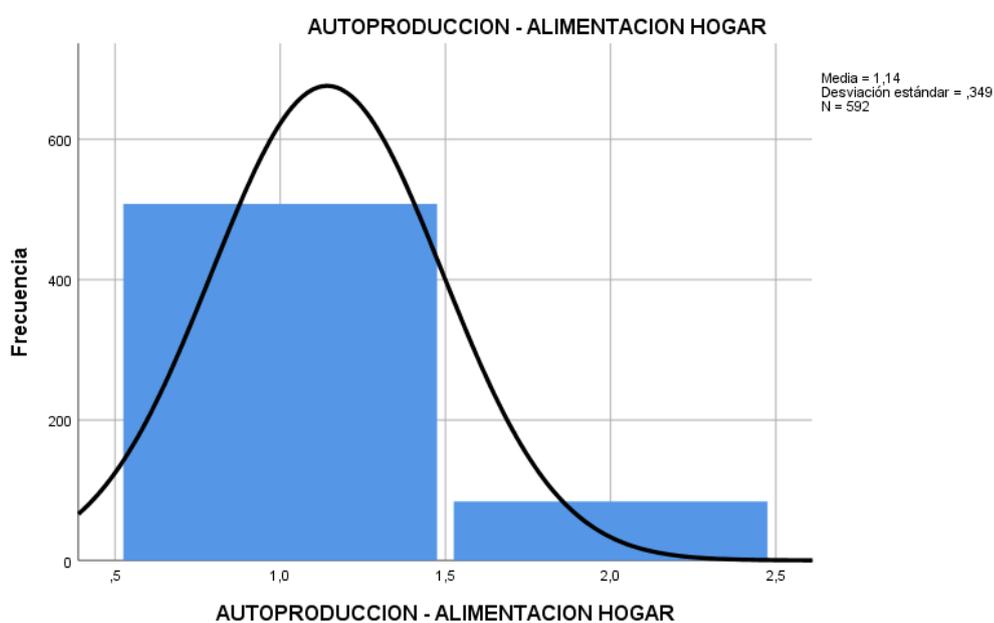
En la figura 29 se detalla si existe una disminución de la producción agrícola por la presencia de lluvias excesivas. El 52% menciona que dentro de sus cultivos no aplica, mientras que, el 35,7% menciona que no existe una disminución. Esto se debe a que la mayor parte de cultivos que se producen en los tres cantones de estudio requieren de una gran cantidad de agua, por ende, no se ven afectados, al contrario, se incrementa la producción.

En la figura 30 se detalla si existe una disminución de la producción agrícola por la falta de agua de regadío. El 52% menciona que dentro de sus cultivos no aplica, mientras que, el 41,7% menciona que no existe una disminución. La disminución de la producción no se ve afectada por este factor debido a que cada uno de los cantones cuentan con una serie de juntas de agua de riego que en tiempos secos proveen de agua a los cultivos.



*Figura 30. Disminución de la Producción agrícola por falta de agua de riego*

### 3.1.3. Factores que influyen en la Seguridad Alimentaria



*Figura 31. Autoproducción de alimentos para el hogar*

En la figura 31 se evidencia si los cultivos de los agricultores les alcanza para la alimentación dentro de su hogar. La mayor parte de las personas mencionan que sí con una incidencia del 83,3%. La mayor parte de personas que se dedican a la

agricultura destinan cierta cantidad de productos para su autoconsumo, por lo que no requieren de compras de productos básicos dentro de los cuales se encuentran: col, lechuga, tomate, mora, papa, choclo, fréjol, habas, cilantro, perejil, apio. Es decir, prácticamente la mayor parte de frutas y verduras las adquieren de sus propios terrenos agrícolas, presentando una gran ventaja con respecto a las personas de la ciudad. Además, al ser cultivados por las propias manos no implica ningún peligro en la salud de la familia.

De esta manera, la seguridad alimentaria en la actualidad es una necesidad básica, no obstante, se ha observado ciertas situaciones que ponen en peligro la salud humana gracias a procesos que son ineficaces e ineficientes (Chávez, 2021).

#### **3.1.4. Correlación entre factores de cultivos resilientes y seguridad alimentaria**

Una vez desarrollado el análisis descriptivo de cada una de las variables que se relaciona con el desarrollo de cultivos resilientes y la seguridad alimentaria, se procedió a identificar las correlaciones existentes, resultados que se demuestran en el Anexo 3. Donde no se evidenció una correlación significativa para las siguientes variables:

- Tipos de Cultivo
- Manejo del suelo por incorporación de residuos
- Área de terreno agrícola
- Área de terreno pecuario
- Área ocupada para vivienda

De esta manera, se demuestra la existencia de correlación significativa (\*\*), entre 21 variables, por lo que sí existe una relación directa en el cultivo de productos resilientes al clima y el aseguramiento de la seguridad alimentaria.

## 3.2. Modelo de Regresión Lineal

### 3.2.1. Análisis Preliminares

Para el desarrollo del Modelo de regresión lineal inicialmente se desarrolló un análisis de varianza, con el fin de identificar la existencia de diferencias significativas entre las variables de actividades agrícolas y de cambio climático frente a la seguridad alimentaria. El cálculo estadístico completo se evidencia en el Anexo 4.

**Tabla 7.** ANOVA de un factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ALTITUD	Entre grupos	932403,388	1	932403,388	16,521	,000
	Dentro de grupos	33298448,124	590	56438,048		
	Total	34230851,512	591			
CANTÓN	Entre grupos	3,796	1	3,796	6,463	,011
	Dentro de grupos	346,475	590	,587		
	Total	350,270	591			
CLIMA – LLUEVE MAS	Entre grupos	3,336	1	3,336	5,111	,024
	Dentro de grupos	385,081	590	,653		
	Total	388,417	591			
DISMINUCIÓN COSECHAS – SEQUIAS	Entre grupos	2,458	1	2,458	6,083	,014
	Dentro de grupos	238,400	590	,404		
	Total	240,858	591			

**Elaborado por:** Rosa Gabriela Guananga S (2023).

La tabla 7 evidencia la existencia de diferencias significativas entre las variables de altitud, localización, clima lluvioso y disminución de cosechas por sequía frente a la producción que garantiza la seguridad alimentaria, es decir, si se altera alguna de las variables existen cambios considerables en la producción. Por ende, se tomó como variable dependiente a la producción que garantiza la seguridad alimentaria y las variables independientes todas las que presentan correlación antes descritas.

### 3.2.2. Resultados del Modelo

**Tabla 8.** Estadísticos descriptivos de las variables

	<b>Media</b>	<b>Desv. Desviación</b>	<b>N</b>
AUTOPRODUCCIÓN - ALIMENTACIÓN HOGAR	1.14	.349	592
ALTITUD msnm	3067.90	240.666	592
CANTÓN	2.05	.770	592
TIPOS DE CULTIVOS	2.90	1.449	592
COSTO INSUMOS AGRÍCOLAS	3.03	1.385	592
ABANDONO CULTIVO POR PLAGAS	1.81	.392	592
ABANDONO CULTIVO POR ESCASA DISPONIBILIDAD AGUA DE RIEGO	1.98	.141	592
CLIMA - MÁS FRÍO	1.64	.943	592
CLIMA - MÁS HÚMEDO	1.75	1.004	592
CLIMA - MÁS SECO	1.96	.658	592
CLIMA - MÁS CALIENTE	1.90	.666	592
CLIMA - LLUEVE MAS	2.61	.811	592
NECESIDAD AGUA DE RIEGO	1.28	.450	592
TIPOS DE CULTIVOS	2.83	1.423	592
CONDICION DEL SUELO AL INICIAR CULTIVOS	2.82	2.381	592
USO QUÍMICOS MANTENIMIENTO- PRODUCCIÓN CULTIVOS	1.15	.356	592

MANEJO DEL SUELO - INCORPORACIÓN RESIDUOS	1.25	.435	592
DISMINUCIÓN COSECHAS - PLAGAS	2.13	.964	592
DISMINUCIÓN COSECHAS - HELADAS	2.38	.744	592
DISMINUCIÓN COSECHAS - SEQUIAS	2.46	.638	592
DISMINUCIÓN COSECHAS - EXCESO LLUVIAS	2.44	.663	592
DISMINUCIÓN COSECHAS - FALTA AGUA DE RIEGO	2.50	.570	592

**Elaborado por:** Rosa Gabriela Guananga S (2023).

En la tabla 8 se presentan los estadísticos descriptivos de cada una de las variables que fueron analizadas dentro del modelo de regresión lineal. La altitud media para la mejor producción de alimentos enfocados en la seguridad alimentaria es de 3067,90 msnm, en el cantón Píllaro, con presencia de lluvias más frecuentes en las noches y sequías o más calor en las tardes, sin la presencia de la disminución de cosechas por presencia de sequías.

**Tabla 9.** Resumen del Modelo

Modelo	R cuadrado	Error estándar de la estimación	Estadísticos de cambio				
			Cambio en R cuadrado	Cambio en F	gl1	gl2	Sig. Cambio en F
1	,095	,338	,095	2,844	21	570	,000

**Elaborado por:** Rosa Gabriela Guananga S (2023).

En la tabla 9 se evidencia el resumen delo modelo de regresión lineal, en donde se evidencia que en base al coeficiente de determinación R cuadrado (0,1), se evidencia que las variables se correlacionan en un 10%.

**Tabla 10.** Coeficientes del Modelo

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	95,0% intervalo de confianza para B		Correlaciones		
	B	Desv. Error	Beta			Límite inferior	Límite superior	Orden cero	Parcial	Parte
1 (Constante)	.384	.312		1.228	.220	-.230	.997			
ALTITUD msnm	.000	.000	.219	4.969	.000	.000	.000	.165	.204	.198
CANTÓN	-.067	.019	-.147	-3.501	.001	-.104	-.029	-.104	-.145	-
TIPOS DE CULTIVOS	.000	.010	-.001	-.027	.978	-.019	.019	.025	-.001	-
COSTO INSUMOS AGRICOLAS	-.003	.011	-.012	-.274	.784	-.024	.018	.030	-.011	-
ABANDONO CULTIVO POR PLAGAS	.015	.038	.017	.400	.689	-.059	.090	.048	.017	.016
ABANDONO CULTIVO POR ESCASA DISPONIBILIDAD AGUA DE RIEGO	.036	.104	.015	.350	.727	-.168	.241	.024	.015	.014
CLIMA - MÁS FRÍO	-.003	.016	-.009	-.201	.841	-.036	.029	.031	-.008	-
										.008

CLIMA - MÁS HÚMEDO	-0.017	.016	-0.049	-	.277	-0.047	.014	-0.023	-0.046	-
				1.089						.043
CLIMA - MÁS SECO	-0.059	.028	-0.111	-	.039	-0.115	-0.003	-0.037	-0.086	-
				2.071						.083
CLIMA - MÁS CALIENTE	.069	.030	.131	2.288	.023	.010	.128	.026	.095	.091
CLIMA - LLUEVE MÁS	-0.047	.018	-0.108	-	.011	-0.083	-0.011	-0.093	-0.106	-
				2.538						.101
NECESIDAD AGUA DE RIEGO	.063	.033	.081	1.938	.053	-0.001	.127	.069	.081	.077
TIPOS DE CULTIVOS	.006	.014	.025	.429	.668	-0.022	.034	-0.023	.018	.017
CONDICIÓN DEL SUELO AL INICIAR CULTIVOS	-0.007	.009	-0.048	-0.793	.428	-0.024	.010	-0.038	-0.033	-
										.032
USO QUÍMICOS MANTENIMIENTO- PRODUCCIÓN CULTIVOS	.018	.041	.019	.448	.654	-0.062	.099	.007	.019	.018
MANEJO DEL SUELO - INCORPORACIÓN RESIDUOS	-	.033	.000	.000	1.000	-0.065	.065	-0.037	.000	.000
	9.544E- 8									
DISMINUCIÓN COSECHAS – PLAGAS	.007	.047	.020	.159	.874	-0.084	.099	-0.069	.007	.006
DISMINUCION COSECHAS –	.021	.044	.045	.489	.625	-0.064	.107	-0.063	.020	.019

HELADAS

---

DISMINUCIÓN	-0.140	.055	-0.256	-	.011	-0.248	-0.032	-0.101	-0.106	-
COSECHAS –				2.555						.102

---

SEQUIAS

DISMINUCIÓN	.078	.049	.148	1.590	.112	-0.018	.174	-0.043	.066	.063
COSECHAS - EXCESO										

---

LLUVIAS

DISMINUCIÓN	-0.016	.070	-0.026	-0.230	.818	-0.153	.121	-0.075	-0.010	-
COSECHAS - FALTA										.009

---

AGUA DE RIEGO

a. Variable dependiente: AUTOPRODUCCIÓN - ALIMENTACIÓN HOGAR

La tabla evidencia la relación entre las variables que presentan correlación con la variable independiente de la seguridad alimentaria, en la cual se evidencia que presentan diferencias significativas 2 variables adicionales: clima más seco y clima más caliente. Además, se evidencia cada uno de los coeficientes para la formación de la ecuación que relaciona tanto la variable dependiente como independiente, misma que se evidencia a continuación:

$$Y = 0,219 X_1 - 0,147 X_2 - 0,108 X_3 - 0,256 X_4 - 0,11 X_5 + 0,131 X_6 + 0,384$$

### *Ecuación 3. Modelo de Regresión Lineal*

#### **Dónde:**

**Y**= Variable dependiente, seguridad alimentaria, autoproducción

**X1**= Altitud

**X2** = Localización del terreno agrícola

**X3**= Presencia de lluvias

**X4**= Disminución de la cosecha por presencia de sequías

**X5**= Clima más seco

**X6**= Clima más caliente

**β**= -0,256 (Disminución de la cosecha por presencia de sequías)

El coeficiente Beta dentro de las regresiones lineales múltiples expresa el grado de intensidad y relación entre una variable independiente y la dependiente. Dentro de la presente investigación se determinó que el coeficiente beta es -0,256, mismo que se encuentra más alejado de cero y que hace referencia a la variable: disminución de la cosecha por presencia de sequías. Es decir, la seguridad alimentaria se afecta de manera significativa cuando los cultivos pierden producción gracias a una sequía.

**Andrade y Ayaviri (2017)** determinaron si los factores ambientales afectan la producción de la papa y por ende la seguridad alimentaria. Donde encontraron que la producción de la papa se afecta por sequías, uso de pesticidas, enfermedades y plagas, sin embargo, su baja producción no afecta la seguridad alimentaria, debido a

la gran disponibilidad de mercados. A pesar que dentro de la presente investigación se utilizaron otras variables de estudio, presentan cierta relación debido a que a los cultivos de estudio si son afectados por las sequías y de manera especial por las enfermedades y plagas.

**Díaz, et al. (2016)** Desarrollaron un modelo de regresión lineal para la seguridad alimentaria e inflación, nivel de instrucción, ingresos económicos, actividad económica principal, cambio climático y tipos de cultivo. Siendo las variables con mayor significancia el nivel de instrucción, cambio climático y tipos de cultivos. Por ende, los resultados obtenidos difieren de esta investigación debido a que las variables de estudio no son las mismas, quizá debido a que inicialmente no se desarrolló una correlación de rho de Spearman.

### 3.3. Cultivos con alto potencial para la seguridad alimentaria

**Tabla 11.** ANOVA de un factor tipos de cultivo vs variables independientes

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ALTITUD msnm	Entre grupos	2438429,884	4	609607,471	11,525	,000
	Dentro de grupos	31999824,437	605	52892,272		
	Total	34438254,321	609			
CANTÓN	Entre grupos	24,394	4	6,099	10,686	,000
	Dentro de grupos	345,285	605	,571		
	Total	369,679	609			
DISMINUCIÓN COSECHAS - SEQUÍAS	Entre grupos	1,019	4	,255	,623	,646
	Dentro de grupos	239,840	587	,409		
	Total	240,858	591			
CLIMA -	Entre	2,398	4	,600	,912	,457

LLUEVE MÁS	grupos					
	Dentro de grupos	386,019	587		,658	
	Total	388,417	591			
CLIMA - MÁS SECO	Entre grupos	,834	4	,208	,479	,751
	Dentro de grupos	255,421	587		,435	
	Total	256,255	591			
CLIMA - MÁS CALIENTE	Entre grupos	1,665	4	,416	,939	,441
	Dentro de grupos	260,254	587		,443	
	Total	261,919	591			

**Elaborado por:** Rosa Gabriela Guananga S (2023).

En la tabla 11 se evidencia el análisis de varianza entre las 6 variables analizadas en el modelo de regresión lineal: altitud, cantón, clima lluvioso, clima más seco, clima más caliente y disminución de cosechas por sequía con la variable de tipos de cultivo, con el fin de verificar su relación. Se observa que solamente la altitud y el cantón presentan diferencias significativas, por ende, son las que mayormente influyen en el tipo de cultivo y sus resultados.

**Tabla 12.** Prueba de Tuckey para los Tipos de Cultivo

TIPOS DE CULTIVOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
TOMATE DE ÁRBOL	38	2929,61	
MAÍZ	141	2990,20	
PAPA	181		3108,43
MORA	107		3137,04
Sig.		,391	,595

**Elaborado por:** Rosa Gabriela Guananga S (2023).

En la tabla 12 se evidencia la prueba de Tuckey en la que se determinó el mejor cultivo resiliente al cambio climático. Inicialmente muestra dos subconjuntos, por ende, las características del tomate de árbol son similares al del maíz (subconjunto 1), mientras que, las características de la mora son similares a las de la papa (subconjunto 2). Finalmente, la mora es el cultivo que presenta una mayor adaptación a los efectos del cambio climático, seguido de la papa, maíz y tomate de árbol.

### **3.4. Discusión de Resultados**

Por medio de la presente investigación se determinó cada uno de los factores que influyen de manera directa en la seguridad alimentaria de los cantones de Píllaro, Mocha y Tisaleo. A continuación, se detalla cada uno y su respectiva discusión de resultados contrastándolos con distintas investigaciones:

En primer lugar, se encuentra la altitud en la que se encuentra el terreno de cultivo, siendo su media  $3067.90 \pm 240,67$  msnm. Este factor ha sido analizado por varios autores quienes lo han relacionado con el rendimiento y la producción de los cultivos. Por ejemplo, **Juárez, et al. (2021)** en el cultivo de fresa determinaron que la altitud influye en la presencia de un clima con mayor o menor temperatura, por lo que a una altitud mayor a los 2500 msnm los microorganismos patógenos se inhiben por ende existe una menor proliferación de plagas.

El **INIAP (2019)** demostró que la altitud influye en la aparición de patógenos en los cultivos y almacenamientos de las papas, debido a las condiciones climáticas obteniendo una mayor cantidad en una altitud menor a los 2500 msnm. De igual manera recalcan que el manejo de las plagas en los agricultores de zonas altas se basa en químicos, evidenciando la necesidad de nuevas capacitaciones. Mientras que, **Rosero, et al. (2020)** en el cultivo de papas determinaron que se alcanza una mayor producción a una altitud de 3000 msnm debido a que a esa altura se incrementa los niveles de nutrientes y la disponibilidad de agua.

De igual manera, se ha demostrado que la altitud influye en las características físico-químicas de los productos cultivados. **Parra, et al. (2019)** identificaron que el fruto

de feijoa un producto con características similares al tomate de árbol evidencia una mayor cantidad de sólidos solubles totales, peso, acidez y firmeza a mayores altitudes.

El segundo factor es la ubicación del terreno agrícola, siendo el cantón Píllaro el de mayor importancia dentro del Estudio. Este factor se relaciona de manera directa con la cantidad de nutrientes, disponibilidad de agua de riego, autoproducción y variaciones del clima. **Franco, et al. (2021)** identificaron que Píllaro es uno de los cantones con mayor producción agrícola y pecuaria a nivel del Ecuador, caracterizado principalmente por su diversidad de cultivos y combinación con actividades ganaderas. Mientras que, **Caicedo, et al. (2020)** identificaron que para prevenir la seguridad alimentaria es muy importante que se fomente la agricultura familiar y autoproducción, con el fin de evitar la escasez de productos, por ello, en el cantón Píllaro a pesar de la pandemia del Covid 19 la producción agrícola se ha mantenido cultivando principalmente maíz, papas, habas y arveja sin importar que los precios de venta hayan sido bajos.

**Montatixe y Eche (2021)** dentro de su investigación en Píllaro afirman que dentro de este sector se cultiva principalmente el maíz, papa, tomate de árbol, trigo y haba, esto debido a que cuenta con una diversidad de microclimas por lo que pueden cultivar múltiples productos dependiendo del piso climático. Esto coincide con lo descrito por Sánchez, et al. (2020) quien afirma que dentro de la provincia de Tungurahua generalmente se cultiva: papa, maíz, brócoli y tomate de árbol.

El tercer factor es la presencia de lluvias en las noches, gracias a que se incrementa la humedad en el suelo y las plantas reciben agua disminuyendo las sequías. **García, et al. (2019)** afirman que el uso del agua dentro de la producción agrícola depende una serie de factores que se relacionan con el clima, debido a que limitan la evapotranspiración en las plantas. Sin embargo, la presencia de agua se relaciona con las fluctuaciones anuales, siendo febrero el mes que presenta mayores lluvias, mientras que, julio evidencia una menor cantidad.

En el Ecuador, se evidencia la necesidad de que el agua de riego por obligación debe presentar ciertas características tanto físicas como químicas y microbiológicas

que de ninguna manera afecten a los cultivos. Dentro de los tres cantones de estudio se evidencia una gran organización de los agricultores, quienes en conjunto han creado una serie de juntas de agua de regadío, siendo las principales las siguientes que se detallan a continuación: Junta de riego Mocha- Quero- Pelileo, Cevallos-Mocha- Huachi, Ambato-Cunuyacu-Chimborazo, y Píllaro (**Llerena, et al., 2017**). Por ende, se evidencia que cada uno de los cantones cuentan con juntas de agua de regadío que facilitan el acceso al agua de regadío a los agricultores, además, de la lluvia.

El cuarto, quinto y sexto factor corresponde al clima más seco, clima más caliente que se observa principalmente en las tardes, y disminución de cosechas por sequía mismos que a diferencia del anterior disminuyen la humedad del suelo, por ende, dentro del modelo de regresión lineal aparecen con un signo negativo lo cual indica su relación inversa con la seguridad alimentaria. Uno de los principales efectos del cambio climático es el incremento de sequías y temperaturas que afectan a la agricultura y por ende a la seguridad alimentaria por ende su incremento disminuye el rendimiento agrícola, evidenciando la necesidad de adaptación y la toma de medidas preventivas (**Bejarano, et al., 2021**).

**Gallardo, et al., (2019)** dentro de su investigación afirman que la sequía genera grandes daños en la producción agrícola, por lo que los agricultores para disminuir el impacto de esta clima tiende a cultivar ciertos productos en distintos tiempos, por ejemplo, el maíz en todas las épocas del año debido a que es resistente, mientras que, el fréjol y las habas se siembra únicamente en noviembre debido a que requiere grandes cantidades de agua.

**Matailo, et al. (2019)** Afirmaron que por medio de olas de calor, sequías e incremento de la temperatura se modifica varias características del suelo, el cual disminuye su capacidad de retención del agua y a su vez la disponibilidad de agua es escasa lo que conlleva a grandes pérdidas económicas. Incluso se ha determinado de producción de terrenos desérticos.

Por otra parte, dentro de la presente investigación se determinó que la mora y la papa son los cultivos que presentan mayor resiliencia y por ende favorece a la seguridad

alimentaria en los cantones de Mocha, Tisaleo y Píllaro. La mora de castilla posee grandes capacidades de adaptación por lo que ha sido incluso incorporada en terrenos cálidos, sin embargo, crece de manera idónea a 3000 msnm evitando la presencia de heladas y crecimiento de plagas, incluso su temperatura óptima es de 14 grados centígrados (**Cáceres, 2019**).

Mientras que, **Ascha (2023)** determinó que el rendimiento del cultivo de mora depende de manera directa de la ubicación del cultivo y el clima, incrementando en una altitud mayor a 3000 msnm y una ubicación con temperaturas frías. De igual manera, es idónea para soportar sequías extremas y heladas.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

Con este estudio se demuestra que la percepción de los agricultores puede ser empleada para la toma de decisiones que ayuden a implementar acciones que reduzca el impacto del cambio climático que afecten a los cultivos que se ha analizado.

- La seguridad alimentaria se ve afectada principalmente por la presencia de enfermedades a causa de contaminantes en los alimentos, que implica la presencia de microorganismos muy dañinos, además, de que en un futuro se prevé la falta de alimentos provocado por los efectos del cambio climático, por ende, se necesita de cultivos que sean resilientes al cambio climático, siendo los principales: maíz, arroz, trigo, cebada, soja, garbanzos, fríjol, tomate, berenjena, pimienta, cacao, mango, trébol, ajo, mostaza, arveja, cebolla, azafrán, plátano, yuca y papas.
- El cambio climático ha afectado las actividades agrícolas en los siguientes aspectos: incremento de días fríos, calurosos, húmedos y con ausencia de lluvias, incremento del uso de insumos agrícolas y químicos, afectando principalmente el cultivo de papa, tomate de árbol, mora y maíz. Mientras que, la seguridad alimentaria se ve influenciada por cuatro variables: altitud, localización del terreno agrícola, presencia de días más lluviosos y disminución de las cosechas por sequías.
- El modelo estadístico fue de regresión lineal múltiple donde se obtuvo un  $R^2$  de 0,1, evidenciando que pese a que existe una relación entre las variables no significa que las variable dependiente presente variaciones debido a los

factores de las variables independientes sino que pueden ser por otros factores.

- Con un nivel de confianza del 95% se determinó que los cultivos analizados tienen una relación con la altitud y la localización, por ende, se obtuvo que la mora y la papa presentan el mayor potencial, por lo que incluso pueden ser sembrados en conjunto.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Se recomienda el desarrollo de nuevas investigaciones en donde se identifique la presencia de cultivos resilientes y su relación con la seguridad alimentaria en otros cantones de la provincia de Tungurahua, e incluso en otras provincias con características similares, con el fin de contrarrestar los resultados obtenidos dentro de la presente investigación.

## Bibliografía

- Acevedo, M., Pixley, K., Zinyengere, N., Meng, S., Tufan, H., Cichi, K., Porciello, J. (2020). A scoping review of adoption of climate-resilient crops by small-scale producers in low- and middle-income countries. *Nature plants*, 6(1), 1231-1241.
- AECID. (2018). *Cultivando resiliencia frente al cambio climático. Lecciones aprendidas para contribuir a la seguridad alimentaria y al derecho a la alimentación en América Latina y el Caribe*. Informe. Obtenido de [https://www.aecid.es/Centro-Documentacion/Documentos/Publicaciones%20AECID/Guia%20did%C3%A1ctica\\_rev.pdf](https://www.aecid.es/Centro-Documentacion/Documentos/Publicaciones%20AECID/Guia%20did%C3%A1ctica_rev.pdf)
- AECID. (2018). *Lecciones aprendidas sobre agricultura resiliente al cambio climático para contribuir a la seguridad alimentaria y al derecho a la alimentación en América Latina y El Caribe*. Informe. Obtenido de [https://www.aecid.es/Centro-Documentacion/Documentos/Publicaciones%20AECID/Agricultura\\_resiliente.pdf](https://www.aecid.es/Centro-Documentacion/Documentos/Publicaciones%20AECID/Agricultura_resiliente.pdf)
- Ahang, A., Yuan, H., Zhou, S., Su, Y., & Li, Y. (2021). Spatial Distribution of Hexachlorocyclohexanes in Agricultural Soils in Zhejiang Province, China, and Correlations with Elevation and Temperature. *Environmental Science & Technology*, 6303-6309.
- AjaY, K., Mridula, N., Subrata, N., Manoj, K., Vishal, S., Donatella, V., . . . Pandey, R. (2020). Mapping socio-environmental vulnerability to climate change in different altitude zones in the Indian Himalayas. *ELSEVIER*, 109(1). doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105787>
- Albiño, J. (2020). Los sistemas de producción de cacao del cantón Shushufindi y su resiliencia al cambio climático. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 1(27). doi:<https://doi.org/10.17141/letrasverdes.27.2020.4147>

- Altieri, M., & Nicholls, C. (2013). Agroecología y Resiliencia al Cambio Climático: Principios y Consideraciones Metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7-20. Obtenido de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182921>
- Altieri, M; , & Nicholls, C. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7-20. Obtenido de <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182921>
- Ambort, M. (2019). Género, migración y trabajo en la agricultura familiar. Trayectorias laborales y migratorias de horticultoras bolivianas en el cinturón hortícola del gran La Plata (Argentina), 2018. *Revista Latinoamericana de Antropología del Trabajo*, 3(6).
- Anchundia, K., Santacruz, Z., & Coloma, J. (2016). Caracterización física de películas. *Revista Chil Nutr*, 43(4), 394-399.
- Andrade, C., & Ayaviri, V. (2017). Cuestiones Ambientales y Seguridad Alimentaria en el Cantón Guano, Ecuador. *Información Tecnológica*, 28(5). Obtenido de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000500022>
- Arguelles, C., Acosta, D., Mojica, C., Lorenzo, H., & Vidal, E. (2023). Obtención de biofertilizantes enriquecidos en biodigestores semicontinuos a nivel laboratorio. *Ciencia Latina*, 7(1).
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación* (Sexta ed.). Caracas, Venezuela: Episteme, C.A. .
- Arias, P., Dankers, C., Liu, P. , & Pilkauskas, P. (2004). Recuperado el 16 de octubre de 2022, de ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN: <https://www.fao.org/3/y5102s/y5102s00.htm#Contents>
- Arteaga, L., & Burbano, J. (2018). Efectos del Cambio Climático: Una mirada al Campo. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(2), 79-91. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.183502.93>

- Ascha, J. (2023). *Evaluación de planes de manejo para el control de Peronospora sparsa en mora de castilla*. Universidad Técnica de Ambato, Cevallos.
- Avri, E. (2021). Promoción de la energía renovable para hacer frente al cambio climático: discurso político en Israel. *MDPI*, 13(6), 3170-3180. doi:<https://doi.org/10.3390/su13063170>
- Ayala, C., Rivas, G., & Zambrana, C. (2003). *Estudio proximal comparativo de la cascara y pulpa del Plátano (musa paradisiaca)*. San Salvador.: Universidad de El Salvador. Obtenido de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5595/1/10122377.pdf>
- Banco de Desarrollo de América Latina. (2022). *El cambio climático: El nuevo reto evolutivo de las Galápagos*. Informe. Obtenido de [https://www.caf.com/media/3042414/evaluacion-social-y-ambiental-galapagos\\_marzo-2021.pdf](https://www.caf.com/media/3042414/evaluacion-social-y-ambiental-galapagos_marzo-2021.pdf)
- Barrios, L. (2017). *Determinación cuantitativa del contenido energético y de macro nutrientes de dos harinas elaboradas con pulpa y cáscara de plátano verde (Musa paradisiaca), en Mazatenango, Suchitepéquez*. San Carlos: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Bejarano, c., López, I., Vaca, C., & Mera, R. (2021). Sustainable Agricultural Production for the livestock sector and climate change. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 5(14).
- Benítez, A., Villanueva, J. , González, G., Puga, R. , Alcantar, V., & Quintero, A. (2020). Determinación de la capacidad antioxidante total de alimentos y plasma humano por fotoquimioluminiscencia: Correlación con ensayos fluorométricos (ORAC) y espectrofotométricos (FRAP). *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*.(23). Obtenido de <https://acortar.link/ONYZQz>
- Benyoussef, M., Gruda, N., & Blnake, M. (2018). Potential impacts of climate change on vegetable production and product quality – A review. *Journal of*

*Cleaner Production*, 170(1), 1602-1620.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.224>

- Berkes, F., Colding, J. , & Folke, C. . (2003). *Navigating social–ecological systems: building resilience for complexity and change*. Cambridge, UK.: Cambridge University Press
- Binju, A., Hailu, A., Tareke, B., Sue, E., Biksham, G., Ram, B., . . . Asif, S. (2020). The system of crop intensification: reports from the field on improving agricultural production, food security, and resilience to climate change for multiple crop. *Agriculture & Food Security*, 3(4).
- Blasco, G., & Gómez, F. (2014). Propiedades funcionales del plátano (*Musa sp*). *Revista MED UV*, 21-26. Obtenido de <https://acortar.link/XHgh8J>
- Breshears, D., Fontaine, J., Ruthford, K., Campo, J., Feng, X., Hamburguesa, J., . . . Hardy, J. (2021). Underappreciated plant vulnerabilities to heat waves. *New Phytologist*, 231(1), 32-39. doi:<https://doi.org/10.1111/nph.17348>
- Bustamente, D. (2017). Escenario del Cambio Climático a Nivel de Subcuencas Hidrográficas para el Año 205 en la Provincia de Chimborazo, Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 26(2), 15-27. Obtenido de <http://doi.org/10.17163/lgr.n26.2017.02>
- Cáceres, J. (2019). *Efecto antimicrobiano de un recubrimiento activo con aceite esencial de flor de canela en mora de castilla (Rubus glaucus Benth)*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato.
- Caicedo, P., Arboleda, L., & Hidalgo, C. (2020). Índice de producción de legumbres post Covid 19 en el Cantón Píllaro. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(4), 406-413.
- Cardona, D., Isaza, J., & Colmenares A. (2019). *Actividad antioxidante y cuantificación de catecolaminas precursores de neurotransmisores en cáscara de Musa paradisiaca*. Tesis, Universidad Del Valle, Cali. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10893/15471>

- Carranza, G. (2020). *Predicción de los efectos del cambio climático sobre el daño potencial de una especie de cogollero de cultivo de maíz (Zea mays) en la provincia de Tungurahua*. Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31415/1/001%20Tesis%20maestr%3%adas%20Cambio%20Clim%3%a1tico%20-%20Carranza%20Galo.pdf>
- Casimiro, L., Casimiro, J., Suárez, J., Martín, G., Navarro, M., & Rodríguez, I. (2020). Evaluation of the socioecological resilience in family agriculture scenarios in five Cuban provinces. *Pastos y Forrajes*, 43(4).
- Castillo, B., & Castillo, v. (2021). Uso de plaguicidas químicos en tomate riñón (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de invernadero y campo en Loja, Ecuador. *CEDAMAZ*, 11(1).
- Chávez, J. (2021). *Impacto del cambio climático en la agricultura en los sistemas de producción agroecológico, orgánico y convencional en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo*. Universidad Andina Simón Bolívar, Quito. Obtenido de <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/7921/1/T3434-MCCSD-Ch%3%a1vez-Impacto.pdf>
- Chen, C., Noble, I., Hellmann, J., Coffee, J., & Murillo, M. (2015). *University of Notre Dame Global Adaptation Index. Country Index Technical Report*. Reporte técnico. Obtenido de [https://gain.nd.edu/assets/254377/nd\\_gain\\_technical\\_document\\_2015.pdf](https://gain.nd.edu/assets/254377/nd_gain_technical_document_2015.pdf)
- Chirinos, D., Castro, R., Cun, J., Peñarrieta, S., Solís, L., & Geraud, F. (2019). Los insecticidas y el control de plagas agrícolas: la magnitud de su uso en cultivos de algunas provincias de Ecuador. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1). doi:[https://doi.org/10.21930/rcta.vol21\\_num1\\_art:1276](https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num1_art:1276)
- Chuncho, C., & Chuncho, G. (2019). Páramos del Ecuador, importance and affectation: A review. *Revista Iberoamericana Bosques Latitud Cero*, 9(2), 71-83.

- Chuqui, J. (2022). *Proyecciones de los índices de cambio climático en la provincia de Tungurahua, al año 2070*. Trabajo de grado.
- Coronel, T. (2019). *Los sistemas de producción agroecológica y su resiliencia frente al cambio climático en la parroquia San Lucas, provincia de Loja*. [Tesis de Maestría, Universidad Andina Simón Bolívar], [ Repositorio Institucional del Organismo de la Comunidad Andina, CAN]. Obtenido de <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6585>
- Coronel, T. (2019). The Agroecological Systems of the San Lucas Parish (Loja). *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 1(26), 191-212.
- Corrales, P. (2020). *Predicción de la incidencia del cambio climático sobre el daño potencial de Phthorimaea operculella (Zeller) en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum) en Tungurahua*. Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31418/1/004%20Tesis%20maestr%C3%ADAS%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20-%20Corrales%20Pa%C3%BA.pdf>
- De Vries, F., Griffiths, R., Knight, C., Nicolitch, O., & Williams, A. (2020). Harnessing rhizosphere microbiomes for drought-resilient crop production. *Science*, 368(6488), 270-274. doi: <https://doi.org/10.1126/science.aaz5192>
- Díaz, M., Sánchez, M., & Díaz, A. (2016). Food insecurity in Mexican states: a study on their major determinants. *Economía, sociedad y territorio*, 16(51).
- Duchenner, R., Mala, V., & Neetoo, H. (2021). Impact of Climate Change and Climate Variability on Food Safety and Occurrence of Foodborne Diseases. *SpringerLink*, 451-474.
- Ehuwa, O., Jaiswal, A., & Jaiswal, S. (2021). Salmonella, Food Safety and Food Handling Practices. *MDPI*, 10(5), 907-1010. doi:<https://doi.org/10.3390/foods10050907>

- FAO. (2016). *Save and Grow in practice: maize, rice, wheat A guide to sustainable*. Informe.
- FAO. (2021). *Portal de Suelos de la FAO*. Obtenido de <https://www.fao.org/soils-portal/about/definiciones/es/>
- FAO. (s.f.). *Cambio climático y seguridad alimentaria*. Informe. Obtenido de <https://www.fao.org/climatechange/16615-05a3a6593f26eaf91b35b0f0a320cc22e.pdf>
- Federik, M., & Laguzzi, M. (2019). Seguridad alimentaria y derecho a la alimentación en Argentina: un recorrido histórico. *Revista Española de Nutrición*, 25(1), 1-13.
- Feldman, A., Kuan, W., Massawe, F., & Mayes, S. (2019). Bambara Groundnut is a Climate-Resilient Crop: How Could a Drought-Tolerant and Nutritious Legume Improve Community Resilience in the Face of Climate Change? *SpringerLink*, 151-169. doi:[https://doi.org/10.1007/978-3-319-77878-5\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-77878-5_8)
- Ferguson, J., Tidy, A., Murchie, E., & Wilson, Z. (2021). The potential of resilient carbon dynamics for stabilizing crop reproductive development and productivity during heat stress. *Plant, Cell & Environment*, 44(7), 2066-2089. doi:<https://doi.org/10.1111/pce.14015>
- FIDA. (2016). *Notas sobre cómo medir la resiliencia al cambio climático*. Informe.
- Fieldman, A. (2015). *Cambio climático y actividades agropecuarias en América Latina*. Cepal.
- Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockström, J. (2010). Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability. *Ecology and Society*, 15(4). Obtenido de <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art20/>

- Franco, C., Andrade, V., & Baldeón, S. (2021). Identificación de modelos de producción sostenible de alimentos en el cantón Píllaro como aporte a la soberanía alimentaria. *Idesia (Arica)*, 39(3).
- Franco, C., Guamán, J., Chuqi, J., Tufiño, R., & Serrano, S. (2023). Measuring Climate Change Effects on Traditional Crops of the Highlands, Ecuador. *SSRN*. doi:<https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4396486>
- Fung, F., Shyong, H., & Menón, S. (2018). Food safety in the 21st century. *Biomedical Journal*, 41(2), 88-95. doi:<https://doi.org/10.1016/j.bj.2018.03.003>
- Gáfaro, M., Ocampo, J., Rueda, A., & Monroy, S. (2019). Revisión de experiencias de apoyo a la agricultura familiar. *Ensayos sobre política económica*.
- Gallardo, O. (2020). Agricultura familiar y la adaptación al cambio climático en COAPROCOR. *Agroecologías*.
- Gallardo, Y., Brown, O., & Álvarez, M. (2019). Análisis de los impactos provocados por la sequía agrícola en los cultivos de maíz y frijol en áreas agrícolas del municipio Venezuela, Ciego de Ávila, Cuba. *Sociedad & Naturaleza*, 30(2), 96-126.
- García, A., Ventura, F., & Mendoza, J. . (2019). Diversificación de productos alimenticios a base de cáscaras de vegetales para uso como materia prima en la preparación de alimentos. *Revista Tecnológica*, 1(12), 14-21. Obtenido de <https://acortar.link/DRM8HG>
- García, M., Guerrero, A., & Cabrera, C. (2019). Evapotranspiración y requerimientos de agua para la programación de riego de los cultivos *Saccharum officinarum* L. (Poaceae) "caña de azúcar", *Zea mays* L. (Poaceae) "maíz" y *Asparagus officinalis* L. (Asparagaceae) "espárrago" en el valle Chicama, Perú. *Arnaldoa*, 26(2).
- García, Y., Perez, J., Annia, G., & Hernanadez, A. (2011). *Determinación de las propiedades de calidad de la piña (Ananas Comosus) variedad Cayena Lisa*

*almacenada a temperatura ambiente.* Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v20n1/rcta11111.pdf>

- Giardina, J., Digonzellin, P., Romero, E., Pérez, F., Duarte, D., & Medina, M. (2019). Efecto de la severidad de las heladas en la capacidad potencial de brotación y en la emergencia a campo de tres variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) Tucumán, R. Argentina. *Revista Industrial y Agrícola*, 96(2), 23-29.
- Gobierno provincial de Tungurahua. (2019). *Agenda Tunguragua 2019-2021*. Informe. Obtenido de [https://www.tungurahua.gob.ec/images/archivos/transparencia/2020/Agenda\\_Tungurahua2019-2021.pdf](https://www.tungurahua.gob.ec/images/archivos/transparencia/2020/Agenda_Tungurahua2019-2021.pdf)
- Gobierno provincial de Tungurahua. (2019). *Agenda Tunguragua 2019-2021*. Informe.
- Gómez, A., Mejutob, J., & Simal, j. (2020). Mitigation of emerging implications of climate change on food production systems. *ELSEVIER*, 134(1).
- González, E., & Meira, P. (2020). Educación para el cambio climático ¿Educar sobre el clima o para el cambio? *Perfiles educativos*, XLII(168), 157-177.
- González, R. ((2004).). *Actualización de la composición proximal del pan de consumo popular en Guatemala*. Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Guerra, F., García, A., & Martínez, M. (2021). Evaluación de la resiliencia ecológica de los bosques tropicales secos: una aproximación multiescalar. *Madera Bosques*, 26(3).
- Guerrero, D. (2014). *Detección de flavonoides de la cáscara de plátano (*Musa cavendishii*) y su aplicación en un derivado lácteo*.

- Guevara, O., Suárez, C., Trujillo, A., Cuadros, L., Abud, M., López, C., & Flórez, C. (2016). *Plan Territorial de Adaptación Climática del Departamento de Nariño*. Informe, Corponariño.
- Gupta, A., Negi, M., Nandy, S., Alatalo, J., Singh, V., & Pandey, R. (2019). Evaluación de la vulnerabilidad de los sistemas socioambientales al cambio climático a lo largo de un gradiente de altitud en el Himalaya indio. *ELSEVIER*, 106(1). doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105512>
- Gutiérrez, H., Lee, G., Corozo, B., Dimka, J., Einsenberg, J., Trostle, J., & Hardin, R. (2020). Perceptions of Local Vulnerability and the Relative Importance of Climate Change in Rural Ecuador. *SpringerLink*, 48(1), 383-395.
- Guzzon, F., Arandía, L., Caviedes, G., Céspedes, M., Chávez, A., Muriel, J., . . . Mejía, S. (2021). Conservation and Use of Latin American Maize Diversity: Pillar of Nutrition Security and Cultural Heritage of Humanity. *MDPI*, 11(1), 172-192. doi:<https://doi.org/10.3390/agronomy11010172>
- Heb, L., Jenner, E., & Polla, M. (2019). Manejo de plagas climáticamente inteligente: aumentar la resiliencia de las fincas y los paisajes frente a las cambiantes amenazas de plagas. *SpringerLink*, 92(1), 951-969.
- Henao, A. (s.f.).
- Henao, A. (2013). Propuesta metodológica de medición de la resiliencia agroecológica en sistemas socio-ecológicos: un estudio de caso en los andes colombianos. *Agroecología*, 8(1), 85-91.
- Henry, R. (2020). Innovaciones en genética vegetal adaptando la agricultura al cambio climático. *ELSEVIER*, 56(1), 168-173.
- Hernández, A., Estrada, B., Rodríguez, R., García, J., Patiño, S., & Osorio, E. (2020). Importancia del control biológico de plagas en maíz (*Zea mays* L.). *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(4). doi:<https://doi.org/10.29312/remexca.v10i4.1665>

- Hernández, C., Báez, A., & Carrasco, M. (2021). Conceptualización de la resiliencia al cambio climático en cadenas agropecuarias de valor. *Lámpsakos*(26), 21-40. doi:<https://doi.org/10.21501/21454086.4100>
- Hernández, F., & Mazo, M. (20 de 10 de 2020). *Modelos de Regresión con R*. Obtenido de [bookdown: https://fhernanb.github.io/libro\\_regresion/index.html#estructura-del-libro](https://fhernanb.github.io/libro_regresion/index.html#estructura-del-libro)
- Hernández, U., & Greiss D. (2018). *Composición fenólica y capacidad antioxidante del extracto etanólico de las hojas de musa Cavendishii Lamb. “plátano bizcochito”*. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional San Luis Gonzaga de ICA, Perú.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México, D.F. : McGRAW-HILL.
- Herrera, L. (2008). *Tutoría de la investigación científica*. QUITO-ECUADOR: Primera edición.
- Holling, C. (1973). Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4(1-23).
- Hueso, A., & Cascant, J. . (2012). *Metodologías y Técnicas Cuantitativas de Investigación: (Primera ed., Vol. 1)*. Universitat Politècnica de Valencia.
- IIFPRI. (2009). *Cambio Climático. El impacto en la agricultura y los costos de adaptación*. Informe. Obtenido de [https://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/AGRO\\_Noticias/docs/costo%20adaptacion.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/costo%20adaptacion.pdf)
- INEC. (2022). *III Censo Nacional Agropecuario*. Obtenido de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/CNA/Tomo\\_CNA.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/CNA/Tomo_CNA.pdf)
- INIAP. (2019). *Congreso ecuatoriano de la papa*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5360/1/iniapsc382o.pdf>

- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2000). *Censo Nacional Agropecuario*. Informe. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec//censo-nacional-agropecuario/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2016). *Información ambiental en la Agricultura*. Informe. Obtenido de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas\\_Ambientales/Informacion\\_ambiental\\_en\\_la\\_agricultura/2016/PRESENTACION\\_AGRO\\_AMBIENTE\\_2016.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Informacion_ambiental_en_la_agricultura/2016/PRESENTACION_AGRO_AMBIENTE_2016.pdf)
- IPCC. (2007). *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático*. Informe. Obtenido de <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>
- IPCC. (20 de Marzo de 2023). La acción climática urgente puede garantizar un futuro habitable para todos. Suiza. Obtenido de [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2023/03/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_PressRelease\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2023/03/IPCC_AR6_SYR_PressRelease_es.pdf)
- IPCC. (2018). *Glosario, Panel Intergubernamental para el Cambio Climático*. Recuperado el 23 de marzo de 2023, de [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI\\_AR5\\_glossary\\_ES.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf)
- Iza, M., Viteri, P., Hinojosa, M., Martínez, A., Sotomayor, A., & Viera, W. (2020). Diferenciación morfológica, fenológica y pomológica de cultivares comerciales de mora (*Rubus glaucus* Benth.). *Enfoque UTE*, 11(2), 47-57.
- Jarma, A., Cardona, C., & Araméndiz, H. (2012). Effect of climate change on the physiology of crop plants: a review. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 15(1), 63-76. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0123-42262012000100008&lng=e&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0123-42262012000100008&lng=e&nrm=iso&tlng=en)

- Jarma, A., Cardona, C., & Araméndiz, T. (2012). Efecto del cambio climático sobre la fisiología de las plantas cultivadas: una revisión. , 15(1), 63-76. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 15(1), 63-76. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262012000100008](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262012000100008)
- Jordan, A. (2021). *Determinación de escenarios de la producción de alimentos frente al Cambio Climático en la Provincia de Tungurahua tomando como muestra los cultivos de maíz (Zea mays), papa (Solanum tuberosum), mora (Rubus ulmifolius) y tomate de árbol (Solanum betaceum)*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <sitorio.uta.edu.ec/handle/123456789/33625>
- Jordan, A., & Villamarin, A. (2021). *Determinación de escenarios de la producción de alimentos frente al Cambio Climático en la Provincia de Tungurahua tomando como muestra los cultivos de maíz (Zea mays), papa (Solanum tuberosum), mora (Rubus ulmifolius) y tomate de árbol (Solanum betaceum)*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33625/1/AL%20795.pdf>
- Jovovic, Z., Micev, B., & Velimirovic, A. (2016). Impact of climate change on potato production in Montenegro and options to mitigate the adverse effects. *Academia Journal of Environmental Science*, 4(3), 47-54. Obtenido de <https://www.academiapublishing.org/journals/ajes/abstract/2016/Mar/Jovovic%20et%20al.htm>
- Juárez, R., Sanzón, D., Ramírez, L., Ruiz, J., González, J., & Hernández, J. (2021). áreas geográficas susceptibles a fusarium oxysporum en el cultivo de fresa en Guanajuato, México. *Bioagro*, 51-60.
- Jungers, J., Runk, B., Ewing, P., Maaz, T., Carlson, T., Neyhart, J., . . . Sharma, V. (2023). Adapting perennial grain and oilseed crops for climate resiliency. *Ciencia de Cultivos*, 1(1). doi:<https://doi.org/10.1002/csc2.20972>

- Kamboj, S., Gupta, N., Bandral, J., Gandotra, G., & Anjum, N. (2020). Food safety and hygiene: A review. *International Journal of Chemical Studies*, 8(1), 358-368.
- Laddaga, J., & Milione, G. (2019). Evaluación del daño por heladas en clones de Eucalyptus en el centro de la provincia de buenos aires. *Socio-tecnológica*, 7(2).
- Lambers, H., Stuart-Chapin III, F., & Pons, T. (1998). *Plant Physiological*. . . New York.: Springer–Verlag.
- Latham, M. (2002). *Nutrición humana en el mundo en desarrollo*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. Obtenido de <https://www.fao.org/3/w0073s/w0073s00.htm#Contents>
- Leisner, C. (2020). Revisión: Impactos del cambio climático en la seguridad alimentaria: enfoque en los sistemas de cultivo perenne y el valor nutricional. *ELSEVIER*, 293(1), 110412-110432.
- Llerena, L., Zamora, R., Sánchez, B., & Abril, V. (2017). La administración de las Juntas de Agua de Riego: factor clave para la sostenibilidad del sector agrícola en la provincia de Tungurahua. *Revista digital de Medio Ambiente “Ojeando la agenda”*, 1(47), 34-52.
- Llundo, M. (2022). *Diagnóstico del manejo de la producción del tomate de árbol (Solanum betaceum) en cantón pelileo*. [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato], Repositorio UTA.
- Lombardi, M., Gara, L., & Loreto, F. (2021). Determinants of root system architecture for future-ready, stress-resilient crops. *Physiologia Plantarum*, 172(4), 2090-2097. doi:<https://doi.org/10.1111/ppl.13439>
- Lombardini, L., & Rossi, L. (2019). Ecophysiology of Plants in Dry Environments. *SpringerLink*, 4(1), 71-100.

- López, A. , & Hernández, D. (2016). Cambio climático y agricultura:una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. *El Trimestre Económico, LXXXIII* (4)(332), 459-496. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.20430/ete.v83i332.231>
- Maca, C. (2015). *Mortadela bologna con alto contenido de fibra a base de pulverizado de cáscara de plátano barraganete (musa sp)*. Santo Domingo: Universidad Tecnológica Equinoccial. Obtenido de <https://acortar.link/uYnGGn>
- Manabe, S. (2019). Role of greenhouse gas in climate change. *Taylor / Francis Online, 71*(1). Obtenido de <https://doi.org/10.1080/16000870.2019.1620078>
- Marín, M. (2020). Polifenoles y actividad antioxidante de extracto acuoso de Musa acuminata Cavendish Subgroup (Banana). *Ciencia e Investigación, 23*(1), 9-14. Obtenido de <https://acortar.link/HNQJSB>
- Martínez, L. (2007). La observación y el diario de campo en la definición de un tema de investigación. *Revista Perfiles Libertadores*(4 ), 73-80. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwivlICzKT7AhXHQjABHW5oDCMQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.ugel01.gob.pe%2Fwp-content%2Fuploads%2F2019%2F01%2F1-La-Observaci%25C3%25B3n-y-el-Diario-de-campo-07-01-19>.
- Matailo, L., Luna, A., Cervantes, A., & Vega, F. (2019). Sequías: efecto sobre los recursos naturales y el desarrollo sostenible. *Calidad agrícola y sostenibilidad, 7*(3).
- Mayes, S., Kuan, W., Hui Chai, H., Gao, X., Kundy, A., Mateva, K., . . . Mohf, N. (2019). Maní Bambara: una leguminosa infrautilizada ejemplar para la resiliencia ante el cambio climático. *SpringerLink, 250*(1), 803-820.
- Mehedi, M., & Wyseureb, G. (2018). Impact of climate change on hydropower generation in Rio Jubones Basin, Ecuador. *Water Science and Engineering, 11*(2), 157-166. doi:<https://doi.org/10.1016/j.wse.2018.07.002>

- Méndez, C., & Vallejo, M. (2019). Mecanismos de respuesta al estrés abiótico: hacia una perspectiva de las especies forestales. *10(56)*, , 10(56), 33-64.
- Meneses, M., Agatón, L. , Mejía, L., Guerrereo, L. , & Botero, J. (2010). Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y poscosecha del plátano en el departamento de Caldas. *Revista Educación en Ingeniería*, 5(9), 128-139. Obtenido de <https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/14>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (s.f.). *Ecuador se proyecta a ser exportador de papa*. Recuperado el 23 de mayo de 2023, de <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-se-proyecta-a-ser-exportador-de-papa/>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2012). *Estrategia Nacional de Cambio Climático en el Ecuador*. Informe. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/ESTRATEGIA-NACIONAL-DE-CAMBIO-CLIMATICO-DEL-ECUADOR.pdf>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2017). *Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático*. Informe. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/TERCERA-COMUNICACION-BAJA-septiembre-20171-ilovepdf-compressed1.pdf>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (s.f. ).
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. Ecuador. (s.f.). *Ecuador tiene políticas sobre el cambio climático*. Recuperado el 01 de abril de 2023, de <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-tiene-politicas-sobre-el-cambio-climatico/>

- Monje, A. (2011). *Metodología de la investigación cualitativa y cuantitativa. Guía didáctica*. Obtenido de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>.
- Monteros, A. (2016). *Rendimientos de papa en el Ecuador*. Informe, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Quito. Obtenido de <https://fliphtml5.com/ijia/cmgd/basic>
- Montoliu, A. (2010). *Respuestas fisiológicas a los cítricos sometidos a condiciones de estrés biótico y abióticos. Aspectos comunes y específicos*. [Tesis Doctoral, Universitat Jaume I. Departament de Ciències Agràries I del Medi Natural].
- Moreira, K. (2013). *Reutilización de residuos de la cáscara de bananos (*Musa Paradisiaca*) y plátanos (*musa sapientum*) para la producción de alimentos destinados al consumo humano*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/3666>
- Morelli, L., Barrows, C., Ramírez, A., Cartwright, J., Ackerly, D., Aleros, T., & Ebersole, J. (2020). Refugios contra el cambio climático: la biodiversidad en el carril lento. *Fronteras en Ecología y Medio Ambiente*, 18(5), 228-234. doi:<https://doi.org/10.1002/fee.2189>
- Moreno, L., & Cadillo, J. (2018). Uso del estiércol porcino sólido como abono orgánico en el cultivo del maíz chala. *Anales Científicos*, 79(2), 415-419.
- Mosso, J. (2022). *Utilización del desecho orgánico de cáscara de plátano como aditivo de enriquecimiento en productos alimenticios*. Tesis de Especialización, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12371/16171>
- Motatixe, C., & Eche, M. (2021). Degradación del suelo y desarrollo económico en la agricultura familiar de la parroquia Emilio María Terán, Píllaro. *Siembra*, 8(1), 1735-1750. doi:<https://doi.org/10.29166/siembra.v8i1.1735>

- Muñoz, G. (2012). El reto de la agricultura frente al cambio climático. *Revista Jurídica*, 83-90. Obtenido de <https://www.revistajuridicaonline.com/2011/12/el-reto-de-la-agricultura-frente-al-cambio-climtico/>
- Naranjo, A. (2019). *Variación de precios en insumos agrícolas y su incidencia en la productividad del cultivo de arroz en el recinto guarumal*. Guayaquil.
- Nicholls, C., & Altieri, C. (2019). Agro-ecological bases for the adaptation of agriculture to climate change. *Cuadernos de Investigación UNED*, 11(1), 55-61.
- Nicholls, C., & Altieri, M. (2019). Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático. *Cuadernos de Investigación UNED*, 11(1), s55-s61. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5156/515661223008/html/>
- Norma Ecuatoriana NTE INEM 2587:. (2011). Ecuador. Obtenido de [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_2587.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_2587.pdf)
- Olvera, M., Martínez, C., & Real, E. (1993). *Manual de técnicas para laboratorio de nutrición de peces y crustáceos*. Obtenido de FAO: <https://www.fao.org/3/ab489s/AB489S00.htm#TOC>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2018). *El Estado de la Seguridad Alimentaria y la Nutrición en el Mundo*.
- Ospina, J. (2019). Estrategias de adaptación al cambio climático en sistemas de producción cafetera, en el Sector de la Cuchilla San Juan, Municipio de Belén de Umbria.
- Pallo, E., Guapi, A., & Mullo, V. (2021). Agrobiodiversidad de papa nativa en la provincia de Tungurahua. *Siembra*, 8(1). Obtenido de <http://portal.amelica.org/amelijatsRepo/246/2461715004/index.html>

- Panda, D., & Barik, J. (2021). Flooding Tolerance in Rice: Focus on Mechanisms and Approaches. *ELSEVIER*, 28(1), 43-57. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rsci.2020.11.006>
- Panel intergubernamental del cambio climático 2014. (2014). *Cambio Climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. Contribución Del Grupo de Trabajo II Al Quinto Informe de Evaluación Del Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre El Cambio Climático*. Informe.
- Parra, A., Fischer, G., & Camacho, J. (2019). Influencia de las condiciones climáticas de cultivo en la calidad en cosecha y en el comportamiento postcosecha de frutos de Feijoa. *Tecnología en Marcha*, 32(1).
- Pastorino, L. (2020). La seguridad alimentaria – un concepto pretencioso. *ELSEVIER*, 2(27), 183-206.
- Pereira, A., & Maraschin, M. . (2015). Banana (*Musa spp*) from peel to pulp: ethnopharmacology, source of bioactive compounds and its relevance for human health. *Journal of Ethnopharmacology*, 160, 149-163. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jep.2014.11.008>.
- Pérez, C. (2018). *Cambio climático y su efecto en la asimilación de Nitrógeno en plántulas de encinos (Quercus spp.)*. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica. Obtenido de <https://ipicyt.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1010/1887/1/TDIPICYT4C32018.pdf>
- Pérez, J. (2019). *Impacto del cambio climático sobre la ecofisiología y capacidad fitorremediadora de halófitas*. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla. Obtenido de <file:///C:/Users/PC/Downloads/Perez%20Romero,%20Jes%C3%BA%20Albarto-TESIS.pdf>

- Piña, C. (2019). Cambio climático, inseguridad alimentaria y obesidad infantil. *Scielo*, 45(3).
- Pomboza, P., & Parco, A. (2021). Efectos socio-ambientales de la intensificación de la ganadería en ecosistemas de altura (paramos) del sur-oeste de Tungurahua. *Ecosistemas*, 31(1). doi:<https://doi.org/10.7818/ECOS.2296>
- Portilla, F. (2018). *Agroclimatología del Ecuador* (1era ed.). Quito: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjGnLK20Nb-AhXYTTABHU4RAgoQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fdspace.ups.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F17047%2F1%2FAgroclimatologia%2520del%2520Ecuador.pdf&usg=AOvVaw2Yzt>
- Pradeep, R., Sreenivas, R., & Leela, P. (2017). Impact of sustainable weed management practices on growth, phenology and yield of rabi grain maize (*Zea mays* L. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(7), 701-710.
- Prasanna, B., Cairns, J., Zaidi, P., Beyene, Y., Makumbi, D., Gowda, M., . . . Rashid, Z. (2021). Beat the stress: breeding for climate resilience in maize for the tropical rainfed environments. *SpringerLink*, 134(1), 1729-1752.
- Pratap, B., & Jaweriah, H. (2019). Crop diversification and resilience of agriculture to climatic shocks: Evidence from India. *ELSEVIER*, 173(1), 345-354. doi:<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.03.005>
- Quijada, A. (2018). *Fenoles, flavonoides, actividad antioxidante y antibacteriana en extractos de frutos de psidium sartorianum, malpighia mexicana y sageretia sp.* Universidad Autónoma del Estado de México , México D.C. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/99304>

- Rahim, H., Qaswar, M., Uddin, M., Giannini, C., Herrera, M., & Rea, G. (2021). Nano-Enable Materials Promoting Sustainability and Resilience in Modern Agriculture. *MDPI*, *11*(8), 2060-3000.
- Raza, A., Razaq, A., Saher, S., Zou, X., Zang, X., Iv, Y., & Xu, J. (2019). Impact of Climate Change on Crops Adaptation and Strategies to Tackle Its Outcome: A Review. *MDPI*, *8*(2), 34-45. doi:<https://doi.org/10.3390/plants8020034>
- Raza, A., Razaq, A., Saher, S., Zou, X., Zhang, K., Iv, Y., & Xu, J. (2019). Impact of Climate Change on Crops Adaptation and Strategies to Tackle Its Outcome: A Review. *MDPI*, *8*(2), 34-54. doi:<https://doi.org/10.3390/plants8020034>
- Redondo, C., & Martín, F. (2021). Analfabetismo e instrucción primaria en la provincia de Badajoz. *Revista História da Educação*, *25*(1), 1-31. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/2236-3459/107616>
- Risso, A. (2022). *Análisis de la viabilidad y utilidad de la aplicación del modelo de la dona económica a la Argentina*. Tesis de maestría, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO/Argentina). Obtenido de <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/18789/2/TFLACSO-202%20AR.pdf>
- Rodriguez, D. (2013). *ELABORACIÓN DE UNA COMPOTA A PARTIR DE MASHUA BLANCA (Tropaeolum tuberosum) Y CAMOTE MORADO (Ipomoea batatas) UTILIZANDO DOS TIPOS DE ENDULZANTES (Miel de Abeja y Panela) A TRES CONCENTRACIONES*. Universidad Tecnica de Cotopaxi. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2671>
- Rojas, A., Feijoó, A., Molina, L., Zúñiga, M., & Quintero, H. (2021). Caracterización de agricultores y estrategias conducentes a políticas públicas en el eje cafetero colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, *12*(1), 165-192. doi:<https://doi.org/10.21501/22161201.3476>

- Rojas, F., Rodríguez, S., & Montoya, J. (2019). Evaluación de alternativas de aprovechamiento energético y bioactivo de la cáscara de plátano. *Información tecnológica*, 30(5), 11-24. Obtenido de <https://acortar.link/q7ZT9i>
- Rojas, J. (2016). Society, Environment, Vulnerability, and Climate Change in Latin. *Latin American Perspectives*, 43(4), 29-42. Obtenido de <https://doi.org/10.1177/0094582X16641264>
- Romero, T., & Vélez, M. (2012). *Determinación de macronutrientes en alimentos tradicionales de la ciudad de Cuenca*. Obtenido de <https://acortar.link/qHmzq0>
- Rosero, M., Armando, W., & Rosero, D. (2020). Phenotypic diversity of native potatoes in indigenous communities of the Pastos ethnic group (Nariño, Colombia): Ecological agriculture for food security and rural development. *Revista Peruana de Biología*, 27(4).
- Ruiz, M. (2020). *Determinación de la actividad antioxidante*. Universidad Simón Bolívar. Obtenido de <https://acortar.link/dWicnT>
- Sadigov, R. (2022). Rapid Growth of the World Population and Its Socioeconomic Results. *Hindawi*. doi:<https://doi.org/10.1155/2022/8110229>
- Salazar, V. (2017). *Enraizamiento de cormos de orito (musa acuminata aa) mediante el uso de abonos orgánicos líquidos*. Obtenido de <https://acortar.link/dQMjD6>
- Sánchez, A., Vayas, T., Mayorga, f., & Freire, C. (2020). *Sector Agrícola del Ecuador*. Obtenido de Universidad Técnica de Ambato: [https://fca.uta.edu.ec/v4.0/images/OBSERVATORIO/dipticos/Diptico\\_N22.pdf](https://fca.uta.edu.ec/v4.0/images/OBSERVATORIO/dipticos/Diptico_N22.pdf)
- Sánchez, D. (2020). *Diseño de un modelo de comercialización en el marco de la cadena productiva de la mora: caso Provincia de Tungurahua*. [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica de Ambato], Resopistorio PUCESA, Ambato.

- Sarkar, D., Kumar, S., Chattopadhyay, A., Rakshit, A., Kumar, V., Kumar, P., & Chirakkuzhyli, P. (2020). Low input sustainable agriculture: A viable climate-smart option for boosting food production in a warming world. *ELSEVIER*, *1*(1), 115-145.
- Schadler, M., Buscot, F., Klotz, S., Reitz, T., Durka, W., Bumberger, J., . . . Auge, H. (2019). Investigating the consequences of climate change under different land-use regimes: a novel experimental infrastructure. *Ecosphere*, *10*(3). doi:<https://doi.org/10.1002/ecs2.2635>
- Schoolmeester, T., Johansen, K., Alfthan, B., Baker, E., Hesping, M., & Verbist, K. (2018). *Atlas de Glaciares y Aguas Andinos: El impacto del retroceso de los glaciares*. Obtenido de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000266209>
- Soares, J., Santos, C., Carvalho, S., Vasconcelos, M., & Pintado, M. (2019). Preserving the nutritional quality of crop plants under a changing climate: importance and strategies. *SpringerLink*, *443*(1), 1-26.
- Somala, K. (2022). Climate change and Its potencial impacts on insect-plant interactions. En *The nature, causes, effects and migration of climate change on the environment*. Croacia: INTECHOPEN LIMITED.
- Takó, M., Kerekes, E., Zambrano, C., Kotogan, A., Papp, T., & Krisch, J. (2020). Plant Phenolics and Phenolic-Enriched Extracts as Antimicrobial Agents against Food-Contaminating Microorganisms. *MDPI*, *9*(2), 165-180. doi:<https://doi.org/10.3390/antiox9020165>
- Tamayo, M. (2011). *El proceso de la investigación científica*. México, México: Limusa.
- Tao, W., Lixin, W., Agus, G., Zhao, B., Yun, S., & Shujun, S. (2022). Emergence of changing Central-Pacific and Eastern-Pacific El Niño-Southern Oscillation in a warming climate. *Nature Communications*, *13*(6616). doi:<https://doi.org/10.1038/s41467-022-33930-5>

- Thompson, L., & Darwish, W. (2019). Contaminantes químicos ambientales en los alimentos: revisión de un problema global. *Hindawi*, 1(1). doi:<https://doi.org/10.1155/2019/2345283>
- Tigmasa, L. (2020). *Evaluación del efecto del cambio climático como amenaza para el sector agrícola de la Parroquia Izamba*. Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato, Cevallos. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/31434>
- Toulkeridis, T., Tamayo, E., Simón, D., Merizalde, M., Reyes, D., Viera, M., & Heredia, M. (2020). Climate Change according to Ecuadorian academics—Perceptions versus facts. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, 31(1). doi:<https://doi.org/10.17163/lgr.n31.2020.02>
- Toussaint, B., Rafael, B., Angers, A., Gilliland, D., Kestens, V., & Petrillo, M. (2019). Review of micro- and nanoplastic contamination in the food chain. *Food Additives / Contaminants*, 639-673. doi:<https://doi.org/10.1080/19440049.2019.1583381>
- Trujillo, C., Naranjo, M., Lomas, K., & Merlo, M. (2019). *Investigación Cualitativa*. Ibarra, Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- UNICEN. (s.f.). *Facultad de Ingeniería Olavarría*. Obtenido de [www.fio.unicen.edu.ar/usuario/gmanrique/images/Composición\\_proximal.pdf](http://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/gmanrique/images/Composición_proximal.pdf)
- Vargas, I., & Machicao, L. (2023). Aplicación web para la identificación y monitoreo de plagas (complejo gorgojo y complejo polillas) en el cultivo de la papa. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 10(1). doi:<https://doi.org/10.53287/pqyj8962ae54v>
- Vargas, L. E., & Mesa, E. (2021). *Introducción al análisis de datos con RStudio*. Estudio 45-8 S.A.S. doi:978-958-8360-83-6

- Vásquez, M. (2022). *Utilización del desecho orgánico de cáscara de plátano como aditivo de enriquecimiento en productos alimenticios*. Obtenido de <https://acortar.link/RrLr32>
- Vásquez, S., & Bravo, D. (2023). Impacto del cambio climático en la producción agrícola de la provincia de Loja, periodo 2007 - 2020. *Revista Económica*, 11(1), 92-103. doi:10.54753/rve.v11i1.1623
- Velasteguí, A., Arevalo, A., & Bloisse, S. (2017). Análisis sobre el aprovechamiento de los residuos del plátano, como materia prima para la producción de materiales plásticos biodegradables. *Dominio de las Ciencias*, 3(2), 506-525. Obtenido de <https://acortar.link/T4mDmT>
- Villalba, D., Holguin, V., & Piñero, R. (2011). Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café-musáceas. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 4(1), 47-52. Obtenido de <https://acortar.link/GlkKKz>
- Villamar, M., Contreras, C., Cruz, M., & Mendoza, E. (2020). Elaboración de utensilios de bioplástico a base de la cáscara de plátano. *Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales*, 1-16. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/cccss/2020/05/elaboracion-utensilios-bioplastico.html>
- Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., & Foolad, M. (2007). Tolerancia al calor en las plantas: una descripción general. *Botánica ambiental y experimental*, 61(3), 199-223. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0098847207000871>
- Walker, B., Holling, C., Carpenter, S., & Kinsig, A. (2004). Resilience, Adaptability, and Transformability in the Goulburn-Broken Catchment, Australia. *Ecology & Society*, 14(1). Obtenido de <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art12/>

- Wang, P., Xie, L., Joseph, E., Li, J., Su, X., & Zhou, H. (2019). Metal–Organic Frameworks for Food Safety. *Chemical Reviews*, *119*(1), 10638-10690.
- Willianson, D., Muro, K., & Carlotti, M. (2021). *Cambio Climático: una crisis de hambre en ciernes*. Informe. Obtenido de <https://www.accioncontraelhambre.org/si>
- Yáñez, L. (. (2022). *Compuestos fenólicos en plantas del Ecuador, revisión de propiedades y beneficios medicinales*. Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <https://acortar.link/IXWMyY>
- Yepez, A., & Silveira, M. (2011). Respuesta de las plantas ante los factores ambientales del cambio climático global (Revisión). *Colombia Forestal*, *14*(2), 213-232. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=423939616005>
- Zambrano, J. (2019). *Elaboración de harina de cáscara de plátano (Musa Paradisiaca) para utilizarlo en el engorde de pollos Broiler en combinación con dos fuentes de proteínas (Torta de soya-harina de pescado)*. Chone Manabí: Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- Zambrano, J., Velásquez, J., Peñaherrera, D., Sangoquiza, C., Cartagena, Y., Villacrés, E., . . . Racines, M. (2021). *Guía para la producción sustentable de maíz en la sierra ecuatoriana*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Zapata, P., Ospina, C., Rodríguez, G., & Tapasco, J. (2023). Modelo de evaluación de tecnologías frente al cambio climático en el Trópico Alto de Nariño, Coombia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, *10*(1), 79-84. Obtenido de <https://doi.org/10.53287/mrqm3628nk15k>
- Zorrilla, V., Agulló, M., & García, T. (2019). Análisis socio-ergonómico en la agricultura. Evaluación del sector oleico desde una perspectiva de género y

envejecimiento. *ITEA-Información Técnica*, 115(1), 83-104.  
doi:<https://doi.org/10.12706/itea.2019.005>

## ANEXOS

### *Anexo 1. Formato de Encuestas*



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO – DIDE**



**ENCUESTA PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN RESPECTO DEL “IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**

Reciba un cordial saludo, el motivo de la presente encuesta es de tipo informativo de uso exclusivo para las investigaciones que se encuentra realizando la Dirección de Investigación y Desarrollo de la Universidad Técnica de Ambato, en torno al “Impacto del Cambio Climático en la Seguridad Alimentaria”, para lo cual, le vamos a realizar una serie de preguntas.  
La encuesta es confidencial, razón por la cual, solicitamos su total ayuda y sinceridad con sus respuestas.

CUESTIONARIO #:

<b>LUGAR DE LA TOMA:</b>	
<b>COORDENADAS:</b>	
<b>NOMBRE DEL ENCUESTADOR:</b>	
<b>FECHA:</b>	
<b>HORA:</b>	

**Sección 1.- DATOS GENERALES Y CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DEL HOGAR**

Ubicación geográfica:

Cantón	X	Parroquia	Recinto/comunidad
Píllaro			
Mocha			
Tisaleo			

**1. GÉNERO:**

a. Masculino \_\_\_\_\_

b. Femenino \_\_\_\_\_

**2. EDAD: \_\_\_\_\_**

**3. NACIONALIDAD:**

a. Ecuatoriana: \_\_\_\_\_

b. Extranjera: \_\_\_\_\_ - cual?: \_\_\_\_\_

**4. INSTRUCCIÓN FORMAL:**

a. Primaria \_\_\_\_\_ completa: si \_\_\_ no \_\_\_

b. Secundaria \_\_\_\_\_ completa: si \_\_\_ no \_\_\_

c. Universidad \_\_\_\_\_ completa: si \_\_\_ no \_\_\_

d. No posee estudios formales \_\_\_\_\_

**5. Miembros grupo familiar: # \_\_\_\_\_**

**6. ¿Dependen todos los miembros de la familia de usted?**

a. Si \_\_\_\_\_

b. No \_\_\_\_\_





7. ¿Alguien más de la familia apoya con los gastos?

a. Si \_\_\_\_\_ b. No \_\_\_\_\_ ¿quién? \_\_\_\_\_

8. ¿Cuál es su actividad o actividades económicas? agrícola, pecuaria, administrador, albañil, chofer, jefe obra, profesor, etc.

ACTIVIDAD ECONÓMICA	ADMINISTRATIVA /OFICINA (SECRETARIA, ARCHIVISTA, JEFE) a.	AGRÍCOLA /PECUARIA/PESCA b.	VENTAS c.	OTROS (ALBAÑIL, GUARDIA, PLOMERO, CHOFER, ETC.) d.	FORMAL (IESS Y BENEFICIOS DE LEY) e.	INFORMAL f.
a. PRINCIPAL						
b. SECUNDARIA						

9. Sus ingresos totales mensuales son entre:

- a. Menor USD \$ 100 \_\_\_\_\_ d. USD \$ 301 A 400 \_\_\_\_\_  
b. USD \$ 101 A 200 \_\_\_\_\_ e. USD\$ 401 A 500 \_\_\_\_\_  
c. USD \$ 201 A 300 \_\_\_\_\_ f. Mayor USD \$ 500 \_\_\_\_\_

10. ¿Cuáles son los ingresos semanales por la venta solo de sus productos agrícolas y/o pecuarios?

- a. Menor USD \$ 25 \_\_\_\_\_ d. USD \$ 201 A 300 \_\_\_\_\_  
b. USD \$ 25 A 100 \_\_\_\_\_ e. USD\$ 301 A 400 \_\_\_\_\_  
c. USD \$ 101 A 200 \_\_\_\_\_ f. Mayor USD \$ 400 \_\_\_\_\_

11. ¿Cuánto es el aporte de dinero que realizan los otros miembros de la familia mensualmente?

- a. Menor USD \$ 25 \_\_\_\_\_ d. USD \$ 201 A 300 \_\_\_\_\_  
b. USD \$ 25 A 100 \_\_\_\_\_ e. USD\$ 301 A 400 \_\_\_\_\_  
c. USD \$ 101 A 200 \_\_\_\_\_ f. Mayor USD \$ 400 \_\_\_\_\_

12. ¿Ha requerido en el último año alguna fuente extra de financiamiento?

- a. Banco, cooperativa – entidad financiera: \_\_\_\_\_  
b. Asociación: \_\_\_\_\_  
c. Pidió prestado a un familiar: \_\_\_\_\_  
d. Chulquero: \_\_\_\_\_  
e. Otro: \_\_\_\_\_



13. El último préstamo que solicitó en los rangos de:

- a. Menor USD \$ 100 \_\_\_\_
- b. USD\$ 100 A 500 \_\_\_\_
- c. USD\$ 501 A 1000 \_\_\_\_
- d. USD \$ 1001 A 3000 \_\_\_\_
- e. USD\$ 3001 A 6000 \_\_\_\_
- f. Mayor USD \$ 6000 \_\_\_\_

14. ¿En qué uso el préstamo realizado?

- a. Alimentación/vivienda (pago servicios básicos, arreglos, etc.)/salud/educación \_\_\_\_
- b. Compra o arreglo vehículo \_\_\_\_
- c. Compra suministros y productos agrícolas (semillas, plántulas, abonos, fertilizantes, etc.) Y/o pecuarios (animales, alimento, vacunas, etc.) \_\_\_\_
- d. Otro – especifique: \_\_\_\_\_

#### SECCIÓN 2: ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

15. En su hogar a que actividades se dedican:

- a. Actividad agrícola \_\_\_\_
- b. Actividad pecuaria \_\_\_\_
- c. Ambas \_\_\_\_
- d. Ninguna \_\_\_\_

**NOTA: Dependiendo de la actividad a la que se dedique contestar las preguntas que correspondan.**

#### ACTIVIDAD AGRÍCOLA

16. ¿Quién/es se dedican a la actividad agrícola en el hogar?

- a. Usted: \_\_\_\_\_
- b. Esposo/sa: \_\_\_\_
- c. Hijo/a: \_\_\_\_\_
- d. Otros (cuñado, nieto, etc.): \_\_\_\_\_

17. Los terrenos que usted cultiva o siembra es/son:

- a. Propio \_\_\_\_
- b. Arrendado \_\_\_\_\_
- c. Otro (tipo de tenencia): \_\_\_\_\_

18. Cuál es el área de terreno que posee para:

- a. Actividad agrícola \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> / solar /cuadra / ha
- b. Actividad pecuaria \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> / solar /cuadra / ha
- c. Vivienda \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> / solar /cuadra / ha
- d. Otros: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> / solar /cuadra / ha – para que uso: \_\_\_\_\_

19. El o los terrenos dedicados a la actividad agrícola, se encuentran:

- a. Junto al lugar de vivienda \_\_\_\_
- b. A menos de 15 minutos del lugar de vivienda \_\_\_\_
- c. Entre 15 y 30 minutos del lugar de vivienda \_\_\_\_



- d. Entre 31 y 60 minutos del lugar de vivienda \_\_\_\_
- e. A más de 1 hora del lugar de vivienda \_\_\_\_
20. El o los terrenos que usted posee para la actividad agrícola, se encuentran ubicados en:
- a. En pendiente – muy pronunciada: \_\_\_\_
- b. En pendiente – poco pronunciada: \_\_\_\_
- c. En plano: \_\_\_\_\_
21. ¿Qué productos cultiva o ha cultivado o sembrado en sus terrenos?
- a. Maíz \_\_\_\_\_ c. Tomate de árbol \_\_\_\_\_
- b. Papa \_\_\_\_\_ d. Mora \_\_\_\_\_
- e. Otros, ¿cuáles? \_\_\_\_\_
22. Para el caso de otros productos que no sean maíz, mora, papa y tomate de árbol, ¿qué área destinó para su cultivo y/o siembra?
- \_\_\_\_\_ m2 / solar /cuadra / ha
23. ¿Dónde adquiere la semilla, plántula o esqueje para la siembra?
- a. INIAP – MAG \_\_\_\_\_ c. Tiendas especializadas \_\_\_\_
- b. Invernaderos \_\_\_\_\_ d. Usted mismo los produce \_\_\_\_
24. ¿Cuánto gasta aproximadamente en los insumos agrícolas al año? USD \$ \_\_\_\_\_
25. ¿Cada que tiempo usted realiza la compra de los insumos agrícolas?
- a. 1 vez al año \_\_\_\_\_ d. 4 veces al año \_\_\_\_
- b. 2 veces al año \_\_\_\_\_ e. Más de 4 veces al año \_\_\_\_
- c. 3 veces al año \_\_\_\_\_
26. ¿Qué cantidad aproximadamente produjo entre la penúltima y última cosecha? (especificar si es: quintal qq; cajas, cartones, gavetas, balde, tarrinas, etc.)

PRODUCTO	PENÚLTIMA COSECHA	ULTIMA COSECHA
MAIZ		
MORA		
PAPA		
TOMATE DE ARBOL		
OTROS		



27. ¿Quién realiza de manera exclusiva o quién realiza la mayor parte de las veces las siguientes actividades agrícolas?

Genero	Preparación del suelo (labrar, guachado, etc.)	Siembra	Riego	Cosecha
Hombre (miembros varones de la familia)				
Mujer (miembros mujeres de la familia)				
*otro – hombre				
*otro - mujer				

\*Corresponde si contrato a personas para la ejecución de dichas actividades

28. ¿Cuáles fueron las razones por las cuales dejó de cultivar los siguientes productos? - Coloque SI o NO, según sea el caso:

Producto	Plagas	Altos costos de mantenimiento del cultivo	Escasa disponibilidad de agua de riego	Bajo precio del producto	Competencia	Enfermedad del agricultor
Maíz						
Mora						
Papa						
Tomate de árbol						

#### ACTIVIDAD PECUARIA

29. ¿Quién/es se dedican a la actividad pecuaria en el hogar?

a. Usted: \_\_\_\_\_

c. Hijo/a: \_\_\_\_\_

b. Esposo/sa: \_\_\_\_\_

d. Otros (cuñado, nieto, etc.): \_\_\_\_\_

30. ¿Cuáles de los siguientes animales usted cría?

Tipo de animal – actividad pecuaria	Cantidad
Ganado de leche	
Cerdos	
Cuyes	
Conejos	
Gallinas	
Otros – ¿cuál/es?:	

31. ¿Cuánto espacio de sus terrenos destina para la ganadería? \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup> /ha /cuadra / solar

5





32. ¿Cuántos litros de leche producen sus vacas (más o menos)? (PREGUNTA SOLO PARA QUIENES SE DEDICAN A LA GANADERÍA) \_\_\_\_\_ Litros

33. ¿Con qué alimenta a sus animales?

Colocar una X según corresponda y en Otro especificar el alimento:

Tipo de animal	FORRAJE	BALANCEADO	OTRO	PRODUCE	COMPRA
Ganado de leche					
Cerdos					
Cuyes					
Conejos					
Gallinas					
Otros – ¿cuál/es?:					

34. ¿Quién realiza de manera exclusiva o quién realiza la mayor parte de las veces las siguientes actividades pecuarias?

Genero	Alimentación	Ordeño	Cuidado
Hombre (miembros varones de la familia)			
Mujer (miembros mujeres de la familia)			
Otro – hombre			
Otro – mujer			

35. ¿La actividad pecuaria que realiza usted, le genera un mayor ingreso para su familia respecto que al sembrar productos agrícolas?

a. SI \_\_\_\_\_ b. NO \_\_\_\_\_

36. Los costos para mantener su actividad pecuaria, respecto a los costos en la actividad agrícola, son:

a. Mas altos \_\_\_\_\_ d. Algo menor \_\_\_\_\_  
b. Ligeramente más alto \_\_\_\_\_ e. Mucho menor \_\_\_\_\_  
c. Igual \_\_\_\_\_

37. Las actividades pecuarias respecto a la actividad agrícola, son para usted:

a. Más fácil \_\_\_\_\_ d. Medianamente más difícil \_\_\_\_  
b. Medianamente fácil \_\_\_\_\_ e. Más difícil \_\_\_\_\_  
c. Igual \_\_\_\_\_

38. ¿Ha tenido pérdidas de sus animales – muerte del animal?

a. SI \_\_\_\_\_ b. NO \_\_\_\_\_



39. Por qué razón:

- a. Enfermedades \_\_\_\_\_ c. Otro – especifique: \_\_\_\_\_  
b. Falta de alimento \_\_\_\_\_

40. ¿Quién vende los productos que produce (agrícola o pecuario)?

- a. USTED \_\_\_\_\_  
b. ESPOSO/SA \_\_\_\_\_  
c. OTRO - ¿QUIÉN? \_\_\_\_\_

### SECCIÓN 3. ACCESO AL AGUA DE RIEGO<sup>1</sup>

41. ¿De dónde proviene el agua que utiliza para el riego?

- a. Canal de riego \_\_\_\_\_ e. Reservorio - almacenamiento de agua de  
quebradas, ríos \_\_\_\_\_  
b. Río, quebrada, estero \_\_\_\_\_  
c. Pozo de agua \_\_\_\_\_ f. Otra fuente \_\_\_\_\_  
d. Reservorio que captura solo agua de lluvia  
(cosecha agua lluvia) \_\_\_\_\_

42. ¿Cuánto paga aproximadamente por el agua de riego al año? USD\$ \_\_\_\_\_

43. ¿Cada que tiempo tiene turno de riego? Cada \_\_\_\_\_ veces al día / semana / mes

44. ¿Por cuánto tiempo? \_\_\_\_\_ minutos / horas / días

45. ¿Para qué área de terreno de cultivo tienen esa cuota de agua?

\_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>/ha/cuadra/solar

46. ¿Tiene equipos, mangueras, aspersores, etc. Para el riego?

- a. SI \_\_\_\_\_ b. NO \_\_\_\_\_

47. ¿Cuál es el principal sistema de riego que utiliza?

- a. Goteo \_\_\_\_\_ d. Gravedad \_\_\_\_\_  
b. Aspersión \_\_\_\_\_ e. Otro, ¿cuál? \_\_\_\_\_  
c. Bombeo \_\_\_\_\_

<sup>1</sup> INEC, [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/CNA/Cuestionario\\_Censal\\_CNA.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/CNA/Cuestionario_Censal_CNA.pdf) (Consultado 15 de agosto de 2021).





**SECCIÓN 4: CONOCIMIENTO CAMBIO CLIMÁTICO:**

48. De acuerdo a su percepción, el clima respecto a cuando usted inició el cultivo de sus productos, respecto a cómo es ahora, se ha vuelto:

CLIMA	MAÑANA	TARDE	NOCHE
MAS FRIO			
MAS HUMEDO			
MAS SECO			
MAS CALIENTE			
LLUEVE MÁS			
SIGUE IGUAL QUE HACE 3 AÑOS ATRÁS			

49. De acuerdo a su percepción, en los últimos 3 años las épocas de invierno y época de sol, conocidas también como invierno y verano han durado:

Época de sol:

- a. Cada vez mucho menos que otros años \_\_\_\_\_  
 b. Cada vez menos que otros años \_\_\_\_\_  
 c. Igual que otros años \_\_\_\_\_  
 d. Cada vez más que otros años \_\_\_\_\_  
 e. Cada vez mucho más que otros años \_\_\_\_\_

Época de lluvia:

- a. Cada vez mucho menos que otros años \_\_\_\_\_  
 b. Cada vez menos que otros años \_\_\_\_\_  
 c. Igual que otros años \_\_\_\_\_  
 d. Cada vez más que otros años \_\_\_\_\_  
 e. Cada vez mucho más que otros años \_\_\_\_\_

50. ¿Usted considera que ha necesitado más agua de riego para sus cultivos año tras año?

- a. SI \_\_\_\_\_  
 b. NO \_\_\_\_\_

51. Cuando usted inició en los cultivos de papa, maíz, mora y/o tomate de árbol, las condiciones del suelo eran:

Cultivo	Buena	Regular	Mala	Requirió abonar	
Papa				Si	No
Maíz				Si	No
Tomate de árbol				Si	No
Mora				Si	No



52. De acuerdo a su percepción, en el último año como se encuentra el suelo para la siembra o cultivo en general

- a. Aún muy buena – no requiere incorporar abono o fertilizante adicional
- b. Buena – pero requiere abonar solo previo a la siembra
- c. Regular – requiere abonar y fertilizar para sembrar
- d. Mala – requiere abonar, fertilizar y usar plaguicidas
- e. Muy mala – no pude sembrar este último año

53. ¿Para mejorar la condición del suelo, usted usa?

- a. Fertilizantes (nitrogenados, NPK, combinaciones binarias) \_\_\_\_\_
- b. Abonos (estiércol, guano, compost, turba, extractos hímicos, etc.) \_\_\_\_\_
- c. Ambos \_\_\_\_\_

54. ¿Para el mantenimiento de sus cultivos, ha tenido que usar herbicidas, fungicidas e insecticidas?

- a. SI \_\_\_\_\_
- b. NO \_\_\_\_\_

55. ¿Tiene o tenía cercas vivas en su terreno de siembra?

- a. SI \_\_\_\_\_
- b. NO \_\_\_\_\_

56. ¿Conoce los beneficios de las cercas vivas?

- a. SI \_\_\_\_\_
- b. NO \_\_\_\_\_

57. ¿Cómo realiza el cultivo de sus productos?

Cultivo	Solo	Combinado (cobertura viva) Ej.: maíz - frejol	Campo abierto	Invernadero
Papa				
Maíz				
Tomate de árbol				
Mora				
Otros: _____				

58. Usted antes o después de la siembra:

- a. Quema los residuos de la cosecha si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_
- b. Tala y/o poda parcialmente para que residuos se descompongan gradualmente si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_
- c. Aplica la técnica cero labranzas si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

59. En los últimos 3 años, la cantidad cosechada de sus cultivos han:

- a. Aumentado \_\_\_\_\_
- b. Sigue Igual \_\_\_\_\_
- c. Disminuido \_\_\_\_\_





¿Por qué? \_\_\_\_\_

60. De acuerdo a su percepción, el último año, los vientos han sido:

- a. Igual \_\_\_\_\_ c. menos fuertes \_\_\_\_\_  
b. más fuertes \_\_\_\_\_

61. En época de lluvia, la cantidad de agua en este último año, respecto a años anteriores:

- a. Sigue igual \_\_\_\_\_ c. Disminuido: \_\_\_\_\_  
b. Aumentado: \_\_\_\_\_

62. En caso de haber disminuido la cantidad cosechada, las causas de la reducción del rendimiento a que se debió:

Coloque una (x)

Producto	Plagas	Heladas	Sequías	Exceso lluvias	Limitada disponibilidad de agua
Maíz					
Papa					
Mora					
Tomate de árbol					

63. La disponibilidad o acceso al agua riego, respecto a cuando inicio sus actividades agrícolas en los productos de estudio es:

- a. Igual \_\_\_\_\_ b. Menor \_\_\_\_\_ c. Mayor \_\_\_\_\_

64. ¿Ha escuchado hablar sobre el cambio climático?

- a. SI \_\_\_\_\_ b. NO \_\_\_\_\_

En caso negativo: sabía que se provoca de manera natural: actividades volcánicas, descomposición de materia orgánica, etc., y por el hombre: tala de árboles, humo de escape de los autos, fábricas, producción indiscriminada de basura, etc., que producen que provoca cambios en el clima: sequías, lluvias, deslaves, plagas, etc.

Con lo anteriormente indicado:

65. ¿Cree que el cambio climático ha afectado o está afectando sus cultivos?

- a. SI \_\_\_\_\_ b. NO \_\_\_\_\_

66. ¿Qué acciones realiza usted para mitigar los efectos del cambio climático?

- a. Reciclar: \_\_\_\_\_  
b. Apaga las luces de las habitaciones donde no hay nadie: \_\_\_\_\_



- c. Separa la basura (papel, orgánico, plásticos): \_\_\_\_\_
- d. Siembra árboles: \_\_\_\_\_
- e. No usa agroquímicos en sus cultivos: \_\_\_\_\_
- f. No quema la basura: \_\_\_\_\_
- g. Si está fuera de casa, no bota basura en la calle: \_\_\_\_\_
- h. Consume alimentos frescos en vez de procesados: \_\_\_\_\_
- i. Otro: \_\_\_\_\_

**SECCIÓN 5: SEGURIDAD ALIMENTARIA**

67. ¿Ha escuchado o sabe que es la seguridad alimentaria?

- a. SI \_\_\_\_\_
- b. NO \_\_\_\_\_

En caso negativo: sabía que la seguridad alimentaria existe cuando todas las personas pueden tener en forma continua el acceso a los alimentos que ayuden en la nutrición que necesitan en la familia, para que estén sanos y fuertes, crezcan bien y sobre todo, que estos alimentos no deben enfermarlos.

68. ¿Qué cantidad de producto que usted produce o producía lo destina al consumo familiar, tomando como referencia:

- Si tengo 10 choclos (mazorca), cuántos dejo para consumir en casa y cuántos vendo?
- Si mi vaca produce 10 litros de leche, cuántos litros dejo para consumir en casa y cuántos vendo?

Con base en la relación dada, como es el consumo o venta de los productos que si produce usted:

Producto	Consumo familia (cantidad sobre 10)	Vendo (cantidad sobre 10)
Maíz		
Mora		
Papa		
Tomate de árbol		
*Otro- cual:		

\* El encuestador, posteriormente debe realizar el cálculo de un promedio de los "otros" para que se ajuste al rango de análisis

69. Los productos que destina para el consumo familiar son de manera:

- a. Mensual: \_\_\_\_\_
- b. Semanal: \_\_\_\_\_
- c. Diario: \_\_\_\_\_

70. ¿Ha tenido que trasladarse a largas distancias para vender los alimentos que produce?

- a. SI \_\_\_\_\_
- b. NO \_\_\_\_\_

71. Las condiciones del camino para poder sacar sus productos para la venta son:

- a. Buena \_\_\_\_\_
- b. Mala \_\_\_\_\_



72. El medio de transporte que usa para sacar sus productos para la venta es:
- Propio \_\_\_\_\_
  - Alquilado - flete \_\_\_\_\_
73. ¿Los ingresos familiares le permiten comprar todos los alimentos que necesita su familia?
- SI \_\_\_\_\_
  - NO \_\_\_\_\_ ¿por qué, a que se ha destinado? \_\_\_\_\_
74. Del total del ingreso familiar, ¿cuánto destina a la compra de alimentos?
- Todo: \_\_\_\_\_
  - Un poco más de la mitad \_\_\_\_\_
  - Mita: \_\_\_\_\_
  - Menos de la mitad: \_\_\_\_\_
75. ¿Ha tenido que trasladarse a largas distancias para poder comprar los alimentos que no produce?
- SI \_\_\_\_\_
  - NO \_\_\_\_\_
76. ¿Los alimentos que usted no produce, dónde los adquiere?
- Mercado \_\_\_\_\_
  - Supermercado \_\_\_\_\_
  - Feria \_\_\_\_\_
  - Tienda \_\_\_\_\_
  - Con los vecinos \_\_\_\_\_
77. ¿Qué miembro de la familia elige que productos se consume en el hogar?
- Padre \_\_\_\_\_
  - Madre \_\_\_\_\_
  - Hijos \_\_\_\_\_
78. ¿Cuántos días a la semana come los siguientes productos en su familia?

PRODUCTOS FRESCOS	SEMIPROCESADOS	PROCESADOS	ULTRAPROCESADOS
Ej.: vegetales, carne, pollo, fruta, jugo natural, yogur natural	Ej.: chocolate, café, tallarines, frutos secos.	Ej.: aceite vegetal, sal, azúcar, enlatados, carne curada, queso, mermeladas.	Ej.: Gaseosas, Helados, bebidas energizantes, pizzas, enlatados, formulas de bebe, embutidos, pan.

79. ¿Usted o algún miembro de su familia ha dejado de comer o ha sentido hambre el último año?
- SI \_\_\_\_\_
  - NO \_\_\_\_\_
80. ¿Los productos que usted produce le alcanza a alimentarse usted y a su familia?
- SI \_\_\_\_\_
  - NO \_\_\_\_\_



81. Posee los siguientes servicios básicos en el hogar:

- a. Agua: \_\_\_\_\_
- b. Luz: \_\_\_\_\_
- c. Alcantarillado público: \_\_\_\_\_
- d. Pozo séptico: \_\_\_\_\_
- e. Letrina \_\_\_\_\_
- f. Internet en casa \_\_\_\_\_
- g. Internet en su celular \_\_\_\_\_
- h. Teléfono móvil: \_\_\_\_\_
- i. Teléfono fijo: \_\_\_\_\_

82. El agua que usted dispone para el consumo del hogar es:

- a. Agua entubada: \_\_\_\_\_
- b. Agua lluvia: \_\_\_\_\_
- c. Agua embotellada: \_\_\_\_\_
- d. Agua de río: \_\_\_\_\_
- e. Agua de pozo: \_\_\_\_\_
- f. Otra fuente de agua: \_\_\_\_\_

83. El costo del agua de consumo familiar es:

- a. Barato: \_\_\_\_\_
- b. Algo costoso: \_\_\_\_\_
- c. Caro: \_\_\_\_\_

84. ¿Usted o algún miembro de la familia se ha enfermado en el último año?

- a. SI \_\_\_\_\_
- b. NO \_\_\_\_\_

85. ¿Con que frecuencia?

- a. 1 vez \_\_\_\_\_
- b. 2 veces \_\_\_\_\_
- c. 3 veces \_\_\_\_\_
- d. más de tres veces \_\_\_\_\_

86. ¿Qué tipo de afección, se ha presentado con más frecuencia en la familia?

- a. Estomacal \_\_\_\_\_
- b. Dolor de cabeza \_\_\_\_\_
- c. Gripe (influenza) \_\_\_\_\_
- d. Accidente – especifique: \_\_\_\_\_
- e. Otro – especifique: \_\_\_\_\_

87. ¿Algún miembro de su familia ha padecido de COVID?

- a. SI \_\_\_\_\_
- b. NO \_\_\_\_\_

88. ¿Usted ha padecido de COVID?

- a. SI \_\_\_\_\_
- b. NO \_\_\_\_\_

89. ¿Para el caso de haber padecido alguna enfermedad, usted cree o considera que pudo ser por los alimentos que consumió?

- a. SI \_\_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_
- b. NO \_\_\_\_\_ ¿por qué? \_\_\_\_\_

## Anexo 2. Estadísticos Descriptivos

		AREA TERRENO AGRICOLA	AREA DE TERRENO PECUARIA	TIPOS DE CULTIVOS	AREA DE TERRENO VIVIENDA	COSTO INSUMOS AGRICOLAS	ABANDONO CULTIVO POR PLAGAS
N	Válidos	610	610	610	610	610	610
	Perdidos	0	0	0	0	0	0
Media				2,89		3,05	1,81
Mediana				3,00		3,00	2,00
Desv. Desviación				1,446		1,383	,389
Mínimo				1		1	1
Máximo				5		6	2

DISMINUCION COSECHAS - PLAGAS	DISMINUCION COSECHAS - HELADAS	DISMINUCION COSECHAS - SEQUIAS	DISMINUCION COSECHAS - EXCESO LLUVIAS	DISMINUCION COSECHAS - FALTA AGUA DE RIEGO	AUTOPRODUCCION - ALIMENTACION HOGAR	NECESIDAD AGUA DE RIEGO
592	592	592	592	592	592	592
18	18	18	18	18	18	18
2,13	2,38	2,46	2,44	2,50	1,14	1,28
3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,00	1,00
,964	,744	,638	,663	,570	,349	,450
1	1	1	1	1	1	1
3	3	3	3	3	2	2

CLIMA - MAS FRIO	CLIMA - MAS HUMEDO	CLIMA - MAS SECO	CLIMA - MAS CALIENTE	CLIMA - LLUEVE MAS	TIPOS DE CULTIVOS	CONDICION DEL SUELO AL INICIAR CULTIVOS
592	592	592	592	592	592	592
18	18	18	18	18	18	18
1,64	1,75	1,96	1,90	2,61	2,83	2,82
1,00	1,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00
,943	1,004	,658	,666	,811	1,423	2,381
1	1	1	1	1	1	1
4	4	4	4	4	5	7

USO QUIMICOS MANTENIMIENTO- PRODUCCION CULTIVOS	MANEJO DEL SUELO - INCORPORACION RESIDUOS	CANTON	ALTITUDmsnm	ABANDONO CULTIVO POR ESCASA DISPONIBILIDAD AGUA DE RIEGO
592	592	610	610	610
18	18	0	0	0
1,15	1,25	2,02	3070,05	1,98
1,00	1,00	2,00	3060,00	2,00
,356	,435	,779	237,800	,145
1	1	1	2187	1
2	2	3	3514	2

*Anexo 3. Coeficiente Rho de Spearman Correlaciones*

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	Coeficiente de correlación	1,000	,223*	,123*	0,073	,261*	,098*	-0,013	,125*	0,060	-0,027	-0,077	0,010	0,043	0,049	0,015	-0,101*	-0,073	,107*	0,070	,106*	,088*	,093*	,157*
	Sig. (bilateral)		0,000	0,002	0,073	0,000	0,016	0,752	0,002	0,144	0,516	0,060	0,809	0,299	0,232	0,711	0,014	0,076	0,009	0,088	0,010	0,032	0,023	0,000
	N	610	610	610	610	610	610	610	610	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
2	Coeficiente de correlación	,223*	1,000	0,036	-0,028	0,069	-0,017	0,018	-0,066	-0,013	-0,046	0,015	-0,055	-0,022	0,003	-0,009	0,023	-0,017	0,075	0,060	,094*	0,059	0,073	-0,100*
	Sig. (bilateral)	0,000		0,375	0,487	0,087	0,669	0,654	0,110	0,754	0,260	0,723	0,184	0,591	0,936	0,824	0,569	0,675	0,070	0,143	0,023	0,151	0,077	0,015
	N	610	610	610	610	610	610	610	610	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
3	Coeficiente de correlación	,123*	0,036	1,000	0,040	,317*	0,061	,080*	0,007	-0,062	0,072	-0,028	0,001	0,042	-0,017	0,003	0,039	-0,086*	0,001	0,018	-0,020	-0,012	-0,015	0,059
	Sig. (bilateral)	0,002	0,375		0,330	0,000	0,134	0,047	0,865	0,131	0,079	0,492	0,987	0,308	0,684	0,942	0,349	0,037	0,989	0,670	0,620	0,772	0,716	0,152
	N	610	610	610	610	610	610	610	610	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592

4	Coeficiente de correlación	0,073	-0,028	0,040	1,000	0,041	0,039	0,010	0,023	0,022	0,034	0,036	0,024	0,043	0,029	0,052	0,049	0,042	0,026	0,049	0,036	0,053	0,028	0,023
	Sig. (bilateral)	0,073	0,487	0,330		0,314	0,335	0,807	0,575	0,598	0,413	0,383	0,562	0,297	0,482	0,211	0,238	0,312	0,529	0,237	0,380	0,199	0,489	0,569
	N	610	610	610	610	610	610	610	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
5	Coeficiente de correlación	,261*	0,069	,317*	0,041	1,000	-0,008	-0,010	0,080	0,016	-0,041	-0,058	,099*	,121*	-0,014	0,018	0,062	-0,064	0,055	0,038	0,029	0,030	0,045	0,024
	Sig. (bilateral)	0,000	0,087	0,000	0,314		0,838	0,807	0,053	0,698	0,322	0,160	0,016	0,003	0,736	0,662	0,135	0,121	0,182	0,350	0,479	0,460	0,275	0,554
	N	610	610	610	610	610	610	610	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
6	Coeficiente de correlación	,098*	-0,017	0,061	0,039	-0,008	1,000	,309*	-0,038	-0,001	-0,019	0,040	0,009	0,071	0,066	,082*	-0,016	-0,016	0,024	0,002	0,027	0,027	0,012	0,048
	Sig. (bilateral)	0,016	0,669	0,134	0,335	0,838		0,000	0,350	0,979	0,640	0,334	0,826	0,084	0,108	0,045	0,691	0,696	0,567	0,955	0,507	0,508	0,773	0,243
	N	610	610	610	610	610	610	610	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
7	Coeficiente de correlación	-0,013	0,018	,080*	0,010	-0,010	,309*	1,000	-0,032	-0,076	-0,003	0,003	-0,021	0,010	0,043	0,078	-0,007	-0,054	-0,007	-0,021	-0,012	-0,003	-0,018	0,024
	Sig. (bilateral)	0,752	0,654	0,047	0,807	0,807	0,000		0,438	0,065	0,942	0,934	0,617	0,813	0,299	0,059	0,860	0,189	0,866	0,614	0,774	0,943	0,662	0,558
	N	610	610	610	610	610	610	610	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
8	Coeficiente de correlación	,125*	-0,066	0,007	0,023	0,080	-0,038	-0,032	1,000	,086*	,082*	,160*	,121*	0,050	0,007	0,055	0,016	-0,079	0,025	0,035	-0,001	0,035	0,027	0,036
	Sig. (bilateral)	0,002	0,110	0,865	0,575	0,053	0,350	0,438		0,036	0,047	0,000	0,003	0,220	0,858	0,181	0,696	0,055	0,552	0,396	0,971	0,397	0,511	0,383
	N	610	610	610	610	610	610	610	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592

	N	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	
9	Coefficiente de correlación	0,060	-0,013	-0,062	0,022	0,016	-0,001	-0,007	,086*	1,000	-0,041	,126*	,120*	0,007	-0,016	-0,031	,082*	0,014	0,049	0,049	0,052	0,072	0,041	-0,018
	Sig. (bilateral)	0,144	0,754	0,131	0,598	0,698	0,979	0,065	0,036		0,323	0,002	0,003	0,866	0,690	0,453	0,047	0,728	0,238	0,234	0,207	0,081	0,317	0,663
	N	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
10	Coefficiente de correlación	-0,027	-0,046	0,072	0,034	-0,041	-0,019	-0,003	,082*	-0,041	1,000	,391*	,262*	0,054	0,007	0,010	0,028	-0,030	,116*	,094*	,137*	,096*	,121*	-0,051
	Sig. (bilateral)	0,516	0,260	0,079	0,413	0,322	0,640	0,942	0,047	0,323		0,000	0,000	0,189	0,862	0,806	0,490	0,466	0,005	0,022	0,001	0,019	0,003	0,220
	N	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
11	Coefficiente de correlación	-0,077	0,015	-0,028	0,036	-0,058	0,040	0,003	,160*	,126*	,391*	1,000	,191*	0,037	-0,013	0,073	0,002	-0,053	,089*	,099*	,104*	-0,061	-0,086*	0,034
	Sig. (bilateral)	0,060	0,723	0,492	0,383	0,160	0,334	0,934	0,000	0,002	0,000		0,000	0,369	0,751	0,077	0,959	0,195	0,030	0,016	0,011	0,139	0,036	0,411
	N	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
12	Coefficiente de correlación	0,010	-0,055	0,001	0,024	,099*	0,009	-0,021	,121*	,120*	,262*	,191*	1,000	0,073	0,014	0,014	0,010	-0,008	0,031	0,032	0,007	0,053	0,042	-0,078
	Sig. (bilateral)	0,809	0,184	0,987	0,562	0,016	0,826	0,617	0,003	0,003	0,000	0,000		0,075	0,743	0,740	0,816	0,848	0,446	0,433	0,868	0,197	0,313	0,059
	N	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
13	Coefficiente de correlación	0,043	-0,022	0,042	0,043	,121*	0,071	0,010	0,050	0,007	0,054	0,037	0,073	1,000	0,015	0,019	,173*	0,060	0,000	0,009	0,022	-0,003	0,008	0,069
	Sig. (bilateral)	0,299	0,591	0,308	0,297	0,003	0,084	0,813	0,220	0,866	0,189	0,369	0,075		0,716	0,651	0,000	0,145	1,000	0,835	0,597	0,419	0,841	0,091

	N	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	
14	Coefficiente de correlación	0,049	-0,003	-0,017	0,029	-0,014	0,066	0,043	0,007	-0,016	0,007	-0,013	0,014	0,015	1,000	,539*	-0,067	0,019	,349*	,337*	,341*	,346*	,360*	-0,022
	Sig. (bilateral)	0,232	0,936	0,684	0,482	0,736	0,108	0,299	0,858	0,690	0,862	0,751	0,743	0,716		0,000	0,105	0,645	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,594
	N	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
15	Coefficiente de correlación	0,015	-0,009	0,003	0,052	0,018	,082*	0,078	0,055	-0,031	0,010	0,073	0,014	0,019	,539*	1,000	-0,003	-0,001	,339*	,340*	,337*	,328*	,344*	-0,051
	Sig. (bilateral)	0,711	0,824	0,942	0,211	0,662	0,045	0,059	0,181	0,453	0,806	0,077	0,740	0,651	0,000		0,940	0,982	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,213
	N	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
16	Coefficiente de correlación	-0,101*	0,023	0,039	0,049	0,062	-0,016	-0,007	0,016	-0,082*	0,028	0,002	0,010	,173*	-0,067	-0,003	1,000	-0,069	0,055	0,078	0,067	0,072	0,055	0,007
	Sig. (bilateral)	0,014	0,569	0,349	0,238	0,135	0,691	0,860	0,696	0,047	0,490	0,959	0,816	0,000	0,105	0,940		0,095	0,180	0,058	0,102	0,079	0,185	0,865
	N	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
17	Coefficiente de correlación	-0,073	-0,017	,086*	0,042	-0,064	-0,016	-0,054	0,079	0,014	-0,030	-0,053	-0,008	0,060	0,019	-0,001	1,000	0,069	0,041	0,041	0,074	0,023	0,069	-0,037
	Sig. (bilateral)	0,076	0,675	0,037	0,312	0,121	0,696	0,189	0,055	0,728	0,466	0,195	0,848	0,145	0,645	0,982		0,095	0,234	0,316	0,070	0,584	0,092	0,375
	N	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
18	Coefficiente de correlación	,107*	0,075	0,001	0,026	0,055	0,024	-0,007	0,025	0,049	-0,116*	-0,089*	0,031	0,000	,349*	,339*	0,055	0,049	1,000	,937*	,955*	,941*	,966*	-0,069
	Sig. (bilateral)	0,009	0,070	0,989	0,529	0,182	0,567	0,866	0,552	0,238	0,005	0,030	0,446	1,000	0,000	0,000	0,180	0,234		0,000	0,000	0,000	0,000	0,095

	N	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	
19	Coefficiente de correlación	0,070	0,060	0,018	0,049	0,038	0,002	-0,001	0,035	0,049	-0,094*	-0,099*	0,032	0,009	,337*	,340*	0,078	0,041	,937*	1,000	,937*	,940*	,944*	-0,066
	Sig. (bilateral)	0,088	0,143	0,670	0,237	0,350	0,955	0,614	0,396	0,234	0,022	0,016	0,433	0,835	0,000	0,000	0,058	0,316	0,000		0,000	0,000	0,000	0,108
	N	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
20	Coefficiente de correlación	,106*	,094*	-0,020	0,036	0,029	0,027	-0,012	-0,001	0,052	-0,137*	-0,104*	0,007	0,022	,341*	,337*	0,067	0,074	,955*	,937*	1,000	,941*	,962*	-0,088*
	Sig. (bilateral)	0,010	0,023	0,620	0,380	0,479	0,507	0,774	0,971	0,207	0,001	0,011	0,868	0,597	0,000	0,000	0,102	0,070	0,000	0,000		0,000	0,000	0,031
	N	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
21	Coefficiente de correlación	,088*	0,059	-0,012	0,053	0,030	0,027	-0,003	0,035	0,072	-0,096*	-0,061	0,053	-0,033	,346*	,328*	0,072	0,023	,941*	,940*	,941*	1,000	,952*	-0,055
	Sig. (bilateral)	0,032	0,151	0,772	0,199	0,460	0,508	0,943	0,397	0,081	0,019	0,139	0,197	0,419	0,000	0,000	0,079	0,584	0,000	0,000	0,000		0,000	0,185
	N	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
22	Coefficiente de correlación	,093*	0,073	-0,015	0,028	0,045	0,012	-0,018	0,027	0,041	-0,121*	-0,086*	0,042	0,008	,360*	,344*	0,055	0,069	,966*	,944*	,962*	,952*	1,000	-0,073
	Sig. (bilateral)	0,023	0,077	0,716	0,489	0,275	0,773	0,662	0,511	0,317	0,003	0,036	0,313	0,841	0,000	0,000	0,185	0,092	0,000	0,000	0,000	0,000		0,077
	N	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
23	Coefficiente de correlación	,157*	-0,100*	0,059	0,023	0,024	0,048	0,024	0,036	-0,018	-0,051	0,034	-0,078	0,069	-0,022	-0,051	0,007	-0,037	-0,069	-0,066	,088*	-0,055	-0,073	1,000
	Sig. (bilateral)	0,000	0,015	0,152	0,569	0,554	0,243	0,558	0,383	0,663	0,220	0,411	0,059	0,091	0,594	0,213	0,865	0,375	0,095	0,108	0,031	0,185	0,077	
	N	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592

N	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592	592
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

*Anexo 4. ANOVA Agricultura y cambio climático vs seguridad alimentaria*

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
ALTITUD	Entre grupos	932403,388	1	932403,388	16,521	,000
	Dentro de grupos	33298448,124	590	56438,048		
	Total	34230851,512	591			
CANTÓN	Entre grupos	3,796	1	3,796	6,463	,011
	Dentro de grupos	346,475	590	,587		
	Total	350,270	591			
TIPOS DE CULTIVOS	Entre grupos	,754	1	,754	,359	,550
	Dentro de grupos	1240,366	590	2,102		
	Total	1241,120	591			
ABANDONO CULTIVO POR PLAGAS	Entre grupos	,210	1	,210	1,368	,243
	Dentro de grupos	90,601	590	,154		
	Total	90,811	591			
CLIMA - MÁS HÚMEDO	Entre grupos	,327	1	,327	,325	,569
	Dentro de grupos	595,171	590	1,009		
	Total	595,498	591			
CLIMA - MÁS FRÍO	Entre grupos	,513	1	,513	,576	,448

	Dentro de grupos	525,568	590	,891		
	Total	526,081	591			
CLIMA - MÁS SECO	Entre grupos	,350	1	,350	,806	,370
	Dentro de grupos	255,905	590	,434		
	Total	256,255	591			
CLIMA - MÁS CALIENTE	Entre grupos	,171	1	,171	,386	,535
	Dentro de grupos	261,748	590	,444		
	Total	261,919	591			
ABANDONO CULTIVO POR ESCASA DISPONIBILIDAD AGUA DE RIEGO	Entre grupos	,007	1	,007	,344	,558
	Dentro de grupos	11,750	590	,020		
	Total	11,757	591			
CLIMA - LLUEVE MÁS	Entre grupos	3,336	1	3,336	5,111	,024
	Dentro de grupos	385,081	590	,653		
	Total	388,417	591			
DISMINUCIÓN COSECHAS - FALTA AGUA DE RIEGO	Entre grupos	1,089	1	1,089	3,364	,067
	Dentro de grupos	190,910	590	,324		
	Total	191,998	591			
DISMINUCIÓN COSECHAS - EXCESO LLUVIAS	Entre grupos	,482	1	,482	1,096	,296
	Dentro de grupos	259,329	590	,440		
	Total	259,811	591			
DISMINUCIÓN	Entre grupos	2,458	1	2,458	6,083	,014

COSECHAS - SEQUÍAS	Dentro de grupos	238,400	590	,404		
	Total	240,858	591			
DISMINUCIÓN COSECHAS - HELADAS	Entre grupos	1,290	1	1,290	2,336	,127
	Dentro de grupos	325,709	590	,552		
	Total	326,998	591			
DISMINUCIÓN COSECHAS - PLAGAS	Entre grupos	2,582	1	2,582	2,785	,096
	Dentro de grupos	546,916	590	,927		
	Total	549,498	591			
USO QUÍMICOS MANTENIMIENTO- PRODUCCIÓN CULTIVOS	Entre grupos	,004	1	,004	,029	,865
	Dentro de grupos	74,915	590	,127		
	Total	74,919	591			
CONDICIÓN DEL SUELO AL INICIAR CULTIVOS	Entre grupos	4,913	1	4,913	,867	,352
	Dentro de grupos	3344,748	590	5,669		
	Total	3349,660	591			
TIPOS DE CULTIVOS	Entre grupos	,644	1	,644	,317	,573
	Dentro de grupos	1196,465	590	2,028		
	Total	1197,108	591			
NECESIDAD AGUA DE	Entre grupos	,576	1	,576	2,861	,091

RIEGO	Dentro de grupos	118,876	590	,201		
	Total	119,453	591			