



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Proyecto de investigación previo a  
la obtención del título de  
Ingeniera ambiental.

**Título del Proyecto de Investigación:**

**“CAMBIO CLIMÁTICO Y SU EFECTO EN EL CULTIVO DE CACAO  
(*THEOBROMA CACAO* L.): CASO DE ESTUDIO CANTÓN MOCACHE,  
PROVINCIA LOS RÍOS”**

**Autora:**

**Angye Nicole Monserrate Suarez**

**Director del Proyecto de Investigación:**

**Ing. Yomber José Montilla López**

**Quevedo – Los Ríos – Ecuador.**

**2022**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Angye Nicole Monserrate Suarez**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

f. 

**Angye Nicole Monserrate Suarez**

**C.C. # 1208722379**



## **CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

El suscrito, **Ing. Yomber José Montilla López MSc.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Angye Nicole Monserrate Suarez**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**Cambio climático y su efecto en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L): caso de estudio cantón Mocache, provincia Los Ríos**”, previo a la obtención del título de ingeniería ambiental, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Firmado electrónicamente por:

**YOMBER JOSE  
MONTILLA  
LOPEZ**

.....  
**Ing. Yomber José Montilla López**

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



## CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito **Ing. Yomber José Montilla López MSc**, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe del Proyecto de Investigación titulado “**Cambio climático y su efecto en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L): caso de estudio cantón Mocache, provincia Los Ríos**”, presentado por la Srta. **Angye Nicole Monserrate Suarez**, estudiante de la Carrera de Ingeniería Ambiental, que fue revisado bajo mi dirección según resolución Centésima segunda del consejo directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, del 31 de enero del 2022 desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis de URKUND, el cual mostro 6% de similitud



### Document Information

Analyzed document	TESIS_MONSERRATE_ANGYE (1).docx (D146239308)
Submitted	10/12/2022 4:56:00 PM
Submitted by	
Submitter email	yMontilla@uteq.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	yMontilla.uteq@analysis.arkund.com



Firmado electrónicamente por:  
**YOMBER JOSE  
MONTILLA  
LOPEZ**

.....  
**Ing. Yomber José Montilla López**

**DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**Título:**

“Cambio climático y su efecto en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L): caso de estudio cantón Mocache, provincia Los Ríos”

Presentado a la Comisión directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniería Ambiental.

Aprobado por:

**YARELYS  
FERRER  
SANCHEZ**  
Firmado digitalmente por YARELYS  
FERRER SANCHEZ  
Nombre de reconocimiento (DN):  
cn=YARELYS FERRER SANCHEZ,  
serialNumber=080722171544,  
ou=ENTIDAD DE CERTIFICACION DE  
INFORMACION, o=SECURITY DATA  
S.A. 2, c=EC  
Fecha: 2022.11.09 16:16:16 -05'00'

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

Ing. Yarelys Ferrer Sánchez PhD.

**PEDRO HARRYS  
LOZANO  
MENDOZA**  
Firmado digitalmente  
por PEDRO HARRYS  
LOZANO MENDOZA  
Fecha: 2022.11.10  
06:23:39 -05'00'

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Pedro Lozano Mendoza MSc.



Firmado electrónicamente por:  
**ANGEL JOEL  
YEPEZ ROSADO**

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

Ing. Ángel Yépez Rosado MSc.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2022

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco primeramente a Dios por darme esa fortaleza para culminar mis estudios, a mis padres quienes han sido el pilar fundamental para continuar en esta carrera, agradezco su comprensión, apoyo y cuidado brindado a lo largo de todo este tiempo. Asimismo, agradezco a mis hermanas María y Tatiana, quienes me han regalado amor y alegrías a lo largo de este gran proceso.*

*Agradezco profundamente a mi novio quien me ha brindado su apoyo y motivación para cumplir con esta gran meta, agradezco por estar conmigo durante estos largos años, por corregirme, por confiar en mí, y especialmente agradezco por comprenderme y darme mi espacio para mis estudios.*

*Agradezco a mis amigas(o) Karen, Stefany, Narcisa, Anita, Nahomy y Darko quienes en su momento me brindaron su apoyo dentro de este largo proceso educativo. Por las risas, llantos, corajes y por todas las ocurrencias vividas a lo largo de este proceso.*

*Agradezco a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por darme la oportunidad de superarme como persona, por brindarme una educación de calidad. Asimismo, agradezco a la facultad de ciencia de la ingeniería y docentes por su motivación, paciencia y enseñanzas dejadas.*

*Mis profundos agradecimientos al Ing. Harrys Lozano, Ing. Yomber Montilla, Ing. Ángel Yépez, Blgo. Juan Pablo Urdánigo, Blga. Yarelys Ferrer, por la paciencia, apoyo y motivación a lo largo del desarrollo de mi tesis.*

**Angye Nicole Monserrate Suarez**

## **DEDICATORIA**

A mis padres José Monserrate y Manuela Cedeño,  
hermana Tatiana Monserrate y novio Luis  
Contreras por la motivación, esfuerzo y apoyo  
brindado a lo largo de mi proceso educativo.

**Angye Nicole Monserrate Suarez**

## RESUMEN EJECUTIVO

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los cultivos de mayor importancia en el Ecuador, representa el 1,97% del PIB nacional, el estudio tiene por objetivo evaluar las posibles consecuencias generadas por el cambio climático en el cultivo de cacao, en el cantón Mocache, Provincia Los Ríos, para aquello se realizó un formulario de preguntas en escala de Likert (menor a mayor) con una fiabilidad del 0,84 % del Alfa de Cronbach para conocer la percepción de los agricultores, para realizar la zonificación agroecológica futura se utilizó las variables agroclimáticas (temperatura y precipitación) y edafológicas (textura, materia orgánica, fertilidad, toxicidad entre otras.) bajo el modelo CMIP6 y trayectorias socioeconómicas compartidas (SSP1 Y SSP5), las cuales fueron modeladas en software ArcGIS para los periodos 2041-2060 y 2081-2100. Por otra parte, se diseñó una propuesta de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. El conocimiento que presentan los agricultores con respecto al cambio climático en gran parte es positivo, se debe al avance tecnológico que permite que la información llegue a nivel mundial. Además, una cantidad de aproximadamente 40% de agricultores están de acuerdo en que las intensas lluvias provocan la aparición de plagas y enfermedades en el cacao, tales como: escoba de bruja, mal de machete, mazorca negra y monilla. El suelo del cantón Mocache para el periodo 2041-2060 bajo los escenarios SSP1 Y SSP5 presentan cuatro categorías de zonas, la óptima, moderada, marginal y no apta; el análisis del escenario SSP1 alcanzando el 62,82% para la zona óptima como la más representativa, seguida de la zona moderada 30,82%. Para el escenario SSP5 las zonas moderadas 59,31%. El cambio climático incide negativamente en la producción del cultivo de cacao en el cantón Mocache, afectando la economía de los agricultores.

**Palabras claves:** cambio climático; SSP1; SSP5; escenario de altas emisiones; escenario de sustentabilidad.

## ABSTRACT

Cocoa (*Theobroma cacao* L. ) is one of the most important crops in Ecuador, representing 1.97% of the national GDP, the study aims to assess the possible consequences generated by climate change in the cultivation of cocoa in the canton of Mocache, Los Rios Province, for that a form of questions on a Likert scale (minor to major) with a reliability of 0,84 Cronbach's Alpha to know the perception of the farmers, to carry out the future agroecological zoning we used the agroclimatic variables (temperature and precipitation) and edaphological variables (texture, organic matter, fertility, toxicity, among others) under the CMIP6 model and the CMIP6 model. ) under the CMIP6 model and shared socioeconomic trajectories (SSP1 and SSP5), which were modeled in ArcGIS software for the periods 2041-2060 and 2081-2100. On the other hand, a proposal for climate change adaptation and mitigation measures was designed. Farmers' knowledge of climate change is largely positive, due to technological advances that allow information to reach a global level. In addition, approximately 40% of farmers agree that heavy rains cause the appearance of pests and diseases in cocoa, such as witches' broom, machete disease, black corn cob and monilla. The soil of the Mocache canton for the period 2041-2060 under the SSP1 and SSP5 scenarios presents four categories of zones, optimal, moderate, marginal and unsuitable; the analysis of the SSP1 scenario reached 62.82% for the optimal zone as the most representative, followed by the moderate zone 30.82%. For the SSP5 scenario, the moderate zones 59.31%. Climate change has a negative impact on cocoa crop production in the canton of Mocache, affecting the economy of farmers.

**Keywords:** climate change; SSP1; SSP5; high emissions scenario; sustainability scenario.

## TABLA DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS .....	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN EJECUTIVO .....	viii
ABSTRACT .....	ix
INTRODUCCIÓN.....	19
CAPÍTULO I.....	21
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
1.1. Problema de investigación.....	22
1.1.1. Planteamiento del problema.....	22
1.1.1.1. Diagnóstico.....	23
1.1.1.2. Pronóstico.....	23
1.1.2. Formulación del problema.....	23
1.1.3. Sistematización del problema.....	24
1.2. Objetivos.....	24
1.2.1. Objetivo General.....	24
1.2.2. Objetivos Específicos.....	24
1.3. Justificación.....	25
CAPÍTULO II.....	26
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	26
2.1. Marco conceptual.....	27
2.1.1. El Cacao.....	27
2.1.2. Clima.....	27
2.1.3. Precipitación.....	27
2.1.4. Cambio climático.....	27
2.1.5. Efecto invernadero.....	28
2.1.6. Emisiones.....	28
2.1.7. Escenarios climáticos.....	28
2.1.8. Vulnerabilidad.....	28

2.1.9.	Adaptación al cambio climático.....	29
2.1.10.	Mitigación al cambio climático.....	29
2.1.11.	Zonificación agroecológica.....	29
2.1.12.	Materia orgánica.....	29
2.1.13.	PH.....	30
2.1.14.	Textura del suelo.....	30
2.2.	Marco referencial.....	31
CAPÍTULO III .....		34
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....		34
3.1.	Localización.....	35
3.2.	Tipo de investigación.....	36
3.2.1.	Diagnóstico.....	36
3.2.2.	Investigación exploraría.....	36
3.3.	Métodos de investigación.....	36
3.3.1.	Método deductivo.....	36
3.3.2.	Método analítico.....	37
3.3.3.	Método descriptivo.....	37
3.4.	Fuentes de recopilación de información.....	37
3.5.	Diseño de la investigación.....	38
3.5.1.	Objetivo 1: Determinar la percepción de los agricultores ante los posibles efectos del cambio climático en la zona de estudio.....	38
3.5.1.	Modelar las zonas de distribución geográfica del cultivo de cacao, en el cantón Mocache, bajos las trayectorias socioeconómicas compartidas SSP.....	39
3.5.1.1.	Análisis de los escenarios a aplicar.....	39
3.5.1.1.1.	Modelo CMIP 6.....	39
3.5.1.1.2.	Supuestos de escenarios para los escenarios de referencia.....	39
3.5.1.1.2.1.	Escenario SSP 1.....	40
3.5.1.1.2.2.	Escenario SSP 5.....	41
3.5.1.2.	Elaboración de la cartografía temática.....	42
3.5.1.2.1.	Mejorar resolución con la técnica downscaling.....	42
3.5.1.2.2.	Análisis del uso de suelo en las zonas agroecológicas.....	43
3.5.1.2.3.	Modelación de la zonificación agroecológica.....	43
3.5.1.2.3.1.	Pasos de la zonificación agroecológica.....	44
3.5.1.2.3.1.1.	Paso 1: Parámetros agroecológicos para el cultivo de cacao.....	44

3.5.1.2.3.1.2. Paso 2: Estandarizar las puntuaciones.....	45
3.5.1.2.3.1.3. Paso 3: Determinar los pesos y agregar los criterios.....	45
3.5.1.2.3.1.4. Paso 4: Validar los resultados. ....	46
3.5.2.    Objetivo 3: Diseñar una propuesta de adaptación y mitigación ante los cambios del clima que pueden presentarse en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao L.</i> ) del cantón Mocache.....	46
3.6.    Instrumentos de investigación. ....	47
3.7.    Tratamiento de los datos.....	47
3.7.1.    Confiabilidad del cuestionario. ....	47
3.7.1.1.    Contraste en el modelo factorial. ....	48
3.7.1.2.    Rotación de componentes. ....	48
3.7.2.    Modelización.....	48
3.7.3.    Diseño de la propuesta. ....	49
3.8.    Recursos humanos y materiales.....	49
3.8.1.    Talento humano.....	49
3.8.2.    Materiales tecnológicos.....	49
3.8.3.    Materiales de oficina. ....	49
3.8.4.    Software. ....	49
CAPÍTULO IV .....	50
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	50
4.1.    Resultados.....	51
4.1.1.    Percepción de los agricultores ante los posibles efectos del cambio climático en la zona de estudio.....	51
4.1.1.1.    Análisis de fiabilidad. ....	51
4.1.1.2.    Contraste en el modelo factorial. ....	51
4.1.1.3.    Método de extracción: Análisis de Componentes principales. ....	51
4.1.1.4.    Varianza total. ....	52
4.1.1.5.    Método de rotación. ....	53
4.1.1.6.    Análisis por componentes. ....	54
4.1.1.6.1.    Componente 1: nivel de conocimiento sobre el cambio climático. ....	54
4.1.1.6.2.    Componente 2: Cambios ocurridos en el clima. ....	59
4.1.1.6.3.    Componente 3: Efectos del cambio climático. ....	62
4.1.2.    Modelar las zonas de distribución geográficas del cultivo de cacao, en el cantón Mocache, bajo las trayectorias socioeconómicas compartidas SSP.....	63

4.1.2.1.	Comparación de la zonificación agroecológica periodos (2041-2060) y (2081-2100).....	69
4.1.3.	Diseño de la propuesta. ....	70
4.1.3.1.	INTRODUCCIÓN. ....	70
4.1.3.2.	CONTEXTO INTERNACIONAL Y NACIONAL. ....	71
4.1.3.2.1.	Contexto internacional. ....	71
4.1.3.2.1.1.	Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.....	71
4.1.3.2.1.2.	Protocolo de Kyoto [De la Convención Marco sobre el Cambio Climático].....	72
4.1.3.2.2.	Contexto nacional. ....	72
4.1.3.2.2.1.	Marco Regulatorio Nacional de Cambio Climático:.....	72
4.1.3.2.3.	Contexto Local.....	74
4.1.3.3.	Líneas Estratégicas de la ENCC. ....	78
4.1.3.3.1.	Adaptación al cambio climático.....	78
4.1.3.3.2.	Mitigación del cambio climático. ....	79
4.1.3.4.	Plan de acción por líneas temáticas. ....	79
4.1.3.4.2.	LÍNEA TEMÁTICA 1: ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO. ...	79
4.1.3.4.1.1.1.	Educación Ambiental. ....	80
4.1.3.4.1.1.2.	Pólizas de seguro agrícola. ....	80
4.1.3.4.1.1.3.	Acceso a información climática. ....	80
4.1.3.4.1.1.4.	Cambio de fechas de siembra. ....	80
4.1.3.4.1.1.5.	Adopción de variedades mejoradas de semilla de cacao.....	80
4.1.3.4.1.1.6.	Pozos de almacenamiento de agua. ....	81
4.1.3.4.1.1.7.	Podas de rehabilitación.....	81
4.1.3.4.1.1.8.	Barreras vivas con ciruela. ....	81
4.1.3.4.1.2.	Metas: .....	81
4.1.3.4.1.3.	Línea de acción 2: Promover la implementación de estrategias que sustenten la economía de los agricultores, manteniendo el bienestar familiar.....	81
4.1.3.4.1.3.1.	Huertos pequeños. ....	82
4.1.3.4.1.3.2.	Ingresos complementarios.....	82
4.1.3.4.1.3.3.	Agroforestería: enriquecimiento forestal. ....	82
4.1.3.4.1.4.	Metas: .....	82
4.1.3.4.2.	LÍNEA TEMÁTICA 2: MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO. ....	83

4.1.3.4.2.1. Línea de acción 1: Incentivar a los agricultores al uso de estrategias que minimicen el impacto al medio ambiente. ....	83
4.1.3.4.2.1.1. Uso de agroquímicos con baja contaminación. ....	83
4.1.3.4.2.1.2. Erradicación de quemas (75). ....	83
4.1.3.4.2.1.3. Estiércol animal (Fertilizante). ....	83
4.1.3.4.2.1.4. Educación ambiental. ....	83
4.1.3.4.2.2. Metas: ....	84
4.1.3.4.2.3. Línea de acción 2: Aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en la producción del cultivo de cacao. ....	84
4.1.3.4.2.3.1. Reciclaje: compostaje. ....	84
4.1.3.4.2.4. Metas: ....	84
4.2. Discusión. ....	91
CAPITULO V .....	96
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	96
5.1. Conclusiones. ....	97
5.2. Recomendaciones. ....	98
CAPITULO VI .....	99
BIBLIOGRAFÍA .....	99
6.1. Bibliografía. ....	100
CAPITULO VII .....	109
ANEXOS .....	109

## ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Figura 1 Mapa de ubicación del cantón Mocache .....	35
Figura 2 Insumos y pasos previos para la zonificación. ....	43
Figura 3 ¿Está de acuerdo en que el cambio climático está fuera de nuestro control? .....	55
Figura 4 ¿Está de acuerdo en que es necesario informarse de los efectos del cambio climático en la agricultura? .....	56
Figura 5 ¿Está de acuerdo que las actividades humanas son la principal causa del cambio climático?.....	57
Figura 6 ¿Estaría de acuerdo en recibir alguna capacitación sobre las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático? .....	58
Figura 7 ¿Está de acuerdo en adoptar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático con la finalidad de mejorar el rendimiento del cacao? .....	59
Figura 8 ¿Está de acuerdo en que las intensas lluvias ocasionan la aparición de enfermedades tales como: escoba de bruja, mal de machete, mazorca negra y monilla? .....	60
Figura 9 ¿Está de acuerdo que el aumento de temperatura contribuye a la aparición de enfermedades y plagas en el cultivo de cacao? .....	61
Figura 10 ¿Está usted de acuerdo que la sequía e inundaciones son ocasionadas por el cambio climático?.....	62
Figura 11 ¿Ha sufrido cambios en la producción debido a la sequía? .....	63
Figura 12 Análisis del uso de suelo en las zonas agroecológicas en el escenario climático futuro SSP1 periodo (2041-2060). ....	64
Figura 13 Análisis del uso de suelo en las zonas agroecológicas en el escenario climático futuro SSP5 período (2041-2060). ....	65
Figura 14 Análisis del uso de suelo en las zonas agroecológicas en el escenario climático futuro SSP1 período (2081-2100). ....	67
Figura 15 Análisis del uso de suelo en las zonas agroecológicas en el escenario climático futuro SSP5 período (2081-2100). ....	68

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción genérica de los elementos de la historia y su traducción a los supuestos del modelo para SSP1.....	40
Tabla 2 Descripción genérica de los elementos de la historia y su traducción a los supuestos del modelo para SSP5.....	41
Tabla 3 Requerimientos agroecológicos para el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> ).....	44
Tabla 4 Pesos de cada variable.....	46
Tabla 5 Propuesta de mitigación y adaptación al cambio climático.....	47
Tabla 6 Preguntas resultantes de la aplicación del método de extracción.....	52
Tabla 7 Porcentaje acumulado de la suma de saturación al cuadrado de la rotación .....	53
Tabla 8 Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.....	53
Tabla 9 Superficie y porcentaje de la zonificación agroecológica SSP1. ....	64
Tabla 10 Superficie y porcentaje de la zonificación agroecológica SSP5. ....	66
Tabla 11 Superficie y porcentaje de la zonificación agroecológica SSP1. ....	67
Tabla 12 Superficie y porcentaje de la zonificación agroecológica SSP5. ....	69
Tabla 13 Matriz de proyectos y costos de los problemas específicos del cantón Mocache.....	74
Tabla 14 Lista de estrategias según línea de acción.....	85

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Preguntas del cuestionario .....	110
Anexo 3 Mapa de PH .....	112
Anexo 2 Mapa de drenaje .....	112
Anexo 4 Mapa de nivel freático .....	112
Anexo 5 Mapa de materia orgánica .....	112
Anexo 6 Mapa de toxicidad .....	112
Anexo 7 Mapa de profundidad .....	112

## CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Cambio climático y su efecto en el cultivo de cacao ( <i>Theobroma cacao</i> L.): caso de estudio cantón Mocache, provincia Los Ríos.				
Autor:	Monserrate Suarez, Angye Nicole				
Palabras clave:	Cambio climático	SSP1	SSP5	escenario de altas emisiones	escenario de sustentabilidad
Fecha de publicación:	Diciembre 2022				
Editorial:	Quevedo: EPN, 2022.				
Resumen:	<p>Resumen. - El cacao representa el 1,97% del PIB nacional, el estudio tiene por objetivo evaluar las consecuencias generadas por el cambio climático en el cultivo de cacao, cantón Mocache, Provincia Los Ríos, para aquello se realizó un formulario para conocer la percepción de los agricultores, para la ZAE futura se empleo variables agroclimáticas y edafológicas bajo las SSP1 Y SSP5 para 2041-2060 y 2081-2100, bajo el software ArcGIS. Por otra parte, se diseñó una propuesta de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático. El conocimiento que presentan los agricultores con respecto al cambio climático en gran parte es positivo y el suelo del cantón Mocache para los dos periodos bajo los escenarios SSP1 Y SSP5; serán aptas para a producción y desarrollo del cacao. (...)</p> <p><b>Abstract. - Cocoa accounts for 1.97% of the national GDP, the study aims to assess the consequences generated by climate change in the cultivation of cocoa, Mocache canton, Los Rios Province, for that a form was made to know the perception of farmers, for the future ZAE agroclimatic and edaphological variables were used under the SSP1 and SSP5 for 2041-2060 and 2081-2100, under the ArcGIS software. On the other hand, a proposal for climate change adaptation and mitigation measures was designed. The knowledge that farmers have regarding climate change is largely positive and the soil of the canton Mocache for the two periods under the SSP1 and SSP5 scenarios will be suitable for the production and development of cocoa. (...)</b></p>				
Descripción:	112 hojas: dimensiones 29 x 21 cm + CD-ROM 6162				
URI:					

## Introducción

El cacao, *Theobroma cacao L.*, es un árbol cuyo origen proviene de las regiones húmedas tropicales del norte de América del Sur y Centro América. Es un producto cotizado mundialmente debido a que, con sus semillas, se elabora chocolate y otros productos de interés comercial (1). Por tal motivo, es importante estudiar el impacto del cambio climático, el cual es un proceso a largo plazo y a gran escala con consecuencias tanto globales como locales (2). Al mismo tiempo agrega una dimensión muy significativa al complejo problema de garantizar que la agricultura en todo el mundo pueda alimentar a la creciente población humana. Garantizar la seguridad alimentaria debe reducir el daño ambiental, no aumentarlo (3).

Los impactos del cambio climático en la agricultura son un motivo clave de preocupación (4). Puesto que, los cambios a largo plazo en las temperaturas medias, precipitaciones y la variabilidad climática amenazan la producción agrícola (5), causando efectos adversos como sequías e inundaciones, deslizamiento y erosión, cambios fisiológicos del cultivo y plagas. Algunos de los impactos del cambio climático a los pequeños productores son: la pérdida de sus cultivos, inseguridad alimentaria y reducción de ingresos (6). No obstante, la interrelación entre el cambio climático y la agricultura, por un lado, la agricultura y los cambios en la cobertura del suelo, emiten gases de efecto invernadero (GEI) que contribuyen al cambio climático y, por otro lado, el cambio climático afecta a la agricultura (7).

El sector agrícola es diverso y está lleno de contrastes; representa una pequeña proporción de la economía mundial, pero sigue siendo central para la vida de millones de personas. En 2010, aproximadamente 2 600 millones de personas en el mundo dependían económicamente de este sector (8). Por tal motivo es probable que América Latina, y los medios de vida de su población, se ven significativamente afectados por el cambio climático (9), debido a que la agricultura representa el 10% del producto bruto interno (PBI) y contribuye con el 12% de las exportaciones agrícolas (10).

Particularmente el cacao es uno de los principales cultivos en el Ecuador, ocupando el 12% de la superficie cultivada (11). Aún más es uno de los productos tradicionales de exportación ecuatoriana. El cambio climático está influyendo en la cadena productiva del cacao

ecuatoriano (12). Por esta razón el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) a través del Programa Nacional de Cacao posee uno de los Bancos de Germoplasma de cacao con más de 2500 accesiones colectadas, con el fin de identificar genotipos que presenten características de alta producción, resistencia a las principales enfermedades que afectan al cultivo, adaptación a diferentes zonas agroecológicas y con excelentes atributos de calidad (13).

El objetivo del presente estudio es evaluar las posibles consecuencias generadas por el cambio climático en el cultivo de cacao en el cantón Mocache y proponer estrategias existentes de adaptación al cambio climática. Para cumplir con el objetivo se empleó una encuesta a los agricultores de cacao del cantón Mocache, la cual fue analizada por medio del programa estadístico SPSS. Por otra parte, se determinó la zonificación agroecológica futura con ayuda del programa ArcGIS para dos periodos 2041-2061 y 2081-2100; en la que se utilizó 11 variables entre ellas climáticas y edafológicas, y por último se propuso diez estrategias de adaptación al cambio climático fáciles de implementar con precios accesibles. El documento está organizado de la siguiente manera: El capítulo I la contextualización de la investigación. El capítulo II la fundamentación teórica de la investigación. El capítulo III la metodología, seguido del capítulo IV resultados y discusiones. Por último, el capítulo V las conclusiones y recomendaciones.

**CAPÍTULO I**  
**CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Problema de investigación.**

A continuación, se muestra la problemática que presenta la zona en estudio.

### **1.1.1. Planteamiento del problema.**

El aumento de la variabilidad climática ha exacerbado los problemas de seguridad alimentaria a los productores de la zona, por lo tanto, la disminución de la producción agrícola ha provocado un aumento de la migración a medida que los hogares intentan cubrir los gastos (14). Los gobiernos están tomando conciencia de los impactos del cambio climático en la agricultura, muchos están desarrollando políticas de adaptación dirigidas a los agricultores. Sin embargo, en muchos casos, los gobiernos carecen de información para desarrollarlos, si bien es cierto que existe información sobre los impactos del cambio climático en la agricultura y sobre las medidas de adaptación que podrían ayudar a minimizar los impactos, pero el problema radica en que la información que evalúa la vulnerabilidad de los pequeños agricultores es muy limitada (15).

Los pequeños agricultores de bajo recursos del cantón Mocache tienden a ser los más vulnerables al cambio climático debido a la dependencia de la agricultura, las pequeñas propiedades de tierra y la falta de activos y ahorros que les permitan cambiar las prácticas de subsistencia (16). Algunos de los efectos del cambio climático sobre la agricultura son: bajos rendimientos del cultivo e ingresos agrícolas, además afecta a las tierras agrícolas que en algunos casos se destruyen o degradan (17).

El aumento del cambio climático incide en la producción del cacao (*Theobroma cacao L.*), dicha incidencia se ve reflejada sobre la oferta de agua, debido a la variabilidad climática se produce un aumento de precipitaciones, la cual provoca inundaciones, dando paso a la aparición de plagas y enfermedades. No obstante, se dan aumentos de temperatura, lo que provoca degradación de las tierras.

#### **1.1.1.1. Diagnóstico.**

La incidencia de las actividades humanas origina un aumento del CO<sub>2</sub> contribuyendo así al cambio climático, siendo el sector agrícola la actividad económica que ocupa el tercer lugar con 18,17 % de emisiones a la atmósfera, debido a la falta de educación ambiental. En el cantón Mocache en los últimos años se ha evidenciado una reducción en la producción de cacao, aumento de plagas, enfermedades y proliferación de malas hierbas, lo cual afecta la economía de los agricultores y la seguridad alimentaria. Es decir, que el término ambiental aún es débil entre los productores y paradójicamente es una tendencia a nivel internacional que se impone en el mercado. Además, presentan dificultades para obtener créditos por parte de los pequeños productores de cacao tanto por el lado privado como por el lado público y el comercio informal dentro el recinto, lo cual provoca que los precios en la venta del quintal de cacao cambien en gran medida generando un bajo margen de ganancia (18).

#### **1.1.1.2. Pronóstico.**

El cambio climático registra un aumento notable debido a que es poco o nula la implementación de medidas de mitigación del cambio climático, por ende, los efectos de este fenómeno seguirán llegando a extremos inaceptables para el ser humano y la agricultura, de no implementar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático que ayude a contrarrestar en un futuro los efectos de este en el cultivo de cacao, los agricultores se verán gravemente afectados. Si las malas prácticas ambientales realizadas por los agricultores, la sociedad e industrias en la zona de estudio continúan, el cantón se verá afectado por la contaminación del suelo, cuerpos hídricos, sequía, inundaciones, proliferación de plagas y enfermedades; lo que representará un riesgo para la economía del cantón y los agricultores dedicados a la producción del cultivo de cacao.

#### **1.1.2. Formulación del problema.**

¿De qué manera el cambio climático afecta a la producción del cultivo de cacao en el cantón Mocache, provincia Los Ríos?

### **1.1.3. Sistematización del problema.**

¿Cuáles son los posibles efectos del cambio climático percibidos por los agricultores en el cultivo de cacao en la zona de estudio?

¿De qué manera influyen los escenarios climáticos en las zonas de distribución geográfica del cultivo de cacao?

¿Cuáles serán las estrategias de adaptación al cambio climático para aumento de la producción del cultivo de cacao en el cantón Mocache?

## **1.2. Objetivos.**

### **1.2.1. Objetivo General.**

Evaluar las posibles consecuencias generadas por el cambio climático en el cultivo de cacao en el cantón Mocache, provincia de Los Ríos.

### **1.2.2. Objetivos Específicos.**

- Determinar la percepción de los agricultores ante los posibles efectos del cambio climático en la zona de estudio.
- Modelar las zonas de distribución geográficas del cultivo de cacao, en el cantón Mocache, bajo las trayectorias socioeconómicas compartidas SSP.
- Diseñar una propuesta de adaptación y mitigación del cultivo de cacao ante los cambios del clima del cantón Mocache.

### **1.3. Justificación.**

En el Ecuador el sector agrícola juega un papel importante para la sociedad. Es por esto que, dado que el clima es uno de los principales determinantes de la productividad agrícola, el cambio climático representa una amenaza para la producción (19). El incremento de la población, el consumo exagerado y las grandes cantidades de residuos generados, contribuyen al aumento de los gases de efecto invernadero, una de las principales causas del aumento de temperatura y precipitaciones, provocando así una variación del clima.

El cultivo de cacao en la provincia Los Ríos, Ecuador se encuentra en manos de pequeños productores para quienes es la principal fuente de sustento económico, además, su importancia para la economía del país es esencial, ya que genera una importante fuente de trabajo (20). No obstante, es necesario realizar investigaciones sobre las afectaciones en la producción de cacao debido al cambio climático. Para así implementar medidas que ayuden a mitigar estos efectos; uno de los principales efectos de este fenómeno es la afectación en la economía de los agricultores y por ende la economía del país, que representan el 0,1% del PIB; siendo el cultivo de banano y cacao uno de los productos más exportados.

Por medio de la investigación se propone dar información a los agricultores sobre la importancia de implementar buenas prácticas ambientales, esperando que a futuro los agricultores apliquen estrategias de adaptación y mitigación frente al cambio climático, reduciendo así las afectaciones ocasionadas por este fenómeno en la agricultura.

**CAPÍTULO II**  
**FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

## **2.1. Marco conceptual.**

A continuación, se presenta términos empleados en la investigación.

### **2.1.1. El Cacao.**

El (cacao) *Theobroma cacao* L. es un árbol que mide entre 4 y 10 metros, originario principalmente de América del Sur donde se encuentra su mayor diversidad genética, sus semillas son utilizadas principalmente para la elaboración de chocolate (21).

### **2.1.2. Clima.**

En sentido estricto, se suele definir el clima como ‘estado medio del tiempo’ o, más rigurosamente, como una descripción estadística del tiempo en términos de valores medios y variabilidad de las cantidades pertinentes durante períodos que pueden ser de meses a miles o millones de años (22). Es decir requiere de ciertas condiciones de temperatura, humedad y luz para germinar, crecer, florecer y fructificar (23).

### **2.1.3. Precipitación.**

Cualquier forma de hidrometeoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre. Incluye lluvia, llovizna, nieve, aguanieve, granizo, pero no virga, neblina ni rocío, que son formas de condensación y no de precipitación. La cantidad de precipitación sobre un punto de la superficie terrestre es llamada pluviosidad, o monto pluviométrico (24).

### **2.1.4. Cambio climático.**

Variación del estado del clima, identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo (22).

### **2.1.5. Efecto invernadero.**

El efecto invernadero se conoce como la absorción que realiza la atmósfera de la radiación térmica emitida, por el sol, por la tierra y por los océanos, la cual es irradiada nuevamente hacia la tierra incrementando la temperatura de la superficie de la misma, proceso natural que permite que en la tierra exista vida (25).

### **2.1.6. Emisiones.**

En el contexto de cambio climático, se entiende por emisiones la liberación de gases de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, en una zona y un período de tiempo específicos (22).

### **2.1.7. Escenarios climáticos.**

Los escenarios son descripciones coherentes y consistentes de cómo el sistema climático de la Tierra puede cambiar en el futuro. Es, además, una representación probabilística que indica cómo se comportará posiblemente el clima en una región, durante una cierta cantidad de años, tomando en cuenta datos históricos y usando modelos matemáticos de proyección, generalmente para precipitación y temperatura (26).

### **2.1.8. Vulnerabilidad.**

Regresando al método etimológico, podemos ver que vulnerabilidad tiene sus raíces en el latín, en el nombre vulnus “herida” y el verbo vulnerare “herir”, o ser herido. De inmediato nuestra mente proyecta una imagen de algo dolorosos. Para nuestro propósito específico, bastará aprender que la vulnerabilidad resulta de la interacción de la actividad humana con amenazas naturales o humanas. Simplificando: vulnerabilidad igual a expuesto a amenazas (27).

### **2.1.9. Adaptación al cambio climático.**

La adaptación al cambio climático se refiere a los ajustes en sistemas tanto humanos como naturales en respuesta al forzamiento climático proyectado o real, o a sus efectos. Estos ajustes pueden disminuir el daño o inclusive aprovechar sus aspectos positivos. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación: preventiva, reactiva, pública, privada, autónoma y planificada (26).

### **2.1.10. Mitigación al cambio climático.**

Intervención antropogénica para reducir las fuentes o mejorar los sumideros de gases de efecto invernadero (22). La mitigación se define como “el cambio tecnológico y la sustitución que reducen la entrada de recursos y las emisiones por unidad de producción”. En agricultura, la mitigación se enfoca principalmente en reducir las emisiones de GEI y/o aumentar la captura y almacenamiento de carbono (28).

### **2.1.11. Zonificación agroecológica.**

La zonificación agroecológica como la división de un área en unidades más pequeñas, que tienen similares características relacionadas con su aptitud y potencial de producción. Como resultado de este proceso se identifican los tipos de usos de la tierra que son más acordes con la capacidad productiva de los recursos naturales, procurando a la vez el equilibrio y la conservación de los agroecosistemas (29).

### **2.1.12. Materia orgánica.**

La parte orgánica que cumple un papel esencial en el suelo. No existe una definición de humus con la que todos los especialistas estén de acuerdo; pero, en general, el término humus designa a las “sustancias orgánicas variadas, de color pardo y negruzco, que resultan de la descomposición de materias orgánicas de origen exclusivamente vegetal”. Contiene aproximadamente un 5% de nitrógeno, por lo que su valor en el suelo se puede calcular multiplicando por 20 su contenido en nitrógeno total (30).

### **2.1.13. PH.**

Potencial de hidrógeno. Medida convencional que permite expresar la concentración de iones hidrógeno de manera simplificada (31). La importancia del pH reside en que influye tanto en la nutrición de las plantas, como en el funcionamiento de los microorganismos del suelo, como en el comportamiento de los contaminantes, en el suelo, y en muchas propiedades del suelo (32). Valores de pH entre 4.0 y 5.0 pueden reflejar una acidez excesiva. Considerándose como ideales pH entre 5.0 y 5.5. Mientras que el pH óptimo para cacao de calidad debe encontrarse entre 5.0 y 5.4, lo que indica que pH menores de 5.0 indican la presencia de ácidos volátiles indeseables (33).

### **2.1.14. Textura del suelo.**

La textura del suelo se refiere al porcentaje en peso de cada una de las tres fracciones minerales, arena, limo y arcilla. Estas fracciones se definen según el diámetro de las partículas expresado en milímetros (se considera que las partículas no esféricas presentan un diámetro equivalente, cuya magnitud se sitúa entre su dimensión máxima y mínima). La fracción de arena puede subdividirse en grupos de menor intervalo de tamaños, llamados a veces apartados del suelo (34).

## 2.2. Marco referencial.

Determinar los efectos del cambio climático en el cultivo de cacao es de gran importancia, para ello en todo el mundo se realizan estudios con esta temática, a continuación, se muestran algunos de los estudios:

- De acuerdo con el estudio realizado por Kenneth Ofori-Boateng Baba Insah (2014), en el estudio titulado "El impacto del cambio climático en la producción de cacao en Occidente África", Se estimaron dos regresiones separadas, utilizando dos conjuntos de datos (media y máximo). La interpretación de los resultados se relaciona con los resultados de efectos fijos. Los resultados tuvieron diferentes coeficientes de regresión para temperatura y precipitación. La temperatura fue insignificante con el uso del conjunto de datos medios y tuvo una elasticidad de 0,30. Esto sugirió que, en términos absolutos, la temperatura no tuvo un efecto sustancial en la producción de cacao en la subregión. Al ver este resultado de las estadísticas, se puede concluir fácilmente que la baja elasticidad absoluta de 0,30 fue una indicación de que apenas estaba respaldando el crecimiento del cacao en la región. Además, poner en perspectiva el coeficiente negativo implicaba que la temperatura tenía un efecto negativo marginal en la producción de cacao en la subregión. Sin embargo, de acuerdo con los antecedentes del estudio y la ciencia detrás Los cultivos arbóreos indican que el requerimiento diario de temperatura para el cacao está dentro de un rango de 8 °C para una fotosíntesis efectiva (35).
- De acuerdo con Kiem y Austin en el 2013 en su investigación "La sequía y el futuro de las comunidades rurales: Oportunidades y desafíos para la adaptación al cambio climático en la región de Victoria, Australia" menciona que el sector agrícola está realizando cada vez más la planificación de escenarios para una serie de futuros, desde la sequía continua hasta las inundaciones, con una planificación estratégica dentro y fuera de la explotación para cada escenario. El aspecto más desafiante de este proceso es el cambio de pensamiento requerido para visualizar y planificar futuros diferentes. Un Oficial de Proyectos del Departamento de Industrias Primarias de Victoria dijo "los regantes y los agricultores están comenzando a pensar más fuera de la plaza, comenzando a pensar en otras cosas en lugar de solo en cuestiones de

producción, desarrollar un plan estratégico, obtener información y aprender, pero el próximo desafío es ¿Qué hacemos ahora, a dónde vamos desde aquí?”. Algunos agricultores suscriben con entusiasmo la adaptación, la investigación y el desarrollo, y el cambio en sus prácticas agrícolas y se describen a sí mismos, al igual que otras personas de la comunidad, como receptivos, actualizados y dispuestos a cambiar: “La sequía ha sido buena en un sentido, que la gente ha aprendido a sobrevivir con mucha menos agua. Así que están cambiando las prácticas agrícolas. La gente parece pensar que los agricultores no son buenos con los cambios, pero tienen un negocio y tienen que estar al tanto. No sé cómo se las arreglan, pero lo hacen, siempre están buscando un cambio” (36).

- De acuerdo con Macías, Cuenca, Intriago, Creucí, Menjivar y Pacheco en el 2019 en su investigación “Vulnerabilidad al cambio climático de pequeños productores de cacao en la provincia de Manabí, Ecuador” tuvo como resultado que la categorización de la vulnerabilidad por eventos climáticos mostró que el 34,69% del área estudiada presenta una alta vulnerabilidad a las variaciones de temperatura, con aumentos de hasta 0,8 °C. Por otro lado, el 54,51% del territorio es altamente vulnerable a la disminución de los niveles de precipitaciones, con valores negativos entre el 40 y el 50% de la precipitación total anual; esa variación significa que el cultivo podría verse afectado ya que la falta de agua afecta el desarrollo floral. Los indicadores analizados arrojaron que el índice de diferencia de vegetación normalizado agrupa al 34% del territorio estudiado en alta y muy alta vulnerabilidad al cambio climático. Además, el 12% del territorio presenta deforestación, pasando de cobertura forestal a mosaico agrícola, debido a prácticas agrícolas insostenibles frente a los efectos del clima. La provincia de Manabí está expuesta a frecuentes eventos climáticos extremos como sequías e inundaciones lo cual se evidencia en las anomalías de la temperatura superficial del mar; en efecto, el 77% de su territorio presentó vulnerabilidad alta y muy alta a los modelos de los cambios climáticos. La acción combinada de todos los indicadores estudiados genera vulnerabilidad alta y muy alta en el 52% del territorio analizado (37).
- Según Schoroth, Laderach, Martinez, Bunn, y Jassogne en el 2016 mencionan en su investigación titulada “Vulnerabilidad del cacao al cambio climático en África occidental” que el cinturón de cacao de África Occidental, que se extiende desde Sierra

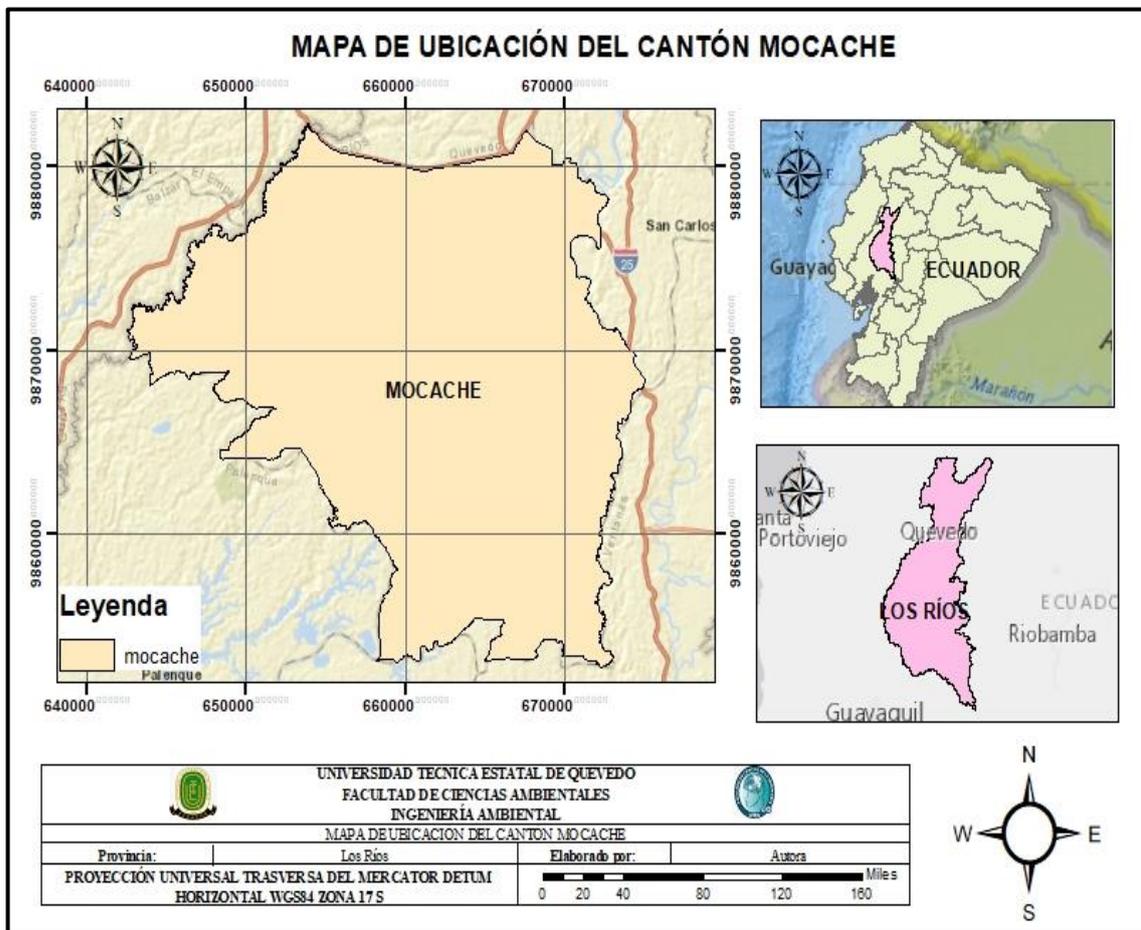
Leona hasta el sur de Camerún, es el origen de aproximadamente el 70% del cacao del mundo (*Theobroma cacao*), que a su vez es la base del sustento de unos dos millones de agricultores. Analizamos la vulnerabilidad del cacao al cambio climático en el cinturón cacaotero de África occidental, con base en las proyecciones climáticas para la década de 2050 de 19 modelos de circulación global bajo el escenario de emisiones intermedias RCP 6.0 utilizamos una combinación de un modelo estadístico de idoneidad climática. Encontramos que: 1) contrariamente a lo esperado, se proyecta que las temperaturas máximas de la estación seca se vuelvan tan o más limitantes para el cacao como la disponibilidad de agua en la estación seca; 2) para reducir la vulnerabilidad del cacao a las temperaturas excesivas de la estación seca, será necesario el uso sistemático de estrategias de adaptación como árboles de sombra en las fincas de cacao, en reversión de la tendencia actual de reducción de sombra; 3) existe una fuerte diferenciación de la vulnerabilidad climática dentro del cinturón del cacao, con las áreas más vulnerables cerca de la transición bosque-sabana en Nigeria y el este de Côte d'Ivoire 4) esta diferenciación espacial de la vulnerabilidad climática puede conducir a futuros cambios en la producción de cacao dentro de la región, con la oportunidad de compensar parcialmente las pérdidas y ganancias, pero también el riesgo de que la expansión de la producción local conduzca a una nueva deforestación (38).

**CAPÍTULO III**  
**MÉTODOLÓGIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### 3.1. Localización.

La investigación se desarrolló en el cantón Mocache, provincia Los Ríos, con las coordenadas (1°11'02" sur y 79°30'20" Oeste) tal como se muestra en la Figura 1. El cantón se encuentra limitado al norte con el Cantón Quevedo y El Empalme, al Sur: Cantón Palenque y Vinces, al Este: Cantón Ventanas y Quevedo y al Oeste: Cantón Palenque, Balzar y El Empalme. La altura media de la cabecera cantonal es de 56 msnm y no presenta en general un relieve pronunciado pues las mayores elevaciones no superan los 500 m. La zona de estudio cuenta con una superficie de 572,3 km<sup>2</sup>, que alberga una población de 38.392 habitantes, en la que su principal fuente económica es la agricultura (39).

**Figura 1** Mapa de ubicación del cantón Mocache



**FUENTE: ADAPTACIÓN DE ARCGIS**

### **3.2. Tipo de investigación.**

Para cumplir los objetivos propuestos se aplicó varios tipos de investigación las cuales se detallan a continuación:

#### **3.2.1. Diagnóstico.**

Por medio del tipo de investigación diagnóstico permitió identificar los efectos del cambio climático sobre el cultivo de cacao, el cual se determinó por medio de las encuestas realizadas a los agricultores en la que se conoció la percepción de los agricultores frente al fenómeno climático en el cultivo de cacao.

#### **3.2.2. Investigación exploraría.**

Mediante la aplicación del tipo de investigación exploraría se utilizó la investigación de campo y documental, la investigación de campo permitió la aplicación de encuestas a los agricultores para conocer la percepción con respecto al cambio climático en la agricultura, y la investigación documental permitió la búsqueda de información bibliográfica que aporte a mi investigación ya sea de revista científicas de alto impacto, tesis de grado entre otros.

### **3.3. Métodos de investigación.**

Para llevar a cabo el presente estudio se utilizaron diferentes métodos detallados a continuación:

#### **3.3.1. Método deductivo.**

Este método es de gran relevancia para la obtención de los resultados de las conclusiones, las cuales parten de una premisa y va de lo general a lo particular.

### **3.3.2. Método analítico.**

Por medio de este método permitió realizar el estudio y la interpretación de los datos obtenidos a través de la encuesta realizada, la cual se le asignó un valor de 1 a 5 en escala de Likert donde 1 es: totalmente desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo. Se utilizó un modelo estadístico de análisis de componentes principales. Posteriormente se realizó la búsqueda de estrategias de adaptación al cambio climático en el cultivo de cacao, para así minimizar los efectos.

### **3.3.3. Método descriptivo.**

Mediante la aplicación de este método se pudo examinar las encuestas realizadas a los agricultores para conocer la percepción sobre el cambio climático en la agricultura, este método permitió exponer mediante gráficas la información recaudada de las encuestas.

## **3.4. Fuentes de recopilación de información.**

Para dar cumplimiento a los objetivos se utilizó las fuentes primarias es decir se aplicó una encuesta, para determinar la percepción de los agricultores frente al cambio climático. Por otra parte, se obtuvo información de fuentes secundarias: tesis, artículos, geoportales los cuales permitieron descargar de la información de uso de suelo del cultivo de cacao en la base de datos Geoportal con una escala de 1:25.000 del año 2014, también se descargó las variables edafológicas del portal del ministerio de agricultura y ganadería. Por otra parte, se realizó el uso de la plataforma Worldclim para recaudar la información climática de los dos escenarios climáticos. Por otra parte, los valores de las variables en escenarios futuros se obtuvieron de los laboratorios climáticos: MIROC Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo).

### 3.5. Diseño de la investigación.

A continuación, se muestra la metodología utilizada para el cumplimiento de la investigación.

#### 3.5.1. Objetivo 1: Determinar la percepción de los agricultores ante los posibles efectos del cambio climático en la zona de estudio.

Para conocer la percepción de los agricultores de cacao frente al cambio climático. Se realizó un cuestionario de 17 preguntas que mide las aptitudes de los agricultores de cacao, a la cual se le asignó un valor de 1 a 5 en escala de Likert donde 1 es: totalmente desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo (anexo 1). Se determinó el tamaño de la muestra en base a la cantidad de 1.589 UPAS del cacao (Unidades de Producción y Agropecuaria). Aplicando la ecuación de muestra finita descrita por Brito (2016) ecuación 1, se obtuvo un tamaño muestral de 309 encuestas. Las cuales fueron aplicadas en los sectores bella sombra, pajarito I, pajarito II, pichilingue y Recinto la victoria.

$$n = \frac{P * Q * z^2 * N}{N * E^2 + z^2 * P * Q} \quad (1)$$

Dónde:

n =Tamaño de la muestra

Z =Nivel de confianza (1,96)

P =Proporción (0,50)

Q =1-P (0,50)

E =Error (0,05)

N = Población (1.589)

$$n = \frac{0,50 * 0,50 * 1,96^2 * 1,589}{1,589 * 0,05^2 + 1,96^2 * 0,50 * 0,50}$$

$$n = \frac{1526,0756}{4,9329}$$

$$n = 309$$

### **3.5.1. Modelar las zonas de distribución geográfica del cultivo de cacao, en el cantón Mocache, bajos las trayectorias socioeconómicas compartidas SSP.**

Para dar cumplimiento a este objetivo se realizó la zonificación agroecológica del cultivo de cacao en el Cantón Mocache.

#### **3.5.1.1. Análisis de los escenarios a aplicar.**

A continuación, se describe el modelo que se utilizó y los dos escenarios climáticos posibles en un futuro en el cantón Mocache.

##### **3.5.1.1.1. Modelo CMIP 6.**

El Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados , se encuentra ahora en su sexta fase (CMIP6). CMIP6 coordina actividades de intercomparación de modelos algo independientes y sus experimentos que han adoptado una infraestructura común para recopilar, organizar y distribuir resultados de modelos que realizan conjuntos comunes de experimentos (40).

##### **3.5.1.1.2. Supuestos de escenarios para los escenarios de referencia.**

El marco SSP define cinco argumentos que difieren mucho en los desafíos para la mitigación y la adaptación (41). Cada una de estas líneas argumentales se implementa primero bajo el supuesto de una ausencia de política climática. Este escenario de referencia funciona como base para el análisis posterior del impacto de la política climática, implementada en el marco como políticas que apuntan a alcanzar niveles de forzamiento consistentes con las Vías de Concentración Representativas (40).

### 3.5.1.1.2.1. Escenario SSP 1.

El escenario SSP1 describe un mundo que apunta al crecimiento verde (desarrollo sostenible). Si bien la política climática no se implementa en el escenario de referencia SSP1, los desarrollos del escenario con respecto a la tecnología y la gobernanza implican que la adaptación y mitigación al cambio climático es relativamente fácil (42), en la Tabla 1 se muestran los parámetros a considerar.

Tabla 1

*Descripción genérica de los elementos de la historia y su traducción a los supuestos del modelo para SSP1.*

<b>Elemento genérico</b>	<b>SSP1</b>
<b>Crecimiento económico</b>	Alto
<b>Crecimiento de la población</b>	Bajo
<b>Gobernanza e instituciones</b>	Eficaz tanto a nivel nacional como internacional.
<b>Tecnología</b>	Rápido, traducido, por ejemplo, en supuestos de eficiencia, tecnologías renovables y rendimientos
<b>Preferencias de consumo/producción</b>	Promoción del desarrollo sostenible (menor consumo – ver más adelante)
<i>Demanda de energía</i>	
<b>Transporte</b>	Menor proporción de los ingresos gastados en transporte, lo que conduce a menos kilómetros recorridos.
<b>Edificios</b>	Los cambios de comportamiento conducen a una menor demanda general de servicios energéticos
<b>no energético</b>	Baja intensidad
<i>Suministro y conversión de energía</i>	
<b>Combustibles fósiles</b>	Comercio mundial de combustibles; y desarrollo tecnológico medio
<b>Bioenergía</b>	Los biocombustibles tradicionales se eliminaron en su mayoría alrededor de 2030
<i>Agricultura y uso de la tierra</i>	
<b>Regulación del cambio de uso del suelo</b>	Fuerte – Las áreas protegidas se amplían para alcanzar la meta de Aichi del 17 %.
<b>Productividad agrícola (cultivos)</b>	Fuerte: aumento del rendimiento de los cultivos
<b>Productividad agrícola (ganadería)</b>	Los parámetros de eficiencia logran un 50% de convergencia a los niveles
<i>Comercio</i>	

<b>Elemento genérico</b>	<b>SSP1</b>
<b>Comercio de productos agrícolas</b>	Abolición de los aranceles de importación actuales y subsidios a la exportación para 2030
<i>La contaminación del aire</i>	
<b>Factores de emisión</b>	Bajo

**FUENTE:** (VUUREN ET AL., 2017) (42).

### 3.5.1.1.2.2. Escenario SSP 5.

El escenario SPP5 Desarrollo impulsado por combustibles fósiles: tomando la carretera (grandes desafíos para la mitigación, bajos desafíos para la adaptación) (43). En la Tabla 2 se mencionan las variables a utilizar.

Tabla 2

*Descripción genérica de los elementos de la historia y su traducción a los supuestos del modelo para SSP5.*

<b>Narrativa ( O'Neill et al., 2017 )</b>	
<b>Indicador</b>	<b>SSP5 – Desarrollo impulsado por combustibles fósiles</b>
Demografía	
<b>Crecimiento de la población</b>	Baja (fecundidad alta en los países de ingresos altos)
<b>Migración</b>	Alto
Economía y estilo de vida	
<b>Crecimiento del PIB (per cápita)</b>	Alto
<b>Desigualdad</b>	Fuertemente reducido
<b>globalización</b>	Fuerte
<b>Consumo</b>	Materialismo, Consumo de estatus, Alta movilidad
<b>Dieta</b>	Dietas ricas en carne
Tecnología	
<b>Desarrollo</b>	Rápido
<b>Cambio de tecnología energética</b>	Dirigido a los combustibles fósiles; fuentes alternativas no buscadas activamente
Medio ambiente y recursos	

---

**Narrativa ( O'Neill et al., 2017 )**

---

<b>Restricciones fósiles</b>	Ninguna
<b>Uso del suelo</b>	Las regulaciones medias conducen a una lenta disminución de la tasa de deforestación
<b>Agricultura</b>	Rápido aumento de la productividad
Políticas e instituciones	
<b>Política medioambiental (y energética)</b>	Centrarse en el entorno local, poca preocupación por los problemas globales

---

**FUENTE: (KRIEGLER ET AL., 2017) (44).**

### **3.5.1.2.Elaboración de la cartografía temática.**

Con la información bibliográfica ya mencionada, se procedió a la elaboración del mapa temático de acuerdo con sus características edafológicas, climáticas y de relieve; con el objetivo de realizar una proyección hacia futuro que nos permita determinar las condiciones óptimas, moderadas, marginales y no aptas para el cultivo de cacao en el Cantón Mocache.

#### **3.5.1.2.1. Mejorar resolución con la técnica downscaling.**

Para la resolución de las variables climáticas como es temperatura mínima y máxima, se utilizó la técnica de reducción de escala, en la que consiste en mejorar la resolución de ráster, con la ayuda del programa SAGA GIS versión 7.9.1 y ArcGis versión 9.4.1. Primeramente, se descarga la información de las variables climáticas, posteriormente se insertó la temperatura mínima y máxima a ArcGIS en la que se obtuvo el promedio de cada una de las variables, empleando la herramienta de mapa de álgebra. Posteriormente se realizó el recorte de la capa a la zona de estudio con la ayuda de la herramienta de Spatial Analyst Tools y opción de Extract by Mask, se realizó el recorte de la capa, luego con la herramienta de geoprocessing se creó un buffer para el cantón Mocache y se realizó el respectivo recorte para el buffer, con la opción Projections and Transformations, opción Project Raster, se efectuó la proyección a WGS 98 UTM 17 S y una resolución de 100, por último se realizó el recorte a la zona en estudio. En ArcGIS con la herramienta de álgebra de mapas se implementaron en la calculadora del sistema y consistieron en los siguientes cálculos:

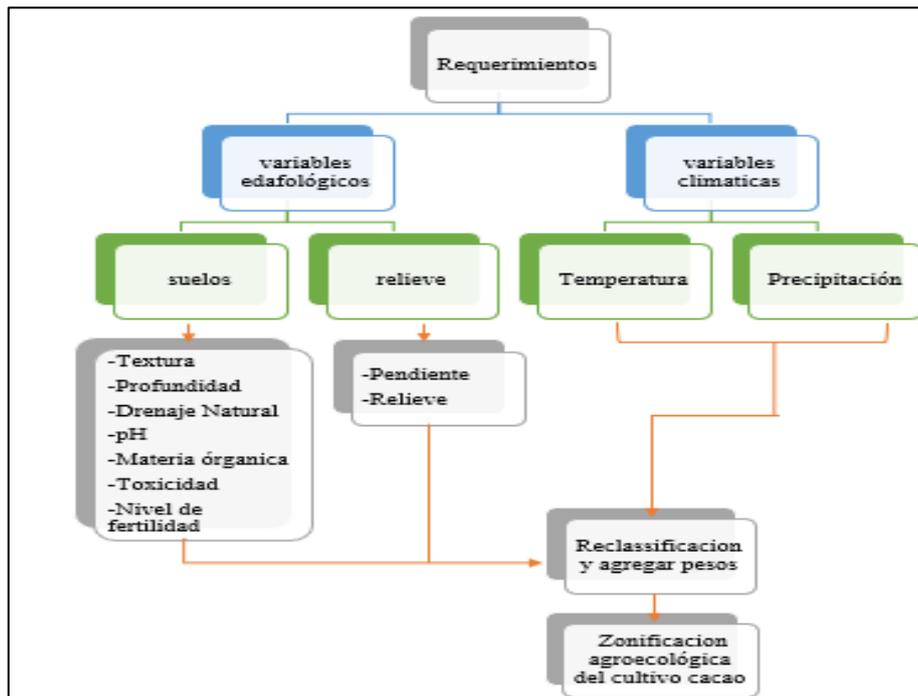
$$Tm = \frac{(Ti + Tx)}{2}$$

Donde:  $T_m$ = temperatura media mensual ( $^{\circ}\text{C}$ );  $T_x$ = temperatura máxima media mensual ( $^{\circ}\text{C}$ ) y  $T_i$ = temperatura mínima media mensual ( $^{\circ}\text{C}$ ) (45).

### 3.5.1.2.2. Análisis del uso de suelo en las zonas agroecológicas.

El crecimiento y desarrollo de los cultivos, depende en gran medida del efecto de un conjunto de factores bióticos y abióticos que influyen en sus procesos vitales. Dentro de los factores abióticos, las variables edafoclimáticas y fisiográficas dentro de las condiciones agroecológicas de una región determinada juegan un papel importante en los diferentes procesos fisiológicos que se desarrollan en los mismos y que determinan su agroproductividad (46). Para la obtención de la zonificación agroecológica es necesario la información de las variables edafológicas y climáticas Figura 2, el tratamiento de las mismas se realizarón mediante el software ArcGIS la reclasificación y unión de las capas.

**Figura 2** Insumos y pasos previos para la zonificación.



**ELABORADA POR: AUTORA**

### 3.5.1.2.3. Modelación de la zonificación agroecológica.

Las Rutas Socioeconómicas Compartidas (SSP) se han propuesto como un nuevo conjunto de escenarios que se utilizarán como base de la investigación climática futura (40) (47). Se

proceso los datos mediante el uso del software ArcGIS versión 10.4 para cada variable, para este caso se consideró el Ecuador continental como máscara, para minimizar el tamaño de los archivos y posteriormente se realizó la extracción hacia el área de estudio. Los archivos se proyectaron al sistema WGS84/UTM-ZS-17S (48).

Luego de tener el desescalado y recortada las variables climáticas a nuestro cantón, se procedió en arcgis agregar las capas edafológicas y climáticas y recortar las variables a nivel cantonal, posterior se convertido las capas shapefile a raster, con la herramienta de arctoolbox opción conversión Tools, to raster opción de feature to raster, repetimos el mismo paso para cada una de las variables. Luego se obtuvo la pendiente utilizando la elevación con la caja de herramienta arctoolbox opción Spatial Analyst Tools, Surface opción Slope.

### 3.5.1.2.3.1. Pasos de la zonificación agroecológica.

#### 3.5.1.2.3.1.1. Paso 1: Parámetros agroecológicos para el cultivo de cacao.

*Theobroma cacao* L. es un árbol nativo de las regiones tropicales húmedas de la parte norte de América del Sur, y de acuerdo con Zarillo et al. (2018), es originario de las zonas fronterizas entre Ecuador y Perú. Como todo cultivo, para alcanzar una buena productividad el cacao requiere de ciertas condiciones climáticas, edáficas y topográficas (49). Todas estas condiciones ambientales y edáficas se resumen a continuación Tabla 3 (50) (51).

Tabla 3

*Requerimientos agroecológicos para el cultivo de cacao (Theobroma cacao).*

Factor	Parámetro	Aptitud Agroecológica			
		Óptima	Moderada	Marginal	No apta
	Pendiente	0 - 25%	25 – 50%	50 – 70%	> 70%
	Textura	Franco, franco arcilloso franco limoso	Limoso, arcilloso, franco limoso, franco arenoso (fino a grueso), arcillo arenoso, arcillo limoso	Franco arcillo o, arcilloso	Arenoso (fina, media, gruesa), areno franco
<b>Suelo</b>	Profundidad	Profundo > 1m	Moderadamenete profundo 0,51 - 1m	Poco profund	Superficial 0,11 - 0,20 m

				o 0,21 - 0,50 m	
	Drenaje	Muy bueno	Bueno	Modera do	Mal drenado
	pH	Ligeramen te ácido, neutro	Ácido, moderadamente alcalino	Ligeram ente alcalino	Muy ácido, alcalino
	Toxicidad	Sin o nula	ligera	Media	Alta
	Material Orgánico del Suelo (MOS)	Muy alta, alta > 5%	Media 3 - 4,9%	Baja 1 - 2,9 %	Muy baja <1%
	Fertilidad	Alta	Media	Baja	Muy baja
<b>Clima</b>	Precipitación (mm/año)	1200 - 3000	1000 - 1200	800 - 1200	< 800 > 4000
	Temperatura (°C)	18 - 26	16 - 18	15 - 16	< 15
	Altitud (msnm)	0 - 500	500-1000	1000- 1500	> 500

Nota: mm= milímetros, msnm= metros sobre el nivel del mar, °C= centígrados, > mayor que, < menor que.

**FUENTE: (MAGAP/CGSIN/DIGDM 2017) (52).**

### **3.5.1.2.3.1.2. Paso 2: Estandarizar las puntuaciones.**

Se realizó la reclasificación de cada una de las variables y criterios que se muestran en la Tabla 3, para ello se utilizó la herramienta arctoolbox > Spatial analyst tools > Reclass > Reclassify, en esta opción se reclasificó cada variable en máximo 4 componentes, dependiendo de la información de los raster.

### **3.5.1.2.3.1.3. Paso 3: Determinar los pesos y agregar los criterios.**

Los pesos o factores se determinaron dependiendo de que tanto influye cada variable en el cultivo de cacao, agregándole un porcentaje a cada variable de acuerdo con la importancia para la producción del cultivo, la cual se muestra en la Tabla 4. Para agregar cada uno de los criterios se utilizó la herramienta spatial analyst tools > Overlay > weighted overlay, y se inserta cada una de las variables reclasificadas y por su puesto su porcentaje.

Tabla 4

*Pesos de cada variable.*

N°	Parámetros	Peso (%)
1	Textura del suelo	10 %
2	Profundidad	4 %
3	Drenaje natural	3 %
4	Ph	10 %
5	Materia orgánica	15 %
6	Toxicidad	8 %
7	Nivel de fertilidad	19 %
8	Pendiente	3 %
9	Altitud	5 %
10	Temperatura	11 %
11	Precipitación	12 %

**FUENTE: AUTORA**

#### **3.5.1.2.3.1.4. Paso 4: Validar los resultados.**

Una vez realizado los pasos descritos con anterioridad, finalmente se logró validar y verificar la zonificación agroecológica, con una proyección UTM zona 17 sur y una resolución de 100 m.

#### **3.5.2. Objetivo 3: Diseñar una propuesta de adaptación y mitigación ante los cambios del clima que pueden presentarse en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) del cantón Mocache.**

Para dar cumplimiento a este objetivo se elaboró una propuesta que incluye varias estrategias. Los cuales contendrán el nombre de la medida, el objetivo, acciones estratégicas, indicador y costos estimados. Acorde a los resultados de los anteriores objetivos, se presentará una propuesta en la que se detalla una serie de estrategias que buscan mitigar y adaptar el cambio climático en el cultivo de estudio Tabla 5.

Tabla 5

*Propuesta de mitigación y adaptación al cambio climático.*

N°	Medi da suger ida	Objet ivo	Resultados esperados	Indica dor (54).	Ámbit o de acción	Costos	Institu ciones respon sables	Actores claves
1								
2								
3								

FUENTE: (MINAM, 2010) (55)

### **3.6. Instrumentos de investigación.**

Se realizó la implementación de la encuesta para determinar la percepción de los agricultores con respecto al cambio climático, el cuestionario fue diseñado con la intención de conocer las aptitudes en una escala de Likert del conocimiento y práctica hacia la adaptación y mitigación del cambio climático en el cultivo de cacao. La encuesta está conformada por tres componentes; el primero estaba relacionado con los datos generales del encuestado: nivel educativo, sexo y edad, el segundo componente está relacionado con los cambios ocurridos en el clima y el ultimo sobre el nivel de conocimiento del cambio climático (educación ambiental) (Ver anexo 1).

### **3.7. Tratamiento de los datos.**

#### **3.7.1. Confiabilidad del cuestionario.**

Los resultados fueron tratados mediante el software estadístico SPSS para Windows, se realizó un análisis de fiabilidad basado en el coeficiente Alfa de Cronbach y cálculo de coeficientes de discriminación para cada pregunta. El valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es 0,70; por debajo de ese valor la consistencia interna de la escala utilizada es baja (56). Por otra parte, se realizará el análisis de componentes principales (ACP).

El ACP permite pasar a un nuevo conjunto de variables, las componentes principales, que gozan de la ventaja de estar incorrelacionadas entre sí y que, además, pueden ordenarse de acuerdo con la información que lleva incorporada. Para medir la cantidad de información incorporada en un componente se utiliza la varianza. Es decir, cuanto mayor sea su varianza mayor es la información que lleva incorporada dicha componente (57).

#### **3.7.1.1. Contraste en el modelo factorial.**

Primeramente, se realizó un análisis en el modelo factorial donde consta el test de KMO (Kaiser, Meyer y Olkin), cuanto más cerca de 1 tenga el valor obtenido del test KMO, implica que la relación entre las variables es alta. Si  $KMO \geq 0.9$ , el test es muy bueno; notable para  $KMO \geq 0.8$ ; mediano para  $KMO \geq 0.7$ ; bajo para  $KMO \geq 0.6$ ; y muy bajo para  $KMO < 0.5$  y la prueba esférica de Bartlett la cual evalúa la aplicación del modelo factorial Si Sig. (p-valor)  $< 0.05$  aceptamos  $H_0$  (hipótesis nula)  $>$  se puede aplicar el análisis factorial o Si Sig. (p-valor)  $> 0.05$  rechazamos  $H_0$   $>$  no se puede aplicar el análisis factorial (57).

#### **3.7.1.2. Rotación de componentes.**

Se empleo el análisis de componente principales, utilizando la rotación de los ejes Varimax; consiste en correlacionar las variables para cada uno de sus componentes (57).

#### **3.7.2. Modelización.**

La modelización de la zonificación agroecológica futura se elaboró por medio del programa ArcGIS y Saga GIS, en donde Saga GIS se utilizó para mejorar la resolución de los ráster climáticos; posteriormente con la ayuda de ArcGIS se realizó el recorte al área de estudio y la reclasificación de las variables (materia orgánica, temperatura, precipitación, PH, nivel de fertilidad, pendiente, elevación, profundidad, toxicidad y textura), para así realizar la unión de cada uno de los ráster y obtener la zonificación agroecológica futura en los dos periodos.

### **3.7.3. Diseño de la propuesta.**

La propuesta consta de una introducción, contexto nacional e internacional y las respectivas líneas estratégicas de las cuales se derivan 4 líneas temáticas; cada una de las líneas temáticas constan las respectivas estrategias. Posteriormente, se realizó una matriz donde se detalla: la medida, objetivo, indicador, resultados esperados y el responsable de aplicar la estrategia.

### **3.8. Recursos humanos y materiales.**

#### **3.8.1. Talento humano.**

Se contó con el apoyo de personas que contribuyeron al desarrollo de la investigación, entre ellos; los docentes de la facultad de ciencia de la ingeniería, agricultores del cantón Mocache, familiares y compañeros.

#### **3.8.2. Materiales tecnológicos.**

- Laptop
- Cámara/ celular
- GPS

#### **3.8.3. Materiales de oficina.**

- Hojas
- Lapicero

#### **3.8.4. Software.**

- ArcGIS 10.4.1
- Saga GIS
- SPSS
- Microsoft office

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **4.1. Resultados.**

A continuación, se mostrarán los resultados de la presente investigación

### **4.1.1. Percepción de los agricultores ante los posibles efectos del cambio climático en la zona de estudio.**

#### **4.1.1.1. Análisis de fiabilidad.**

El cuestionario compuesto por 17 preguntas, en donde, 12 ítems fueron con opciones de respuesta en escala Likert y 5 son con opciones de respuesta con escala nominal respectivamente (**Anexo 1**), presentó una fiabilidad del alfa de Cronbach de 0,84 en los ítems de escala ordinal, validando el empleo del cuestionario.

#### **4.1.1.2. Contraste en el modelo factorial.**

El cuestionario presentó un valor de 0,70 en la prueba de KMO, lo cual indica que tiene un ajuste mediano de 0,70, es decir, aceptable. Por otra parte, se muestra la prueba de esfericidad de Bartlett en la que el modelo significativo es menor a 0,05; es decir que, se puede aplicar el análisis factorial.

#### **4.1.1.3. Método de extracción: Análisis de Componentes principales.**

Se analizaron 12 preguntas, de las cuales al realizar el método de extracción se eliminaron 3 interrogantes; ítems 5 (Cambio del clima), ítems 10 (Frecuencia que escucha sobre el cambio climático) e ítems 14 (El Cambio climático es de forma natural), quedando así 9 preguntas, las cuales se muestran en la Tabla 5; de las preguntas resultantes 8 ítems muestran un porcentaje mayor a 0,70 a excepción de la pregunta 6, Tabla 6 que presenta un valor de 0,67. Sin embargo fue considerada dado que es de gran importancia para el estudio.

Tabla 6

*Preguntas resultantes de la aplicación del método de extracción.*

	<b>Inicial</b>	<b>Extracción</b>
6. ¿Está usted de acuerdo que la sequía e inundaciones son ocasionadas por el cambio climático?	1,000	0,67
7. ¿Está de acuerdo que el aumento de temperatura contribuye a la aparición de enfermedades y plagas en el cultivo de cacao?	1,000	0,84
8. ¿Está de acuerdo en que las intensas lluvias ocasionan la aparición de enfermedades tales como: escoba de bruja, mal de machete, mazorca negra y monilla?	1,000	0,71
9. ¿Ha sufrido cambios en la producción debido a la sequía?	1,000	0,89
11. ¿Está de acuerdo en que es necesario informarse de las consecuencias del cambio climático en la agricultura?	1,000	0,87
13. ¿Está de acuerdo que las actividades humanas son la principal causa del cambio climático?	1,000	0,71
15. ¿Estaría de acuerdo en recibir alguna capacitación sobre las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático?	1,000	0,71
16. ¿Está de acuerdo en adoptar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático con la finalidad de mejorar el rendimiento del cacao?	1,000	0,82
17. ¿Está de acuerdo en que el cambio climático esta fuera de nuestro control?	1,000	0,83

**FUENTE: PROGRAMA SPSS**

**ELABORACIÓN: AUTORA**

#### **4.1.1.4. Varianza total.**

En la Tabla 7 se muestra la variación total explicada, en donde, las 9 preguntas se dividieron en tres grandes componentes. La suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación, el porcentaje acumulado fue mayor a 70%, lo que indicó que la mayoría de la variación del estudio se representaron en los tres componentes formados.

Tabla 7

*Porcentaje acumulado de la suma de saturaciones al cuadrado de la rotación.*

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	4,199	46,651	46,651	4,199	46,651	46,651	3,303	36,695	36,695
2	1,723	19,146	65,797	1,723	19,146	65,797	2,536	28,182	64,878
3	1,120	12,446	78,243	1,120	12,446	78,243	1,203	13,365	<b>78,243</b>
4	,549	6,098	84,340						
5	,484	5,377	89,718						
6	,421	4,676	94,394						
7	,218	2,421	96,815						
8	,166	1,843	98,658						
9	,121	1,342	100,000						

**FUENTE: PROGRAMA SPSS**

**ELABORACIÓN: AUTORA**

#### **4.1.1.5. Método de rotación.**

En la Tabla 8 se muestra la matriz de rotación de los componentes, en donde, se especifican las preguntas por componentes; en el componente 1 muestra cinco preguntas denominado: Nivel de conocimiento sobre el cambio climático, componente 2 se encuentran tres preguntas denominado: Cambios ocurridos en el clima y el componente 3 denominado: Efectos del cambio climático y lo incluye una pregunta.

Tabla 8

*Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.*

Matriz de componentes rotados	Componente		
	1	2	3
6. ¿Está usted de acuerdo que la sequía e inundaciones son ocasionadas por el cambio climático?	0,30	<b>0,76</b>	0,01
7. ¿Está de acuerdo que el aumento de temperatura contribuye a la aparición de enfermedades y plagas en el cultivo de cacao?	0,41	<b>0,82</b>	0,07
8. ¿Está de acuerdo en que las intensas lluvias ocasionan la aparición de enfermedades tales como: escoba de bruja, mal de machete, mazorca negra y monilla?	-0,004	<b>0,82</b>	0,22

<b>Matriz de componentes rotados</b>	<b>Componente</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
9. ¿Ha sufrido cambios en la producción debido a la sequía?	0,00	0,20	<b>0,92</b>
11. ¿Está de acuerdo en que es necesario informarse de las consecuencias del cambio climático en la agricultura?	<b>0,86</b>	0,35	-0,02
13. ¿Está de acuerdo que las actividades humanas son la principal causa del cambio climático?	<b>0,70</b>	0,44	0,13
15. ¿Estaría de acuerdo en recibir alguna capacitación sobre las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático?	<b>0,60</b>	-0,45	<b>0,39</b>
16. ¿Está de acuerdo en adoptar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático con la finalidad de mejorar el rendimiento del cacao?	<b>0,84</b>	0,24	0,23
17. ¿Está de acuerdo en que el cambio climático esta fuera de nuestro control?	<b>0,86</b>	0,06	284

**FUENTE: PROGRAMA SPSS**

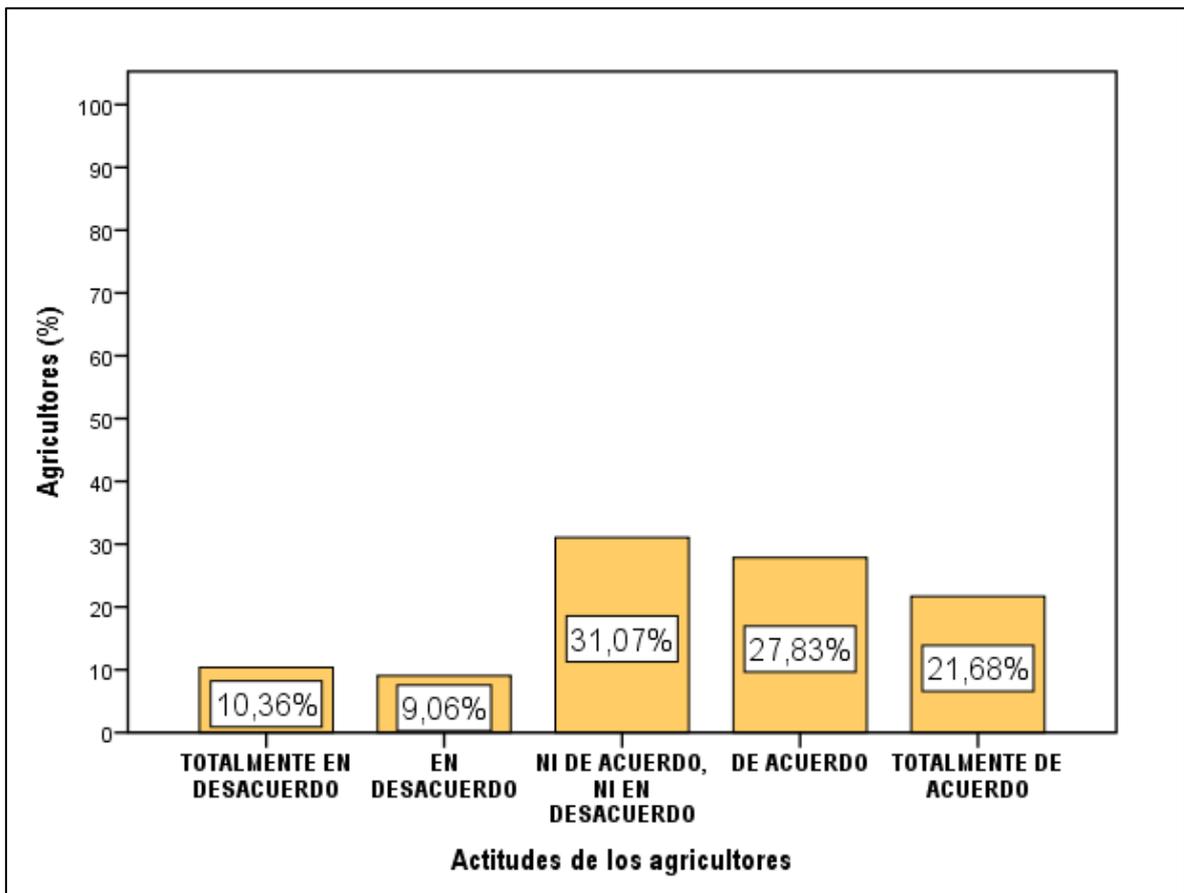
**ELABORACIÓN: AUTORA**

#### **4.1.1.6. Análisis por componentes.**

##### **4.1.1.6.1. Componente 1: nivel de conocimiento sobre el cambio climático.**

El cambio climático es uno de los fenómenos que afecta en la actualidad a millones de agricultores a nivel nacional, ocasionando grandes pérdidas en la producción de sus cultivos. El poco conocimiento sobre el tema y la poca conciencia de las personas da paso a que este fenómeno con los años tome fuerza, en la Figura 3 se muestra que el 31,07 % de los agricultores del cantón Mocache manifestaron que están indecisos con respecto a si el cambio climático está fuera de nuestro control y tan solo el 9,06 % manifestó que están en desacuerdo debido a que el cambio climático no es un fenómeno que se da de manera natural, sino es un fenómeno que debido al aumento del CO<sub>2</sub> con los años toma fuerza.

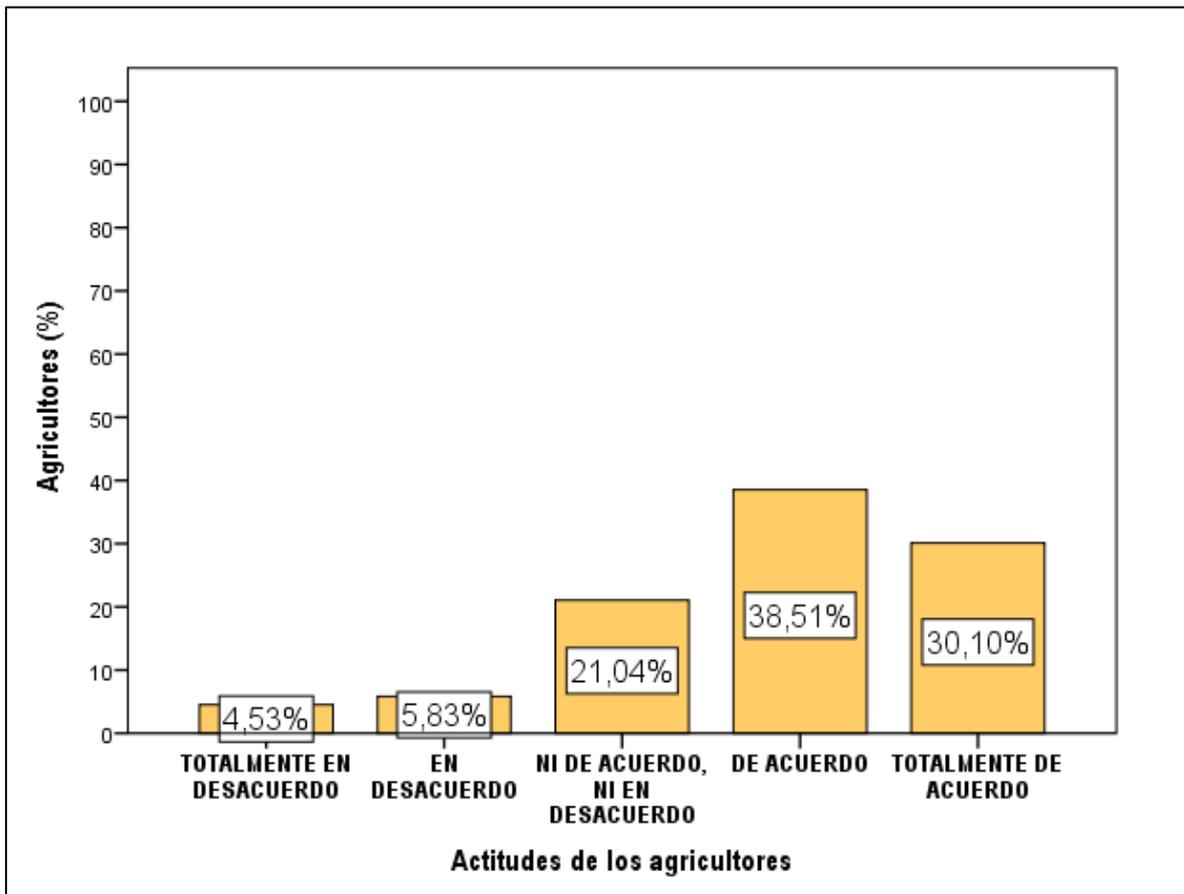
**Figura 3** ¿Está de acuerdo en que el cambio climático está fuera de nuestro control?



**FUENTE: ENCUESTA**

En relación con las encuestas, en la Figura 4 se muestra que el 38,51 % de los agricultores manifiestan que están de acuerdo sobre la importancia de informarse acerca de los efectos de cambio climático en el cacao, debido a que les ayuda a estar prevenidos ante los efectos que podría sufrir el cultivo y de esta manera contribuir en la disminución del CO<sub>2</sub>, por medio de buenas prácticas ambientales, seguido del 30,10 % que manifiestan que están totalmente de acuerdo, Por otra parte, con un valor porcentual mínimo 4,53 % los agricultores manifestaron que están totalmente en desacuerdo con respecto a si es necesario conocer los efectos del cambio climático en el cultivo de cacao y esto es debido que es poco el conocimiento que tienen sobre el cambio climático.

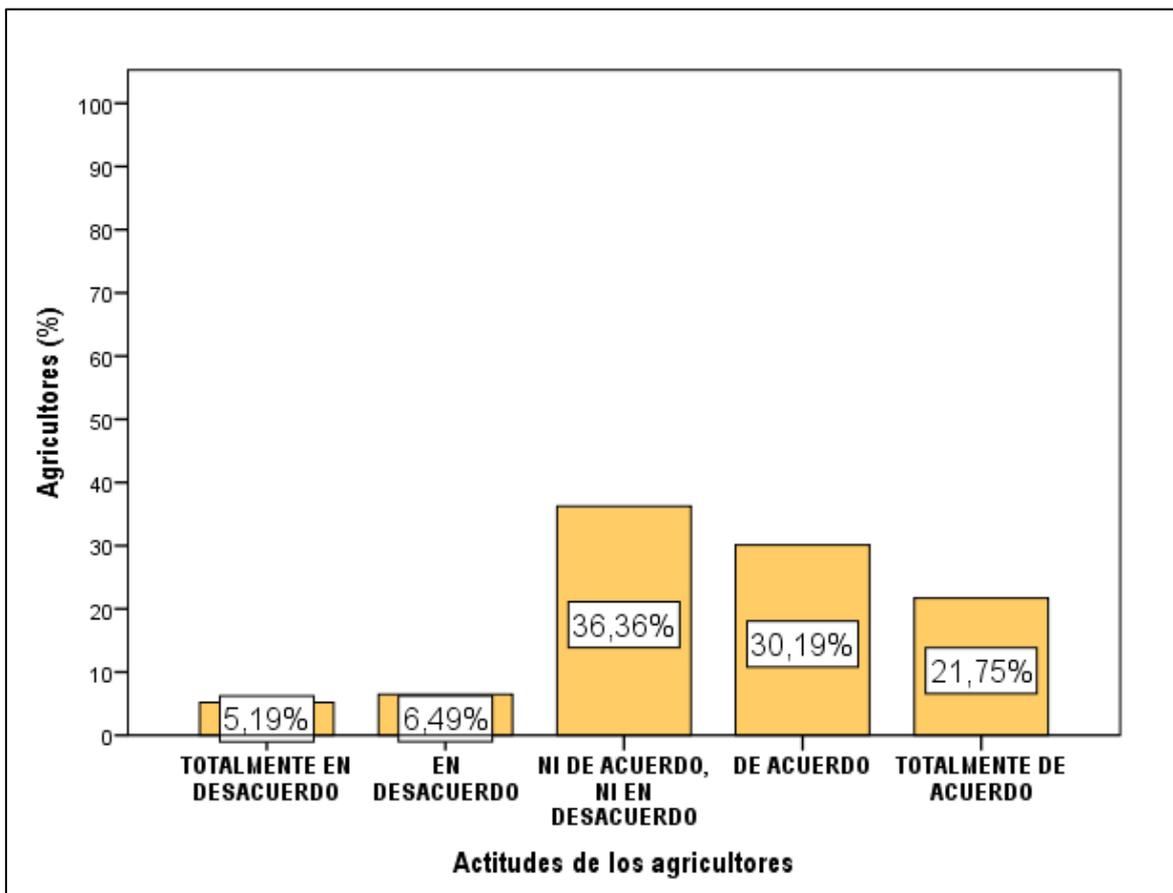
**Figura 4** ¿Está de acuerdo en que es necesario informarse de los efectos del cambio climático en la agricultura?



**FUENTE: ENCUESTA**

Los agricultores representan una población considerable, responsables del aumento del cambio climático, debido a las malas prácticas ambientales, las cuales generan grandes cantidades de CO<sub>2</sub>; en la Figura 5 el 36,36 % mencionó que esta ni de acuerdo, ni en desacuerdo con respecto a que las actividades humanas son las principales que contribuye al cambio climático, esto es debido al poco conocimiento del tema. Seguido del 21,75 % se mostraron indecisos, debido a las actividades realizadas diariamente que generan grandes emisiones de CO<sub>2</sub>, lo cual es el principal contribuyente al aumento del cambio climático y por último el 5,19 % manifestó que las actividades humanas no son las contribuyentes del cambio climático, dado que este se da de forma natural, esta respuesta es debido a la desinformación de los agricultores con respecto al tema.

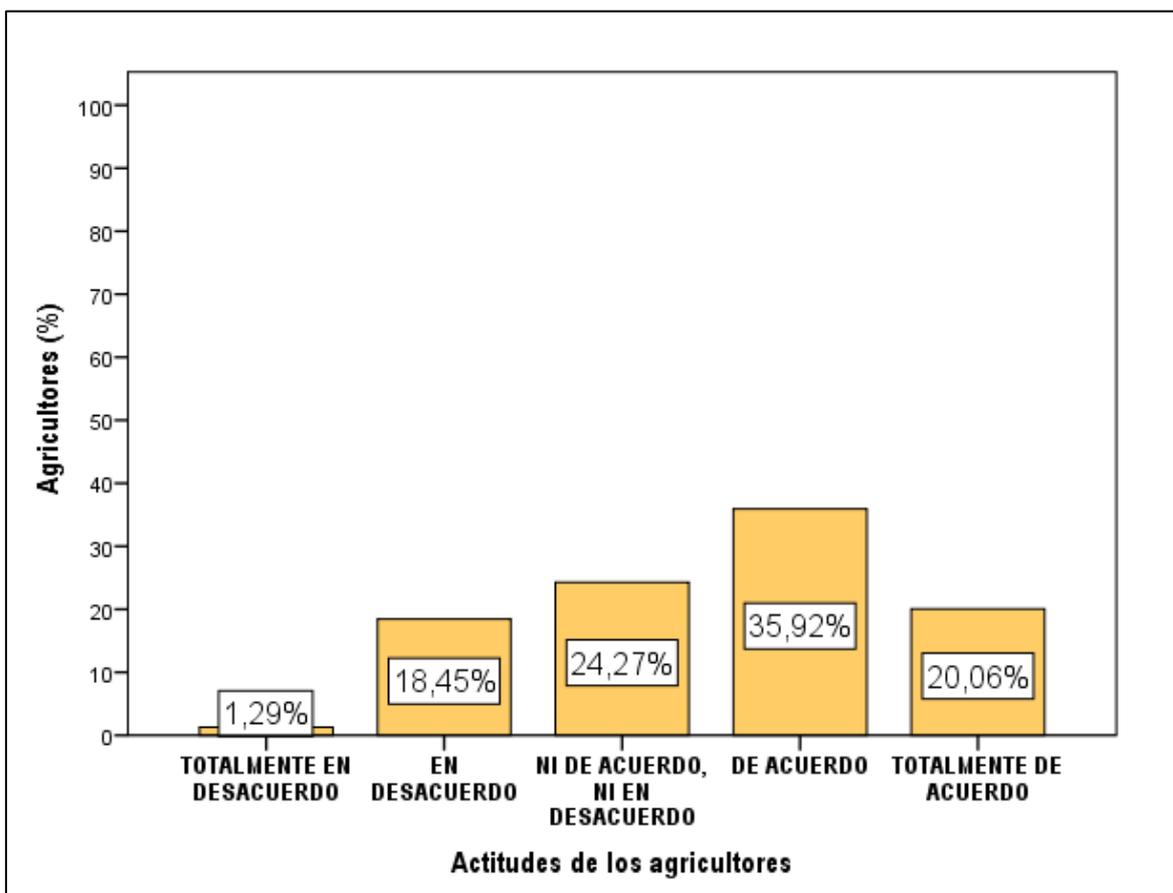
**Figura 5** ¿Está de acuerdo que las actividades humanas son la principal causa del cambio climático?



**FUENTE: ENCUESTA**

Los agricultores del Cantón Mocache manifestaron Figura 6 con un valor porcentual mayor de 35,92 % que están de acuerdo en recibir una capacitación sobre las estrategias de mitigación y adaptación del cambio climático, dado que les interesa conocer más sobre esta información, debido a que este fenómeno afecta directamente a su producción. Por otra parte, con un valor porcentual mínimo de 1,29 % están totalmente en desacuerdo dado a que están acostumbrado a métodos caseros y no les interesa conocer acerca del cambio climático.

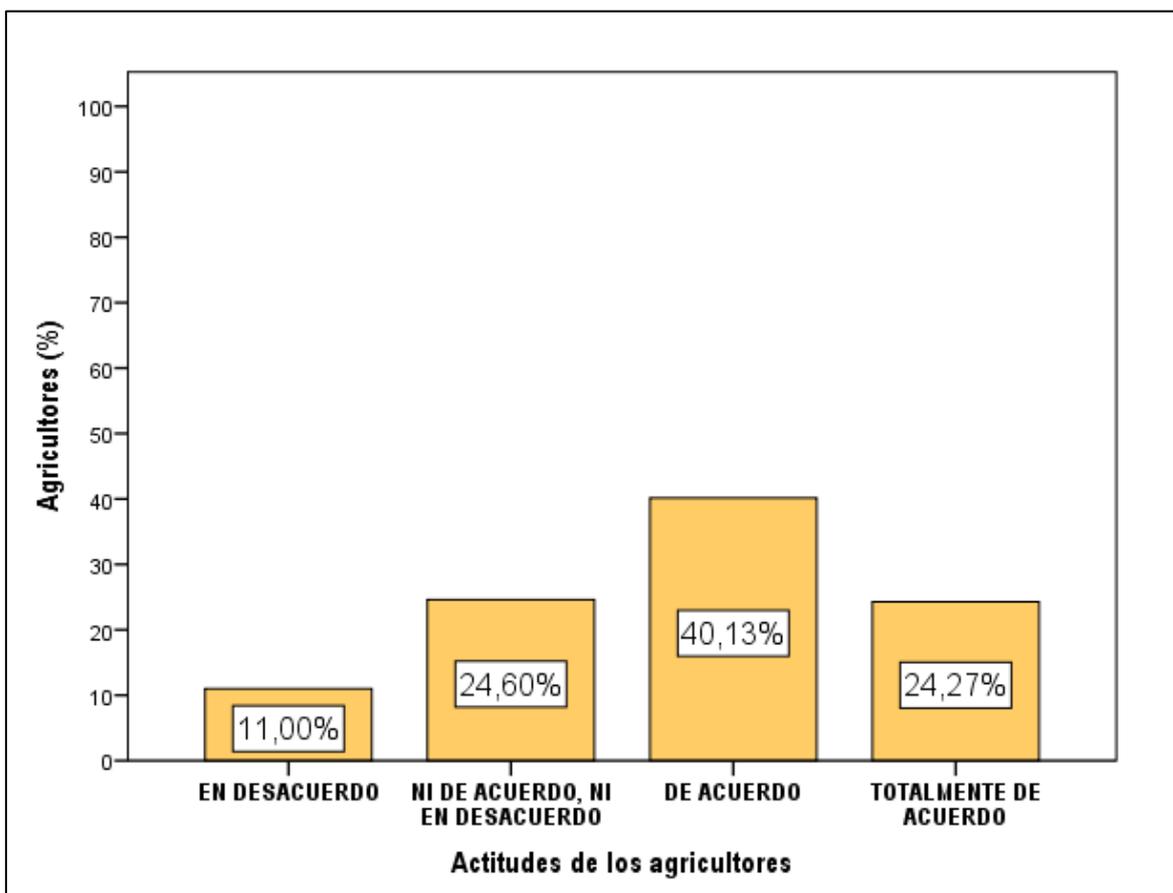
**Figura 6** ¿Estaría de acuerdo en recibir alguna capacitación sobre las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático?



**FUENTE: ENCUESTA**

Para la mayoría de los agricultores el cacao es uno de sus principales sustentos económicos del cantón, por tal motivo es importante aumentar su producción y reducir el riesgo de presentar pérdidas. De acuerdo con las encuestas en la Figura 7 el 40,13 % está de acuerdo en aplicar medidas de adaptación y mitigación con el fin de reducir sus pérdidas, un 24,27 % está totalmente de acuerdo y el 11 % se encuentra en desacuerdo debido a dos motivos: el primero gran parte de los agricultores no tienen conocimiento sobre el cambio climático y sus efectos; el segundo motivo es por la situación económica que les impide adoptar estas medidas.

**Figura 7** ¿Está de acuerdo en adoptar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático con la finalidad de mejorar el rendimiento del cacao?



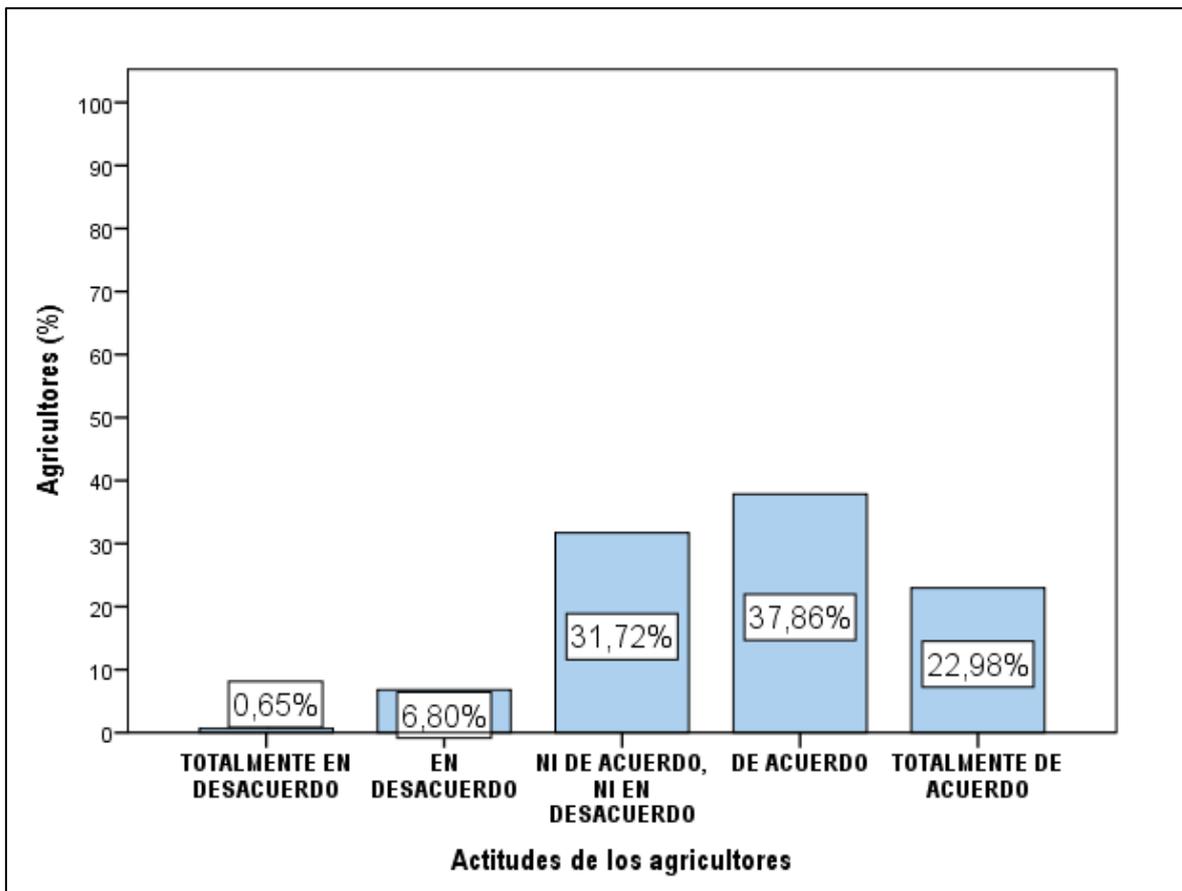
**FUENTE: ENCUESTA**

#### **4.1.1.6.2. Componente 2: Cambios ocurridos en el clima.**

A través de las encuestas dio como resultado que Figura 8 un gran porcentaje de agricultores están de acuerdo en que la variación del clima da paso a la aparición de enfermedades y plagas que afectan al cultivo de cacao, lo cual provoca su disminución y pérdidas económicas irreparables dado que en la época de cosecha en algunos de los casos coinciden con el periodo de lluvia, lo que da paso a la aparición de estas plagas. Seguido de un valor porcentual de 31,72 % mencionan que están indecisos con respecto a que la variación del clima ocasiona la aparición de plagas en el cultivo, dado que la aparición de estas plagas no solo se debe al clima, sino al cuidado que se le dé al cultivo de cacao; 22,98 % están totalmente de acuerdo. y por último con un bajo valor porcentual del 0,65 % mencionan que están totalmente en desacuerdo debido a que la aparición de plagas en los cultivos de cacao

no solo se da por la variación de lluvia, sino que depende del cuidado que el agricultor le dé a su cultivo, ya que las plagas aparecen en cualquier momento.

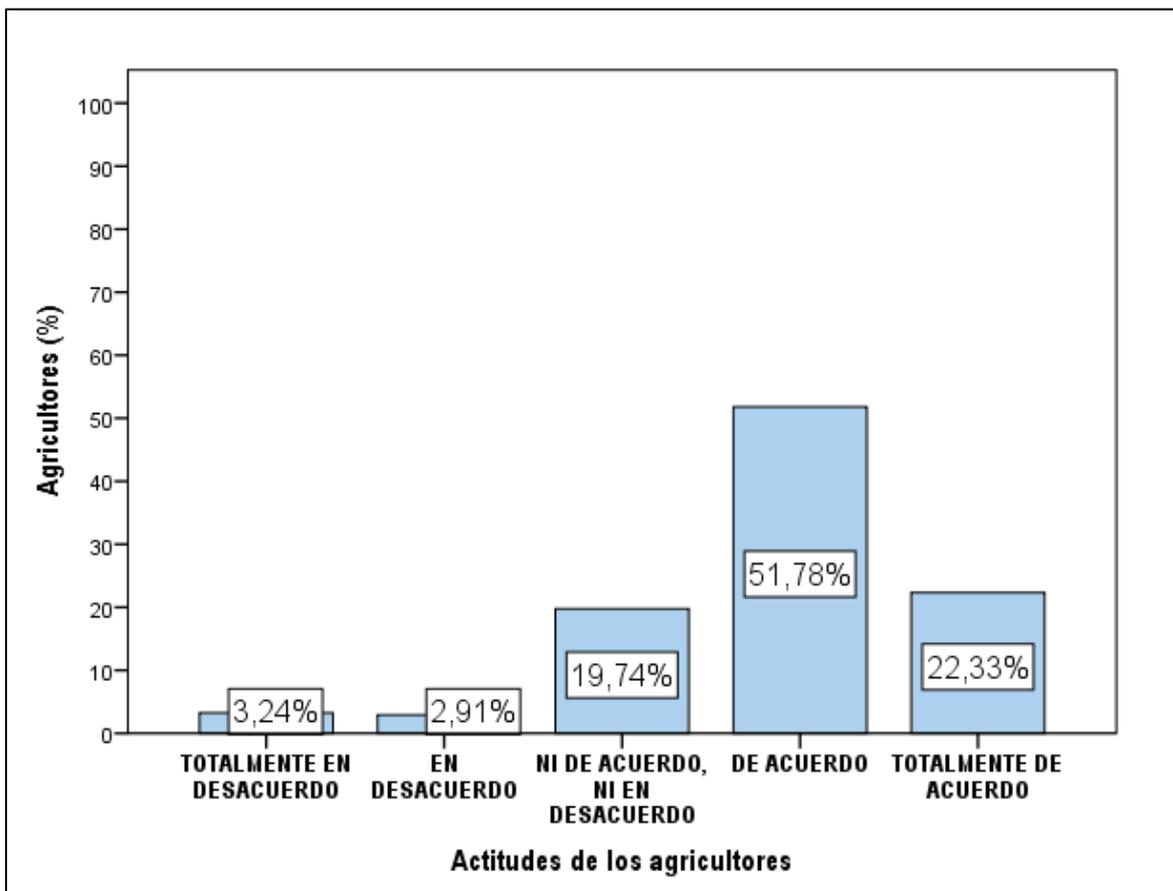
**Figura 8** ¿Está de acuerdo en que las intensas lluvias ocasionan la aparición de enfermedades tales como: escoba de bruja, mal de machete, mazorca negra y monilla?



**FUENTE: ENCUESTA**

Como se muestra en la Figura 9 los agricultores manifestaron con valor porcentual del 51,78 % que el aumento de temperatura da paso a la proliferación de plagas y enfermedades, debido a que al aumentar la temperatura afecta la parte interna del cultivo lo cual está más susceptible a la aparición de plagas, el 19,74 % está ni de acuerdo, ni en desacuerdo esto es debido a que las plagas y enfermedades no solo se debe al aumento de temperaturas y por último con un valor porcentual de 3,24 % manifiestan que están totalmente en desacuerdo que el aumento de temperaturas no da paso a la proliferación de plagas, según lo manifestado por ellos esto es debido a que a altas temperaturas retrasan el crecimiento y propagación de las plagas, dado que a la mayoría de estas se encuentran en lugares cálidos.

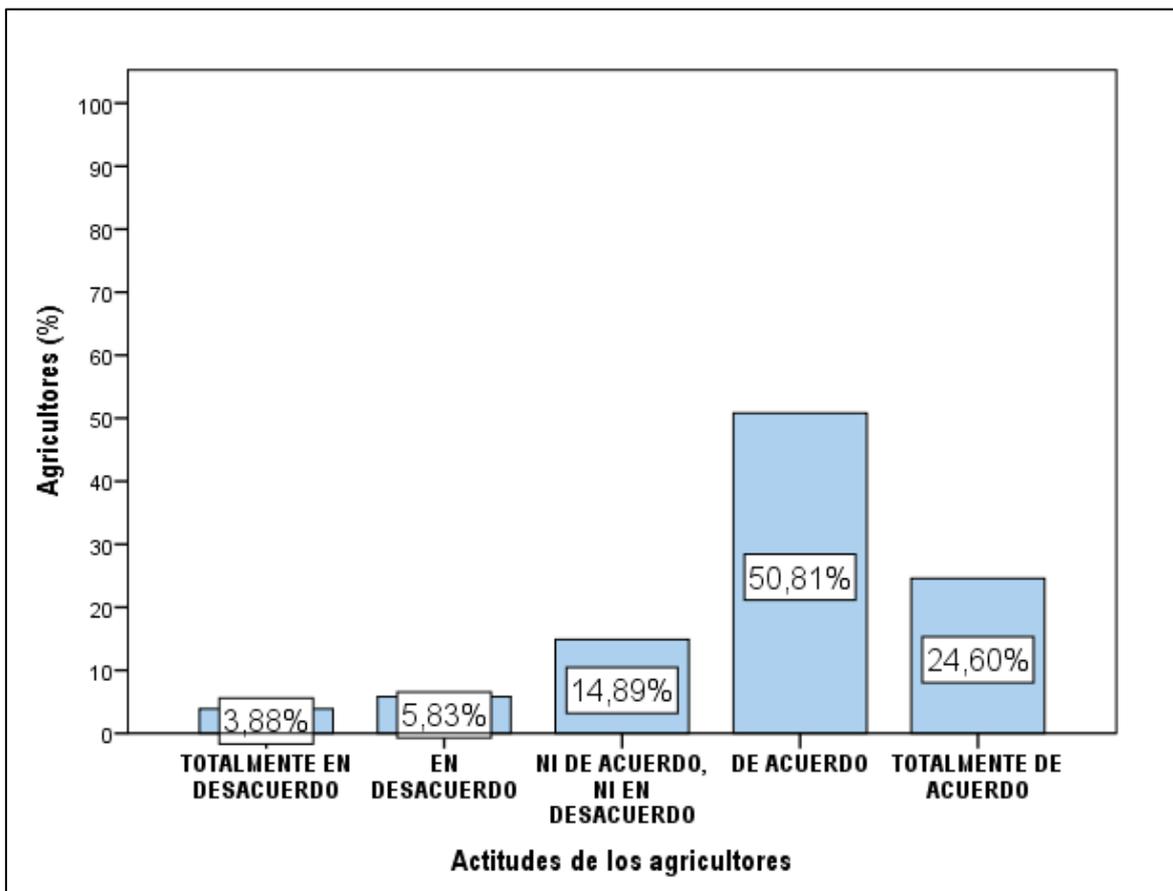
**Figura 9** ¿Está de acuerdo que el aumento de temperatura contribuye a la aparición de enfermedades y plagas en el cultivo de cacao?



**FUENTE: ENCUESTA**

Como se muestra en la Figura 10 el 50,81 % de los agricultores mencionaron estar de acuerdo que las sequías e inundaciones son ocasionadas por el cambio climático. Por otra parte, el 14,68 % manifestaron que están ni de acuerdo ni en desacuerdo, esto es debido a que desconocen sobre el tema y porque mencionan que la sequía e inundaciones se dan de forma natural y, por último, con un valor porcentual mínimo de 3,88 % manifestaron estar totalmente en desacuerdo con respecto a que la sequía e inundaciones son ocasionadas por el cambio climático, esto es debido a la desinformación sobre el tema.

**Figura 10** ¿Está usted de acuerdo que la sequía e inundaciones son ocasionadas por el cambio climático?

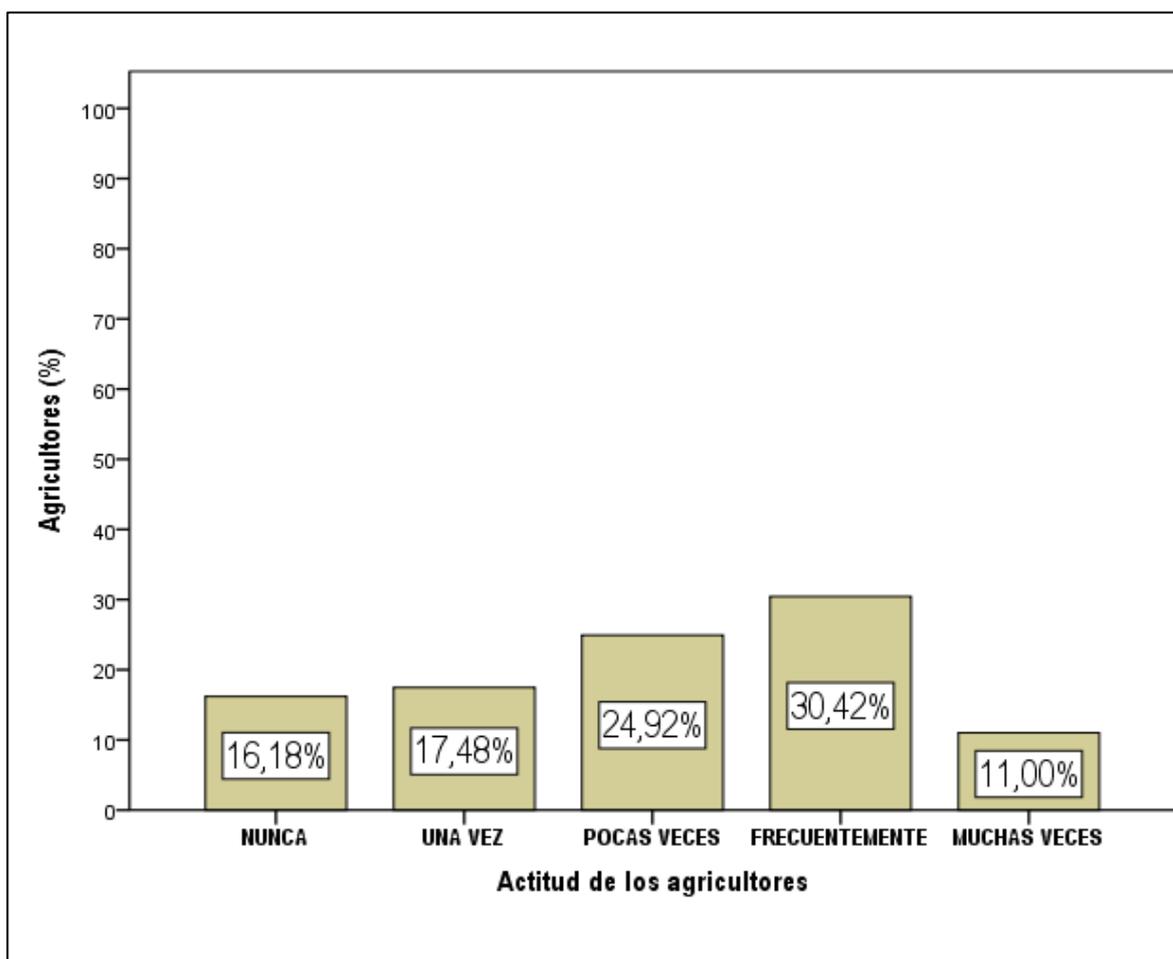


FUENTE: ENCUESTA

#### 4.1.1.6.3. Componente 3: Efectos del cambio climático.

De acuerdo con las encuestas, dio como resultado que el 30,42 % mencionaron que frecuentemente ha sufrido cambios en la producción debido a la sequía, dado que, al no contar con un sistema de riego, esto hace que la producción del cacao disminuya. Seguido del 17,48 % manifestaron que los cambios en la producción debido a la sequía se le atribuye una sola vez hasta la actualidad y por último con un valor porcentual menor a 11 % los cambios en la producción debido a la sequía fueron muchas veces a lo largo de todo el tiempo que residen en el cantón, pero los agricultores no implementan estrategias dado que los recursos económicos no se los permite, en la Figura 11 se muestran los demás resultados.

**Figura 11** ¿Ha sufrido cambios en la producción debido a la sequía?



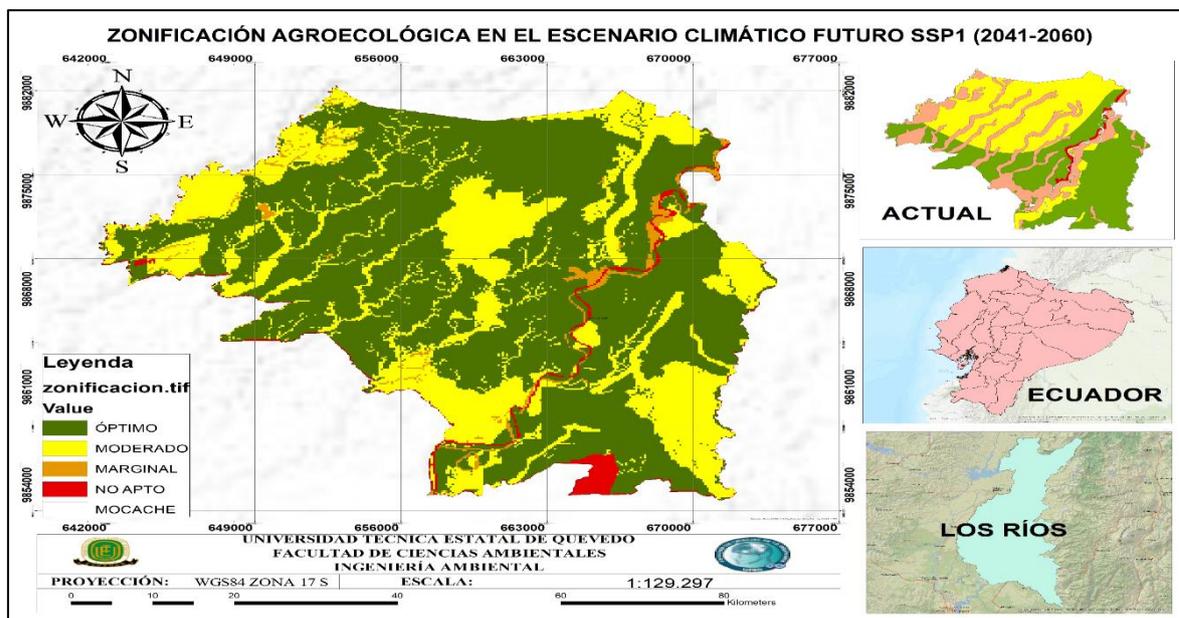
**FUENTE: ENCUESTA**

#### **4.1.2. Modelar las zonas de distribución geográficas del cultivo de cacao, en el cantón Mocache, bajos las trayectorias socioeconómicas compartidas SSP.**

En la Figura 12 muestra la predicción del cultivo de cacao en el período 2041-2060, es decir en 30 años la zonificación agroecológica del cultivo de cacao en el cantón Mocache bajo el escenario climático SSP1 en su gran mayoría es óptima la cual es representada por el color verde (% y superficie), el color amarillo (% y superficie) es moderado y una pequeña proporción de color naranja marginal (% y superficie) Tabla 8. El escenario futuro SSP1 es un escenario de sustentabilidad, es decir que para ese periodo la productividad es fuerte, es decir aumenta el rendimiento del cultivo de cacao y la contaminación del aire es bajo. No

obstante, podemos decir que para el 2041 el suelo seguirá siendo apto para el cultivo de cacao.

**Figura 12** Análisis del uso de suelo en las zonas agroecológicas en el escenario climático futuro SSP1 periodo (2041-2060).



**FUENTE: RECUPERADO DE ARMAP**

**ELABORADO: AUTORA**

En la Tabla 9 se muestra las hectáreas de la zonificación agroecológica de los cuatro criterios con su respectivo valor porcentual, del escenario SSP1 periodo 2041-2060.

Tabla 9

*Superficie y porcentaje de la zonificación agroecológica SSP1.*

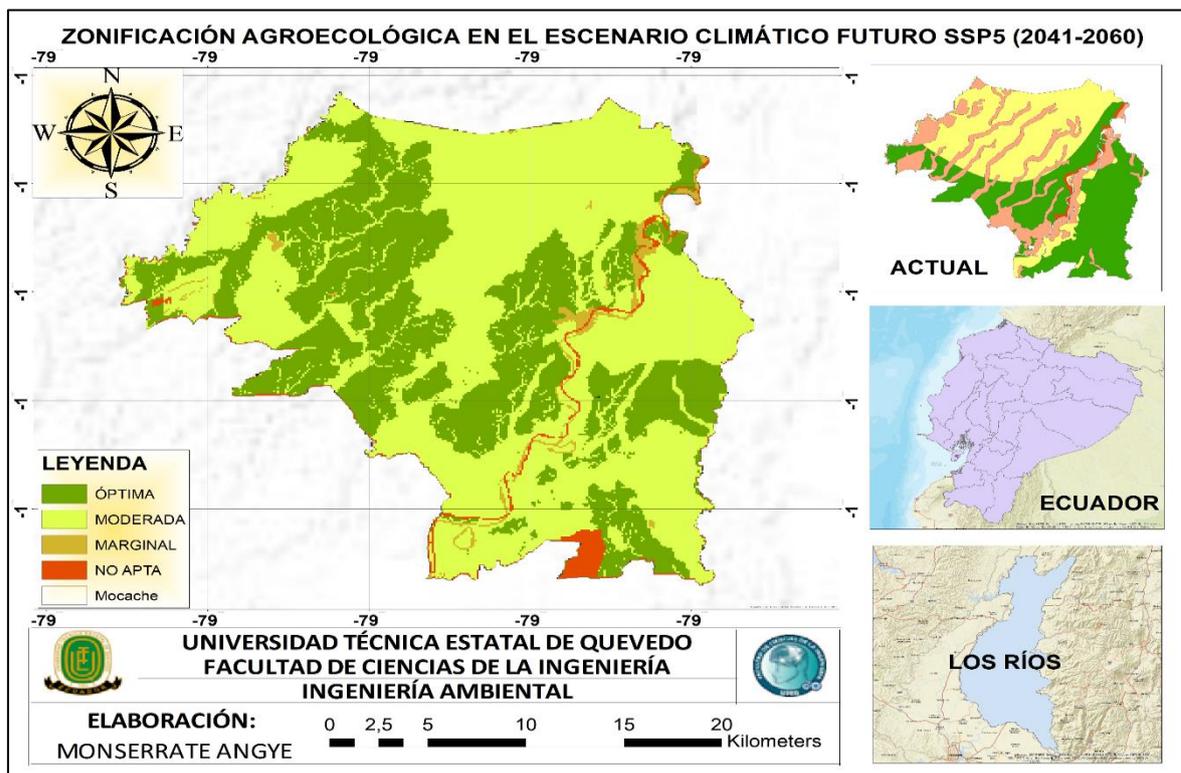
<b>Criterios</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>(%)</b>
1	Óptima	36655	63,82%
2	Moderada	17703	30,82%
3	Marginal	1220	2,12%
4	No apta	1861	3,24%
<b>TOTAL</b>		<b>57439</b>	<b>100,00%</b>

**FUENTE: RECUPERADO DE ARMAP**

**ELABORADO: AUTORA**

En la Figura 13 se muestra la zonificación agroecológica futura, la cual refleja el impacto del cambio climático futuro sobre la zona en estudio. Se evidencia que para el periodo 2041-2060 bajo el escenario SSP5 en su mayoría la zonificación agroecológica será moderada con una superficie de 34017 hectáreas que representa el (59,31%). Se caracteriza por tener una textura moderadamente gruesa, con un PH ácido, su precipitación va desde 1000-1200 mm y muestra una temperatura con un rango de 16 – 18 °C. No obstante, para el mismo periodo la zona no apta se mantiene con un valor porcentual de 3,24%, esto se debe a que 1861 hectáreas no son óptimas para la producción del cultivo de cacao, dado que presentan suelos arenosos, mal drenaje, PH muy ácido y precipitaciones mayores a 4000 mm. En otras palabras, se menciona que el escenario SSP5 para el periodo 2041-2060, aun siendo un escenario con alto uso de combustibles fósiles, nivel de mitigación bajo y consumo alto de los recursos naturales; aun así, es posible el cultivo de cacao en el cantón Mocache, esto se debe a que este escenario presenta un nivel alto de adaptación al cambio climático.

**Figura 13** Análisis del uso de suelo en las zonas agroecológicas en el escenario climático futuro SSP5 período (2041-2060).



**FUENTE: RECUPERADO DE ARMAP**

**ELABORADO: AUTORA**

En la Tabla 10 se muestra las hectáreas de la zonificación agroecológica de los cuatro criterios con su respectivo valor porcentual, del escenario SSP5 período 2041-2060.

Tabla 10

*Superficie y porcentaje de la zonificación agroecológica SSP5.*

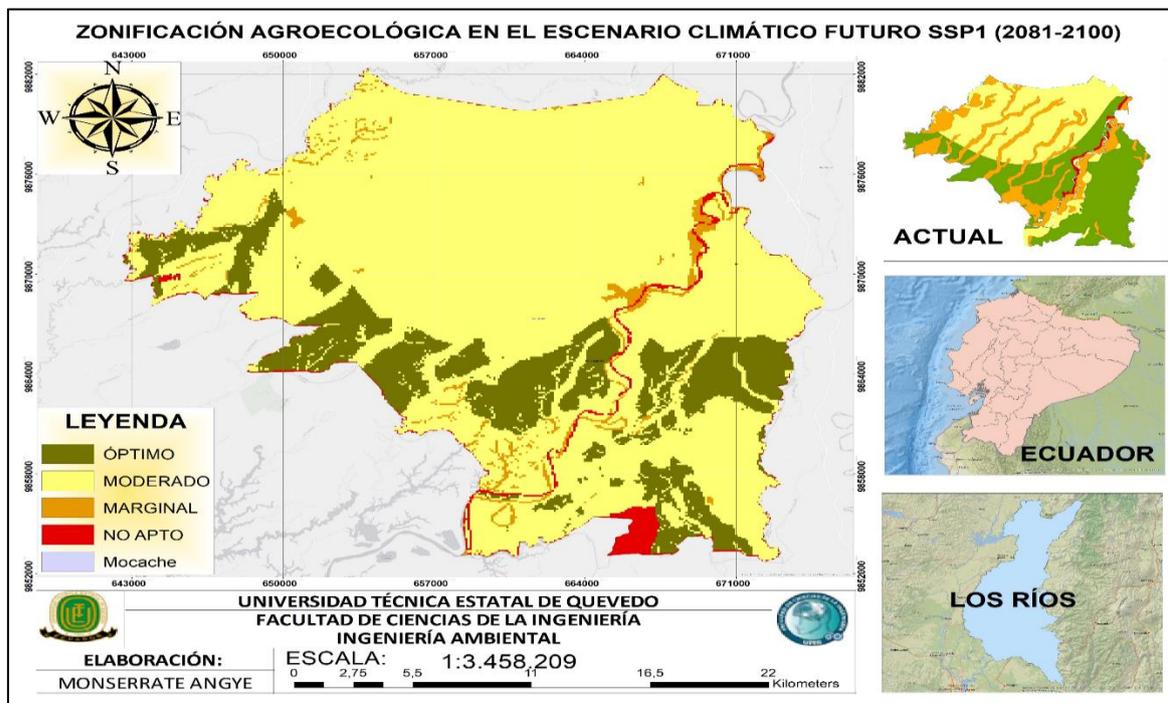
<b>Criterios</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>(%)</b>
1	Óptima	20470	35,69%
2	Moderada	34017	59,31%
3	Marginal	1008	1,76%
4	No apta	1861	3,24%
<b>TOTAL</b>		<b>57356</b>	<b>100,00%</b>

**FUENTE: RECUPERADO DE ARMAP**

**ELABORADO: AUTORA**

En la Figura 14 se muestra la zonificación agroecológica futura del escenario SSP1 para el periodo 2081 – 2100, en el que se evidencia que se clasifica en cuatro zonas (óptima, moderada, marginal y no apta) de las cuales la más representativa es la zona moderada representada por el color amarillo la cual abarca una superficie de 44009 hectáreas. Seguido del color verde que representa las zonas óptimas para el cultivo de cacao, abarca 9999 hectáreas. Este escenario a pesar de contar con niveles bajos de emisiones, un menor consumo de los recursos naturales y una alta capacidad de adaptación y mitigación, aun así, no presenta grandes cantidades de zonas optimas y esto se debe a que para este periodo habrá un aumento del cambio climático y debido a este se dará una pequeña degradación de las tierras para el cultivo de cacao. Las zonas con mayor porcentaje son moderadas con un 76,73%, seguida de la zona óptima 17,43%, zona no apta para el cultivo de cacao 3,24% y por ultima con menor porcentaje la zona marginal 2,59%. Las zonas óptimas presentan características como: pendiente hasta un 25%, pH neutro o ligeramente ácido, precipitación de 1200 hasta 3000, temperatura con un rango de 18 °C hasta 26 °C y mal alta (mayor a 5%) cantidad de materia orgánicas presente en el suelo donde se encuentra el cultivo.

**Figura 14** Análisis del uso de suelo en las zonas agroecológicas en el escenario climático futuro SSP1 período (2081-2100).



**FUENTE: RECUPERADO DE ARMAP**

**ELABORADO: AUTORA**

En la Tabla 11 se muestra las hectáreas de la zonificación agroecológica de los cuatro criterios con su respectivo valor porcentual, del escenario SSP1 período 2081-2100.

Tabla 11

*Superficie y porcentaje de la zonificación agroecológica SSP1.*

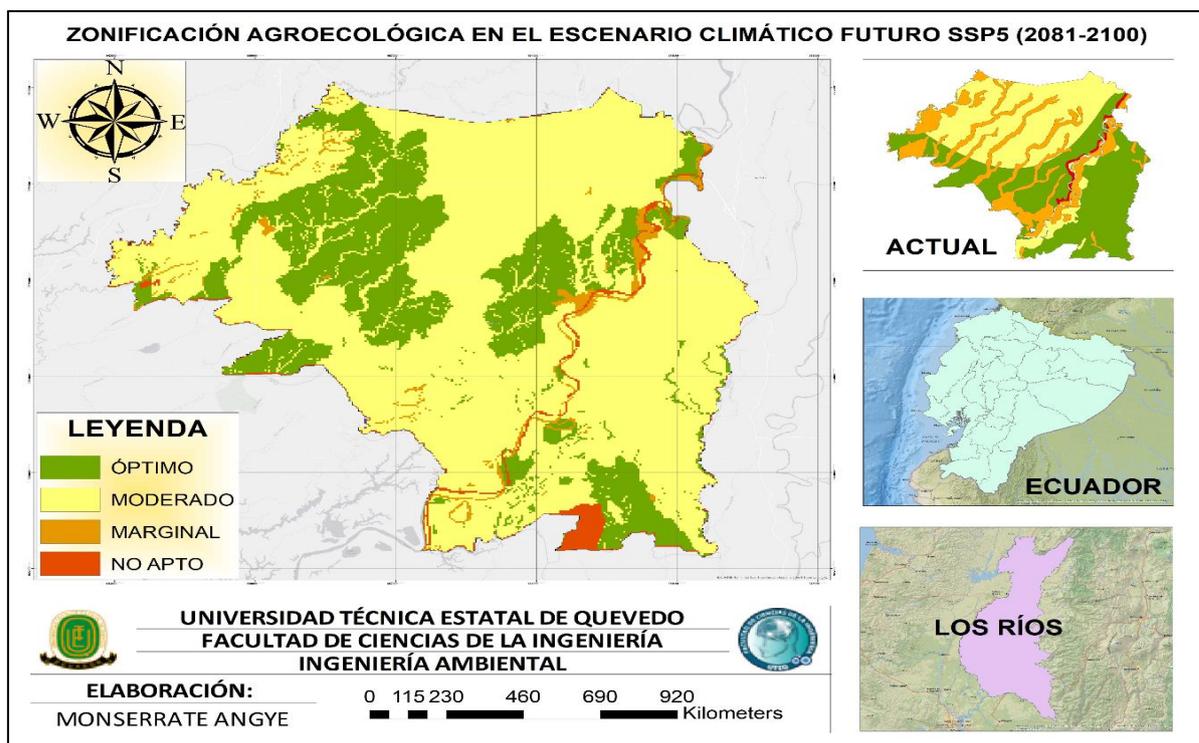
<b>Criterios</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>(%)</b>
1	Óptima	9999	17,43%
2	Moderada	44009	76,73%
3	Marginal	1486	2,59%
4	No apta	1861	3,24%
<b>TOTAL</b>		<b>57355</b>	<b>100,00%</b>

**FUENTE: RECUPERADO DE ARMAP**

**ELABORADO: AUTORA**

De acuerdo con la Figura 15 se muestra la zonificación agroecológica futura del cantón Mocache, bajo el escenario SSP5 en el período 2081 – 2100, el análisis del uso de suelo para el cultivo de cacao da como resultado que: como se muestra en la Tabla 11 el 69,73% es moderado, 24,75% es óptimo para el desarrollo del cultivo de cacao, seguido de 3,24% que es el área no apta para el cultivo y 2,28% del área marginal, como se muestra en la Figura 14 el área más representativa es la moderada, es decir que para el periodo 2081 en el cantón Mocache aún será posible el cultivo de cacao, siempre y cuando tengan los cuidados adecuados para su desarrollo y producción. Pero aún se cuenta con áreas óptimas en la que las plantaciones se desarrollan de forma adecuada, dado que cumple con todos los parámetros para su crecimiento.

**Figura 15** Análisis del uso de suelo en las zonas agroecológicas en el escenario climático futuro SSP5 período (2081-2100).



**FUENTE: RECUPERADO DE ARMAP**

**ELABORADO: AUTORA**

En la Tabla 12 se muestra las hectáreas de la zonificación agroecológica de los cuatro criterios con su respectivo valor porcentual, del escenario SSP5 período 2081-2100.

Tabla 12

*Superficie y porcentaje de la zonificación agroecológica SSP5.*

<b>Criterios</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>(%)</b>
1	Óptima	14193	24,75%
2	Moderada	39992	69,73%
3	Marginal	1309	2,28%
4	No apta	1861	3,24%
<b>TOTAL</b>		<b>57355</b>	<b>100,00%</b>

**FUENTE: RECUPERADO DE ARMAP**

**ELABORADO: AUTORA**

#### **4.1.2.1. Comparación de la zonificación agroecológica periodos (2041-2060) y (2081-2100).**

Como se muestra en las Figuras 12 y 14 la zonificación agroecológica para el escenario SSP1 período 2041- 2080 en su gran mayoría es óptima con un 63,82%, pero para el periodo 2081-2100 las áreas óptimas bajaron a 17,43%. Es decir que, después de 30 años las zonas óptimas disminuirán un 46,39%; a pesar de ser un escenario de sustentabilidad donde existe buena producción, bajo consumo de recursos naturales y bajos niveles de CO<sub>2</sub>, aún así, existirá una significativa degradación del suelo para el cultivo de cacao, es decir que para este periodo los suelos del cantón Mocache para el cultivo de cacao no serán óptimos, en todo caso seguirán siendo moderados con un 76,73%.

Como se muestra en las Figuras 13 y 15 la zonificación agroecológica para el escenario SSP5 alto en combustible fósiles, para el período 2041-2080 el área más representativa es las áreas moderadas con un 59,31%, de la misma forma para el período 2081-2100 el área más representativa es moderada con 69,73%, es decir que hubo una pequeña disminución de las áreas óptimas 10,42%, para el mismo periodo se presentará un aumento de 0,52% de las áreas marginales para el cultivo de cacao. En conclusión, se puede mencionar que el cantón Mocache en sus años posteriores aún seguirá cultivando el cacao, con dificultades, pero aún seguirá siendo posible su desarrollo y producción.

### **4.1.3. Diseño de la propuesta.**

**Título:** estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático en la agricultura (cultivo de cacao) en el cantón Mocache.

**Institución ejecutora:** Universidad Técnica Estatal de Quevedo a través de sus egresados en la especialidad de Ingeniería ambiental.

**Beneficiarios:** Agricultores de cacao del cantón Mocache

**Ubicación:** Provincia Los Ríos, cantón Mocache.

**Autora:** Angye Monserrate

#### **4.1.3.1. INTRODUCCIÓN.**

El cambio climático afecta a la agricultura y esta afecta a la variabilidad climática a través de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) de diferentes prácticas agrícolas (58). La afectación de la agricultura se debe a varias causas, una de las principales es el cambio climático, este afecta la producción del cacao y amenaza la seguridad alimentaria de los agricultores dedicados únicamente a la agricultura, es decir; el cambio climático y la variabilidad es una de las mayores amenazas globales a la producción agrícola para las generaciones actuales y futuras (59). Este fenómeno altera el desarrollo de las mazorcas de cacao, las plagas de insectos y los patógenos, lo que se traduce en menores rendimientos de los cultivos y afecta los ingresos agrícolas (60).

Los agricultores que poseen recursos de tierra y tecnologías agrícolas limitados en los países en desarrollo están más expuestos al impacto del cambio climático. Por tal motivo, la aplicación de esta propuesta permitirá aumentar el potencial de reducir la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas a los riesgos relacionados con el cambio climático (61). No obstante, Iglesias et al., (2010) señalan que las estrategias de adaptación y mitigación deben ser de bajo costo y técnicamente manejables por agricultores individuales, para que los agricultores puedan considerarlas y asumir tales opciones (62).

De acuerdo a Smith & Skinner (2002), la adaptación de la agricultura al cambio climático es importante para la evaluación del impacto y la vulnerabilidad y para el desarrollo de políticas de cambio climático (63). Por lo tanto, las estrategias de adaptación se pueden definir como acciones que los agricultores toman en la producción agrícola para hacer frente a la variabilidad climática (61). El presente documento describe la propuesta de adaptación y mitigación del cultivo de cacao frente al cambio climático. La finalidad es dar a conocer a los agricultores estrategias sostenibles en el tiempo para reducir los efectos adversos que ocasiona el cambio climático sobre el cultivo de cacao.

#### **4.1.3.2. CONTEXTO INTERNACIONAL Y NACIONAL.**

##### **4.1.3.2.1. Contexto internacional.**

El 26 de julio de 2016, Ecuador suscribió el Acuerdo de París bajo la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, que reemplazará al Protocolo de Kioto. Con esta acción, el Estado ecuatoriano, coherente con su vocación de protección ambiental y sus propuestas de vanguardia en el proceso geopolítico de la lucha contra el cambio climático, se suma a los 175 países del mundo que han firmado dicho Acuerdo (64).

##### **4.1.3.2.1.1. Convención Marco De Las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático.**

Ratificada por los 33 países de América Latina y el Caribe, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) entró en vigor en marzo de 1994. El objetivo del Convenio es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. La Convención establece un marco general para los esfuerzos intergubernamentales para hacer frente los desafíos provocados por el cambio climático (65).

El Ecuador es parte de la CMNUCC desde 21 de marzo del 1994 y también ratificó el Protocolo de Kioto en el año 1999. El Ministerio del Ambiente promueve la participación del país en las negociaciones internacionales de la CMNUCC por medio de un trabajo interinstitucional coordinado con otras Carteras de Estado sectoriales, con el apoyo del

Ministerio Coordinador de Patrimonio y el Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio e Integración y varios Ministerios sectoriales que aportan en el proceso de construcción de los Lineamientos de la posición nacional ante la Convención (66).

#### **4.1.3.2.1.2. Protocolo de Kyoto [De la Convención Marco sobre el Cambio Climático].**

Ratificado por los 33 países de América Latina y el Caribe, el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático entró en vigor en el 2005. El Protocolo establece metas vinculantes de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para los países industrializados, reconociendo que son los principales responsables de los elevados niveles de emisiones que hay actualmente en la atmósfera y bajo el principio de las responsabilidades comunes pero diferenciadas. El Ecuador es parte del Protocolo de Kioto en el año 1999 (67).

#### **4.1.3.2.2. Contexto nacional.**

##### **4.1.3.2.2.1. Marco Regulatorio Nacional de Cambio Climático:**

- **Constitución (2008):** Los derechos de la naturaleza son abordados en la Constitución por primera vez en la historia. El Ecuador es uno de los pocos países de la región que hace referencia explícita a la temática del cambio climático (Art. 414).
- **Subsecretaría de Cambio Climático – SCC (Octubre 2009):** El Ministerio del Ambiente estará encargado de “la formulación y ejecución de la estrategia nacional y el plan que permita generar e implementar acciones y medidas tendientes a concienciar en el país la importancia de la lucha contra este proceso natural y antropogénico y que incluyan mecanismos de coordinación y articulación interinstitucional”.
- **Acuerdos Ministeriales: N° 095.** Establece como Política de Estado a la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

- El RCOA establece en su Art. 673 que “Las entidades competentes de los sectores priorizados para la adaptación en la Estrategia Nacional de Cambio Climático, y los diferentes niveles de gobierno, en el ámbito de sus competencias, promoverán el diseño y la elaboración de políticas, planes, programas, proyectos y medidas de adaptación, en los sectores establecidos por la Estrategia Nacional de Cambio Climático” (68).
- El RCOA establece en el literal b) de su Art. 678, que dentro de los instrumentos para la gestión del cambio climático está el Plan Nacional de Adaptación (PNA).
- El RCOA establece en su Art. 684 que “El Plan Nacional de Adaptación tiene por objeto identificar y disminuir la vulnerabilidad y el riesgo climático actual y futuro de los sectores priorizados en la Estrategia Nacional de Cambio Climático, a través de la integración de la adaptación al cambio climático en la planificación del desarrollo nacional, sectorial y local. El Plan establecerá las medidas y acciones de adaptación y los mecanismos e instrumentos de gestión y coordinación que contribuyan a enfrentar los impactos sociales, económicos y ambientales del cambio climático” (68).

#### 4.1.3.2.3. Contexto Local.

De acuerdo con el plan de ordenamiento territorial del cantón Mocache, se presenta en la Tabla 13 los siguientes proyectos

Tabla 13

*Matriz de proyectos y costos de los problemas específicos del cantón Mocache.*

<b>Problemas Específicos De Mocache</b>	<b>Objetivo General Mancomunados</b>	<b>Estrategia General Mancomunada</b>	<b>Programas - Proyectos El Cantón Mocache</b>	<b>Competencia</b>	<b>Costo Aproximado</b>
Desaparición de diversidad de especie faunísticas	Implementar nuevas prácticas agrícolas y productivas que reduzcan la contaminación,	Desarrollo de investigación de control biológica de plagas y alternativas amigables con el entorno contaminado, control de maleza	Programa de investigación aplicada.	Ministerio de Educación SENACYT	

<b>Problemas Específicos De Mocache</b>	<b>Objetivo General Mancomunados</b>	<b>Estrategia General Mancomunada</b>	<b>Programas - Proyectos El Cantón Mocache</b>	<b>Competencia</b>	<b>Costo Aproximado</b>
Desaparición de diversidad de especie faunísticas	Utilizando agroquímicos amigables, reduzcan la dependencia y resistencia ambiental, innoven procesos e incrementen productividad con tecnología adecuada, acorde con la producción de alimentos inocuos y seguros a nivel internacional.	Prohibición, cambio y remplazo de agroquímicos acordes a las investigaciones nacionales, difusión obligatoria en cada centro de expendio; regulación, control y monitoreo de la autoridad ambiental. Implementación de sistemas “HUERTA” diversificada ó parcelas agroforestales, con la incorporación de riego.	Programa de educación ambiental aplicada con estudiantes, promotores, campesinos para disminuir uso indiscriminado. Proyecto: Diversificación de la producción, sistemas de “Huertas” para generación de alimentos y empleo dirigido para pequeños productores	MAGAP – INIAP, MAE, GAD PROVINCIAL Y MUNICIPAL	No especificado

<b>Problemas Específicos De Mocache</b>	<b>Objetivo General Mancomunados</b>	<b>Estrategia General Mancomunada</b>	<b>Programas - Proyectos El Cantón Mocache</b>	<b>Competencia</b>	<b>Costo Aproximado</b>
Proliferación de plagas por el desequilibrio o ambiental debido al monocultivo	Utilizando agroquímicos amigables, reduzcan la dependencia y resistencia ambiental, innoven procesos e incrementen productividad con tecnología adecuada, acorde con la producción de alimentos inocuos y seguros a nivel internacional.	Alianzas centro de investigación, institutos politécnicos, entidades públicas y organismos internacionales para establecer los efectos clínicos, problemas crónicos, a la población por el uso de agroquímicos mediante el apoyo de estudios moleculares que garanticen su uso y comercialización	Programa de investigación e implementación por uso de agroquímicos a la biodiversidad y el hombre.	SENACYT, MAGAP – INIAP, MAE, MSP, GAD MUNICIPAL, MANCOMUNIDAD	500.000

<b>Problemas Específicos De Mocache</b>	<b>Objetivo General Mancomunados</b>	<b>Estrategia General Mancomunada</b>	<b>Programas - Proyectos El Cantón Mocache</b>	<b>Competencia</b>	<b>Costo Aproximado</b>
Contaminación de áreas pobladas en lo que es el agua y el aire y con la alteración del PH del suelo de las plantaciones	Restituir la fertilidad y cobertura del suelo con programas de incentivos que replacen el cultivo de forestales tropicales para áreas no ocupadas y eviten el desequilibrio hídrico necesario para los poblados que requieren de agua segura.	Programa de incentivos SOCIO AMBIENTAL, para el repoblamiento forestal nativo en áreas privadas no ocupadas productivamente o aquellas barreras naturales de protección públicas o privadas en el territorio  Promover la cobertura forestal nativa, con un replazo paulatino y detener el avance del número de hectáreas forestales industriales.	El programa socio bosque, donde el gobierno subvencione la protección de bosques	Ministerio del Ambiente MAGAP. GAD PROVINCI- AL Y MUNICIPAL	500.000

**FUENTE: PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (2020) (69).**

#### **4.1.3.3. Líneas Estratégicas de la ENCC.**

El sector agrícola es pilar fundamental para alcanzar la soberanía alimentaria y un elemento central de la economía nacional; es una importante fuente de empleo e ingresos, caracterizada por la dominancia de unidades productivas pequeñas y medianas. Se estima que los pequeños y medianos agricultores representan el 95,5% de las unidades productivas agrícolas del país. El sector “agricultura” representa una de las principales fuentes de emisiones de GEI en Ecuador, pues pasaron de aproximadamente de 159 millones de toneladas de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-eq) en 1990 a 210 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>-eq en 2006 (MAE, 2010), un incremento del 24% en 16 años, a un promedio de un 1,5% anual (66).

El uso en exceso de fertilizantes nitrogenados, la quema de los desechos orgánicos y la expansión de la frontera agrícola generan importantes emisiones de GEI en este sector. Los principales GEI emitidos son el dióxido de carbono, el metano y óxido nitroso; de los cuales el último es el que presenta el mayor potencial de calentamiento global de gases de efecto invernadero (66).

La expansión de monocultivos, con el consecuente uso de plaguicidas y fertilizantes, y la expansión de la agricultura para exportación (cultivos tradicionales como banano, café y cacao, y no tradicionales como flores, abacá, tabaco, frutas tropicales y brócoli) ponen en riesgo la seguridad y soberanía alimentaria, puesto que el interés del pequeño agricultor por ser parte de las cadenas de producción supone un abandono de los multicultivos y de los cultivos de autoconsumo, incrementando su vulnerabilidad ante el cambio climático y afectando su entorno inmediato por pérdida de la diversidad genética, la reducción de la resiliencia de los ecosistemas y el alto uso de químicos (Cordero et al., 2011).

##### **4.1.3.3.1. Adaptación al cambio climático.**

La Línea Estratégica “Adaptación al Cambio Climático” tiene como finalidad reducir la vulnerabilidad social, económica y ambiental frente a los impactos del cambio climático (66).

#### **4.1.3.3.2. Mitigación del cambio climático.**

La Línea Estratégica “Mitigación del Cambio Climático” tiene como finalidad reducir las emisiones de GEI y aumentar los sumideros de carbono en sectores estratégicos (66).

#### **4.1.3.4. Plan de acción por líneas temáticas.**

Acorde a los objetivos del eje de transición ecológica 11 y 12 del plan de creación de oportunidades del 2021-2025. Se presentan los siguientes objetivos del plan de adaptación y mitigación frente al cambio climático:

- Restaurar y hacer uso sostenible del recurso natural suelo.
- Incentivar a los agricultores aplicar estrategias de adaptación al cambio climático en el cultivo de cacao.
- Contribuir a la implementación de estrategias de mitigación para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

A continuación, se describen sus líneas temáticas y sus respectivas estrategias.

#### **4.1.3.4.2. LÍNEA TEMÁTICA 1: ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.**

Un 35,92 % de los agricultores están de acuerdo en recibir una capacitación sobre las estrategias de adaptación y mitigación. No obstante, el 1,29 % están totalmente desacuerdo. Pero con un 40,13 % manifiestan estar de acuerdo en adoptar medidas de mitigación y adaptación con la finalidad de mejorar el rendimiento del cultivo de cacao. Para los agricultores un 37,86 % están de acuerdo que las intensas lluvias ocasionan la aparición de enfermedades tales como: escoba de bruja, mal de machete, mazorca negra y monilla y tan solo el 0,65 % están en total desacuerdo.

**4.1.3.4.1.1. Línea de acción:** Potenciar las capacidades de los agricultores productores para generar alternativas que le ayuden adaptarse al cambio climático.

**4.1.3.4.1.1.1. Educación Ambiental.**

La capacitación agrícola mejora la conciencia, el conocimiento y las habilidades de los agricultores, promoviendo así la adopción de la rotación de cultivos (72).

**4.1.3.4.1.1.2. Pólizas de seguro agrícola.**

El seguro agrícola es una estrategia importante para hacer que los hogares agrícolas se recuperen más rápido de las crisis climáticas. Como tal, existe la necesidad de introducir pólizas de seguro agrícola para los agricultores de la región a un precio acordado entre los agricultores y los proveedores de seguros (66).

**4.1.3.4.1.1.3. Acceso a información climática.**

El acceso a la información relacionada con el clima aumenta la probabilidad de que los agricultores usaran diferentes variedades de cultivos, adoptarán medidas de riego y conservación del suelo y cambiarán las fechas de siembra (67).

**4.1.3.4.1.1.4. Cambio de fechas de siembra.**

Esto incluye opciones de siembra temprana y tardía como una estrategia para el clima cambiante. Esta estrategia ayuda a proteger las etapas sensibles de crecimiento mediante el manejo de los cultivos para garantizar que estas etapas críticas no coinciden con condiciones climáticas muy duras como las sequías de mitad de temporada (67).

**4.1.3.4.1.1.5. Adopción de variedades mejoradas de semilla de cacao.**

Utilizan variedades mejoradas de cacao, como las variedades híbridas, que tardan menos tiempo, generalmente entre 3 y 4 años en madurar (68). Las variedades mejoradas de cacao producen altos rendimientos y vainas durante todo el año. Sin embargo, la principal barrera para esto es el alto costo de los insumos (69).

#### **4.1.3.4.1.1.6. Pozos de almacenamiento de agua.**

Los agricultores abordan el riesgo aprovechando y utilizando tecnologías lluvia recolectada en tanques de almacenamiento, para evitar que en tiempos de sequía exista pérdidas en el cultivo de cacao (70).

#### **4.1.3.4.1.1.7. Podas de rehabilitación.**

La poda de rehabilitación es una práctica adecuada para rejuvenecer árboles viejos y aumentar el rendimiento del cacao a corto plazo, al mismo tiempo que se mitigan los efectos negativos de plagas de insectos como las termitas. Podría recomendarse como una medida eficaz para la producción sostenible de cacao (71).

#### **4.1.3.4.1.1.8. Barreras vivas con ciruela.**

Los productores han implementado el uso de barreras vivas de ciruela y barreras físicas con troncos y piedras. Las barreras vivas se han establecido en curvas a nivel, con la finalidad de adecuar las densidades al grado de pendiente y disminuir la pérdida de suelos por erosión. Las barreras han sido implementadas, estableciéndose 80 ha en los cultivos de cacao (73).

#### **4.1.3.4.1.2. Metas:**

- Disminuir en un 10% las pérdidas ocasionadas por el cambio climático en el cultivo de cacao.
- Aumentar el rendimiento del cultivo de cacao en un 10 %.
- Incrementar de 5 % a 20 % los instrumentos para aumentar la capacidad de adaptación ante la variabilidad climática.

**4.1.3.4.1.3. Línea de acción 2:** Promover la implementación de estrategias que sustenten la economía de los agricultores, manteniendo el bienestar familiar.

#### **4.1.3.4.1.3.1. Huertos pequeños.**

Los agricultores implementan huertos pequeños para generar ingresos adicionales, e incluso para abastecer sus necesidades de alimentación diaria.

#### **4.1.3.4.1.3.2. Ingresos complementarios.**

Los agricultores se diversifican hacia otras actividades no agrícolas para compensar los impactos del cambio climático en el cacao y la agricultura y sus medios de vida (68).

#### **4.1.3.4.1.3.3. Agroforestería: enriquecimiento forestal.**

Los sistemas agroforestales tradicionales son muy dinámicas al integrarse el efecto cultural del manejo humano con los ambientales. El componente arbóreo es el más determinante debido a su efecto en las condiciones de luz, temperatura, humedad, nutrientes y microorganismos del suelo; los períodos de sequía y de lluvias, y las interacciones con otros organismos (bacterias, hongos, plantas y animales); por ello, las especies arbóreas son consideradas como especies nodrizas (65).

Sin embargo, cuando la cobertura del dosel es excesiva, se limita la disponibilidad de luz y se promueven las condiciones para el desarrollo de organismos fitopatógenos. En el caso del cacao, además de manejar la sombra, el tamaño, la forma de la copa, así como la fertilización y el control de plagas y enfermedades (65).

#### **4.1.3.4.1.4. Metas:**

- Incrementar la economía de los agricultores evitando la inseguridad alimentaria.
- Reducir de 0 % a 5 % la vulnerabilidad de los agricultores frente al cambio climático.

#### **4.1.3.4.2. LÍNEA TEMÁTICA 2: MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.**

Un 51,76 % de los agricultores manifestaron que el aumento de temperaturas contribuye a la aparición de enfermedades y plagas en el cultivo de cacao. No obstante, el 2,91 % están en desacuerdo. Por otro lado, los efectos del cambio climático como es la sequía e inundaciones, el 50,81 % manifestaron que están de acuerdo en que este fenómeno ocasiona estos efectos. Por otra parte, el 3,88 % mencionaron que están totalmente desacuerdo, dado que mencionan que este fenómeno se da de forma natural.

**4.1.3.4.2.1. Línea de acción 1:** Incentivar a los agricultores al uso de estrategias que minimicen el impacto al medio ambiente.

##### **4.1.3.4.2.1.1. Uso de agroquímicos con baja contaminación.**

Dado por procesos naturales y en ausencia del uso de productos agroquímicos el material vegetal de los cultivos va a descomponerse de manera natural, permitiendo que los nutrientes sean aprovechados nuevamente por las plantas presentes en la finca, en el cultivo de cacao es importante el aporte frecuente de nutrientes al suelo (74).

##### **4.1.3.4.2.1.2. Erradicación de quemas (75).**

##### **4.1.3.4.2.1.3. Estiércol animal (Fertilizante).**

Los pequeños agricultores utilizan estiércol de ganado como técnica para mejorar la fertilidad del suelo (72), cuya aplicación aumenta la productividad agrícola y, al mismo tiempo, mitiga las emisiones de GEI (76); (77).

##### **4.1.3.4.2.1.4. Educación ambiental.**

Se alienta a los productores de cacao a unirse a las organizaciones de productores y se debe apoyar a los extensionistas para que puedan llegar a los productores y educarlos sobre las tecnologías de resiliencia al cambio climático (78).

#### **4.1.3.4.2.2. Metas:**

- Reducción de la contaminación del suelo en un 10 %.
- Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero un 100 %.

**4.1.3.4.2.3. Línea de acción 2:** Aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en la producción del cultivo de cacao.

#### **4.1.3.4.2.3.1. Reciclaje: compostaje.**

Los productores han implementado el manejo de residuos de cosecha mediante el uso de composteras. Posteriormente, el compostaje es aplicado a los cultivos, favoreciendo el ciclo de los nutrientes en las fincas de cacao (73).

#### **4.1.3.4.2.4. Metas:**

- Aumentar la capacidad de reutilización de los residuos orgánicos generados en la producción de cacao en un 15 %.

A continuación, se muestra en la Tabla 14, las estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático.

Tabla 14

*Lista de estrategias según línea de acción.*

N°	Medida sugerida	Objetivo	Resultados esperados	Indicador	Ámbito de acción	Inversión	Instituciones responsables	Actores claves
<b>LÍNEA TEMÁTICA 1: ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO</b>								
<b>Línea de acción: Potenciar las capacidades de los agricultores productores para generar alternativas que le ayuden adaptarse al cambio climático.</b>								
1	Educación ambiental (72).	Incentivar a los agricultores sobre el manejo de las buenas prácticas ambientales	Los agricultores tomen consciencia e implementen buenas prácticas ambientales	N° de agricultores capacitados al mes	Local	\$ 300	GAD municipal de Quevedo (Departamento de ambiental)	Dueño de la finca/ agricultor
2	Pólizas de seguro agrícola (66).	Reducir las pérdidas de los agricultores ocasionadas por la variabilidad climática.	Disminuir en un 60 % la vulnerabilidad económica de los productores	N° de agricultores con seguro/ N° de agricultores afectados	Local	\$ 1500	Ministerio de agricultura	Dueño de la finca/ agricultor

<b>N°</b>	<b>Medida sugerida</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Indicador</b>	<b>Ámbito de acción</b>	<b>Inversión</b>	<b>Instituciones responsables</b>	<b>Actores claves</b>
3	Acceso a información climática (67).	Aumentar la conciencia ambiental sobre las acciones que perjudican al ambiente	Agricultores consientes de la aplicación de la resiliencia en el cambio climático	N° de agricultores con acceso a la información al año	Local	\$ 00	INIAP en conjunto con el GAD municipal	Dueño de la finca/ agricultor
4	Adopción de variedades mejoradas de semilla de cacao (68); (69).	Aumento del rendimiento del cultivo de cacao	Mejor la adaptación a los cambios del clima y por ende aumento de la producción	N° de plantas adaptadas al año	Local	\$ valor variable	MAGAP	Dueño de la finca/ agricultor
5	Pozos de almacenamiento de agua (70).	Evitar la pérdida del cultivo de cacao debido a la sequia	Aprovechar tecnologías innovadoras para prevenir la pérdida del cultivo	N° de pozos en la zona	Local	\$ 1000	GAD municipal del cantón	Dueño de la finca/ agricultor

N°	Medida sugerida	Objetivo	Resultados esperados	Indicador	Ámbito de acción	Inversión	Instituciones responsables	Actores claves
6	Podas de rehabilitación (71).	Minimizar la aparición de plagas y enfermedades	Rejuvenecer los árboles de cacao, para eliminar las plagas y aumentar el rendimiento	N° de árboles podados al año	Local	\$ 20 por día		Dueño de la finca/ agricultor
7	Barreras vivas con ciruela (73).	Reducir la pérdida de suelo agrícola por erosión	Disminución de las pérdidas por rendimiento del cultivo	N° de barreras construidas (arboles sembrados)	Local	\$ 000		Dueño de la finca/ agricultor
<b>Línea de acción: Promover la implementación de estrategias que sustenten la economía de los agricultores, manteniendo el bienestar familiar.</b>								
8	Huertos pequeños	Generar un sistema de producción para el autoconsumo de los agricultores	Mejorar la economía de los agricultores y mantener una seguridad alimentaria	Producción al año	Local	\$ 60	Agricultor	Dueño de la finca/ agricultor

<b>N°</b>	<b>Medida sugerida</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Indicador</b>	<b>Ámbito de acción</b>	<b>Inversión</b>	<b>Instituciones responsables</b>	<b>Actores claves</b>
9	Ingresos complementarios (68).	Generar ingresos sostenibles para mantener la seguridad alimentaria	Aumento de la economía de los agricultores por medio de otras actividades que no estén relacionadas con el cultivo de cacao	Ingresos económicos al mes	Local	\$ 00	Agricultor	Dueño de la finca/ agricultor
10	Agroforestería: enriquecimiento forestal (Guaba y laurel) (65).	Optimizar la producción de cacao y regeneración de las tierras	Aumento de la producción del cacao	Producción del cultivo al año	Local	\$ 8 planta de guaba \$ 2 planta de laurel (valor variable)	Agricultor	Dueño de la finca/ agricultor

Nº	Medida sugerida	Objetivo	Resultados esperados	Indicador	Ámbito de acción	Inversión	Instituciones responsables	Actores claves
<b>LÍNEA TEMÁTICA 1: MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO</b>								
<b>Línea de acción: Incentivar a los agricultores al uso de estrategias que minimicen el impacto al medio ambiente.</b>								
11	Uso de agroquímicos con baja contaminación (74).	Reducir el uso de Químicos perjudiciales para el suelo.	Reducción de la contaminación del suelo y una buena producción de cacao	hectáreas afectadas/ hectáreas de cultivos	Local	\$ 20	Ministerio de agricultura	Dueño de la finca/ agricultor
12	Erradicación de quemas (75)	Incrementar el reaprovechamiento de los residuos	Disminuir la contaminación del suelo y aire	Kilogramos de basura/ mes	Local	\$00	Agricultor	Dueño de la finca/ agricultor
13	Estiércol animal (Fertilizante) (72); (76); (77).	Reducción de fertilizantes empleados en el cultivo de cacao	Reutilización del estiércol de animal y disminución de agroquímicos	Nº de plantas fertilizadas/ Nº plantas afectadas	Local	\$00	Agricultor	Dueño de la finca/ agricultor

N°	Medida sugerida	Objetivo	Resultados esperados	Indicador	Ámbito de acción	Inversión	Instituciones responsables	Actores claves
							GAD	
14	Capacitaciones sobre estrategias de minimización de CO <sub>2</sub> (78).	Incentivar a los agricultores aplicar buenas prácticas ambientales	Erradicación de las malas prácticas ambientales	N° Capacitaciones realizadas al año	Local	\$ 500 (valor variable)	municipal de Quevedo	Dueño de la finca/ agricultor

**Línea de acción: Aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en la producción del cultivo de cacao.**

		Reducir los residuos generados por la cosecha	Reaprovechamiento de los residuos orgánicos, eliminando los desechos generados en la finca	Kg de residuos generados/ kg de los residuos reaprovechados al año				
15	Reciclaje: compostaje (73).	Aumentar los nutrientes del suelo mediante la aplicación de abanó natural			Local	\$ 00	Agricultor	Dueño de la finca/ agricultor

**FUENTE: AUTORA**

## 4.2. Discusión.

La afectación de la agricultura se debe a varias causas, una de las principales es el cambio climático, este afecta la producción del cacao y amenaza la seguridad alimentaria de los agricultores dedicados únicamente a la agricultura (59), las estrategias de adaptación deben ser de bajo costo y técnicamente manejables por agricultores individuales, para que los agricultores puedan considerarlas y asumir tales opciones (62). Otro aspecto son las limitaciones de la investigación, la cual se ve reflejada en los datos climáticos futuros extraídos de la plataforma de worldclim, para la cual no se pudo obtener información de todas las estaciones meteorológicas a nivel mundial, es decir se realizó interpolación para la obtención de los datos climáticos para Ecuador.

La mayor cantidad de agricultores manifestaron estar indecisos con respecto a si las actividades humanas contribuyen al cambio climático, porque conocen poco del tema y porque creen que estos fenómenos son ocasionados de forma natural, por otra parte, una pequeña cantidad de agricultores manifestaron que están totalmente desacuerdo. Algo similar ocurre en la investigación de Hernández et al. (70) recinto Quimis, provincia de Manabí señalaron que la mayoría de los agricultores (53%) relacionan el cambio climático con las actividades humanas principalmente la deforestación (58). Debido al desconocimiento del tema y al poco interés sobre el cambio climático y sus efectos. Lo mismo ocurre con Kosoe et al. (71) la mayoría de los agricultores están conscientes de que el cambio climático es causado por actividades humanas. Esta más que claro que las actividades humanas realizadas al diario por la población contribuyen al aumento de CO<sub>2</sub>, el cual provoca el cambio climático, el mismo que afecta al cultivo de cacao.

Adoptar medidas de mitigación y adaptación es de gran importancia dado que ayuda a la reducción de pérdida del cultivo, cambio fisiológico del mismo e inseguridad alimentaria. En este sentido, la mayor parte de los agricultores (40%) están dispuestos adoptar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en sus cultivos y tan solo el 11 % de los agricultores está en desacuerdo. Resultados distintos presentaron Hassan et al. (58) en Ethopia, África señalaron que el 0,58% de los agricultores están dispuestas adoptar medidas de adaptación e incluso ya habían adoptado mediante la siembra de árboles, el uso de diferentes variedades de cultivos, el cambio de fechas de siembra y el riego. En cambio, la

otra parte de agricultores no quisieron adoptar medidas, a pesar de que percibieron el cambio climático, debido a barreras para la adaptación como falta de información sobre métodos de adaptación, escasez de dinero, mano de obra, de tierra y bajo potencial para el riego. Los efectos del cambio climático sobre el cultivo son la pérdida de la producción, baja calidad e inseguridad alimentaria. Los agricultores para reducir el cambio climático deben adaptarse y ayudar a mitigar.

Un gran porcentaje de agricultores mencionan que están indecisos, con respecto a si es necesario informarse sobre las consecuencias del cambio climático y con un valor mínimo de aproximadamente 10 % están totalmente en desacuerdo, esto se debe a la falta de capacitaciones sobre la temática, por tal motivo no creen necesario informarse sobre la consecuencia de este fenómeno climático. En comparación con los resultado de Cardenas (72) Comunidades Campesinas de San Miguel de Pallanchacra y San Francisco de Asís de Yarusyacán, Provincia y Región Pasco; 38,95 % manifiestan saber poco sobre las consecuencias del cambio climático y 17,89 % manifiestan no saber nada, se debe a la falta de capacitaciones sobre el tema y a la poca predisposición de las autoridades en realizar estas campañas de educación ambiental, que más que claro, revertir esta situación conlleva afianzar la educación y sensibilización a través de iniciativas emprendidas por la sociedad civil, las empresas y las distintas entidades del Estado. Además según Constanza et al. (73) durante su trabajo de campo descubrió que el interés en el clima es relativo, agudizándose en momentos puntuales del ciclo productivo, en la que su mayor preocupación es por el riesgo económico y político.

La mayoría de los agricultores (51%) señalaron que están de acuerdo en que los fenómenos como sequía e inundaciones son ocasionados por el cambio climático, esto se debe a los cambios en el clima presenciados en los últimos años, por otra parte, con un porcentaje bajo de aproximadamente (3%) están totalmente desacuerdo ya que no cuentan con conocimiento sobre el cambio climático y sus efectos. Algo semejante ocurre con Hernández et al. (70) recinto Quimis, provincia de Manabí señalan que el (100%) de los agricultores manifestaron que el cambio climático ha provocado impactos climáticos a lo largo de los años. Una de las acotaciones más fuertes es que, según los participantes en la investigación, el año 1983 fue más intensa la cantidad de lluvia que en 1998. Otra de las acotaciones interesantes es que en el año de 1994 hubo una sequía severa, sin embargo, tuvieron 3 meses de floración.

De la misma forma, en la investigación de Gamble et al. (74) en Jamaica, parroquia Saint Elizabeth; muestra que los agricultores son muy conscientes de patrones anuales de lluvia y han adaptado sus prácticas agrícolas para aprovechar la humedad natural excedente. La mayoría de los agricultores (67 %) indicó que ha habido cambios en los patrones climáticos en el área. Uno de los cambios más observados es la sequía, con el (65 %) indican que las sequías son peores que en el pasado. Los agricultores informaron que las sequías han tenido impactos específicos en las prácticas agrícolas. El 70 % de los agricultores informaron que tuvieron que comprar agua durante la sequía reciente, y el 53 % de los agricultores dijeron que perdieron más de la mitad de sus cultivos, debido a la sequía. Por tal motivo los agricultores manifiestan que la sequía e inundaciones son ocasionadas por el cambio climático, dado que la agricultura en la zona es particularmente sensible a los cambios en el tiempo y el clima.

Algo semejante ocurre con el estudio de Dessai et al. (75) realizado en el sureste de Inglaterra en la que menciona que la mayoría de los encuestados estaban preocupados por el cambio climático y reconocieron que la escasez de agua más frecuente puede ser uno de los impactos. Las barreras para el compromiso con el cambio climático y el comportamiento eficiente del agua incluyen la falta de información accesible, la falta de conocimiento sobre la integración de las esferas ambientales, la falta de recursos y una falta percibida de compromiso institucional.

SSP1 es un escenario de sustentabilidad, donde las acciones que contribuyen al deterioro de la tierra son menores, para este mismo escenario en el periodo 2041-2060 en el cantón Mocache la producción de cacao es abundante, debido a que cuenta con grandes áreas óptimas para el cultivo de cacao, es decir los niveles de precipitación y temperatura son actos para el desarrollo de este cultivo. Después de 20 años, para el periodo 2081-2100 habrá una disminución significativa de las áreas óptimas, aunque seguirá siendo el suelo acto para el cultivo de cacao. De acuerdo con Bunn et al. (76) en su investigación menciona que para 2050, la distribución espacial de las AEZ cambia poco, tuvo la isothermalidad más alta y los valores medios más bajos para el rango de temperatura diario y anual. Los cambios en América Central serán similares a los de Brasil y la mayoría de las HD (temperaturas máximas altas y sin frío) AEZ se volverán inadecuadas. La ubicación de las otras AEZ persiste, pero se reduce en extensión.

El escenario climático SSP5, muestra un desarrollo impulsado por el consumo de combustibles fósiles, los cuales son perjudiciales para el medio ambiente, para el periodo 2041-2060 la zonificación agroecológica con respecto al cultivo de cacao en su mayoría cuenta con zonas moderadas para el cultivo y con pocas zonas optimas con una diferencia de aproximadamente 23,62%. Para este escenario la producción del cultivo dependerá de los cuidados del agricultor. De acuerdo con Yingzhi Lin et. Al. (77) menciona en su estudio para sus cuatro períodos: 2011–2020, 2021–2030, 2031–2040 y 2041–2050 que el patrón general de las zonas agroecológicas (AEZ) se mantendrá estable en el futuro. El área de AEZ5 aumentará de 1,08 millones de hectáreas a 1,76 millones de hectáreas de 2011 a 2050. En pocas palabras el cambio climático futuro de las AEZ se caracteriza por la expansión en algunas áreas y la reducción de otras.

Sin embargo, para este escenario de un periodo a otro se presenta un aumento de la temperatura y precipitación siendo de 26 °C y 1045-1089 mm para el 2041; para el 2081, 31 °C y 1789-2327 mm. De acuerdo González et al. (78) en la provincia de los Ríos mencionaron que Indudablemente un aumento progresivo de la temperatura y disminución en la precipitación ocasiona efectos negativos en el sector agrícola al retardar el proceso de germinación, presencia de plagas, bajas producciones, granos pequeños y enfermos de los cultivos transitorios, entre otros problemas. De tal forma para Mendoza et al. (79) en el estado de coahuila, México el aumento y disminución de precipitación y temperatura tendrá un fuerte impacto en la tasa de evapotranspiración, principalmente en verano. Los requerimientos de riego y las frecuencias de aplicación aumentarán.

Por otra parte, para el periodo 2081-2100, se muestra un aumento de las zonas moderadas de 10,42% a diferencia del periodo anterior y por ende se presenta una disminución de las áreas en buen estado para el cultivo. Sin embargo, para este periodo bajo este escenario, aun será posible la producción de cacao en la zona de estudio. De acuerdo con Fischer et al. (80) Los resultados representa un escenario de altas emisiones indicando que con el rápido cambio climático pueden cambiar respectivamente a 29,0 y 1,1%. La agroecología los cambios debidos al cambio climático darán como resultado agua déficit en algunas áreas y superávit en otras, así como aumento o reducción de la infestación de patógenos de enfermedades y parásitos. Bajo el cambio climático y para la década de 2080, los análisis de los resultados de AEZ indican expansiones de la superficie terrestre con severas limitaciones

de la siguiente manera: América Central y Caribe (aumento del 1% al 3%; simulaciones de AEZ para clima actual: 270 millones de hectáreas).

El uso de agroquímicos de baja contaminación, ayudaran a controlar las plagas y enfermedades ocasionadas por el cambio climático en el cultivo de cacao. Estudios como el de Agbongiarhuoyi et al. (74) distrito de Suaman, región occidental de Ghana, señalo que la alteración de plagas y patógenos son ocasionados por la incidencia del cambio climático en el cultivo. Por lo tanto, no sorprende que el 95,8% de los cacaocultores adopten el uso de pesticidas como medida para mitigar los impactos del cambio climático. Los agricultores admitieron que, sin el uso de pesticidas, se podría registrar una mala cosecha y una alta tasa de pérdidas postcosecha.

La agroforestería, es decir la diversificación forestal, la cual ayuda a la retención del agua y nutrientes en el suelo, por otra parte, evita la erosión del mismo. En el estudio de Crane et al. (75) realizado en la comunidad de Madiama en Malí, ubicado en África occidental. Señalaron que la naturaleza intermedia del suelo mixto significa que puede asumir las características de cualquiera de sus materiales originales dependiendo de las condiciones de lluvia, especialmente la cantidad de lluvia y los períodos de sequía. Según Sedem et al. (74) en el distrito de Suaman de la región occidental, Ghana menciona que el 83,3% de los agricultores practican un sistema mixto de cultivo de cacao distinto del monocultivo. Esto se debe al hecho de que esto no afecta el rendimiento del cacao, sino que mejora el contenido de humedad de los suelos y también proporciona sombra a los árboles de cacao jóvenes.

La aplicación de pólizas de seguro agrícola es de gran relevancia dado que, si se presenta perdida del cultivo por alguna plaga no controlada o por los fenómenos climáticos, los agricultores podrán recuperar lo invertido. De acuerdo con el estudio de Zhu et al. (60) realizado en las tres provincias del sur de China, incluidas Hainan, Yunnan y Guangdong señala que 53% de los agricultores de Guangdong y Yunnan compraron un seguro para gestionar el riesgo del cambio climático. Curiosamente, ningún productor de banano usó seguros comerciales en Hainan. Según nuestra investigación de campo, no había seguros correspondientes disponibles para los pequeños agricultores. Al similar ocurre con Adzawlaa et al. (81) realizado por en la región norte de Ghana, en la que existe la necesidad de introducir pólizas de seguro agrícola para los agricultores de la región a un precio acordado entre los agricultores y los proveedores de seguros.

**CAPITULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1. Conclusiones.

En la presente investigación sobre los efectos del cambio climático en la agricultura se concluye que:

- El cambio climático es uno de los fenómenos más graves dado que el ser humano contribuye al aumento de estos fenómenos. De acuerdo con la investigación el conocimiento que presentan los agricultores con respecto al cambio climático en gran parte es positivo, esto se debe a que el avance tecnológico: internet permite que la información llegue a los rincones más lejanos a nivel mundial. Las actividades humanas es el principal contribuyente al cambio climático, y dentro de estas se encuentran la agricultura, la cual genera grandes GEI contribuyendo a este fenómeno. En la investigación los agricultores manifestaron que están de acuerdo en un 36,36 % en que las actividades que realizan al diario contribuyen a la variabilidad climático. Por otra parte, 40,13 % están de acuerdo en adoptar medidas de mitigación y adaptación, con la finalidad de que las sequias, inundaciones y elevadas temperaturas no afecten en grandes medidas a el cultivo de cacao.
- El análisis del uso de suelo para el cultivo de cacao en el futuro bajos los escenarios SSP1 y SSP5 en los dos periodos se determinó cuatro zonas: óptima, moderada, marginal y no apta. Las cuales en los dos periodos se muestran un cambio de la zonificación agroecológica, debido al cambio de las variables climáticas futuras, pero a pesar de eso el cantón Mocache para los periodos del 2041-2060; 2081-2100, las zonas más representativas son la óptima y moderada, pero a diferencia de la zonificación agroecológica SSP1 2041-2060 que cuenta con grandes cantidades de zona óptima para el cultivo de cacao, los demás escenarios y periodos contaran con grandes cantidad de zona moderada, es decir apta para el cultivo de cacao pero que deberán realizar actividades adecuadas para su crecimiento.
- Las estrategias de mitigación y adaptación son de gran importancia, para minimizar o adaptarse a los cambios ocurridos en el clima y evitar que estos afecten la producción del cultivo de cacao. Por tal motivo es de gran relevancia que los agricultores apliquen estas estrategias para aumentar el rendimiento del cacao.

## 5.2. Recomendaciones.

De acuerdo con los resultados de la investigación se recomienda que:

- Implementar distintas estrategias que ayuden a mantener a la población informada sobre el cambio climático y su afectación en la agricultura y las estrategias que pueden implementar para reducir la contribución al aumento de este fenómeno. Esta difusión de la información será por medios de gran impacto y que son accesibles para todos como es (televisión o radio).
- Se recomienda que en investigaciones similares se incorpore al periodo húmedo vegetativo como uno de los parámetros de mayor relevancia, dado que este parámetro define los días de humedad que necesita la planta para crecimiento y desarrollo. Por otra parte, también se recomienda que en posteriores investigaciones incluyan los 14 parámetros, para que así el resultado de la zonificación tenga más efectividad.
- Es recomendable que las estrategias de adaptación para el cultivo de cacao sean de bajo costo y puedan ser implementadas exclusivamente por los agricultores.

**CAPITULO VI**  
**BIBLIOGRAFÍA**

## 6.1. Bibliografía.

1. MAATE. Ecuador suscribe Acuerdo de París sobre cambio climático. In: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [Internet]. 2016. Available from: <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-suscribe-acuerdo-de-paris-sobre-cambio-climatico/#:~:text=Para el Gobierno del Ecuador,de gases de efecto invernadero.>
2. Pearce JW, Antão LH, Bates RE, Bowgen KM, Bradshaw CD, Duffield SJ, et al. A framework for climate change adaptation indicators for the natural environment. *Ecol Indic* [Internet]. 2022;136:108690. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X22001613>
3. Dixon GR. The Impact of Climate and Global Change on Crop Production. In: Letcher TMBT-CC, editor. *Climate Change* [Internet]. Amsterdam: Elsevier; 2009. p. 307–24. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444533012000178>
4. Calzadilla A, Zhu T, Rehdanz K, Tol RSJ, Ringler C. Climate change and agriculture: Impacts and adaptation options in South Africa. *Water Resour Econ* [Internet]. 2014 May 1 [cited 2021 Nov 25];5:24–48. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212428414000103>
5. Sapkota TB, Vetter SH, Jat ML, Sirohi S, Shirsath PB, Singh R, et al. Cost-effective opportunities for climate change mitigation in Indian agriculture. *Sci Total Environ* [Internet]. 2019;655:1342–54. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969718345819>
6. Morales M, Gil M. Adaptación al cambio climático Iniciativas Internacionales de apoyo a pequeños productores rurales. 2015;116. Available from: <https://www.codespa.org/app/uploads/adaptacion-cambio-climatico-iniciativas-internacionales.pdf>
7. Tripathi A, Mishra AK. Knowledge and passive adaptation to climate change: An example from Indian farmers. *Clim Risk Manag* [Internet]. 2017;16(2016):195–207. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.crm.2016.11.002>
8. Alston JM, Pardey PG. Agriculture in the Global Economy. *J Econ Perspect* [Internet]. 2014 Feb 1;28(1):121–46. Available from: <https://pubs.aeaweb.org/doi/10.1257/jep.28.1.121>
9. Lee DR, Edmeades S, De Nys E, McDonald A, Janssen W. Developing local

- adaptation strategies for climate change in agriculture: A priority-setting approach with application to Latin America. *Glob Environ Chang*. 2014;29:78–91.
10. Ocampo O. El cambio climático y su impacto en el agro. *Rev Ing*. 2011;(33):115–23.
  11. Perez D. Energy sustainability of Ecuadorian cacao export and its contribution to climate change. A case study through product life cycle assessment. *J Clean Prod*. 2016;112:2560–8.
  12. Garci A, Pico B, Jimenez R. La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. *NOVASINERGIA Rev Digit Ciencia, Ing y Tecnol [Internet]*. 2021 Dec 1;4(2):152–72. Available from: <https://novasinergia.unach.edu.ec/index.php/novasinergia/article/view/261>
  13. Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias. Informe nacional: Resultados del Cacao (Theobroma L.) [Internet]. 2014. Available from: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcafec/rcacao>
  14. Blackmore I, Rivera C, Waters WF, Iannotti L, Lesorogol C. The impact of seasonality and climate variability on livelihood security in the Ecuadorian Andes. *Clim Risk Manag [Internet]*. 2021;32(December 2019):100279. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.crm.2021.100279>
  15. Donatti CI, Harvey CA, Martinez-Rodriguez MR, Vignola R, Rodriguez CM. Vulnerability of smallholder farmers to climate change in Central America and Mexico: current knowledge and research gaps. *Clim Dev [Internet]*. 2019;11(3):264–86. Available from: <https://doi.org/10.1080/17565529.2018.1442796>
  16. Harvey CA, Martínez-Rodríguez MR, Cárdenas JM, Avelino J, Rapidel B, Vignola R, et al. The use of Ecosystem-based Adaptation practices by smallholder farmers in Central America. *Agric Ecosyst Environ*. 2017;246(November 2016):279–90.
  17. Boansi D, Tambo JA, Müller M. Analysis of farmers’ adaptation to weather extremes in West African Sudan Savanna. *Weather Clim Extrem [Internet]*. 2017;16:1–13. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212094716300810>
  18. Raquel V, Parada O. Análisis Socioeconómico De Los Pequeños Productores De Cacao Del Recinto El Guabito, Cantón Mocache, Provincia De Los Ríos, Ecuador. *Rev Científica Teorías, enfoques y Apl en las ciencias Soc [Internet]*. 2020;(27):83–93. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7770765.pdf>
  19. López Feldman AJ, Hernández Cortés D. Cambio climático y agricultura: una revisión de la literatura con énfasis en América Latina. *Trimest Econ [Internet]*. 2016

- Oct 19;83(332):459. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31347950001>
20. Morales F, Ferreira J, Carrillo MDP, Peña MM. Pequeños productores de cacao Nacional de la provincia de Los Ríos, Ecuador: un análisis socio-educacional y económico. *Spanish J Rural Dev* [Internet]. 2015;6(1–2):29–44. Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Pequeños-productores-de-cacao-Nacional-de-la-de-Los-Morales-Neto/e277d2c01014e8a2a45007c0d15056364aa248bc>
  21. Araujo S, Tapia W. Verificación del método analítico de espectroscopia de absorción atómica con horno de grafito para la cuantificación de cadmio en almendra de cacao (*Theobroma cacao*). [Internet]. Universidad Politécnica salesiana Sede Quito. 2016. Available from: [https://www.researchgate.net/profile/Salome\\_Araujo2/publication/334172131\\_Verifica%0Acion\\_del\\_metodo\\_analitico\\_de\\_espectroscopia\\_de\\_absorcion\\_atomica\\_con\\_horno\\_de\\_%0Agrafito\\_para\\_la\\_cuantificacion\\_de\\_cadmio\\_en\\_almendra\\_de\\_cacao\\_Theobroma\\_cacao/%0Alinks/5d](https://www.researchgate.net/profile/Salome_Araujo2/publication/334172131_Verifica%0Acion_del_metodo_analitico_de_espectroscopia_de_absorcion_atomica_con_horno_de_%0Agrafito_para_la_cuantificacion_de_cadmio_en_almendra_de_cacao_Theobroma_cacao/%0Alinks/5d)
  22. IPCC. Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y recuadros multicapítulos [Internet]. :Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 2014. 200 p. Available from: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar5\\_wgII\\_spm\\_en.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar5_wgII_spm_en.pdf)
  23. Guitérrez E, Trejo I. Efecto del cambio climático en la distribución potencial de cinco especies arbóreas de bosque templado en México. *Rev Mex Biodivers* [Internet]. 2014;85(1):179–88. Available from: <http://dx.doi.org/10.7550/rmb.37737>
  24. Secretaria de Gestión de Riesgo. Amenaza inundaciones [Internet]. Escenario Mensual. 2014. p. 12. Available from: [https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/Escenario\\_ENERO\\_Inundación\\_Mensual\\_1.pdf](https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/Escenario_ENERO_Inundación_Mensual_1.pdf)
  25. Mendoza C, Jimenez G. Relación entre el efecto invernadero y el cambio climático desde la perspectiva del sector agrario. *Rev Fac Nac Agron* [Internet]. 2017;58(1):2685–95. Available from: <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179951188001.pdf>
  26. Belitskaya VD. Escenarios climáticos y procesos de adaptación. *Ciencia*. 2012;70–5.
  27. Alvarez Salaverry RA, Alvarez Salaverry R. Paraiso protegido hacia una cultura de mitigación [Internet]. Editorial Miguel Angel Porrua; 2012. 249 p. Available from:

- <https://elibro.net/es/lc/uteq/titulos/38551>
28. IPCC. Cuarto informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Inf síntesis. 2007;104.
  29. Pérez portilla E, Geissert Kientz D. Zonificación agroecológica de sistemas agroforestales: el caso café (*Coffea arabica* L.) - palma camedor (*Chamaedorea elegans* Mart.). *Asoc Interciencia Venez* [Internet]. 2006;31(8):556–62. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33911902>
  30. Matter O, Role IT, Agriculture IN. LA MATERIA ORGÁNICA , IMPORTANCIA Y EXPERIENCIAS. *IDESIA* (Chile) [Internet]. 2006;24(1):49–61. Available from: <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v24n1/art09.pdf>
  31. Garcia M. Acid-base disturbances in critically ill patients. *Artic Revis* [Internet]. 2011;28(1):46–55. Available from: [http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v28n1/a08v28n1#:~:text=pH%3A Potencial de hidrógeno.,entonces pH%3D 7%2C40.](http://www.scielo.org.pe/pdf/amp/v28n1/a08v28n1#:~:text=pH%3A%20Potencial%20de%20hidr%C3%B3geno%2C%20entonces%20pH%3D%207%2C%2040)
  32. Porta Casanellas J. Introducción a la edafología: uso y protección del suelo [Internet]. *Mundi-Prensa*; 2008. 452 p. Available from: <https://elibro.net/es/lc/uteq/titulos/35840>
  33. Amorim Homem de Abreu Loureiro G, Reis de Araujo Q, René-Valle R, Andrade-Sodré G, Moreira de Souza SM. Influencia de factores agroambientales sobre la calidad del clon de cacao (*Theobroma cacao* L.) PH-16 en la región cacaotera de Bahia, Brasil. *Ecosistemas y Recur Agropecu* [Internet]. 2017;4(12):579. Available from: <https://era.ujat.mx/index.php/rera/article/view/1274/884>
  34. Thompson LM, Troeh FR. Los suelos y su fertilidad (4a. ed.) [Internet]. *Editorial Reverte*; 1982. 666 p. Available from: <https://elibro.net/es/lc/uteq/titulos/172493>
  35. Ofori-Boateng K, Insah B. The impact of climate change on cocoa production in West Africa. *Int J Clim Chang Strateg Manag* [Internet]. 2014 Jan 1;6(3):296–314. Available from: <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-01-2013-0007>
  36. Kiem AS, Austin EK. Drought and the future of rural communities: Opportunities and challenges for climate change adaptation in regional Victoria, Australia. *Glob Environ Chang* [Internet]. 2013;23(5):1307–16. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378013001027>
  37. Macías Barberán R, Cuenca Nevárez G, Intriago Flor F, Caetano CM, Menjivar Flores JC, Pacheco Gil HA. Vulnerability to climate change of smallholder cocoa producers in the province of Manabí, Ecuador [Internet]. Vol. 72, *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. [scieloco](http://scieloco); 2019. p. 8707–16. Available from:

- <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v72n1/2248-7026-rfnam-72-01-08707.pdf>
38. Schroth G, Läderach P, Martinez-Valle AI, Bunn C, Jassogne L. Vulnerability to climate change of cocoa in West Africa: Patterns, opportunities and limits to adaptation. *Sci Total Environ* [Internet]. 2016;556:231–41. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969716304508>
  39. Mendoza V. Evaluar las condiciones de vida de las familias del sector rural en el cantón Mocache [Internet]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador; 2013. Available from: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3595/1/T-EC.AG-UTEQ-0024.pdf>
  40. van Vuuren DP, Kriegler E, O'Neill BC, Ebi KL, Riahi K, Carter TR, et al. A new scenario framework for Climate Change Research: scenario matrix architecture. *Clim Change* [Internet]. 2014 Feb 3;122(3):373–86. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s10584-013-0906-1>
  41. O'Neill BC, Kriegler E, Ebi KL, Kemp-Benedict E, Riahi K, Rothman DS, et al. The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century. *Glob Environ Chang* [Internet]. 2017 Jan;42(1):169–80. Available from: <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/140>
  42. van Vuuren DP, Stehfest E, Gernaat DEHJ, Doelman JC, van den Berg M, Harmsen M, et al. Energy, land-use and greenhouse gas emissions trajectories under a green growth paradigm. *Glob Environ Chang* [Internet]. 2017 Jan;42:237–50. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S095937801630067X>
  43. Riahi K, van Vuuren DP, Kriegler E, Edmonds J, O'Neill BC, Fujimori S, et al. The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview. *Glob Environ Chang* [Internet]. 2017;42:153–68. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378016300681>
  44. Kriegler E, Bauer N, Popp A, Humpenöder F, Leimbach M, Strefler J, et al. Fossil-fueled development (SSP5): An energy and resource intensive scenario for the 21st century. *Glob Environ Chang* [Internet]. 2017;42:297–315. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378016300711>
  45. Ruiz JA, Medina G, García GE. Sistema de información agroclimático para México-Centroamérica. INIFAP [Internet]. 2018;9(1). Available from: <https://www.redalyc.org/journal/2631/263158448001/html/>
  46. Venero GMS. Apuntes Sobre La Zonificación Agroecológica De Los Cultivos.

- Particularidades En Cuba. *Cultiv Trop*. 2014;35(4):36–44.
47. O’Neill BC, Kriegler E, Riahi K, Ebi KL, Hallegatte S, Carter TR, et al. A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways. *Clim Change* [Internet]. 2014 Feb 15;122(3):387–400. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s10584-013-0905-2>
  48. Silva PAAMM. Efectos del cambio climático en los requerimientos agroecológicos de los cultivos en la comunidad San Clemente , Imbabura. 2018;(April 2020). Available from: [https://www.researchgate.net/publication/340993390\\_Efectos\\_del\\_cambio\\_climatico\\_en\\_los\\_requerimientos\\_agroecologicos\\_de\\_los\\_cultivos\\_en\\_la\\_comunidad\\_San\\_Clemente\\_Imbabura](https://www.researchgate.net/publication/340993390_Efectos_del_cambio_climatico_en_los_requerimientos_agroecologicos_de_los_cultivos_en_la_comunidad_San_Clemente_Imbabura)
  49. Zarrillo S, Gaikwad N, Lanaud C, Powis T, Viot C, Lesur I, et al. The use and domestication of *Theobroma cacao* during the mid-Holocene in the upper Amazon. *Nat Ecol Evol*. 2018 Dec;2(12):1879–88.
  50. CNC (Consejo Nacional de Competencias). Manual técnico para el diseño de sistemas de drenaje en suelos agrícolas del Ecuador [Internet]. Agosto 21. 2018. Available from: [https://issuu.com/cncecuador/docs/manual\\_te\\_cnico\\_para\\_el\\_diseno\\_de](https://issuu.com/cncecuador/docs/manual_te_cnico_para_el_diseno_de)
  51. MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería A y P de EI. Guía 2: Selección del sitio para el cultivo de caco [Internet]. 2014. p. 4. Available from: [https://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/Caja de Herramientas\\_Cadmio\\_Cacao/Guia\\_2.pdf](https://balcon.mag.gob.ec/mag01/magapaldia/Caja_de_Herramientas_Cadmio_Cacao/Guia_2.pdf)
  52. MAGAP, CGSIN, DIGDM. Zonificación agroecológica del cultivo de cacao. *Sist Inf publica Agropecu* [Internet]. 2017; Available from: [https://mt\\_zae\\_cacao\\_2020\\_zonificacion.pdf](https://mt_zae_cacao_2020_zonificacion.pdf)
  53. Giraud Herrera L, Rinaldi Villegas A. Diseño Urbano y Gestión de Riesgo . Medidas de Mitigación y Prevención para el caso de Tsunamis. *Provincia* [Internet]. 2014;(32):43–70. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55538132003>
  54. Perevochtchikova M. La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y Política Pública* [Internet]. 2013;XXII(2):283–312. Available from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/gpp/v22n2/v22n2a1.pdf>
  55. MINAM. Plan de Acción de Adaptación y Mitigación frente al Cambio Climático [Internet]. Ministerio del Ambiente. 2010. p. 6–69. Available from: [http://euroclimplus.org/intranet/\\_documentos/repositorio/Plan de Acción de](http://euroclimplus.org/intranet/_documentos/repositorio/Plan_de_Accion_de)

56. Soler Cárdenas SF, Soler Pons L. Usos del coeficiente alfa de Cronbach en el análisis de instrumentos escritos. *Rev Médica Electrónica*. 2012;34(1):01–6.
57. Grupo de Petrología Aplicada. Analisis multivariante con SPSS. Reducción de datos: análisis de componentes principales y factorial. [Internet]. Universidad de Alicante. 2001. Available from: <https://web.ua.es/es/lpa/docencia/practicas-analisis-exploratorio-de-datos-con-spss/practica-5-analisis-multivariante-con-spss-reduccion-de-datos-analisis-de-componentes-principales-y-factorial.html>
58. Derressa TT, Hassan RM, Ringler C. Perception of and adaptation to climate change by farmers in the Nile basin of Ethiopia. *J Agric Sci* [Internet]. 2010/08/23. 2011;149(1):23–31. Available from: <https://www.cambridge.org/core/article/perception-of-and-adaptation-to-climate-change-by-farmers-in-the-nile-basin-of-ethiopia/98FC44BF50B3E78DC8205A464097CDB8>
59. Sci JE, Change C, Jiri O, Mafongoya P, Chivenge P. Smallholder Farmer Perceptions on Climate Change and Variability : A Predisposition for their Subsequent Adaptation Strategies. *Earth Sci Clim Chang*. 2015;6(5).
60. Agbongiarhuoyi A, Abdulkarim I, Fawole O, Obatolu B, Famuyiwa B, Oloyede A. Analysis of farmers' adaptation strategies to climate change in cocoa production in Kwara State. *J Agric Ext*. 2013;17(1):10.
61. Zhu Y, Yang Q, Zhang C. Adaptation strategies and land productivity of banana farmers under climate change in China. *Clim Risk Manag* [Internet]. 2021;34:100368. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212096321000978>
62. Iglesias A, Quiroga S, Moneo M, Garrote L. From climate change impacts to the development of adaptation strategies: Challenges for agriculture in Europe. *Clim Change*. 2012;112(1):143–68.
63. Smit B, Skinner MW. Adaptation options in agriculture to climate change: a typology. *Mitig Adapt Strateg Glob Chang* [Internet]. 2002;7(1):85–114. Available from: <https://doi.org/10.1023/A:1015862228270>
64. MAATE. Ecuador suscribe Acuerdo de París sobre cambio climático. In: Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [Internet]. 2016. p. 21–3. Available from: <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-suscribe-acuerdo-de-paris-sobre-cambio-climatico/#:~:text=Para el Gobierno del Ecuador,de gases de efecto invernadero.>

65. ONU. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático Naciones Unidas [Internet]. CEPAL. 1992. Available from: <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratados/convencion-marco-naciones-unidas-cambio-climatico>
66. MAE. Estrategia nacional de cambio climático en Ecuador 2012-2025 [Internet]. 2012. Available from: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/ESTRATEGIA-NACIONAL-DE-CAMBIO-CLIMATICO-DEL-ECUADOR.pdf>
67. ONU. Protocolo de kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático [Internet]. Vol. 61702, CEPAL. 1998. Available from: <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratados/protocolo-kyoto-la-convencion-marco-cambio-climatico>
68. MAE. Reglamento al código orgánico del ambiente (RCOA). Regist Of Supl 507 [Internet]. 2019;(752):1–192. Available from: [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec)
69. PDOT. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Mocache 2020. 2020;1–252. Available from: <https://vdocuments.net/15022013163123plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-del-canton-mocache.html?page=1>
70. Hernández EA, García HG, Valdés TP. Percepción del cambio climático en agricultores y apicultores de la comunidad Quimis, Jipijap. Mikarimin Rev Científica Multidiscip [Internet]. 2020;6:91–101. Available from: <http://45.238.216.13/ojs/index.php/mikarimin/article/view/1713/946>
71. Kosoe EA, Ahmed A. Climate change adaptation strategies of cocoa farmers in the Wassa East District: Implications for climate services in Ghana. Clim Serv [Internet]. 2022;26:100289. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405880722000073>
72. Cardenas OG. Percepción de los agricultores sobre variabilidad climática, uso de información y estrategias frente al riesgo: estudio de casos en la Región Pasco [Internet]. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión; 2019. Available from: [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1473/1/T026\\_71220542\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1473/1/T026_71220542_T.pdf)
73. Constanza R, Pereira S. Entre el riesgo climático y las transformaciones productivas: la agricultura bajo riego como forma de adaptación en Río Segundo, Córdoba, Argentina. Investig Geográficas, Boletín del Inst Geogr [Internet]. 2013;2013(82):52–65. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0188461113727869>

74. Gamble DW, Campbell D, Allen TL, Barker D, Curtis S, McGregor D, et al. Climate Change, Drought, and Jamaican Agriculture: Local Knowledge and the Climate Record. *Ann Assoc Am Geogr* [Internet]. 2010 Aug 31;100(4):880–93. Available from: <https://doi.org/10.1080/00045608.2010.497122>
75. DESSAI S, SIMS C. Public perception of drought and climate change in southeast England. *Environ Hazards* [Internet]. 2010 Jan 1;9(4):340–57. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3763/ehaz.2010.0037>
76. Bunn C, Läderach P, Pérez Jimenez JG, Montagnon C, Schilling T. Multiclass classification of agro-ecological zones for Arabica coffee: an improved understanding of the impacts of climate change. *PLoS One*. 2015;10(10):e0140490.
77. Lin Y, Liu A, Ma E, Zhang F. Impacts of future climate changes on shifting patterns of the agro-ecological zones in China. *Hindawi Publ Corp Adv Meteorol* [Internet]. 2013;2013:9. Available from: <https://www.hindawi.com/journals/amete/2013/163248/>
78. González B, Barragán R, Simba L, Rivero M. Influencia de las variables climáticas en el rendimiento de cultivos transitorios en la provincia Los Ríos , Ecuador. 2020;47(4):54–64.
79. Mendoza JM, Zermeño A, Covarrubias JM, Cortés JJ. Proyecciones climáticas para el estado de coahuila usando el modelo precis bajo dos escenarios de emisiones. *Agrociencia* [Internet]. 2013;47(6):523–37. Available from: <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v47n6/v47n6a1.pdf>
80. Fischer G, Shah M, N. Tubiello F, Van Velhuizen H. Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990–2080. *Philos Trans R Soc B Biol Sci* [Internet]. 2005;360(1463):2067–83. Available from: <https://royalsocietypublishing.org/doi/abs/10.1098/rstb.2005.1744>
81. Adzawla W, Kudadze S, Mohammed AR, Ibrahim II. Climate perceptions, farmers' willingness-to-insure farms and resilience to climate change in Northern region, Ghana. *Environ Dev* [Internet]. 2019;32:100466. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211464519301939>

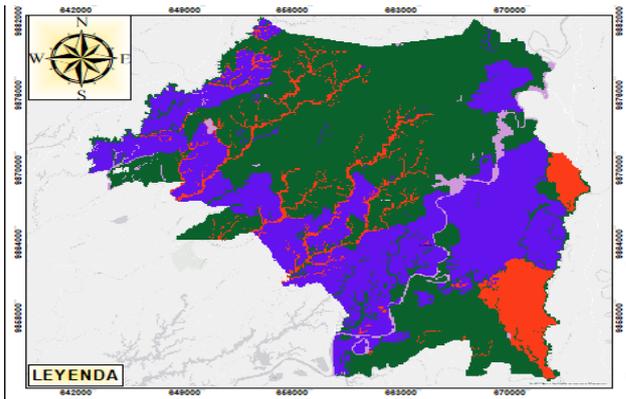
**CAPITULO VII**  
**ANEXOS**

**Anexo 1** Preguntas del cuestionario.

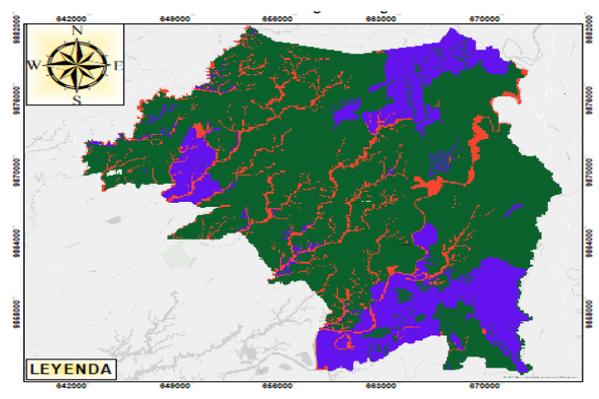
	<p><b>Universidad Técnica Estatal de Quevedo</b>  <b>Facultad de Ciencias de la Ingeniería</b>  <b>Carrera de Ingeniería ambiental</b></p>	
<p>Como egresada de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería en conjunto con el proyecto de investigación titulado “Cambio climático y su efecto en el cultivo de cacao” se desarrollara la siguiente encuesta con el fin de evaluar la percepción de los agricultores con respecto al cambio climático.</p>		
<p><b>CUESTIONARIO DE PREGUNTAS</b></p>		
<p><b>I.- Módulo sobre datos generales del encuestado</b></p>		
<p>1.- Sexo</p>	<p>Femenino ..... / Masculino.....</p>	
<p>2.- ¿Cuál es su nivel educativo?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin estudios</li> <li>• Primaria</li> <li>• Secundaria</li> <li>• Tercer nivel</li> <li>• Cuarto nivel</li> </ul>	
<p>3.- ¿Rango de edad?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 – 20 años</li> <li>• 21 – 24 años</li> <li>• 24 – 35 años</li> <li>• 36 – 45 años</li> <li>• 45 – 60 años</li> </ul>	
<p><b>II. Módulo sobre los cambios ocurridos en el clima</b></p>		
<p>4.- ¿Cuál es la estación climática que genera mayor producción agrícola?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estación lluviosa</li> <li>• Estación seca</li> <li>• Otros</li> </ul>	
<p>5.- ¿Considera usted que el clima ha venido cambiando?</p>	<p>No observado                  Nunca                  Ocasionalmente                  Generalmente                  Siempre</p>	
<p>6.- ¿Está usted de acuerdo que la sequía e inundaciones son ocasionadas por el cambio climático?</p>	<p>Totalmente en desacuerdo                  En desacuerdo                  Ni de acuerdo, ni en desacuerdo                  De acuerdo                  Totalmente de acuerdo</p>	
<p>7.- ¿Está de acuerdo que el aumento de temperatura contribuye a la aparición de enfermedades y plagas en el cultivo de cacao?</p>	<p>Totalmente en desacuerdo                  En desacuerdo                  Ni de acuerdo, ni en desacuerdo                  De acuerdo                  Totalmente de acuerdo</p>	
<p>8.- ¿Está de acuerdo en que las intensas lluvias ocasionan la aparición de enfermedades tales como: escoba de bruja, mal de machete, mazorca negra y monilla?</p>	<p>Totalmente en desacuerdo                  En desacuerdo                  Ni de acuerdo, ni en desacuerdo                  De acuerdo                  Totalmente de acuerdo</p>	

9.- ¿Ha sufrido cambios en la producción debido a la sequía?	No observado Nunca Ocasionalmente Generalmente Siempre
<b>III. Módulo sobre nivel de conocimiento de cambio climático (Educación ambiental)</b>	
10.- ¿Ha escuchado hablar sobre cambio climático global?	Nunca Una vez Pocas veces Frecuentemente Muchas veces
11.- ¿Está de acuerdo en que es necesario informarse de las consecuencias del cambio climático?	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo De acuerdo Totalmente de acuerdo
12.- ¿A través de que medios ha obtenido información sobre el cambio climático?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Televisión      Radio</li> <li>• Periódicos      Otros</li> <li>• Internet</li> </ul>
13.- ¿Está de acuerdo que las actividades humanas son la principal causa del cambio climático?	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo De acuerdo Totalmente de acuerdo
14.- ¿Está de acuerdo que el cambio climático se da de manera natural?	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo De acuerdo Totalmente de acuerdo
15.- ¿Estaría de acuerdo en recibir alguna capacitación sobre las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático?	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo De acuerdo Totalmente de acuerdo
16.- ¿Está de acuerdo en adoptar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático con la finalidad de mejorar el rendimiento del cacao?	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo De acuerdo Totalmente de acuerdo
17.- ¿Está de acuerdo en que el cambio climático esta fuera de nuestro control?	Totalmente en desacuerdo En desacuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo De acuerdo Totalmente de acuerdo

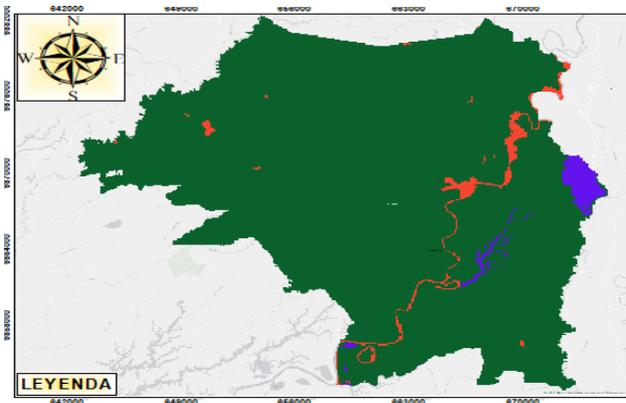
**Anexo 2 Mapa de drenaje**



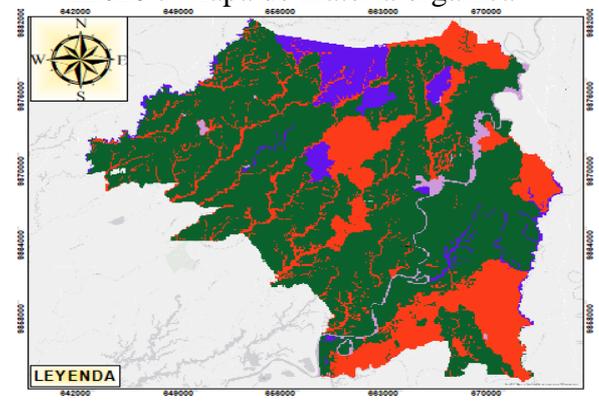
**Anexo 3 Mapa de PH**



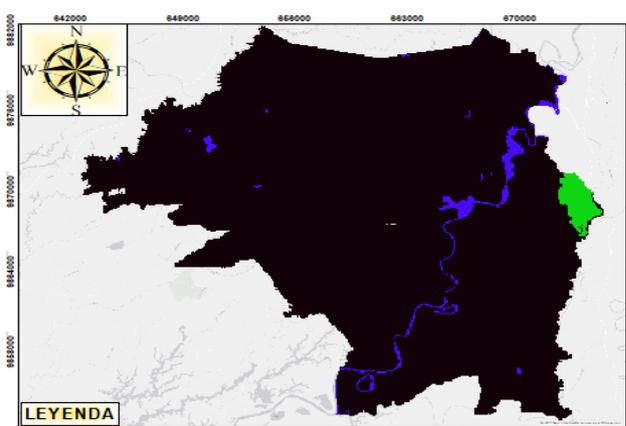
**Anexo 4 Mapa de nivel freático**



**Anexo 5 Mapa de materia orgánica**



**Anexo 7 Mapa de toxicidad**



**Anexo 6 Mapa de profundidad**

