



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD 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:

**CAPACIDAD ADAPTATIVA AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL CULTIVO DE
MAÍZ (ZEA MAYS) DEL CANTÓN MOCACHE, PROVINCIA LOS RÍOS 2022**

Autora:

Melanie Katherine Mendoza Loor

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. Harrys Lozano Mendoza Msc.

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Mendoza Loor Melanie Katherine**, 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. Melanie Mendoza.

Mendoza Loor Melanie Katherine

C.C. 0928243310



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, Ing. Lozano Mendoza Pedro Harrys Msc, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante, Mendoza Loor Melanie Katherine realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “**CAPACIDAD ADAPTATIVA AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL CULTIVO DE MAÍZ (ZEA MAYS) DEL CANTÓN MOCACHE, PROVINCIA LOS RÍOS 2022**”, previo a la obtención del título de Ingeniera Ambiental, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.



Firmado electrónicamente por:
**PEDRO HARRYS
LOZANO MENDOZA**

Ing. Harrys Lozano Mendoza MSc.

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

El suscrito Ing. Harrys Lozano Mendoza MSc, mediante el presente cumpro en presentar a usted, el informe del Trabajo de Integración Curricular titulado “**CAPACIDAD ADAPTATIVA AL CAMBIO CLIMÁTICO DEL CULTIVO DE MAÍZ (ZEA MAYS) DEL CANTÓN MOCACHE, PROVINCIA LOS RÍOS 2022**”, presentado por la estudiante Srta. Melanie Katherine Mendoza Loor, estudiante de la Carrera de Ingeniería Ambiental, que fue revisado bajo mi dirección según resolución Vigésima Novena Resolución del consejo académico dela Facultad de Ciencias de la Ingeniería, de fecha 7 de febrero del 2022, desarrollado de acuerdo al Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y que cumple con el requerimiento de análisis de URKUND, el cual mostró 1 % de similitud.

URKUND	
Documento	PROYECTO DE INTEGRACION CURRICULAR- MELANIE MENDOZA LOOR.pdf.docx (D146554182)
Presentado	2022-10-15 23:34 (-05:00)
Presentado por	plozano@uteq.edu.ec
Recibido	plozano.uteq@analysis.arkund.com
Mensaje	Tesis de MELANIE KATHERINE MENDOZA LOOR Mostrar el mensaje completo 1% de estas 46 páginas, se componen de texto presente en 5 fuentes.



Firmado electrónicamente por:
**PEDRO HARRYS
LOZANO MENDOZA**

Ing. Harrys Lozano Mendoza MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



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

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Capacidad adaptativa al cambio climático del cultivo de maíz (*zea mays*) del Cantón
Mocache, Provincia Los Ríos 2022”

Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera
Ambiental.

Aprobado por:



Firmado electrónicamente por:
**BETTY BEATRIZ
GONZALEZ
OZORIO**

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Gonzalez Ozorio Betty Beatriz PhD



Firmado electrónicamente por:
**CARLOS ALBERTO
NIETO CAÑARTE**

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Carlos Alberto Nieto Cañarte M.Sc



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

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Montilla López Yomber José M.Sc.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2022

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud, primeramente, a Dios por bendecirme y guiarme a lo largo de mi vida profesional, por brindarme apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad, además, por darme la sabiduría para poder cumplir cada uno de mis logros.

A mis padres quiénes han sido el pilar fundamental para lograr culminar esta carrera, gracias a su incondicional amor, apoyo y esfuerzo a lo largo de este proceso. A mi esposo e hijo por ser parte motivadora, inspiradora en mi vida, por el amor, apoyo y paciencia que me brindaron desde el momento en que llegaron a mi vida.

Agradezco a mis suegros que de una u otra manera han estado apoyándome cuando lo he necesitado.

Mi grato agradecimiento a la universidad técnica estatal de Quevedo por darme la oportunidad de formarme como profesional y sobre todo brindarme una educación de excelencia y calidad, además, agradezco a la prestigiosa facultad ciencia de la ingeniería y a mis estimados docentes por su motivación paciencia y enseñanza lo largo de mi etapa universitaria. Agradecer a mis compañeros que me brindaron su apoyo en aquellos momentos de dificultades.

Mi profundo agradecimiento al Ing. Harrys Lozano, Biólogo Juan Pablo Urdanigo, Ing. Betty González, Ing. Yomber Montilla y al Ing. Carlos Nieto por brindarme sus conocimientos, por la paciencia, apoyo y motivación a lo largo del desarrollo de mi proyecto de investigación.

Melanie Katherine Mendoza Loor

DEDICATORIA

Llena de regocijo, amor y esperanza, dedico este proyecto de investigación, primeramente, a nuestro creador, ya que sin el no hubiera sido posible cumplir con esta meta.

Dedico con todo mi corazón mi proyecto de investigación a mis padres Raúl Mendoza y Nelly Loor por sus alentadoras palabras, amor y esfuerzo; a mi esposo Andrés Giler por motivarme y apoyarme constantemente y a mi hijo Andrés Ezequiel por ser mi fuente de inspiración y motivación para poder superarme cada día y así poder luchar para que nos depare un mejor futuro. A mis familiares por el aprecio y apoyo incondicional.

Melanie Katherine Mendoza Loor

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

El presente trabajo investigativo asumió como objetivo general evaluar la Capacidad adaptativa al cambio climático del cultivo de Maíz (*Zea mays*) del Cantón Mocache. La metodología empleada fue de tipo exploratoria donde se recopiló información de la base de datos del ESPAC. Se llevó a cabo el método descriptivo y analítico, de modo que se adquirió un diseño no experimental, del mismo modo, como técnica se aplicó la encuesta, donde los datos fueron tratados mediante el software SPSS. De acuerdo a los resultados, el 61.31% están totalmente de acuerdo que los principales problemas en el rendimiento del cultivo de maíz son por la variabilidad climática. Por otra parte, el rendimiento total del cultivo del maíz en el año 2018 obtuvo un 46%, lo cual se interpretó que fue el año más alto, mientras que el año más bajo fue en el 2015 con 7%. Los datos de la proyección futura de los periodos 2061-2080 escenario SSP126 reflejaron 74,58% ha óptimas, 13.568 24,41% ha moderadas 559 1,01% ha no aptas. Para el escenario SSP585 consiguió 70,08% áreas óptimas, 28,45% zonas moderadas y 1,47% hectáreas no aptas. En base a la zonificación futura proyectados en el periodo 2081-2100 escenario SSP126 ocupó 65,70% áreas óptimas, 32,71% zonas moderadas y 1,59% ha no aptas. Para el escenario SSP585 logró 63,28% hectáreas óptimas, 35,02% zonas moderadas y 1,71% áreas no aptas. Finalmente, concluye que un plan estratégico ayuda en la consecución del desarrollo sostenible y sustentable de la producción de maíz en el cantón Mocache.

Palabras claves: Maíz, cambio climático, cultivo, proyección, zonificación.

ABSTRACT AND KEYWORD

The present investigative work assumed as a general objective to evaluate the adaptive capacity to climate change of the corn crop (*Zea mays*) of the Mocache Canton. The methodology used was of an exploratory type where information was collected from the ESPAC database. The descriptive and analytical method was carried out, so that a non-experimental design was acquired, in the same way, the survey was applied as a technique, where the data was treated using the SPSS software. According to the results, 61.31% fully agree that the main problems in corn crop yield are due to climate variability. On the other hand, the total yield of the corn crop in 2018 obtained 46%, which was interpreted to be the highest year, while the lowest year was in 2015 with 7%. The data of the future projection of the periods 2061-2080 scenario SSP126 reflected 74.58% optimal ha, 13,568 24.41% moderate ha, 559 1.01% unsuitable ha. For the SSP585 scenario, 70.08% optimal areas, 28.45% moderate areas and 1.47% unsuitable hectares were obtained. Based on the future zoning projected in the period 2081-2100 scenario SSP126 occupied 65.70% optimal areas, 32.71% moderate areas and 1.59% unsuitable ha. For the SSP585 scenario, it achieved 63.28% optimal hectares, 35.02% moderate areas and 1.71% unsuitable areas. Finally, that a strategic plan concludes help in achieving the sustainable and sustainable development of corn production in the Mocache canton.

Keywords: Corn, climate change, cultivation, projection, zoning.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE.....	iii
INVESTIGACIÓN.....	iii
CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO	iv
CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
CÓDIGO DUBLIN	xv
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I.....	18
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.1. Problema de investigación.....	19
1.1.1. Planteamiento del problema	19
1.1.2. Formulación del problema.....	20
1.1.3. Sistematización del problema.....	20
1.2. Objetivos	21
1.2.1. Objetivo general.....	21
1.2.2. Objetivos específicos	21
1.3. Justificación.....	22
CAPÍTULO II	23
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN	23
2.1. Marco teórico.	24
2.1.1. Importancia económica del Maíz (<i>Zea mays L.</i>) en Ecuador.	24
2.1.2. Maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	24
2.1.3. Clasificación taxonómica	25
2.1.4. Descripción botánica.....	25
2.1.5. Fenología y crecimiento.....	27
2.1.6. Valor nutritivo del maíz (<i>Zea mays L.</i>).....	28
2.1.7. Requerimientos edafoclimáticos.....	29
2.1.8. Cambio climático.....	31
2.1.9. Efecto invernadero.....	32
2.1.10. Cambio climático en Ecuador.....	34
2.1.11. Adaptación al cambio climático.....	35
2.2. Marco conceptual	37
2.2.1. Cambio climático.....	37

2.2.2. Variabilidad climática	37
2.2.3. Vulnerabilidad climática	37
2.2.4. Clima.....	37
2.2.5. Temperatura.....	37
2.2.6. Precipitación.	38
2.2.7. Adaptación.....	38
2.2.8. Agricultura.....	38
2.2.9. Producción.....	38
2.2.10. Cultivo.....	38
2.2.11. Maíz	38
2.3. Marco referencial.....	39
2.3.1. Lineamientos políticos	40
CAPITULO III	42
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	42
3.1. Localización.	43
3.2. Tipo de investigación.....	44
3.2.1. Exploratoria	44
3.2.2. Diagnostica.....	44
3.3. Métodos de investigación.....	44
3.3.1. Método inductivo.	44
3.3.2. Método descriptivo.	45
3.3.3. Método analítico.	45
3.3.4. Método dialéctico.....	45
3.4. Fuentes de recopilación de información.....	46
3.4.1. Fuentes primarias.....	46
3.4.2. Fuentes secundarias.....	46
3.5. Diseño de la investigación.....	46
3.5.1. Determinación del impacto de la variabilidad climática sobre el rendimiento del cultivo de maíz (ton/ha) en el periodo 2015 – 2019.....	47
3.5.2. Analizar la capacidad adaptativa actual del sector maicero en el cantón Mocache ante la variabilidad climática.....	48
3.5.3. Plan o estrategia de adaptabilidad del sector maicero ante escenarios futuros de cambio climático.	54
3.6. Instrumentos de investigación.	55
3.7. Tratamiento de los datos	55
3.8. Recursos humanos y materiales.....	56
CAPÍTULO IV	57
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	57
4.1. Determinación del impacto de la variabilidad climática sobre el rendimiento del cultivo de maíz (ton/ha) en el periodo 2015 – 2019.....	58
4.1.1. Análisis de confiabilidad.	58
4.1.2. Análisis de componentes principales	58
4.2. Analizar la capacidad adaptativa actual del sector maicero en el cantón Mocache ante la variabilidad climática	71

4.2.1. Zonificación agroecológica del cultivo de maíz proyectados en el periodo 2061-2080 escenario SSP126.....	73
4.2.2. Zonificación agroecológica del cultivo de maíz proyectados en el periodo 2061-2080 escenario SSP585.....	74
4.2.3. Zonificación agroecológica del cultivo de maíz proyectados en el periodo 2081-2100 escenario SSP126.....	76
⌘ Zonificación agroecológica del cultivo de maíz proyectados en el periodo 2081-2100 escenario SSP585.....	78
4.3. Plan o estrategia de adaptabilidad del sector maicero ante escenarios futuros de cambio climático.	79
4.3.1. Título de la propuesta.....	80
4.3.2. Justificación.....	80
4.3.2. Objetivos	81
4.3.3. Contexto internacional, nacional y local	81
4.3.4. Plan de trabajo estratégico.....	84
CAPITULO V.....	87
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
5.1. Conclusiones	88
5.2. Recomendaciones	89
CAPÍTULO VI.....	90
BIBLIOGRAFÍA.....	90
6.1. Bibliografía	91
CAPITULO VII.....	98
ANEXOS	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica del maíz (<i>Zea mays</i> L)	25
Tabla 2. Estados vegetativos y reproductivos de maíz.....	28
Tabla 3. Componentes del cultivo de maíz.....	28
Tabla 4. Vitaminas	29
Tabla 5. Minerales.....	29
Tabla 6. Gases de efecto invernadero.....	33
Tabla 7. Variables del rendimiento del cultivo de maíz	47
Tabla 8. Descripción de los componentes de la historia y modelos SSP1.....	49
Tabla 9. Descripción de los componentes de la historia y modelos SSP5.....	50
Tabla 10. Categorías de zonificación	52
Tabla 11. Peso de las variables para la zonificación	53
Tabla 12. Plan o estrategia de adaptabilidad.....	54
Tabla 13. Recursos humanos y materiales.....	56
Tabla 14. Análisis de confiabilidad.....	58
Tabla 15. Prueba de KMO y Bartlett.....	58
Tabla 16. Comunalidades y valores de extracción.....	59
Tabla 17. Varianza total explicada.....	60
Tabla 18. Método de rotación.....	61
Tabla 19. Requerimientos agroecológicos del cultivo de maíz en condiciones naturales....	72
Tabla 20. Superficie y porcentaje de la zonificación agroecológica SSP126 2061-2080	73
Tabla 21. Superficie y porcentaje de la zonificación agroecológica SSP585 2061- 2080 ...	75
Tabla 22. Superficie y porcentaje de la zonificación agroecológica SSP126 2081-2100	77
Tabla 23. Superficie y porcentaje de la zonificación agroecológica SSP585 2081-2100	78
Tabla 24. Estrategias de adaptación al cambio climático	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de los cultivos de maíz duro en el cantón Mocache, provincia Los Ríos.....	43
Figura 2. Requerimientos agroecológicos.....	52
Figura 3. 16 ¿Identifica usted cambios sustanciales en la estación lluviosa y seca, respecto a años anteriores?.....	62
Figura 4. ¿Identifica usted cambios sustanciales de precipitaciones, respecto a años anteriores? ..	63
Figura 5. 9. ¿Usted considera que el factor determinante de iniciar el proceso de plantación de maíz (Zea mays) es el inicio de la estación lluviosa?.....	63
Figura 6. 11. ¿Considera que los principales problemas en el rendimiento de su cultivo alto o bajo, tienen relación con la variabilidad climática (Veranillos en la estación lluviosa o época invernal, temperaturas extremas) en el tiempo del desarrollo del cultivo?.....	64
Figura 7. 13. ¿En los últimos 5 años usted ha observado plagas o daños debido a las condiciones climáticas?	65
Figura 8. 17. ¿Identifica usted cambios sustanciales en la temperatura, respecto a años anteriores?.....	65
Figura 9. 21. ¿Considera usted que el conocimiento es la base para obtener un buen rendimiento en la producción agrícola?.....	66
Figura 10. 7. ¿La rentabilidad o costos son factores que influyen para la selección de la semilla? ..	67
Figura 11. 12. ¿Los recursos económicos, la calidad de semilla, la variabilidad climática y plagas, influyen en los problemas de rendimiento de cultivo que afectan al agricultor?.....	67
Figura 12. Superficie cosechada en hectáreas	68
Figura 13. Producción en toneladas métricas	69
Figura 14. Pérdida de superficie por sequía	69
Figura 15. Pérdida de superficie por Helada.....	70
Figura 16. Pérdida de superficie por Inundación.....	70
Figura 17. Porcentaje total del Rendimiento del cultivo de maíz.....	71
Figura 18. Mapa de zonificación agroecología en el cantón Mocache SSP126 2061 al 2080	74
Figura 19. Mapa de zonificación agroecología en el cantón Mocache SSP585 2061 al 2080	76
Figura 20. Mapa de zonificación agroecología en el cantón Mocache SSP126 2081-2100.....	78
Figura 21. Mapa de zonificación agroecología en el cantón Mocache SSP585 2081-2100.....	79

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	Capacidad adaptativa al cambio climático del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) del Cantón Mocache, Provincia Los Ríos 2022				
Autora:	Mendoza Loor, Melanie Katherine				
Palabras clave:	Maíz	Cambio climático	Cultivo	Proyección	Zonificación
Fecha de publicación:	Diciembre 2022				
Editorial:	Quevedo: EPN, 2022.				
Resumen:	<p>El trabajo asumió como objetivo evaluar la Capacidad adaptativa al cambio climático del cultivo de Maíz (<i>Zea mays</i>) del Cantón Mocache. La metodología fue de tipo exploratoria donde se recopiló información de la base de datos del ESPAC. Según los resultados, el 61.31% están totalmente de acuerdo que los principales problemas en el rendimiento del cultivo de maíz son por la variabilidad climática. Los datos de la proyección futura 2061-2080 escenario SSP126 reflejaron 74,58% ha óptimas, 13.568 24,41% ha moderadas 559 1,01% ha no aptas. Para el escenario SSP585 consiguió 70,08% áreas óptimas, 28,45% zonas moderadas y 1,47% hectáreas no aptas. La zonificación futura proyectados en 2081-2100 escenario SSP126 ocupó 65,70% áreas óptimas, 32,71% zonas moderadas y 1,59% ha no aptas. Concluye que un plan estratégico ayuda en la consecución del desarrollo sostenible de la producción de maíz.</p> <p>The objective of the work was to evaluate the adaptive capacity to climate change of the corn crop (<i>Zea mays</i>) of the Mocache Canton. The methodology was of an exploratory type where information was collected from the ESPAC database. According to the results, 61.31% fully agree that the main problems in corn crop yield are due to climate variability. The data of the future projection 2061-2080 scenario SSP126 reflected 74.58% optimal ha, 13,568 24.41% moderate ha, 559 1.01% unsuitable ha. For the SSP585 scenario, 70.08% optimal areas, 28.45% moderate areas and 1.47% unsuitable hectares were obtained. The future zoning projected in 2081-2100 scenario SSP126 occupied 65.70% optimal areas, 32.71% moderate areas and 1.59% unsuitable ha. It concludes that a strategic plan helps in achieving the sustainable development of maize production.</p>				
Descripción:	112 hojas, dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162				
URI:					

Introducción

En el ámbito mundial el cambio climático es uno de los principales problemas y desafíos por lo que atraviesa la humanidad en la actualidad. La alteración del clima se expresa por medio del aumento en cantidad e intensidad de fenómenos como sequías, lluvias, efectos invernaderos, entre otros. De igual manera, los cambios del clima traen consecuencias para la sociedad, especialmente para las poblaciones más vulnerables, las cuales son caracterizadas por la pobreza y la exclusión de espacios de toma de decisiones. Derivado de ello, se ha visto incrementando la preocupación por la situación actual y futura de dicho fenómeno, donde se han creado iniciativas sociales, políticas y científicas para actuar ante la problemática [1]

En Ecuador desde hace unos años atrás han realizado diversos estudios en relación con el cambio climático, y esto es debido a que se ha evidenciado la disolución de los glaciares de las montañas, incendios forestales, cambios en los regímenes de lluvias, el incremento de las temperaturas en todo el país [2]. Asimismo, algunos nevados como el Antisana ya han perdido más de un 30% de su masa de glaciación en los últimos 30 años. Por ello, si las emisiones de gases de efecto invernadero incrementan, se espera que la temperatura media global se aumente en más de 1.5 a 2.0 grados centígrados en relación con el período 1850- 1900. Trayendo consecuencias irreversibles para el medio ambiente [3]

En el caso de la agricultura se han reflejado impactos directos donde han sido relacionados con el rendimiento de los cultivos y en los ciclos de desarrollo de las especies agrícolas, producidos especialmente por la alteración de la temperatura y la modificación del clima. Además, la variable climática ha alterado la presencia de ciertas plagas que dañifican el normal desarrollo de los cultivos [4]. Por ello, el gobierno ecuatoriano en conjunto con sus Ministerios de Ambiente y Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca [5] han desarrollado distintos programas los cuales se encuentran encaminados al aplacamiento, ajuste de alteración del clima y avances en el desarrollo de materiales para la adopción de medidas de mitigación del impacto climático, ayudando a los sectores más vulnerables como son los agricultores a pequeña escala.

Por ello, a nivel nacional, el maíz ha sido uno de los principales cultivos transitorios, igualmente es plantado en gran parte del territorio ecuatoriano, es una fuente de alimentación y generadora de ingresos, además, puede ser usada de manera comercial o como materia para fabricar alimentos balanceados destinados a la industria animal, en especial a la avicultura comercial [6].

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censo con la ayuda del sistema Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), da a conocer que, el maíz es el cultivo más importante en superficie debido a que forma parte principal de la alimentación, además, existe alrededor de 250.000 hectáreas y cerca de 60.000 maiceros en las provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas y Loja [7].

En el territorio ecuatoriano se han identificado alrededor de veinte y nueve especies de maíz, de las cuales diecisiete se desarrollan en la región Sierra y doce se hallan dispersadas en la zona costera o tropical. Insertándose de manera oportuna entre la alimentación de las familias ecuatorianas y, a su vez en la dinámica industrial y comercial del sistema [8].

La finalidad del presente estudio es determinar el impacto de la variabilidad climática sobre el rendimiento del cultivo de maíz, además analizar la capacidad adaptativa actual del sector maicero en el cantón Mocache ante la variabilidad climática, mediante la percepción de los agricultores. Asimismo, diseñar un plan o estrategia de adaptabilidad del sector maicero ante escenarios futuros del cambio climático, con el objetivo de reducir los impactos provocados por el cambio climático afectando el sistema natural y humano.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

El cambio climático funciona como un coeficiente de riesgos, debido a todos los factores que genera. La alteración del clima puede desmejorar la capacidad de la actividad agrícola de proporcionar alimentos, combustibles, fibras y otros bienes y servicios [9]. Ecuador es un país agrícola, pero durante los últimos años ha tenido que sobrellevar un sinnúmero de riesgos naturales tales como sequías, incendios forestales, deslizamientos e inundaciones producto de los efectos del cambio climático.

Los cambios en la temperatura, intensidad y frecuencia de las precipitaciones acrecientan las posibilidades de fracaso de las cosechas a corto plazo y de disminución de la producción a largo plazo. La modificación del clima también afecta a los ecosistemas frágiles como paramos y bosques tropicales, así como a la agricultura, la salud, las fuentes de agua, la fertilidad de los suelos, la infraestructura, entre otros [10].

Dicho problema ambiental no ha recibido la respectiva importancia en el Cantón Mocache, debido a que no existen antecedentes investigativos que sean acerca del cambio climático y como este afecta a los cultivos de ciclo transitorios y a su población. Por ende, es importante contribuir con estudios de conocimientos relevantes para los agricultores, habitantes y autoridades para que de tal forma opten medidas de atenuación y adaptación conforme a los resultados del presente proyecto.

Diagnóstico del problema.

En el Cantón Mocache la modificación del clima es una de las principales amenazas ya que afecta desarrollo normal de los cultivos, la seguridad alimentaria y la economía de los agricultores. La población más vulnerable son los productores pequeños de maíz, debido a las diferentes situaciones cambiantes respecto a la productividad y rentabilidad de la materia, situación que se acrecientan por constantes cambios en el clima y las repercusiones que tiene este sobre el cultivo, como el incremento de plagas, precipitaciones, enfermedades y malezas acompañada de otros factores como la sobreexplotación de la tierra, aumento de costos de producción, entre otros [11].

Pronostico del problema.

El aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyen la elevación de la temperatura arrojando alarmas acerca de los efectos del cambio climático que advierta la perdida y degradación de los factores bióticos y abióticos como riesgos a la salud humana, extinciones, rendimiento y perdidas de cultivos, inseguridad alimentaria, incremento de producción y consumo, entre otros.

Si continua las alteraciones climáticas y aumenta de forma progresiva la temperatura del planeta, el sector agrícola se verá en graves problemas, ya que contribuiría a la perdida y decrecimiento de los cultivos. Por lo tanto, si no se efectúa estudios asociados a la vulnerabilidad ante el cambio climático, no se logrará ayudar a anticipar y adaptar de manera adecuada el sector agrícola para así maximizar su productividad.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo afecta el cambio climático a los cultivos de maíz en el cantón Mocache?

1.1.3. Sistematización del problema.

- ¿Cuál es el impacto de la variabilidad climática sobre el rendimiento del cultivo de maíz (ton/ha) en el periodo 2015 – 2019?
- ¿Cómo identificar la distribución geográfica del uso del suelo para el cultivo de maíz (*Zea mays*) bajo los escenarios climáticos?
- ¿Cómo diseñar un Plan de capacidad adaptativa para el productor maicero del cantón Mocache?

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo general.

Evaluar la Capacidad adaptativa al cambio climático del cultivo de Maíz (*Zea mays*) del cantón Mocache, provincia Los Ríos 2022.

1.2.2. Objetivos específicos.

- Determinar el impacto de la variabilidad climática sobre el rendimiento del cultivo de maíz (ton/ha) en el periodo 2015 – 2019
- Identificar la distribución geográfica del uso del suelo para el cultivo de maíz (*Zea mays*) bajo los escenarios climáticos.
- Diseñar un Plan o estrategia de capacidad adaptativa para el productor maicero del cantón Mocache.

1.3. Justificación.

Existen evidencias científicas que corroboran que la sequía, el cambio de temperatura y las precipitaciones aceleradas son los causantes del cambio climático. Igualmente, el alto incremento de la población unido a la alta demanda de combustibles fósiles y actividades agropecuarias inadmisibles contribuyen el aumento de los gases de efecto invernadero los cuales son uno de los causantes del calentamiento global, por tal motivo, los cultivos son los afectados en su proceso de desarrollo y gestación, forzando a los agricultores a optar por medidas adaptativas ante la modificación del clima [12].

Resulta significativo efectuar el presente estudio, dado que el cambio climático está perjudicando al planeta entero y Ecuador no es una excepción, además, diferentes Provincias agrícolas sienten las consecuencias, los agricultores se topan en una constante desconfianza, y es que las épocas de verano e invierno ya no concuerdan. Por su parte, la agricultura es la única manera de sobrevivir de muchas comunidades, las cuales cultivan en las situaciones que se encuentren, no obstante, en ciertos casos puede haber un riesgo en la producción por el cambio repentino del clima.

Se espera que el proyecto sirva como ayuda y referencia para crear una mayor cognición entre productores, intermediarios, consumidores y el estado ecuatoriano, de igual manera es importante diseñar políticas de adaptación ante el cambio climático, además para hacer frente a las alteraciones del clima y predominar el bienestar futuro de la agricultura alimentaria. Cabe mencionar que también es importante recopilar información desde distintos enfoques según la visión de la población del lugar de estudio, ya que de este modo se puede dar un enfoque personalizado a las diferentes necesidades.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco teórico.

2.1.1. Importancia económica del Maíz (*Zea mays L.*) en Ecuador.

El cultivo de maíz en el Ecuador es uno de los productos agrícolas más importantes de la economía nacional, tiene una participación de alrededor del 2% en el Producto Interno Bruto Agrícola Nacional constituye la principal materia prima para la elaboración de alimentos balanceados destinados a la industria animal, especialmente a la avicultura comercial, que es una de las actividades más dinámicas del sector agropecuario en la que se invierten alrededor de novecientos millones de dólares [13].

La producción de maíz en el Ecuador se comercializa en provincias de la Costa, Sierra y Amazonia, la mayor cantidad de superficie sembrada y producción se da en la Costa, el 80,87%, la Sierra aporta con el 14,08% y la Amazonia 5,04%. En la Costa las provincias donde se concentra la mayor superficie sembrada, son Los Ríos que aporta con el 36,25%, Manabí 24,78% Guayas 18,23%, en la Sierra, Loja el 12,09% y en la Amazonia la provincia de Sucumbíos con el 1,99% [14].

Los datos de [15], mencionan que en el ciclo de verano en la provincia de Los Ríos los cantones más típicos son Montalvo (8.479 ha), Babahoyo (6.337 ha), Mocache (3.568 ha), Buena Fé (3090 ha), Valencia (2947 ha), Quinsaloma (2795 ha), de igual manera los cantones Ventanas y Pueblo Viejo son menos representativos al producir una menor cantidad de hectáreas. La superficie sembrada en estos cantones representa el 44% de la producción de maíz amarillo duro de la provincia en este ciclo.

2.1.2. Maíz (*Zea mays L.*).

El *Zea mays L* es perteneciente a las Placese, esta planta se domesticó y evolucionó en el reino vegetal. Es originario del continente americano, su cultivo se ha extendido a todo el mundo, se dice que este cereal tiene alrededor de 5000 años de antigüedad y que este grano fue introducido a Europa por España. La evolución del maíz se produjo en dos etapas: la primera fue la domesticación y la segunda mejorar su rendimiento, calidad del grano y su rápida adaptación al ecosistema [16].

El maíz (*Zea mays L.*) es uno de los cereales más importantes el ámbito mundial, debido a que existe una tendencia creciente por la diversificación en el uso del maíz; ya que se puede utilizar para consumo humano y pecuario (para formular concentrados para aves, ganado y cerdos); también en la industria se utiliza para la producción de almidón, glucosa, dextrosa, fructosa, aceites, etanol, elaboración de ciertas bebidas alcohólicas, y otros productos utilizados como materia prima en las industrias minera, textil, electrónica, farmacéutica, alimentaria [17].

2.1.3. Clasificación taxonómica.

Según [18] la taxonomía del maíz viene dada de la siguiente manera:

Tabla 1.

Clasificación taxonómica del maíz (Zea mays L)

Reino	Plantae
División	Magnoliopsida
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae Barnhart
Género	Zea
Especie	Z. mays L.

FUENTE: [18]

2.1.4. Descripción botánica

2.1.4.1. Raíz.

Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. Por lo general todo el sistema radicular de la planta de maíz adulta es de tipo adventicio, las raíces se originan en los nudos cercanos al suelo con el fin de proporcionar estabilidad a la planta, el desarrollo del sistema radical va a depender de 2 factores como son; la humedad y las condiciones de preparación del suelo [19].

2.1.4.2. Tallo.

El tallo es simple empinado, consta de tres capas; su parte exterior que es la epidermis, seguido de la pared donde se desplazan las sustancias alimenticias y finalmente la medula compuesta por tejido esponjoso, de color blanco, donde se guardan las reservas alimenticias y azúcares, el tallo por lo general es de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones [20].

Potencialmente un tallo puede desarrollar 10 o más yemas florales que pueden originar 10 o más mazorcas; entre una, dos o tres yemas llegan a formar grano de maíz por el fenómeno conocido como “dominancia apical” que inhibe el desarrollo de las yemas inferiores de la planta [21].

2.1.4.3. Inflorescencia.

Por su parte, presenta inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta; la inflorescencia masculina es una panícula (ordinariamente denominado espigón o penacho) de coloración amarilla que posee aproximadamente entre 20 a 25 millones de granos de polen, además cada flor que compone la panícula contiene tres estambres donde se desarrolla el polen. Por otra parte, las flores femeninas, que se encuentran en la axila de algunas hojas, están formando una inflorescencia en espiga rodeada por largas brácteas que la cubren por completo [22].

2.1.4.4. Hojas.

Son consideradas largas, lanceoladas, alternas, paralelinervias y de gran tamaño estos se encuentran abrazando al tallo y con presencia de vellosidad en el haz, además los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes. La hoja consta de tres partes: la vaina, el limbo y la lígula; la vaina envuelve al entrenudo y cubre a la yema floral; la lámina o limbo es de tamaño variable en largo y ancho, con una nervadura central bien definida, el haz o parte superior con pequeñas vellosidades, el envés o parte inferior lisa sin vellosidades; y la lígula o lengüeta en la base de la hoja, parte pergaminosa [23].

2.1.4.5. Mazorca.

Es la infrutescencia o espiga cilíndrica formada por el grano, el raquis, el pedúnculo y la cubierta; en la mazorca hay amplia variación en forma, tamaño y número de hileras, la dimensión de la mazorca y su número son de mayor importancia por ser mecanismos correlativos con el rendimiento del grano, dichos componentes son: longitud, número de hileras, peso del grano y número de mazorcas por planta [24].

2.1.4.6. Grano.

La cubierta de la semilla se llama pericarpio, es dura, por debajo se encuentra la capa de aleurona que le da color al grano (blanco, amarillo, morado), contiene un embrión que está formado por la radícula y la plúmula; las semillas están compuestas dentro de un fruto llamado cariósipide, la capa externa que rodea este fruto corresponde al pericarpio, estructura que está situada por sobre la testa de la semilla, a la vez está formada internamente por el endospermo y el embrión formado por la coleoriza, la radícula, la plúmula embrionarias, el coleóptilo y el escutelo o cotiledón [25].

2.1.5. Fenología y crecimiento.

La fenología tiene como finalidad estudiar y describir de manera integral los diferentes eventos fenológicos que se dan en las especies vegetales dentro de ecosistemas naturales o agrícolas en su interacción con el medio ambiente. El monitoreo y captura de datos de observaciones fenológicas, consideradas importantes, son la base para la implementación de todo sistema agrícola, permitiendo que los productores agrícolas logren una mayor eficiencia en la planificación y programación de las diferentes actividades agrícolas conducentes a incrementar la productividad y producción de los cultivos [26].

El desarrollo de la planta de maíz se divide en dos: Etapa vegetativa (V) y Etapa reproductiva (R). La vegetativa se subdivide en estadios designados numéricamente V1, V2, V3, Vn, en donde “n” representa el número total de hojas [27]. El primer estadio vegetativo se designa como VE (emergencia) y el último estadio vegetativo es designado como VT (panojamiento o espigado), con respecto a la etapa reproductiva, está distribuida en seis subdivisiones, la

primera subdivisión reproductiva se designa como R1 (floración) y la última subdivisión es designado R6 (madurez fisiológica). En la Tabla 2 se muestra los estados reproductivos y vegetativos de maíz.

Tabla 2.

Estados vegetativos y reproductivos de maíz

Estados vegetativos	Estados reproductivos
VE Emergencia	R1 Emergencia de estigmas
V1 1 ^{ra} hoja desarrollada	R2 Ampolla (blister)
V2 2 ^{da} hoja desarrollada	R3 Grano lechoso
V3 3 ^{era} hoja desarrollada	R4 Grano pastoso
V(n) “n” ésima hoja	R5 Grano dentado
VT Panojamiento	R6 Madurez fisiológica

FUENTE: [28]

2.1.6. Valor nutritivo del maíz (*Zea mays L.*)

En el maíz la mayor concentración de proteínas se encuentra en el endospermo (75% -85% aprox.) y a su vez cuenta con una deficiencia en dos aminoácidos esenciales los cuales son lisina y triptófano [29]. Existen maíces de alta calidad que poseen el gen opaco-2 que permite reducir los niveles de zeína e incrementar la glutelina llegando así a duplicar las cantidades de los dos aminoácidos mencionados anteriormente lo que permite convertirlo [30].

Tabla 3.

Componentes del cultivo de maíz

Composición	
Carbohidratos	64,66 g
Fibra alimentaria	9,20 g
Grasas	3,80 g
Proteínas	8-,5-7 g
Agua	13,80 g

FUENTE: [30]

Tabla 4.*Vitaminas*

Vitaminas	
Retinol (vit. A)	19,00 ug
Tiamina (vit. B1)	0,36 mg
Riboflavina (vit. B2)	0,20 mg
Niacina (vit. B3)	1,50 mg
Vitamina B6	0,40 mg
Ácido fólico	26,00 ug

FUENTE: [30]

Tabla 5.*Minerales*

Minerales	
Calcio	7,00 mg
Hierro	2,38 mg
Magnesio	93,00 mg
Potasio	330,00 mg
Zinc	1,73 mg
Sodio	6,00 mg

FUENTE: [30]

2.1.7. Requerimientos edafoclimáticos.**2.1.7.1. Clima.**

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30 °C. Requiere bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Con el fin de que se produzca la germinación en la semilla la temperatura debe situarse entre los 15 a 20 °C. El maíz llega a soportar temperaturas mínimas de hasta 8°C y a partir del 30 °C pueden aparecer problemas serios debido una mala permeabilidad de nutrientes minerales agua. Para la fructificación se requieren temperaturas de 20 a 32 °C [31].

2.1.7.2. Altitud.

Tiene un buen desarrollo vegetativo a partir de los 5 metros de altura y también superiores a los 1000 mts sobre el nivel del mar, aunque en la región sierra es recomendable una altitud de 2.000-3.000 msnm aproximadamente [32].

2.1.7.3. Pluviometría.

Las aguas en forma de lluvia son muy importantes en periodos de crecimiento en unos contenidos de 40 a 65 cm [33].

2.1.7.4. Suelo.

Los factores del suelo son fundamentales para el desarrollo de la planta, su pH puede variar de 5.5. a 7, en efecto el suelo es un factor esencial para un mejor rendimiento, actualmente ha dado lugar para que los cultivos sean más significativos. El maíz se adapta a suelos profundos, buen drenaje, el suelo ideal para este cultivo es de franco a franco -arcilloso [34].

2.1.7.5. Riego.

El maíz es un cultivo exigente en agua en el orden de unos 5 mm al día. Los riegos pueden realizarse por aspersión y a manta. El riego más empleado últimamente es el riego por aspersión. Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a nacer se requiere menos cantidad de agua, pero sí mantener una humedad constante [33].

2.1.7.6. Cosecha y pos cosecha.

Las labores de cosecha y pos cosecha se deben hacer en una forma oportuna y adecuada para evitar dañar la calidad del grano, puede ser cosechado con humedades entre 20 y 25% y menor requerimiento de áreas cubiertas para almacenamiento del producto, se puede clasificar antes del desgrane por lo que se aumenta la calidad del producto a vender, además, las actividades de post cosecha están dirigidas a conservar la calidad [35].

2.1.8. Cambio climático.

El cambio climático es considerado como la variación global del clima de la Tierra. Esta variación se debe a diferentes causas sean naturales o de acción del hombre y se produce sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, entre otros, a muy diversas escalas de tiempo [36].

El cambio climático es el problema medio ambiental innegable más grave que afronta la humanidad en la actualidad, afecta profunda y negativamente a todas las regiones del planeta tierra, aunque de forma e intensidad variable, con incidencia acerca de las condiciones de vida en lo que respecta a salud, alimentación, actividad económica, social y cultural del ser humano que, obliga a la constante revisión o estudio de tan intrincado tema del conocimiento científico [37].

2.1.8.1. Factores meteorológicos del cambio climático.

Para [38] los siguientes factores meteorológicos son los causantes del cambio climático:

a) Temperatura

La temperatura es el elemento climático que indica el grado de calor o frío sensible en la atmósfera teniendo como fuente generadora de dicho calor el sol. Por su parte, la tierra no recibe igual energía solar en todas sus partes por lo tanto hay variación de temperatura y esta es dada por muchas causas entre las cuales se tiene: la altitud, distancia al mar, latitud, relieve, entre otros [39].

b) Precipitación

Es la caída de partículas líquidas o sólidas de agua. La precipitación es la fase del ciclo hidrológico que da origen a todas las corrientes superficiales y profundas, debido a lo cual su evaluación y el conocimiento de su distribución, tanto en el tiempo como en el espacio son problemas básicos en hidrología [40].

c) Humedad

La humedad es percibida como la cantidad de vapor de agua presente en el aire y se mide en g/m³. La humedad relativa es la relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene el aire y la máxima cantidad de vapor de agua que puede disponer a una explícita temperatura. Mientras más es la temperatura del aire, mayor cantidad de vapor de agua disuelto admite [41].

d) Viento

Es el movimiento del aire en la atmósfera, que se desplaza desde las zonas de altas presiones a las de bajas presiones. Aunque este movimiento tiene lugar en las tres dimensiones del espacio, en meteorología se mide sólo la velocidad y dirección de su componente en el plano horizontal. La velocidad la mide el anemómetro, habitualmente en m/s o km/h [42].

2.1.9. Efecto invernadero.

El efecto invernadero es un proceso natural que influye en el calentamiento de la superficie de la tierra, bajo la acción de la radiación solar. Es el hecho de que ciertos gases atmosféricos, de poca proporción en la composición global del aire, como el dióxido de carbono (CO₂), los óxidos de nitrógeno (NO), el vapor de agua, el metano (CH₄) y el ozono troposférico, llamados gases de efecto invernadero, pueden modificar el balance energético de la tierra y el sol [43].

2.1.9.1. Gases de efecto invernadero.

Son aquellos gases que se acumulan en la atmósfera, sea por efectos naturales o artificiales. Las actividades humanas en los últimos años han acelerado el aumento de este tipo de gases, aumentando el efecto invernadero y, por ende, incrementando la temperatura global del planeta. Existen un sinnúmero de estos gases con diferentes fuentes de origen [43]. En la siguiente tabla, podemos observar un listado de estos gases:

Tabla 6.*Gases de efecto invernadero*

Gases de efecto invernadero	Fuente	Actividad
Dióxido de Carbono (CO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> • Quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural) • Deforestación • Cambio de uso del suelo • Quema de bosques • Transporte y generación térmica • Forestal • Agricultura • Incendios Forestales 	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte y generación térmica • Forestal • Agricultura • Incendios Forestales
Metano (CH ₄)	<ul style="list-style-type: none"> • Botaderos de basura • Excrementos de animales • Gas natural • Descomposición de desechos orgánicos • Ganadera • Petrolera 	<ul style="list-style-type: none"> • Descomposición de desechos orgánicos • Ganadera • Petrolera
Óxido Nitroso (N ₂ O)	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión de automóviles • Fertilizantes • Alimento de ganado • Fertilización nitrogenada • Estiércol • Desechos sólidos 	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte • Agricultura • Industrias • Quema de desechos sólidos
Clorofluorocarbonos (CFC)	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de refrigeración • Plástica • Aerosoles • Electrónica • Sector Industrial 	<ul style="list-style-type: none"> • Sector Industrial

FUENTE: [43]

2.1.10. Cambio climático en Ecuador.

Ecuador, al igual que otros países, no está libre de la problemática climática actual. Esta circunstancia plantea diversas interrogantes por el hecho de afectar a la vida cotidiana. En los últimos años se ha demostrado la vulnerabilidad del Ecuador ante cualquier modificación en los patrones climáticos, debido a que un porcentaje importante de su economía y fuerza laboral depende de actividades primarias sensibles al clima [44].

El cambio en los patrones atmosféricos, agregado a acciones antropogénicas como la deforestación, quemas y aumento de la población, han incidido en todos los ecosistemas, mayoritariamente en la Zona Andina en la que se concentra la mayor diversidad de flora, con un 64% del total de plantas registradas para el país [45].

Ecuador es un país en vías de desarrollo, altamente vulnerable a factores externos de diversa índole. Las consecuencias del cambio climático o la intensificación de fenómenos de variabilidad natural, como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), inciden de forma adversa en el desarrollo del país. La tendencia actual de la temperatura, el cambio que podría esperarse en el Ecuador sería de aproximadamente un aumento de 2° C hasta fin de siglo; e, incluso, la Amazonía y Galápagos presentarían incrementos muy superiores [46].

2.1.10.1. Evidencias cambio climático en Ecuador.

De acuerdo a [46] las variaciones del clima, observadas en las cuatro regiones geográficas del Ecuador, producidas de manera consistente a lo largo del tiempo y referidas específicamente a varios de sus principales parámetros: precipitación, temperatura media, temperatura máxima absoluta media y temperatura mínima absoluta media, son muestra evidente de las modificaciones que está experimentando el sistema climático.

Un suceso relevante reportado durante las últimas décadas es el retroceso de los glaciares ecuatorianos, vinculado al aumento de las temperaturas atmosféricas registradas en periodos anteriores. Estimaciones de la cobertura glaciar realizadas sobre los casquetes del Cotopaxi, Chimborazo, Carihuayrazo y Antisana indican que los volcanes del Ecuador han perdido cerca del 40% de sus superficies durante el último medio siglo [47].

2.1.10.2. Variabilidad climática en Ecuador.

Las variaciones de temperatura, distribución temporal y espacial de las precipitaciones, el retroceso de los glaciares, desfases de épocas de lluvia, inundaciones, sequías, olas de calor, de frío, entre otras, suceden en cualquier ecosistema o formación vegetal llegando a provocar impactos ambientales, económicos y sociales que posiblemente se intensifiquen sobre los elementos básicos para la vida, como acceso al suministro de agua, producción de alimentos, salud, entre otros [48].

2.1.10.3. Vulnerabilidad al cambio climático.

La vulnerabilidad al cambio climático es el intervalo de un sistema sea este natural o humano, es susceptible, o no es capaz de soportar, los efectos adversos del cambio climático, incluidos la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad se encuentra dada en función de la exposición al clima de un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación [49].

La exposición depende de la localización geográfica de un sitio, ya que, según su ubicación, éste será más o menos propenso a ser afectado por eventos climáticos extremos. Esta se mide en términos de variables climáticas como: temperatura mensual, frecuencia de los meses extremadamente calientes o fríos y frecuencia de desastres en un intervalo de tiempo, entre otras [49].

2.1.11. Adaptación al cambio climático.

La adaptación al cambio climático refleja los ajustes sociales y ecológicos que surgen como respuesta a los estímulos climáticos o a sus efectos esperados. Desde la perspectiva de la gestión, se trata del conjunto de acciones que ejecutan la población y sus organizaciones e instituciones, para ajustar sus medios de vida (MV) a las condiciones cambiantes del clima; es decir, el ajuste de aquellas capacidades y actividades, recursos naturales, materiales y sociales requeridas para desarrollar las actividades productivas, recreativas, espirituales, de relación social que satisfagan una forma de vida [50].

2.1.11.1. Tipos de adaptación.

Durante los últimos años se han desarrollado diferentes enfoques de adaptación, se han propuesto y se van enriqueciendo con el paso del tiempo; y algunos de estas definiciones, son: adaptación fundada en ecosistemas, adaptación basada en comunidades vulnerables, adaptación asentada en infraestructura y tecnologías, adaptación basada en la gestión de bosques, y adaptación basada en el conocimiento tradicional, entre otras [51].

- **Adaptación basada en ecosistemas (ABE).** Es un abordaje que busca integrar en las agendas y políticas públicas el valor de mantener la infraestructura natural de los ecosistemas (integridad ecológica), para que continúen brindando los servicios ambientales que la sociedad demanda frente a los desafíos del cambio climático [52].
- **Adaptación basada en comunidades vulnerables.** Es un proceso encaminado por las comunidades, sustentado en sus prioridades y requerimientos, instrucciones y competencias, que conduzca a su empoderamiento y que les permita planificar y hacer frente a los impactos del cambio climático. En otros términos, combina el conocimiento tradicional y las estrategias locales para hacer frente a los impactos de la variabilidad climática [52].
- **Adaptación basada en infraestructura y tecnologías.** Frente a los desafíos del cambio climático, a menudo se emplean diferentes formas de tecnologías para adaptarse a sus efectos: las denominadas tecnologías duras, como nuevos sistemas de riego o semillas resistentes a la sequía; o las tecnologías blandas, tales como los regímenes de seguros o los patrones de rotación de cultivos, o una combinación de ambas, que reduzcan el riesgo y la vulnerabilidad de los sistemas sociales y ecológicos [52].
- **Adaptación basada en la gestión de bosques.** Es indudable el valor de los bosques en la provisión de servicios ecosistémicos para la humanidad. Así, su adecuada gestión debe ser una parte central en las políticas y proyectos de adaptación al cambio climático, tanto porque los bosques son vulnerables en sí a estos cambios, como porque su mantenimiento y restauración permiten reducir, a su vez, la vulnerabilidad de la sociedad hacia un futuro incierto [52].

2.2. Marco conceptual.

2.2.1. Cambio climático.

Es una variación atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera y que se adiciona a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables [36].

2.2.2. Variabilidad climática.

Es una medida del rango en que los elementos climáticos, como temperatura o precipitación, varían de un año a otro. Puede contener alteraciones en la actividad de condiciones extremas, como las variaciones del número de aguaceros de un verano a otro [43].

2.2.3. Vulnerabilidad climática.

La vulnerabilidad hace referencia al contexto físico, social, económico y ambiental de una región, sector o grupo social susceptible de ser afectado por un fenómeno meteorológico o climático, y que resulta clave para entender el origen de los desastres [53].

2.2.4. Clima.

Es un conjunto de característica que concreta el estado más frecuente de la atmosfera y distribución de los fenómenos meteorológicos, a través del año, en un lugar de la superficie de la Tierra y se determina por una serie de factores “inclinación del eje terrestre, equilibrio tierra-mar, latitud, altitud, exhibición de vientos entre otras [54].

2.2.5. Temperatura.

Es la magnitud que mide la cantidad de calor que posee un objeto, ambiente, e incluso, un ser vivo. Un cuerpo que se encuentra caliente, se dice que tiene mayor magnitud térmica que un cuerpo frío [39].

2.2.6. Precipitación.

Es cualquier producto de la condensación del vapor de agua atmosférico que se deposita en la superficie de la Tierra. Ocurre cuando la atmósfera se satura con el vapor de agua, y el agua se condensa y cae de la solución [40].

2.2.7. Adaptación.

En lo relacionado al cambio climático es el proceso de ajuste al clima real o proyectado y a sus efectos. En los sistemas humanos, la adaptación trata de moderar o evitar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas [51].

2.2.8. Agricultura.

Es un sector estrechamente vinculado con la base de recursos naturales, especialmente de recursos agua, suelo y biodiversidad, de los cuales depende para su desarrollo, así como con los sectores socioeconómicos, los cuales demandan sus productos para usos crecientemente diversificados, como lo evidencia la discusión sobre los biocombustibles [55].

2.2.9. Producción.

Es la creación de un bien o servicio mediante la combinación de factores necesarios para conseguir satisfacer la demanda del mercado [30].

2.2.10. Cultivo.

Es la práctica de sembrar semillas en la tierra y realizar las labores necesarias para obtener frutos de las mismas [26].

2.2.11. Maíz.

El maíz es una planta gramínea, lo cual significa que tiene un tallo cilíndrico y hojas largas y gruesas, su altura oscila entre el metro y los tres de alto [16].

2.3. Marco referencial.

EL proyecto de investigación de [56] tuvo como objetivo analizar la vulnerabilidad del sector agrícola frente al cambio climático. La metodología fue la construcción de estrategias locales de adaptación al Cambio Climático. El análisis de vulnerabilidad dio a conocer que la mayor afectación se da durante la época lluviosa provocando plagas, hongos y enfermedades en los cultivos, además de desborde de ríos e inundaciones, y que el grupo que presenta mayor vulnerabilidad y afectación ante el cambio climático es el grupo de productores de maíz, en vista que el manejo agronómico va en paralelo con las condiciones climáticas y por la escasa capacidad adaptativa empleada.

El estudio realizado por [57] asumió como objetivo general, analizar el impacto del cambio climático en los cultivos de maíz en la comunidad. La metodología estuvo dividida en tres partes: la recolección de información, la descripción de los impactos del cambio climático en los cultivos de maíz suave y la elaboración de modelos de adaptación al cambio climático. En los resultados consiguió que las principales causas de pérdidas en el cultivo fueron por sequía, y las enfermedades por el exceso de lluvia y humedad. Finalmente concluye que la población, es altamente vulnerable, debido a que no presentan ninguna medida de adaptación.

El proyecto investigativo de [58] presentó como objetivo determinar la vulnerabilidad del cultivo del maíz ante situaciones climáticas. Por su parte, el análisis de vulnerabilidad, sensibilidad y capacidad adaptativa se basó en la producción, temperatura, precipitación y el pronóstico. Los resultados de variación de temperatura y precipitación, tuvieron un impacto en la producción de maíz del 29%, debido a que, en la época seca, como lluviosa existe una variación de media multianual de 25,86°C y la precipitación en las dos épocas tiene una media de 2202,83mm. Para finalizar el autor concluye que se deben desarrollar nuevas medidas y estrategias resilientes para enfrentar el incremento de temperatura en base a los escenarios y la consideración de medidas adaptativas como son los reservorios de agua por la disminución de la precipitación -22mm.

De acuerdo al estudio de [59] tuvo como propósito realizar una zonificación agroecológica basada en un plan de ordenamiento territorial; la investigación fue descriptiva por que se

utilizó la manifestación de las variables. La información se recolectó mediante recorridos, observaciones in situ, los intervalos observables fueron: pendiente, fauna, flora, infraestructura de la zona de estudio y por medio de entrevistas realizadas a los 59 jefes de familia de la zona de estudio. Según los resultados, la mayor parte de los pobladores se dedican a la agricultura. Finalmente, concluye que la comunidad procura conservar, mantener y recuperar el recurso suelo, sobre cuyo estudio sugiere una propuesta basándonos en un Plan de Manejo de suelos con la implementación de alternativas productivas de corto, mediano y largo plazo en componentes pecuario, forestal y agrícola.

El trabajo de artículo [60] evaluó los efectos del cambio climático en los requerimientos agroecológicos de los cultivos. Para ello estableció la distribución agroecológica de los cultivos mediante la recopilación y edición de información climática y edáfica. Del mismo modo, diseñó un posible escenario de cambio climático, considerando el modelo HadGEM2-ES con dos rangos de emisión de gases de efecto invernadero (RCP): 2.6 (bajas) y 8.5 (altas) para el año 2070 y finalmente se decretó los efectos sobre los cultivos considerando las fluctuaciones predichas. En relación a los resultados evidencio que actualmente existe un conflicto del uso del suelo, y que para el año 2070 se proyecta una disminución de la precipitación entre un 12% y 20%, además, se estima un incremento de la temperatura de 0.5 a 1°C y 2°C de acuerdo con los escenarios RCP 2.6 y 8.5 respectivamente.

2.3.1. Lineamientos políticos.

Ecuador es el primer país en el mundo en reconocer a la naturaleza como sujeto de derecho, e incorporar al cambio climático como parte de la política de Estado a través de su Constitución, así como concertar los lineamientos políticos en instrumentos de acción, uno de ellos la Estrategia Nacional de Cambio Climático (2012-2025) que establece los objetivos para alcanzar y hacer frente a los desafíos del cambio climático al 2025.

Constitución de la República del Ecuador, Art. 414.- El Estado acogerá medidas apropiadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la preservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

Plan Nacional del Buen Vivir (2013-2017): Objetivo 7: Garantizar los derechos de la naturaleza y suscitar la sostenibilidad ambiental territorial y general. Políticas: 7.10: Elaborar medidas de mitigación y adaptación al Cambio Climático para reducir la vulnerabilidad económica y ambiental.

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 en el proceso de incluir consideraciones climáticas en sus planes de desarrollo y ordenamiento territorial, en especial sobre cómo enfrentar esta problemática mediante planes, programas y estrategias a nivel local, contribuyendo así al cumplimiento del mandato constitucional y de los lineamientos establecidos en el Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2017 y en la Estrategia Nacional de Cambio Climático 2012-2025.

CAPITULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. Localización.

El presente trabajo de investigación fue elaborado en el Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, limitado al norte con el cantón Quevedo, al sur con los cantones Zapotal y Vinces, al este con los cantones San Carlos y Zapotal y al oeste con los cantones El Empalme, Balzar y Palenque. Entre las coordenadas 01° 11' de latitud Sur y 79° 30' de Longitud Oeste. Con una superficie total de 572.3 km².

Figura 1.

Mapa de ubicación de los cultivos de maíz duro en el cantón Mocache, provincia Los Ríos.



FUENTE: [61]

3.2. Tipo de investigación.

3.2.1. Exploratoria.

Se realizó una recopilación de la base de datos del ESPAC para analizar el rendimiento del cultivo de maíz. Se procedió a implementar encuestas para su posterior análisis, mediante la percepción de los agricultores acerca del cambio climático con el objetivo de analizar la capacidad adaptativa actual del sector maicero ante la variabilidad climática.

Para [62] la investigación exploratoria es usada para indagar un problema que no se encuentra claramente definido. Por lo tanto, se realiza para tener una mejor comprensión del problema existente. Para tal investigación, un investigador inicia con una idea general y utiliza esta investigación como un medio para identificar problemas, que pueden ser el foco de investigaciones futuras.

3.2.2. Diagnostica.

Este método permitió evaluar todo lo relacionado con el cambio climático. Por lo que se tomó en cuenta los factores meteorológicos, el cual sirvió como información sustancial para realizar el respectivo diagnóstico y de tal forma detectar que medidas de adaptación se pueden escoger ante posibles problemas climáticos.

Según [63] este tipo de investigación es un método de estudio por medio el cual se logra identificar lo que sucede en una situación específica, es decir, se basa en un análisis de una serie de acontecimientos con la finalidad de detectar los factores que suscitaron la aparición de un fenómeno.

3.3. Métodos de investigación.

3.3.1. Método inductivo.

Con la ayuda de este método se logró estudiar los problemas o amenazas a los cuales se encuentran expuestos los productores de maíz.

El método inductivo es una forma de razonamiento para llegar a conclusiones que comienza desde lo más específico y va hasta las generalizaciones y teorías más extensas. Dicho método consiste en tres etapas importantes tales como la observación, captación /observación de un patrón, y el desarrollo de una teoría [63].

3.3.2. Método descriptivo.

Se llevó a cabo este método para dar una descripción de los resultados alcanzados en el estudio, suministrando información importante y relevante para futuras proyectos investigativos.

Dicho método se encarga de recopilar datos cuantificables, el propósito es definir, clasificar, catalogar o caracterizar el objeto de estudio. De igual manera, induce al investigador durante el método científico en la indagación de las respuestas a preguntas como: quién, qué, cuándo, dónde, sin importar el por qué [64].

3.3.3. Método analítico.

Se aplicó el método analítico, para examinar el tratamiento de los datos que fueron tratados mediante el software SPSS y además para analizar el tratamiento de los datos obtenidos del ESPAC. Se encarga de descomponer diferentes partes para así hacer la determinación de cierta causa, efecto o naturaleza. El análisis efectúa estudios y explora algún hecho en particular. Puede ayudar a identificar el objeto estudiado y sus particularidades, para así comprender el comportamiento, explicar y crear teorías nuevas [65].

3.3.4. Método dialéctico.

Se aplicó el método dialéctico, para analizar la capacidad adaptativa actual del sector maicero en el cantón Mocache ante la variabilidad climática, mediante la percepción de los agricultores se proporcionó el análisis respectivo.

Está encaminado a la resolución de problemas, confrontando diversas perspectivas que, eventualmente, llegan a contradecirse. Es un método conversacional, en el que se piensa que

todo se halla sujeto a un estado de permanente conexión. Establece que los elementos aislados son una ficción, que, en realidad, dos ideas aparentemente opuestas están en íntima relación [66].

3.4. Fuentes de recopilación de información.

3.4.1. Fuentes primarias.

Mediante la utilización de la encuesta se logró obtener la percepción de los agricultores de maíz, donde sirvió para efectuar los resultados de la investigación. Las fuentes primarias se encargan de ofrecer un relato de primera instancia acerca de un suceso o un periodo de tiempo y se consideran fidedignas. Simbolizan el pensamiento original, anuncian sobre descubrimientos y pueden compartir información nueva. Se crean en el momento en que ocurren los hechos, pero también pueden incluir fuentes creadas posteriormente [67].

3.4.2. Fuentes secundarias.

Se obtuvo información de libros, revistas, artículos científicos, informes, tesis, datos del ESPAC, entre otros.

Contienen información primaria, sintetizada y reorganizada. Se encuentran diseñadas para facilitar y maximizar el acceso a las fuentes primarias o a sus contenidos. Componen la colección de referencia de una biblioteca. Se utilizan cuando no se tiene acceso a la fuente primaria por una razón específica, cuando los recursos son limitados y cuando la fuente no es confiable [68].

3.5. Diseño de la investigación.

Se presentó un diseño no experimental, esto es debido a que se observaron los sucesos tal y como se dan en su contexto natural, de modo que fueron analizados sin la manipulación de ningún tipo. Por otra parte, el estudio fue de corte transversal ya que la información se recolectó durante el periodo 2022, en donde se analizaron todas las variables obtenidas de los objetivos propuestos.

3.5.1. Determinación del impacto de la variabilidad climática sobre el rendimiento del cultivo de maíz (ton/ha) en el periodo 2015 – 2019.

3.5.1.1. Rendimiento del cultivo de maíz.

Para determinar la relación que existe entre la variabilidad climática y el rendimiento del cultivo, se procedió a realizar un levantamiento de información, tomando en cuenta el periodo 2015-2019. De igual manera, se tuvieron presentes las variables climáticas tales como: superficie cosechada en hectáreas, producción en toneladas métricas, pérdida de superficie por sequía, pérdida de superficie por helada y pérdida de superficie por inundación.

Posteriormente, se recurrió a obtener información relevante en la base de datos del ESPAC (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua) [69], con el fin de extraer datos de variabilidad climática año tras año. En la tabla 7, se puede observar el valor de las variables seleccionadas, además, se muestra la sumatoria total y el rendimiento respectivo del cultivo de maíz.

Tabla 7.

Variables del rendimiento del cultivo de maíz

Años	Superficie cosechada en hectáreas	Producción en toneladas métricas	Perdida de superficie por Sequia	Perdida de superficie por Helada	Perdida de superficie por Inundación	Suma	Rendimiento del cultivo de maíz
2015	5,9	22,76	0,13	0	0	35	7
2016	4,05	20,35	0,59	0	0	49	10
2017	3,59	27,02	0,73	0	0	58	12
2018	3,43	16,16	0,26	0,27	2,18	230	46
2019	18,66	97,86	0,5	0	0		

ELABORADO: MENDOZA (2022)

3.5.1.2. Aplicación de la encuesta.

Se aplicó un formulario de 15 preguntas a escala Likert, el cual se encarga de medir las aptitudes de agricultores de menor a mayor escala. Asimismo, estuvo distribuido en 5 secciones, cada uno respondiendo a una dimensión de análisis: información general de la persona que será encuestada, propiedad y uso del suelo, problemas de producción, producción y clima, y capacidades sobre cambio climático.

Los resultados serán tratados mediante el software SPSS, adicional se realizará un análisis de fiabilidad que estará basado en el coeficiente Alfa de Cronbach, el cual asumió un valor de 0,843 siendo este factible para la aprobación de las preguntas. De igual manera, se efectuó el cálculo respectivo de coeficientes de discriminación a cada una de las preguntas planteadas.

3.5.2. Analizar la capacidad adaptativa actual del sector maicero en el cantón Mocache ante la variabilidad climática.

Para determinar la zonificación agroecológica futura respecto al cultivo del maíz en los periodos 2061 – 2080 y 2081 – 2100, se desarrolló una modelación (mapas) de escenarios climáticos.

3.5.2.1. Determinación de los escenarios climáticos.

Para poder determinar las circunstancias climáticas es importante realizar un análisis de los modelos climáticos globales. Por tal razón, se ha estimado los escenarios climáticos de Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP), en específico los escenarios de SSP1 y SSP5, los cuales facilitan el estudio de impactos climáticos futuros, debido a que se considera la asociación de vulnerabilidad, adaptación y mitigación.

Se llevó a cabo el estudio del escenario SSP1, el cual se encarga de adquirir los principios fundamentales del desarrollo sostenible [69] y SSP5 que se caracteriza por un desarrollo rápido y alimentado por combustibles fósiles con extensos desafíos socioeconómicos para la remisión y bajos certámenes socioeconómicos para la adaptabilidad [70].

Tabla 8.

Descripción de los componentes de la historia y modelos SSP1.

VARIABLES	SSP1
Elemento genérico	
Crecimiento económico	Alto
Crecimiento de la población	Bajo
Gobernanza e instituciones	Eficaz tanto a nivel nacional como internacional.
Tecnología	Rápido, traducido, por ejemplo, en supuestos de eficiencia, tecnologías renovables y rendimientos
Preferencias de consumo/producción	de Promoción del desarrollo sostenible (menor consumo – ver más adelante)
<i>Demanda de energía</i>	
Transporte	Menor proporción de los ingresos gastados en transporte, lo que conduce a menos kilómetros recorridos.
Edificios	Los cambios de comportamiento conducen a una menor demanda general de servicios energéticos
No energético	Baja intensidad
<i>Suministro y conversión de energía</i>	
Combustibles fósiles	Comercio mundial de combustibles; y desarrollo tecnológico medio
Bioenergía	Los biocombustibles tradicionales se eliminaron en su mayoría alrededor de 2030
<i>Agricultura y uso de la tierra</i>	
Regulación del cambio de uso del suelo	Fuerte – Las áreas resguardadas se amplían para alcanzar la meta de Aichi del 17%.
Productividad (cultivos)	agrícola Fuerte: aumento del rendimiento de los cultivos.
Impacto ambiental del consumo de alimentos	Bajo: consumo de productos animales un 30%.
<i>Comercio</i>	
Comercio de productos agrícolas	Abolición de los aranceles de importación actuales y subsidios a la exportación para 2030
<i>Contaminación del aire</i>	
Factores de emisión	Bajo

FUENTE: [69]

ELABORADO: MENDOZA (2022)

Tabla 9.*Descripción de los componentes de la historia y modelos SSP5*

VARIABLES	SSP5
Indicador	Desarrollo impulsado por combustibles fósiles
Demografía	
Crecimiento de la población	Baja (fecundidad alta en los países de ingresos altos)
Migración	Alto
Economía y estilo de vida	
Crecimiento del PIB (per cápita)	Alto
Desigualdad	Fuertemente reducido
Globalización	Fuerte
Consumo	Materialismo, Consumo de estatus, Alta movilidad
Tecnología	
Desarrollo de tecnología	Rápido
Cambio de tecnología energética	Dirigido a los combustibles fósiles; fuentes alternativas no buscadas activamente
Medio ambiente y recursos	
Uso del suelo	Las regulaciones medias conducen a una lenta disminución de la tasa de deforestación
Agricultura	Rápido aumento de la productividad
Políticas e instituciones	
Política medioambiental (y energética)	Centrarse en el entorno local, poca preocupación por los problemas globales

FUENTE: [70]

ELABORADO: MENDOZA (2022)

3.5.2.2. Modelización de los escenarios climáticos.

Para llevar a cabo la modelación de los escenarios climáticos futuros SSP1 y SSP5 del cultivo del maíz, se manipularon diversos parámetros agroclimáticos, los cuales se encontraban en fuentes secundarias confiables, tales como los que se mencionan a continuación:

- Geoportal IGM [71],
- CMIP6
- Worldclim
- Instituto Nacional de Meteorología e hidrología (INAMHI) [72].

Los datos que se adquirieron fueron acerca de la utilización del suelo, cobertura vegetal y modelos climáticos futuros.

La finalidad primordial es determinar las zonas óptimas para el cultivo del maíz en un futuro, de igual manera, es importante hacer una comparación con los escenarios actuales, analizando cuál es el escenario más probable que suceda en relación a la utilización del suelo en el cantón Mocache.

La modelación se lo efectuó por medio de un software de sistemas de información geográfica, cuyos sistemas de coordenadas geográficas son UTM 1984 datum WGS zona 17S, de tal forma se diseñaron mapas que muestran los cambios de clima en los escenarios selectos para el área en estudio.

3.5.2.3. Categorías de zonificación.

Para la zonificación agroecológica futura del cultivo de maíz, se seleccionó cuatro categorías tales como: óptima, moderada, marginal y no apta, donde representan las zonas con las condiciones para el cultivo del maíz en el territorio del cantón Mocache, en la tabla 10 se puede apreciar las categorías.

Tabla 10

Categorías de zonificación

Óptima	Área donde las condiciones naturales de suelos, relieve, y clima presentan las mejores características para el establecimiento del cultivo.
Moderada	Área donde las condiciones naturales de suelos, relieve, y clima presentan limitaciones ligeras y pueden ser mejoradas con prácticas de manejos adecuados.
Marginal	Área que presentan limitaciones importantes del suelo, relieve y clima, lo cual impide el establecimiento y desarrollo normal del cultivo en condiciones naturales.
No apta	Áreas donde no se puede establecer el cultivo en condiciones naturales (limitaciones muy severas).

FUENTE: [73]

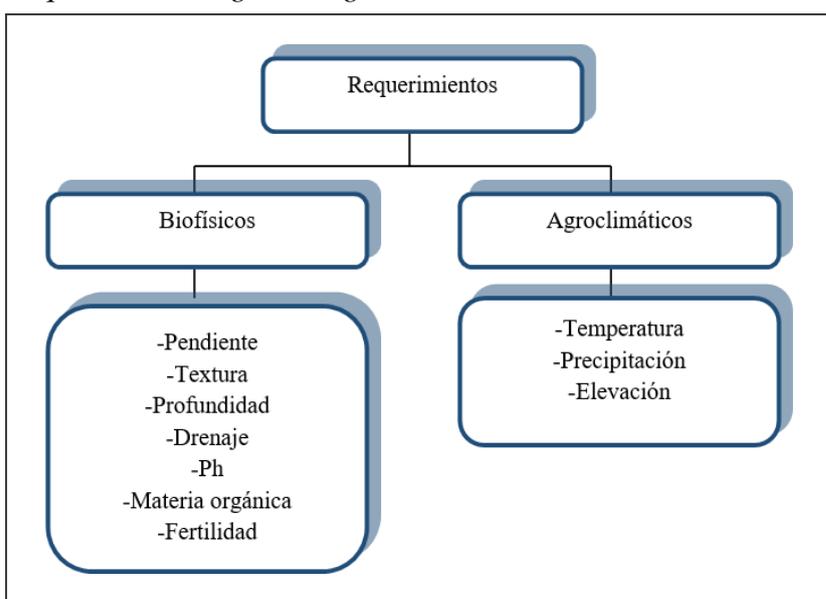
ELABORADO: MENDOZA (2022)

3.5.2.4. Requerimientos agroecológicos para el cultivo de maíz.

Como requerimientos se consideraron diez variables para el desarrollo del cultivo de maíz, el cual sirvió para la representación de la zona de áreas futuras.

Figura 2.

Requerimientos agroecológicos



FUENTE: [73]

ELABORADO: MENDOZA (2022)

3.5.2.5. Peso de las variables para la zonificación.

Tabla 11.

Peso de las variables para la zonificación

Escenario	
Variable	% del peso
Pendiente	9
Textura	9
Profundidad	8
Drenaje	7
pH	12
Materia orgánica	13
Fertilidad	9
Temperatura	10
Precipitación	15
Elevación	8
Total	100

ELABORADO: MENDOZA (2022)

3.5.2.6. Pasos para la elaboración de mapas bajos escenarios climáticos.

A continuación, se describen los procesos que se tomaron en cuenta para la realización de los escenarios climáticos.

1. Como primer punto, se debe descargar los datos climáticos (temperatura y precipitación) de la página oficial de Worldclim en los periodos de 2061 – 2080 y 2081 – 2100 respectivamente.
2. Posteriormente, se descarga la información biofísica como elevación, pH, textura del suelo, profundidad, materia orgánica, fertilidad y drenaje natural, directamente del sitio web oficial de Geoportal IGM.
3. Luego se debe de haber adquirido la información correspondiente, se procede a ingresar al software ArcGis.
4. Dentro del programa se debe fijar en la herramienta geoprocessing “buffer”, el cual sirve para crear un buffer para el cantón Mocache.
5. Se debe hacer un recorte de los raster de las variables temperatura y precipitación para los límites del buffer de estudios en el programa ArcGIS.

6. Consecutivamente, se tiene que ingresar la capa de elevación y luego recortar con la opción “Extract by mask” al límite del buffer.
7. Se debe ingresar el raster al programa ArcGIS para así realizar la proyección Sistemas de coordenadas proyectadas UTM 1984 datum WGS zona 17S con la opción “Project raster”, seguidamente se comienza a cortar los límites del cantón.
8. Se debe entrar a la capa de shp de los elementos físicos y se empieza a recortar con la opción “clip”. Al límite del cantón.
9. Posteriormente se debe convertir a raster con la opción de “feature raster”.
10. Después de ello, se debe reclasificar, esto se lo realiza con la opción “reclassify” todas las variables según los requerimientos agroecológicos.
11. Se efectúa la zonificación agroecológica con la herramienta de “spatial analys tools –overlay - weighted overlay” donde se da el porcentaje de influencia por cada parámetro utilizado.
12. Para finalizar, se dan los últimos detalles y luego el formato de impresión al mapa diseñado.

3.5.3. Plan o estrategia de adaptabilidad del sector maicero ante escenarios futuros de cambio climático.

En base a lo planteado en el objetivo se elaborará un plan estratégico que contendrá los objetivos, líneas estratégicas, resultados esperados, responsables de la ejecución y la inversión.

Tabla 12.

Plan o estrategia de adaptabilidad

	Concientizar acerca del cambio climático
	Planificar el uso del territorio
	Adaptabilidad al cambio climático
Líneas estratégicas	Manejo adaptativo del cultivo ante los cambios climáticos
	Utilización de insumos orgánicos

ELABORADO: MENDOZA (2022)

3.6. Instrumentos de investigación.

El tamaño muestral se lo calculó mediante las UPAS (Unidades de Producción y Agropecuaria), por lo tanto, según el III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO-DATOS de la provincia de Los Ríos cuenta con 1.589 UPAs. Para el Cantón Mocache asciende a 420 UPAs. Para determinar la muestra se utilizó la siguiente ecuación:

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

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

$$n = \frac{0,5 * 0,5 * 1,96^2 * 420}{420 * 0,05^2 + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$
$$n = 200$$

Por lo tanto, la encuesta se aplicó a 200 individuos que laboran en el sector agropecuario de manera presencial y virtual.

3.7. Tratamiento de los datos.

Para la realización de los análisis de información se usó como herramienta el Software Excel, el cual ayudó a tabular las encuestadas ejecutadas a los agricultores. La asistencia del programa SPSS, sirvió para identificar el grado de confiabilidad de la encuesta, el cual a través del método Alfa Cronbach fue aceptada. Además, se efectuaron los análisis de KMO (Medida Kaiser, Mayer, Olkin) y Bartlett. Los programas WCRP y Worldclim sirvieron para recaudar información respectiva acerca del clima. Por su parte, el software ArcGIS sirvió para diseñar la zonificación del maíz, de modo que sirvió para hacer dos proyecciones a futuro (periodo 2061 – 2080 y 2081 – 2100)

3.8. Recursos humanos y materiales.

Tabla 13.

Recursos humanos y materiales.

Recursos humanos	Recursos materiales	Softwares
Mendoza Loor Melanie Katherine (autora)	<ul style="list-style-type: none">• Computadora• Celular• Impresora• Cámara	<ul style="list-style-type: none">• SPSS• Excel• ArcGis
Ing. Lozano Mendoza Pedro Harrys Msc. (Director de tesis)		

ELABORADO: MENDOZA (2022)

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación del impacto de la variabilidad climática sobre el rendimiento del cultivo de maíz (ton/ha) en el periodo 2015 – 2019.

Para determinar el impacto de la variabilidad climática se tuvo que aplicar la encuesta a los agricultores del Cantón Mocache. Por lo tanto, también se procedió a realizar la confiabilidad del instrumento de evaluación mediante el método Alfa Cronbach.

4.1.1. Análisis de confiabilidad.

Mediante la herramienta estadística SPSS se efectuó el análisis de confiabilidad, el cual se aplicó a 15 preguntas. Al hacer el análisis por el método Alfa de Cronbach dio una confiabilidad de 0,843 mostrando aceptación y consistencia entre los elementos.

Tabla 14.

Análisis de confiabilidad

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,843	15

ELABORADO: MENDOZA (2022)

4.1.2. Análisis de componentes principales.

Para el análisis de los componentes se realizó la Prueba de KMO (Medida Kaiser, Mayer, Olkin) y Bartlett donde se obtuvo los valores que se presentan en la tabla 15. Una vez realizado la prueba KMO (Medida Kaiser, Mayer, Olkin) y Bartlett, se procedió a extraer nueve preguntas, donde se asumieron que eran importantes para valorar el impacto de la variabilidad climática.

Tabla 15.

Prueba de KMO y Bartlett

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		,825
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado	400,858
	gl	36
	Sig.	,000

ELABORADO: MENDOZA (2022)

En la tabla 16, a pesar de que la mayoría de preguntas no cumplieron con un valor igual o superior a 0.7, se tomaron en cuenta debido a que son relevantes para alcanzar el objetivo, ya que si se eliminan preguntas se obtiene un resultado bajo en la prueba de KMO y Bartlett.

Tabla 16.

Comunalidades y valores de extracción

Comunalidades		
	Inicial	Extracción
7. ¿La rentabilidad o costos son factores que influyen para la selección de la semilla?	1,000	,791
16. ¿Identifica usted cambios sustanciales en las estación lluviosa y seca, respecto a años anteriores?	1,000	,613
17. ¿Identifica usted cambios sustanciales en la temperatura, respecto a años anteriores?	1,000	,755
12. ¿Los recursos económicos, la calidad de semilla, la variabilidad climática y plagas, influyen en los problemas de rendimiento de cultivo que afectan al agricultor?	1,000	,688
18. ¿Identifica usted cambios sustanciales de precipitaciones, respecto a años anteriores?	1,000	,495
9. ¿Usted considera que el factor determinante de iniciar el proceso de plantación de maíz (<i>Zea mays</i>) es el inicio de la estación lluviosa?	1,000	,476
11. ¿Considera que los principales problemas en el rendimiento de su cultivo alto o bajo, tienen relación con la variabilidad climática (Veranillos en la estación lluviosa o época invernal, temperaturas extremas) en el tiempo del desarrollo del cultivo?	1,000	,534
13. ¿En los últimos 5 años usted ha observado plagas o daños debido a las condiciones climáticas?	1,000	,536
21. ¿Considera usted que el conocimiento es la base para obtener un buen rendimiento en la producción agrícola?	1,000	,646

ELABORADO: MENDOZA (2022)

Respecto a lo que se observa en la tabla 17, la varianza total explicada obtuvo un porcentaje acumulado de 25,20% en el primero, el siguiente porcentaje asumió un valor de 46,73% y por último el tercero alcanzó un total acumulado de 61,48%. Los otros valores mostrados presentan una variabilidad mínima, por tal motivo, se seleccionaron los tres componentes primordiales.

Tabla 17.

Varianza total explicada

Varianza total explicada									
Compon ente	Sumas de extracción de cargas al								
	Autovalores iniciales			cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	%	%	Total	%	%	Total	%	%
		de varianza	de acumulado		de varianza	de acumulad o		de varianza	de acumulado
1	3,406	37,848	37,848	3,406	37,848	37,848	2,268	25,200	25,200
2	1,118	12,424	50,271	1,118	12,424	50,271	1,938	21,536	46,736
3	1,009	11,210	61,481	1,009	11,210	61,481	1,327	14,745	61,481
4	,734	8,155	69,636						
5	,713	7,921	77,557						
6	,611	6,786	84,343						
7	,528	5,865	90,208						
8	,463	5,140	95,348						
9	,419	4,652	100,000						

ELABORADO: MENDOZA (2022)

En la tabla 18, se da a conocer tres componentes importantes con asociaciones positivas a través el método de rotación. El primer componente se refiere al cambio climático y manejo del cultivo del maíz (*Zea Mays*) de tal modo que muestra la relación entre las preguntas 9 (0.671),11 (0.692),13 (0.537) y 16 (0.674). Por otra parte, el segundo componente; conocimiento del cambio climático y su efecto en el cultivo de maíz tienen vínculo con las preguntas 17 (0.860) y 21 (0.729). Por último, el tercer componente, la variabilidad genética de la semilla y adaptabilidad al cambio climático tienen asociación con las interrogantes 7 (0.875) y 12 (0.614).

Tabla 18.*Método de rotación*

Matriz de componente rotado^a			
	Componente		
	1	2	3
7. ¿La rentabilidad o costos son factores que influyen para la selección de la semilla?	,158	-,008	,875
16. ¿Identifica usted cambios sustanciales en las estación lluviosa y seca, respecto a años anteriores?	,674	,234	,323
17. ¿Identifica usted cambios sustanciales en la temperatura, respecto a años anteriores?	,122	,860	,001
12. ¿Los recursos económicos, la calidad de semilla, la variabilidad climática y plagas, influyen en los problemas de rendimiento de cultivo que afectan al agricultor?	,047	,556	,614
18. ¿Identifica usted cambios sustanciales de precipitaciones, respecto a años anteriores?	,686	,072	,139
9. ¿Usted considera que el factor determinante de iniciar el proceso de plantación de maíz (<i>Zea mays</i>) es el inicio de la estación lluviosa?	,671	,092	,133
11. ¿Considera que los principales problemas en el rendimiento de su cultivo alto o bajo, tienen relación con la variabilidad climática (Veranillos en la estación lluviosa o época invernal, temperaturas extremas) en el tiempo del desarrollo del cultivo?	,692	,205	-,112
13. ¿En los últimos 5 años usted ha observado plagas o daños debido a las condiciones climáticas?	,537	,497	-,013
21. ¿Considera usted que el conocimiento es la base para obtener un buen rendimiento en la producción agrícola?	,288	,729	,175

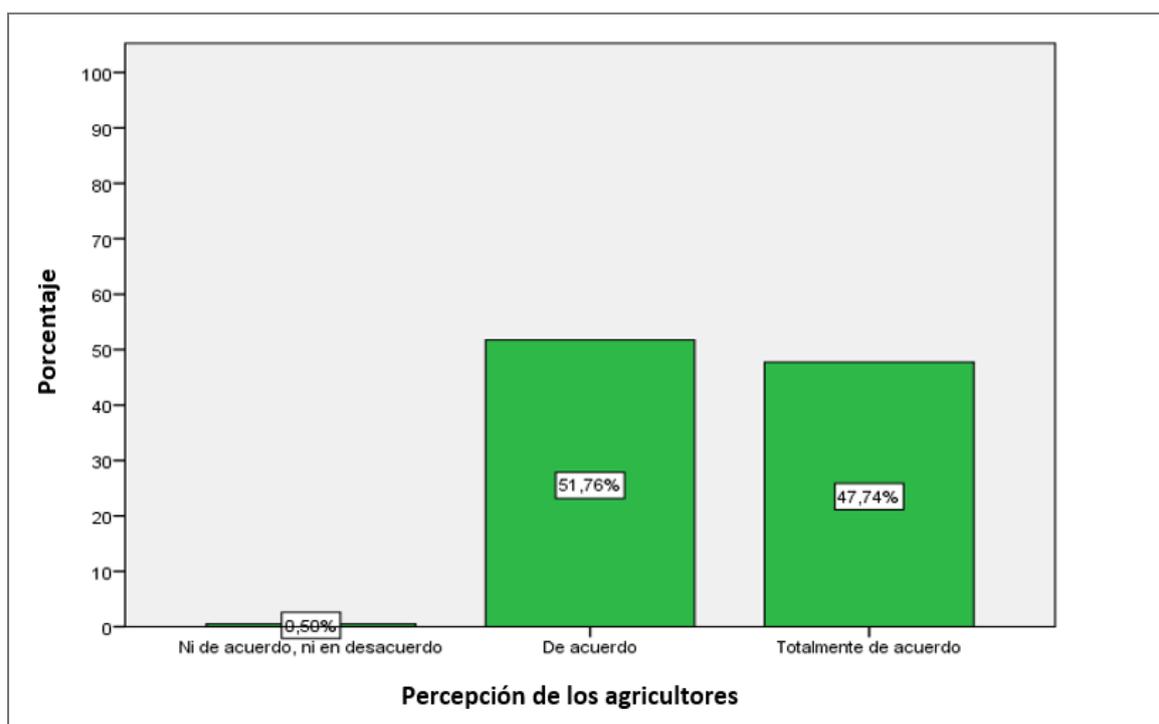
ELABORADO: MENDOZA (2022)

4.1.2.1. Análisis del componente 1, cambio climático y manejo del cultivo del maíz (*Zea Mays*).

De acuerdo a los resultados que se obtuvo de la pregunta 16 (figura 3), el 51.76% de los agricultores encuestados manifiestan que están de acuerdo en que se han producido cambios sustanciales en la estación lluviosa y seca, en relación a años anteriores. Por otra parte, el 47,74% señalo que están totalmente de acuerdo que se han dado cambios en el clima. Por último, la minoría el cual representa el 0,50% indicó que ni acuerdo, ni desacuerdo.

Figura 3.

16 ¿Identifica usted cambios sustanciales en la estación lluviosa y seca, respecto a años anteriores?

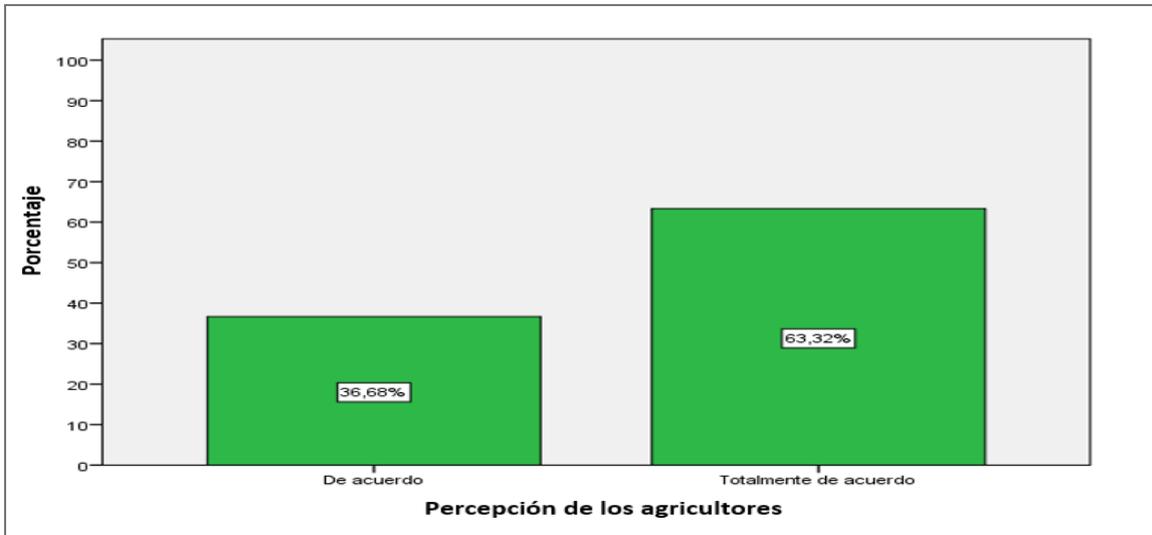


ELABORADO: MENDOZA (2022)

En la figura 4, se visualiza que el 63.32% de la población encuestada están totalmente de acuerdo en que se han producido cambios sustanciales de precipitaciones, respecto a años anteriores. Otra parte de los agricultores, el cual representa el 36.68% manifestaron que están de acuerdo con los sucesos (precitaciones) que han acontecido respecto al cambio climático hace años atrás.

Figura 4.

18. *¿Identifica usted cambios sustanciales de precipitaciones, respecto a años anteriores?*

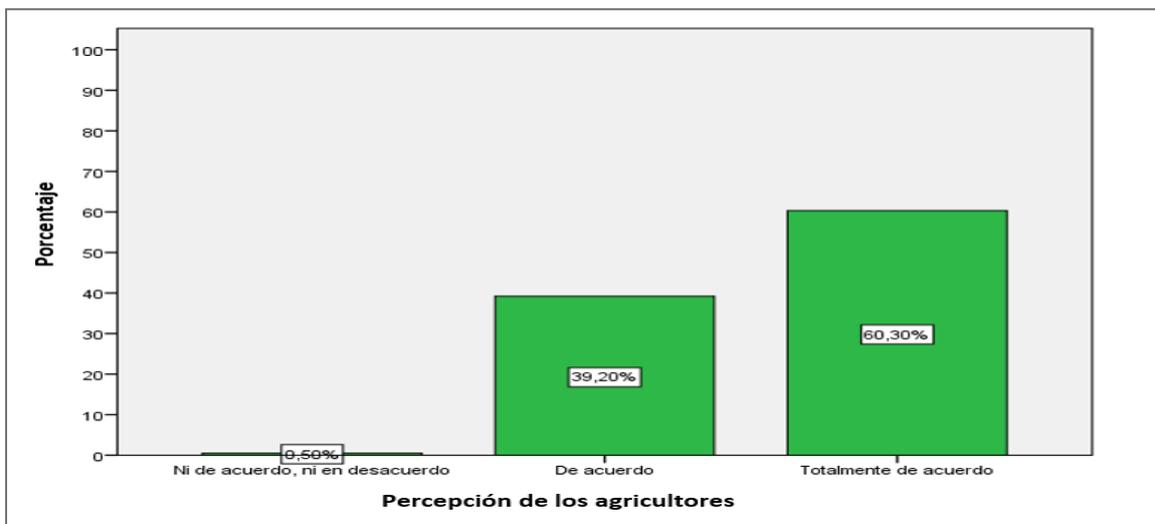


ELABORADO: MENDOZA (2022)

La figura 5, muestra que el 60.30% de los sujetos encuestados se encuentran totalmente de acuerdo que el factor determinante para dar iniciativa en el proceso de plantación de maíz (*Zea mays*) es primordial en la estación lluviosa. De la misma manera, el 39.20% dan a conocer que están de acuerdo con el proceso de plantación. El 0.50% es una representación que muestra ni de acuerdo, ni en desacuerdo.

Figura 5.

9. *¿Usted considera que el factor determinante de iniciar el proceso de plantación de maíz (*Zea mays*) es el inicio de la estación lluviosa?*

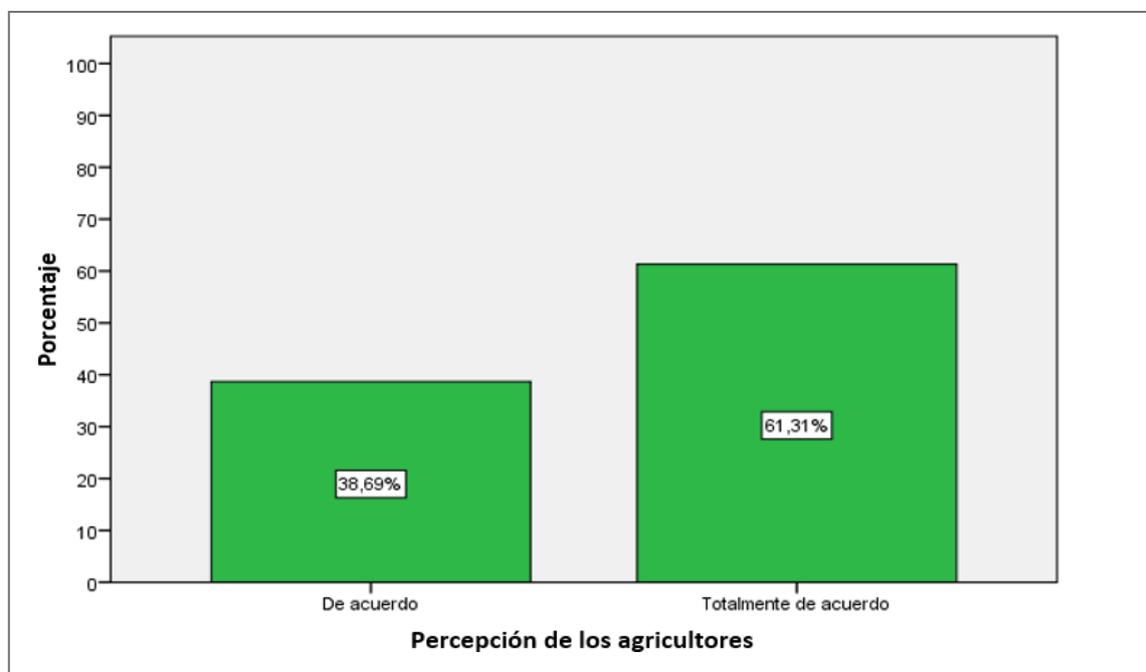


ELABORADO: MENDOZA (2022)

En base a la información obtenida, la figura 6 muestra que el 61.31% de los agricultores encuestados están totalmente de acuerdo que los principales problemas en el rendimiento del cultivo de maíz sea este alto o bajo, tienen relación con la variabilidad climática (Veranillos en la estación lluviosa o época invernal, temperaturas extremas). Asimismo, el 38.69% manifestó que también están de acuerdo que los problemas en la producción del cultivo de maíz se dan por el cambio del clima.

Figura 6.

11. *¿Considera que los principales problemas en el rendimiento de su cultivo alto o bajo, tienen relación con la variabilidad climática (Veranillos en la estación lluviosa o época invernal, temperaturas extremas) en el tiempo del desarrollo del cultivo?*

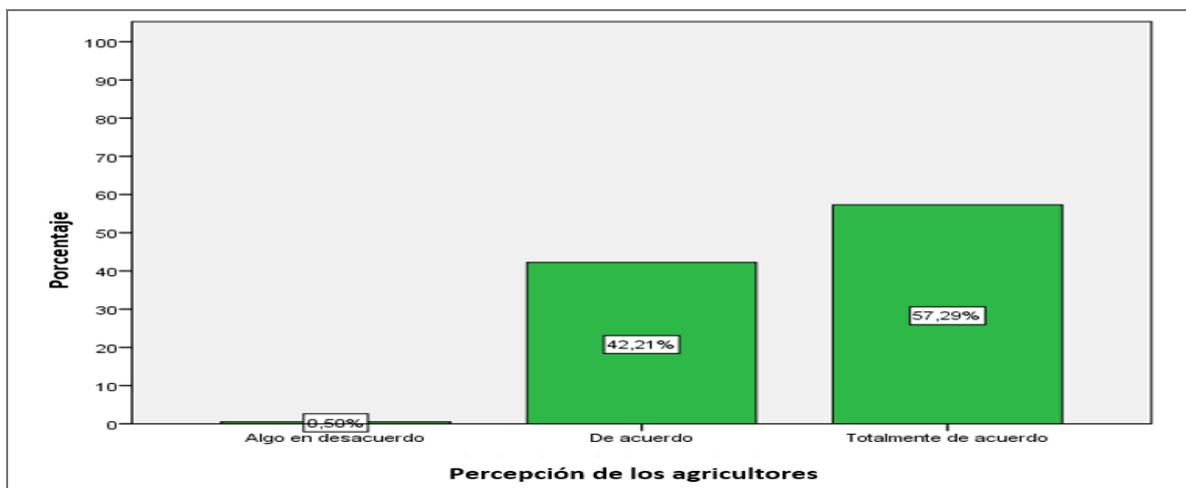


ELABORADO: MENDOZA (2022)

En base lo que se demuestra los resultados de la figura 7, el 57.29% de la población encuestada da a conocer que están totalmente de acuerdo que durante los últimos 5 años ha habido plagas que han ocasionado daños irremediables en los cultivos de maíz (*Zea mays*) y esto es debido a los cambios climáticas. El 38.69% señalaron que también están de acuerdo que la alteración del clima en los últimos periodos afecta de manera significativa los cultivos del maíz (*Zea mays*). La menor parte, es decir, el 0.50% indicó que ni de acuerdo, ni en desacuerdo.

Figura 7.

13. ¿En los últimos 5 años usted ha observado plagas o daños debido a las condiciones climáticas?



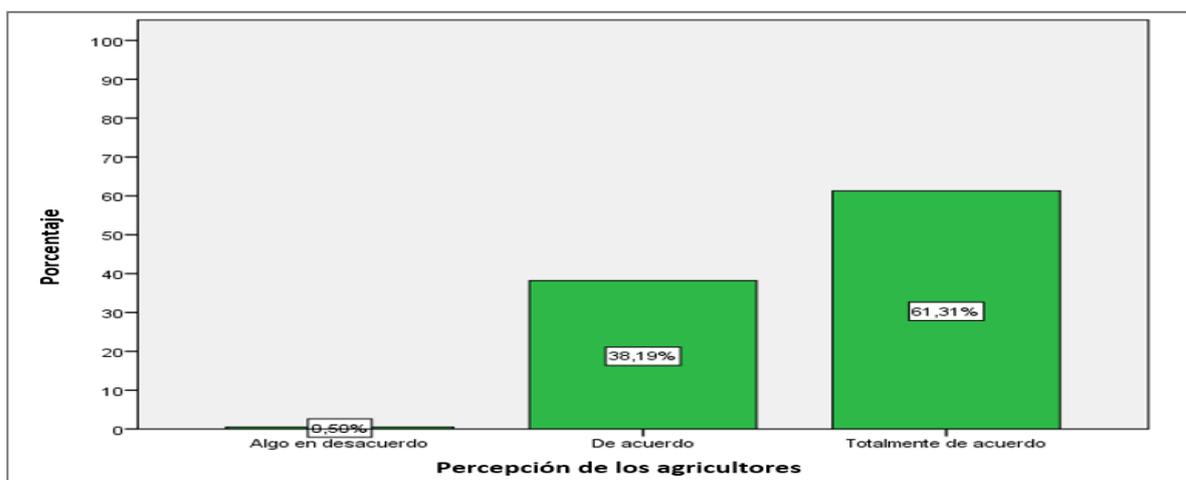
ELABORADO: MENDOZA (2022)

4.1.2.2. Análisis del componente 2, conocimiento del cambio climático y su efecto en el cultivo de maíz (*Zea mays*).

En los resultados de la figura 8, el 61.31% de los agricultores encuestados están en una posición de totalmente de acuerdo a que los cambios sustanciales y repen tinos de la temperatura, respecto a años anteriores afectan en gran medida al cultivo del maíz (*Zea mays*). Por otra parte, el 38.19% señalo que están de acuerdo a que las alteraciones en el clima ocasionan perdidas en los cultivos.

Figura 8.

17. ¿Identifica usted cambios sustanciales en la temperatura, respecto a años anteriores?

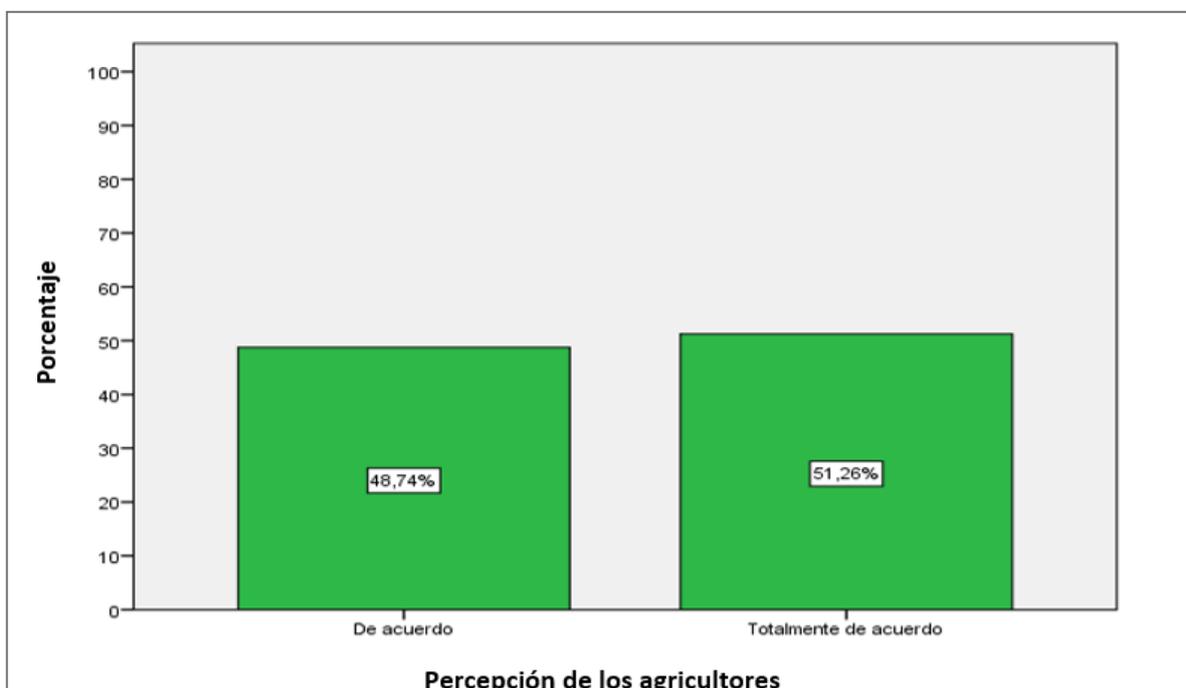


ELABORADO: MENDOZA (2022)

La figura 9, muestra que el 51.26% de la población participante consideran y están totalmente de acuerdo que el conocimiento es la base y el factor principal para obtener un buen rendimiento en la producción agrícola. Seguidamente el 48.74% asumen y respaldan estando de acuerdo a que el conocimiento es muy importante al momento de dar inicio al proceso del cultivo.

Figura 9.

21. *¿Considera usted que el conocimiento es la base para obtener un buen rendimiento en la producción agrícola?*



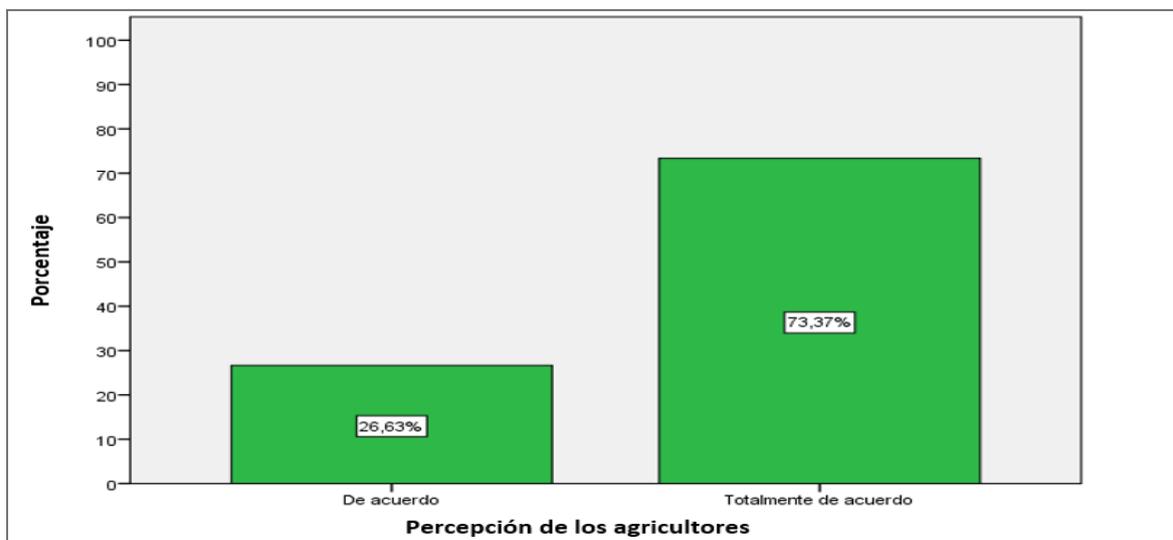
ELABORADO: MENDOZA (2022)

4.1.2.3. Análisis del componente 3, variabilidad genética de la semilla y adaptabilidad al cambio climático.

Según lo que se visualiza en la figura 10, el 73.37% de los agricultores participantes demuestran que están totalmente de acuerdo que la rentabilidad o costos son factores que influyen para la selección de la semilla del maíz. Por su parte, el 26.63% de la población indicaron que también están de acuerdo a que la rentabilidad es factor esencial para la selección de la semilla, debido a que si no está en las condiciones adecuadas el cultivo tendrá complicaciones.

Figura 10.

7. ¿La rentabilidad o costos son factores que influyen para la selección de la semilla?

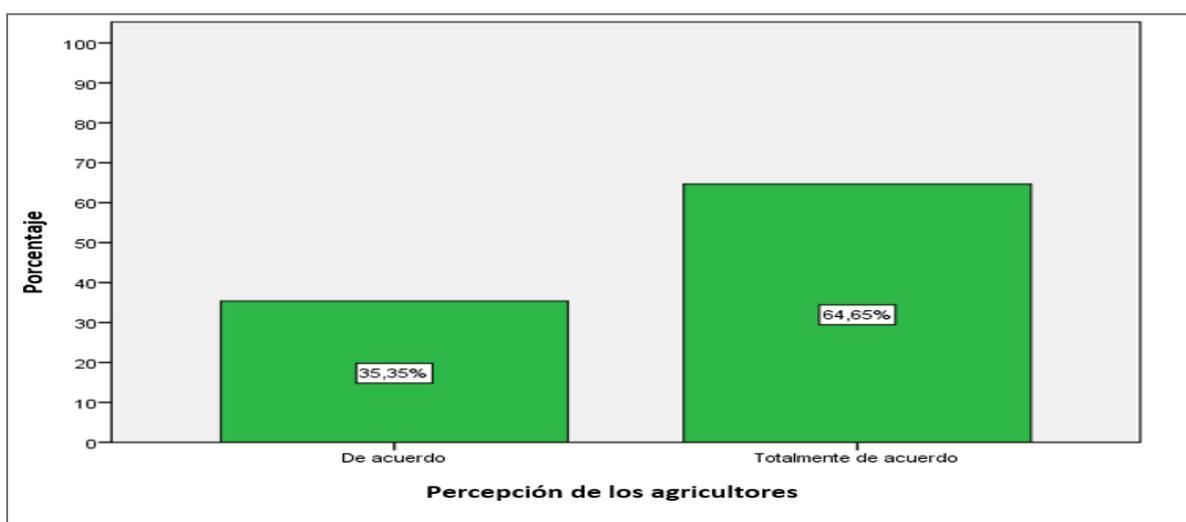


ELABORADO: MENDOZA (2022)

En relación a lo que se visualiza en la figura 11, el 64.65% de los agricultores encuestados manifestaron que están totalmente de acuerdo que los recursos económicos, la calidad de semilla, la variabilidad climática y plagas, influyen en los problemas de rendimiento de cultivo del maíz. De igual manera el 35.35% asumió que están de acuerdo, debido a que los problemas del cultivo que comúnmente se presentan son factores económicos y variabilidad climática.

Figura 11.

12. ¿Los recursos económicos, la calidad de semilla, la variabilidad climática y plagas, influyen en los problemas de rendimiento de cultivo que afectan al agricultor?



ELABORADO: MENDOZA (2022)

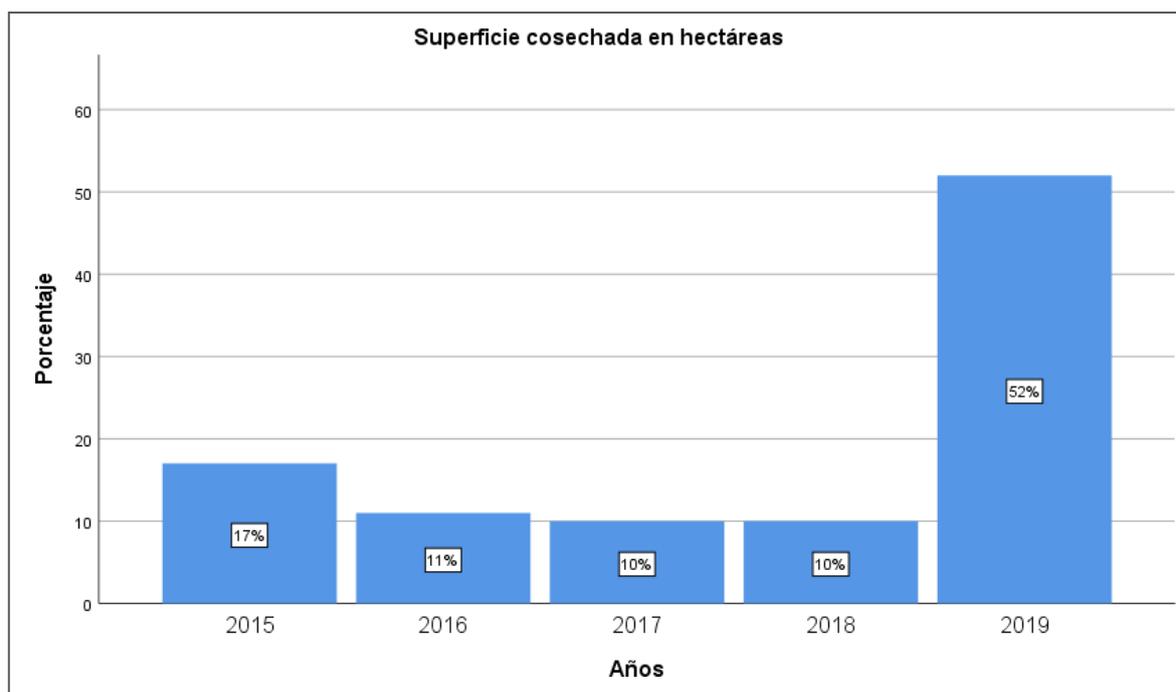
4.1.2.4. Análisis del rendimiento del maíz.

Se recurrió a obtener información relevante en la base de datos del ESPAC (Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua), con el fin de extraer datos de variabilidad climática año tras año.

De acuerdo a lo que se visualiza en la figura 12, en el año 2019 la superficie cosechada fue de 52% equivalente a 18,66 hectáreas, mientras que en el año 2015 fue de 17% proporcional a 5,9 ha. Por otra parte, tanto en el año 2017 y 2018 la cosecha fue de 10% paralelo a 3,59 hectáreas cada una.

Figura 12.

Superficie cosechada en hectáreas

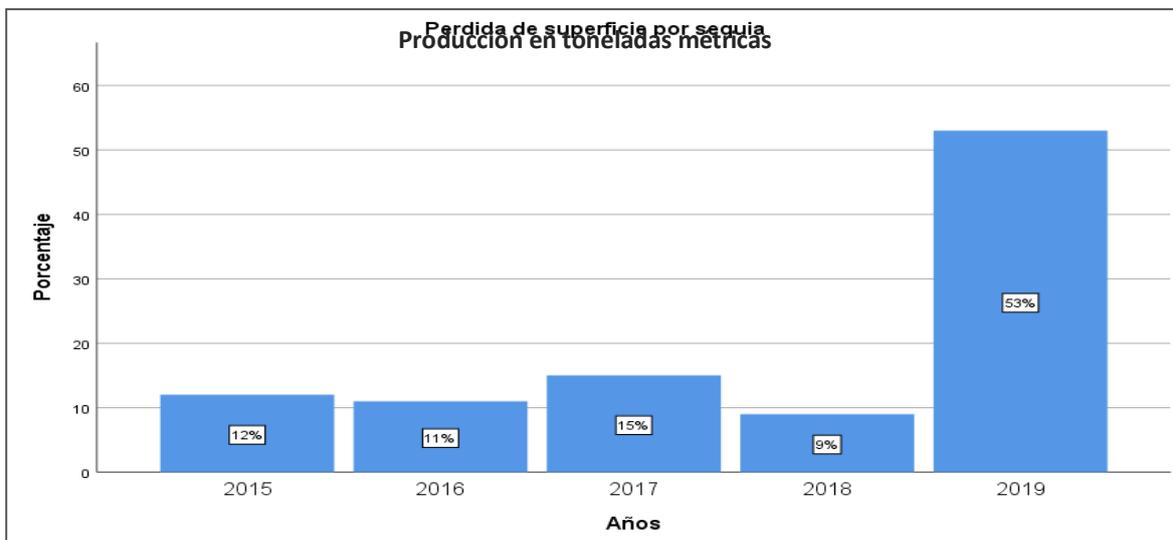


ELABORADO: MENDOZA (2022)

En la figura 13 se observa que en el año 2019 la producción en toneladas métricas fue de un 53% equivalente a 97,86 t. En el año 2017 la producción fue alrededor del 15% paralelo a 27,02 toneladas. El año que menos producción métrica tuvo fue en el 2018 debido a que obtuvo 16,16 t equivalente a 9%.

Figura 13.

Producción en toneladas métricas

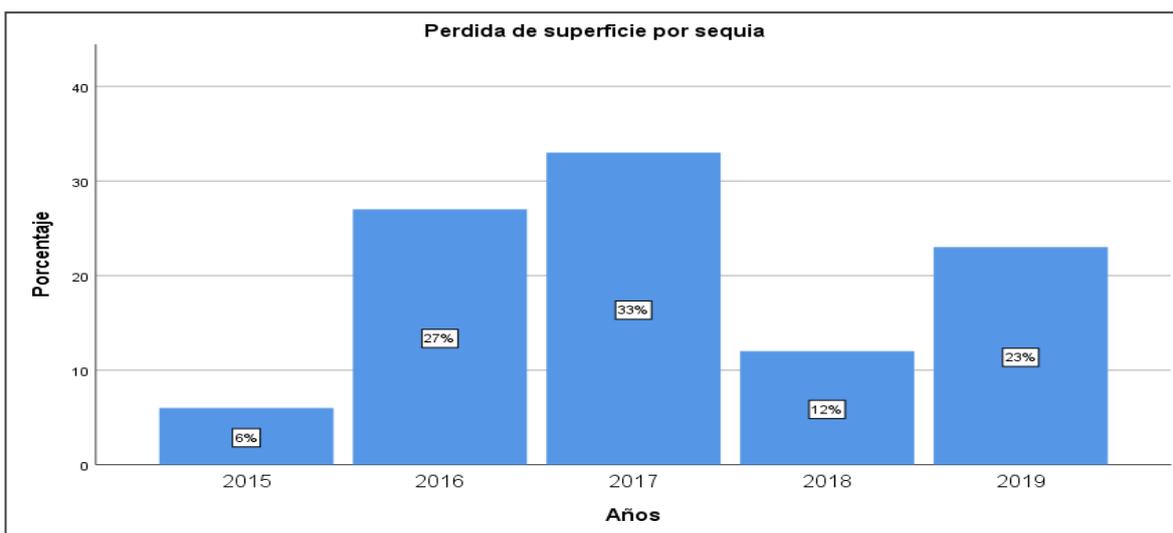


ELABORADO: MENDOZA (2022)

En la figura 14, se visualiza la pérdida de superficie por sequía en el año 2017 fue de 33% paralelo a 0.73. Por otra parte, en el año 2016 la pérdida alcanzó un 27%, es decir la pérdida fue de 0.59. El año que se tuvo menos pérdida fue en el 2015, ya que se adquirió un 6% el cual equivale a 0,13. El problema de la sequía comúnmente suele presentarse por la falta de lluvia, por lo tanto, esto es lo que produce escasez de agua.

Figura 14.

Perdida de superficie por sequia

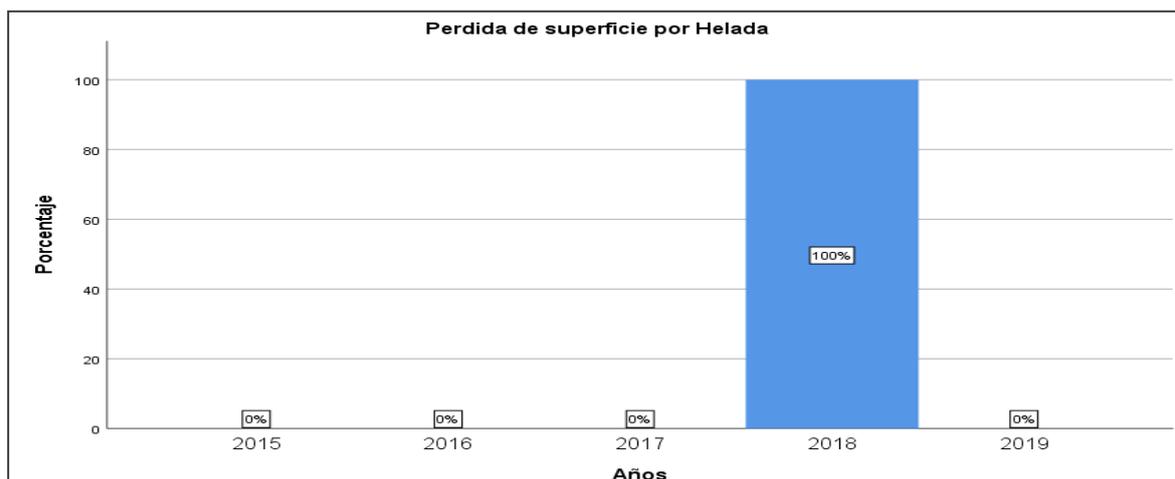


ELABORADO: MENDOZA (2022)

La figura 15 muestra en el año 2018 se tuvo la única pérdida de superficie por helada, debido a que fue del 100% equivalente a 0,27. Las heladas impactan de manera negativa a los cultivos de maíz ya que está reduce el peso y el tamaño de la planta durante la etapa de crecimiento, trayendo complicaciones en la cosecha.

Figura 15.

Perdida de superficie por Helada

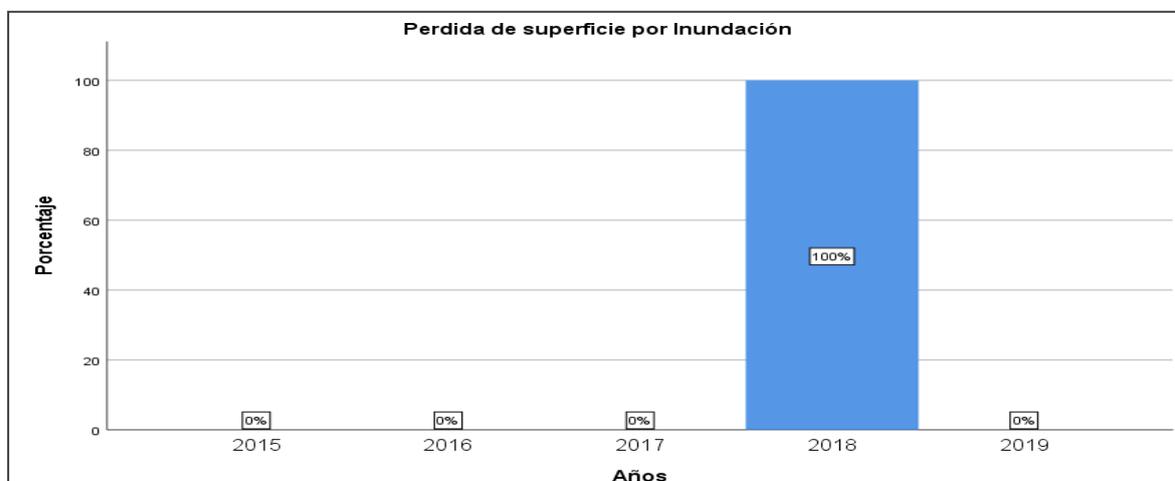


ELABORADO: MENDOZA (2022)

Respecto a la figura 16, el único año donde existió pérdida de superficie por inundación fue en el año 2018, alcanzando un valor de 2.18 equivalente al 100%. El problema de las inundaciones durante los últimos años suele producirse por factores climático, lo cual perjudica al crecimiento del cultivo, debido a que ocasiona enfermedades y plagas.

Figura 16.

Perdida de superficie por Inundación

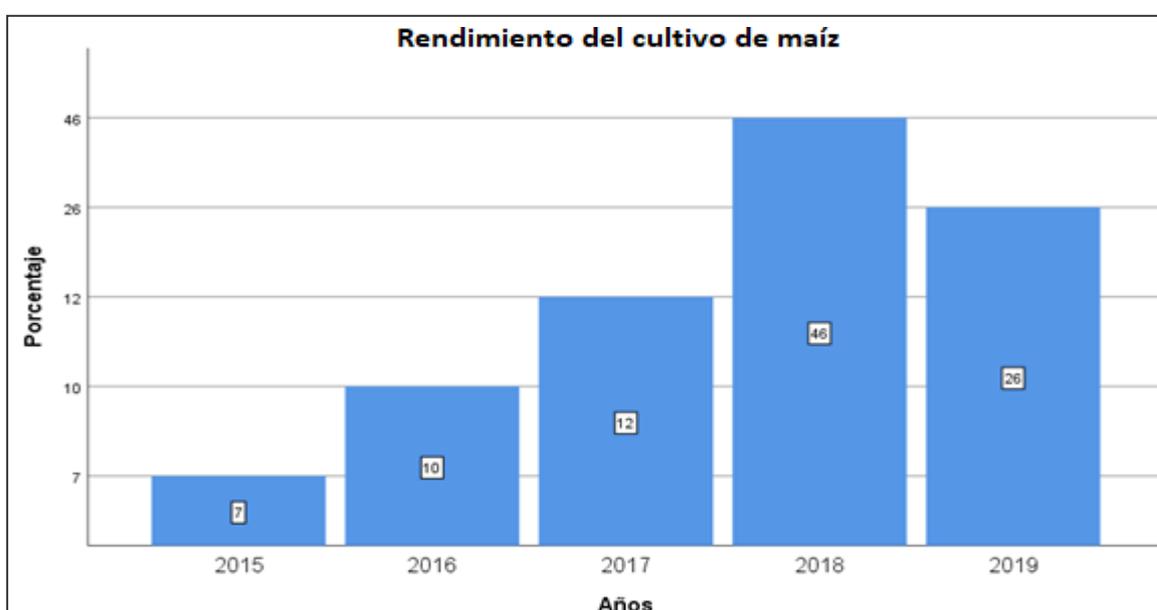


ELABORADO: MENDOZA (2022)

En base a lo que se observa en la figura 17, el rendimiento total del cultivo del maíz en el año 2018 obtuvo un 46%, lo cual se interpreta que fue el año más alto, esto puede ser debido a que las temperaturas y las precipitaciones fueron eficientes, además, el control de plagas y malas hierbas fueron manejadas de forma adecuada. Por otra parte, en el 2019 este obtuvo un valor de 26%, en el año 2017 alcanzó un 12%, mientras que el año más bajo respecto al cultivo de maíz fue en el 2015 con 7%, esto se pudo dar debido a sequias, altas o bajas temperaturas e inclusive por inundaciones.

Figura 17.

Porcentaje total del Rendimiento del cultivo de maíz



ELABORADO: MENDOZA (2022)

4.2. Analizar la capacidad adaptativa actual del sector maicero en el cantón Mocache ante la variabilidad climática.

Las zonas de distribución geográficas del cultivo de maíz del Cantón Mocache se establecieron a través de mapas temáticos los cuales se hallan planeados a futuro con periodos de 2061 – 2080 y 2081 – 2100, esto bajo los escenarios del cambio climático SSP1 y SSP5. Se llevó a cabo una clasificación de áreas, la tabla 19 describe las características de la zonificación agroecológicas del cultivo, donde se consideraron las diez variables que influyen en el cultivo y desarrollo del maíz.

Tabla 19.

Requerimientos agroecológicos del cultivo de maíz en condiciones naturales

Componente	Variables	Categorías de la zonificación agroecológica del cultivo			
		Optima	Moderada	Marginal	No apta
Suelo	Pendiente (%)	0 - 25	25-50	50-70	>70
	Textura	Franco limoso, Franco arcillo arenoso, Franco arcillo limoso	Franco arenoso (fino a grueso), Franco limoso, Franco	Arenoso, franco	(Fina, media, gruesa)
	Profundidad	Profundo	Moderadamente profundo	Poco profundo	superficial
	Drenaje	Bueno	Moderado	(-)*	Mal drenado, Excesivo
	pH	Ligeramente ácido, Neutro	Acido, Moderadamente Alcalino	Muy ácido	Alcalino
	Materia orgánica	Muy alto, Alto/Medio	Bajo	Muy bajo	(-)*
	Fertilidad	Alta	Mediana	Baja, Muy baja	(-)*
Clima	Temperatura	19-26	17-19	15-17	<15>26
	Precipitación	500-2000	2000-5000	2500-3000	0-500 3000
	Elevación	0-1600	1700-2000	2000-2058	>2058

FUENTE: [74]

ELABORADO: MENDOZA (2022)

4.2.1. Zonificación agroecológica del cultivo de maíz proyectados en el periodo 2061-2080 escenario SSP126.

En la tabla 20, se da a conocer las hectáreas de la zonificación agroecológicas en relación al cultivo del maíz, donde se tienen los criterios con su respectivo valor porcentual, del escenario SSP126 periodo 2061 al 2080.

Tabla 20.

Superficie y porcentaje de la zonificación agroecológica SSP126 2061-2080

Criterios	Clasificación	Superficie (ha)	(%)
1	Óptima	41.451	74,58%
2	Moderada	13.568	24,41%
3	No apta	559	1,01%
TOTAL		55.578	100%

ELABORADO: MENDOZA (2022)

En la figura 18, se percibe la proyección futura de los periodos 2061-2080 para el uso del suelo del cantón Mocache. Por su parte, el color verde representa 41.451 ha óptimas para el cultivo del maíz, mientras que el color amarillo cuenta con una superficie moderada de 13.568 ha, en relación a las zonas no aptas, el cual es personificado por el color rojo se visualiza un total de 559 ha.

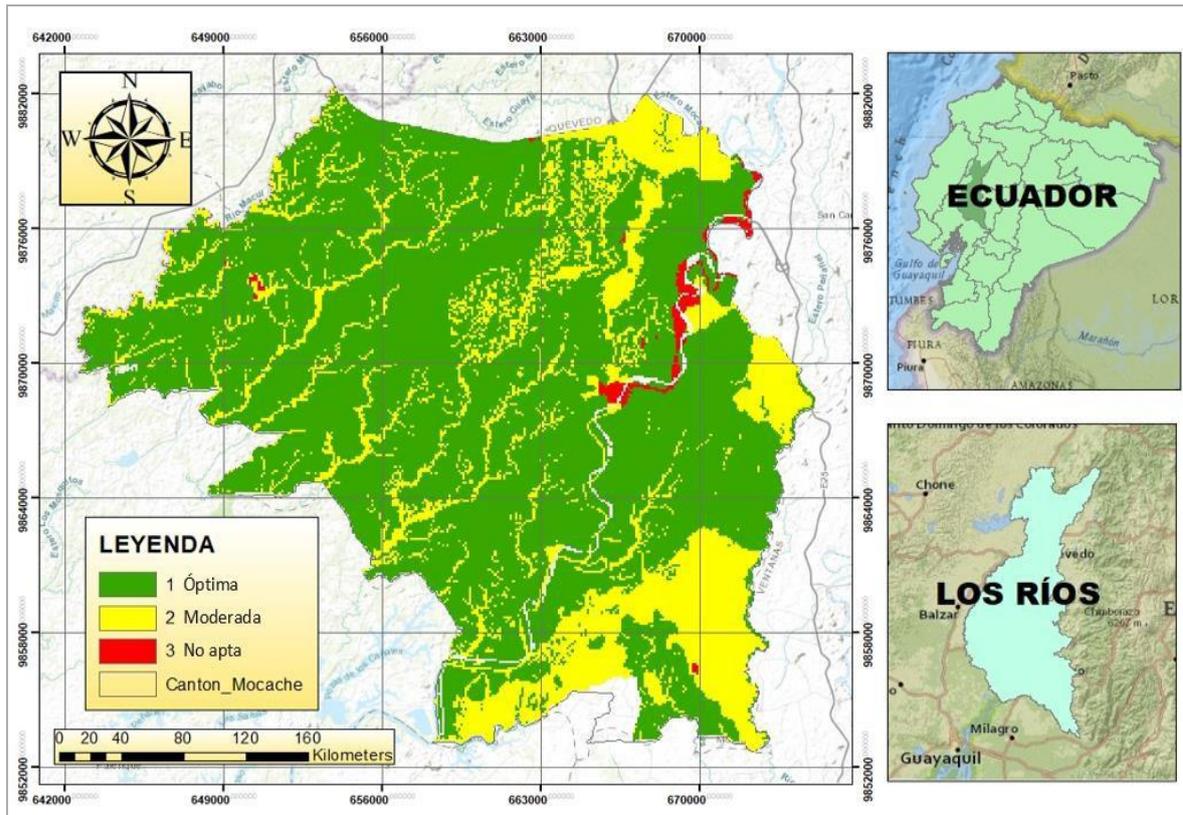
Se puede decir, que la proyección futura en el escenario SSP126 muestra la sostenibilidad en cuanto el crecimiento de la población sea bajo, el incremento económico sea alto, el impacto ambiental del consumo de alimentos se estime bajo, entre otros aspectos importantes, por ende, se obtendrá áreas adecuadas del 74,58% para el cultivo de maíz con temperaturas de 19° C a 26° C y precipitaciones de 500 mm a 2000 mm.

Por otra parte, en los límites del mapa se observa un suelo moderado para el cultivo de maíz, donde en veinte años las zonas se encontrarán en condiciones de 24,41% utilizables, con suelos arenosos o a su vez modernamente profundos, materia orgánica baja y una fertilidad mediana, además, se encontrarán temperaturas de 17° C a 19° C y precipitaciones de 2000 mm a 5000 mm.

En las zonas no aptas, el cual según el mapa representa el 1,01%, el cultivo del maíz no va hacer producido de forma adecuada, pues la fertilidad y la materia orgánica desaparecerán, el pH del suelo será alcalino por lo que imposibilitaría el desarrollo y crecimiento del cultivo, agregado a ello, las temperaturas serán $>15^{\circ}\text{C}$.

Figura 18.

Mapa de zonificación agroecología en el cantón Mocache SSP126 2061 al 2080



ELABORADO: MENDOZA (2022)

4.2.2. Zonificación agroecológica del cultivo de maíz proyectados en el periodo 2061-2080 escenario SSP585.

En la tabla 21, se identificarán las hectáreas de la zonificación agroecológicas en base al cultivo del maíz, donde se tienen los criterios con su respectivo valor porcentual, del escenario SSP585 periodo 2061 al 2080.

Tabla 21.*Superficie y porcentaje de la zonificación agroecológica SSP585 2061- 2080*

Crterios	Clasificación	Superficie (ha)	(%)
1	Optima	38.843	70,08%
2	Moderada	15.771	28,45%
3	No apta	815	1,47%
TOTAL		55.429	100%

ELABORADO: MENDOZA (2022)

En la figura 19, se muestra el mapa de zonificación agroecología en el cantón Mocache SSP585 para el periodo 2061 – 2080. Según lo que se percibe, el color verde representa 38.843 ha óptimas para el cultivo del maíz, mientras tanto, el color amarillo da a conocer que existen 15.771 ha moderadas. Por último, el color rojo constituye las zonas no aptas para la producción del maíz, debido a que cuenta con 815 ha.

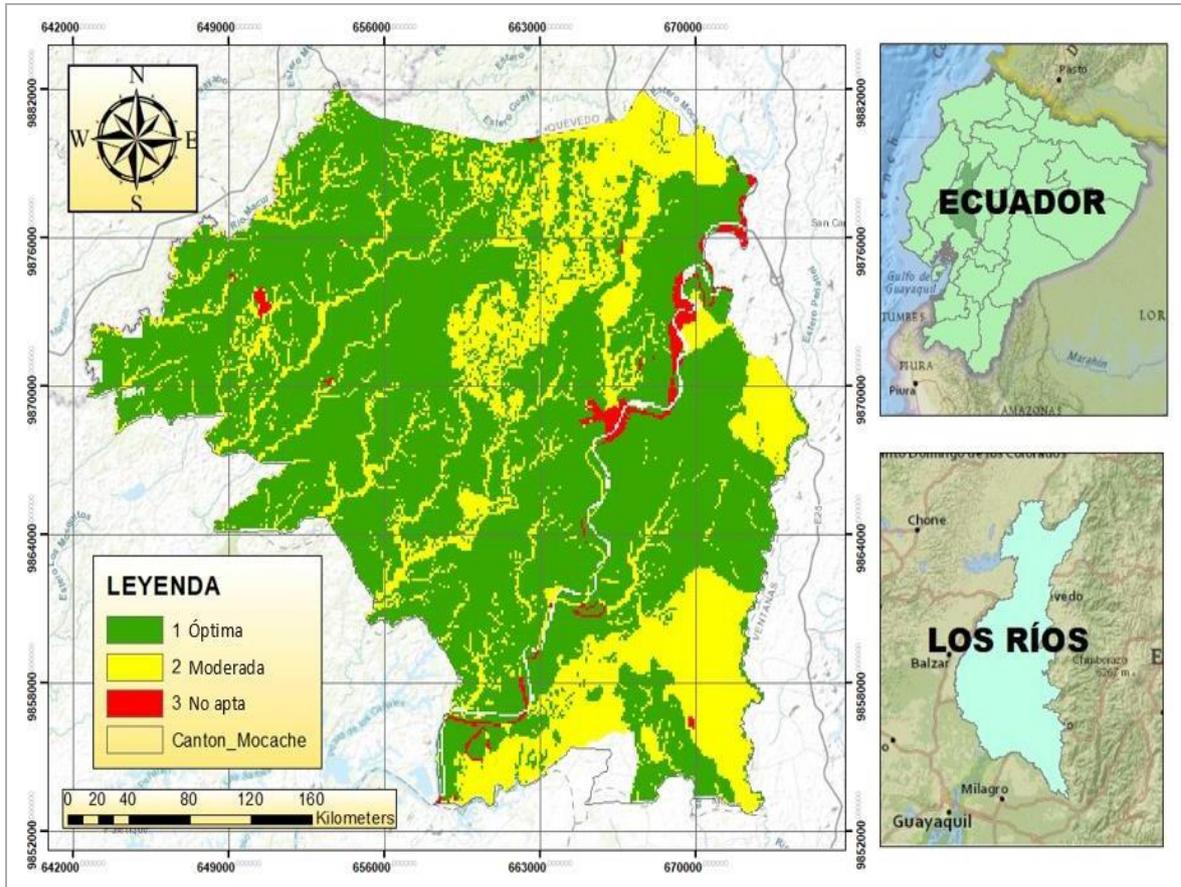
Según la proyección futura del escenario SSP585, muestra zonas óptimas para el cultivo del maíz, pues el uso del suelo debe permanecer en regulaciones constantes, la deforestación debe ser disminuida y la agricultura debe obtener un aumento en su productividad. Por tal motivo, se tendrán áreas apropiadas del 70,08%, con temperaturas de 19° C a 26° C.

En otras partes del mapa se visualiza un suelo moderado para el cultivo de maíz, de modo que las zonas futuras se encontrarán en condiciones de 28,45% moderadas, con suelos arenosos y limosos, además, con pH ácido y moderadamente alcalino, fertilidad mediana, y con temperaturas de 17° C a 19° C y drenaje natural moderado, de modo que pueden ser corregidos con planes de manejo y conservación de los recursos naturales.

Las zonas no aptas, son consideradas como aquellas que no cumplen con los requerimientos agroecológicos necesarios que debe tener el suelo, lo cual impide que el maíz se desarrolle y crezca de forma adecuada. En el mapa de la figura 19, la zona no apta se encuentra representada por el 1,47%. En el escenario SSP585 se detecta poca preocupación por los problemas que suceden con el medio ambiente.

Figura 19.

Mapa de zonificación agroecología en el cantón Mocache SSP585 2061 al 2080



ELABORADO: MENDOZA (2022)

4.2.3. Zonificación agroecológica del cultivo de maíz proyectados en el periodo 2081-2100 escenario SSP126.

En la tabla 22, se detectarán las hectáreas de la zonificación agroecológicas según el cultivo del maíz, donde se asumen los criterios con su pertinente valor porcentual, del escenario SSP5126 periodo 2081-2100.

Tabla 22.

Superficie y porcentaje de la zonificación agroecológica SSP126 2081-2100

Criterios	Clasificación	Superficie (ha)	(%)
1	Optima	36.416	65,70%
2	Moderada	18.133	32,71%
3	No apta	880	1,59%
TOTAL		55.429	100%

ELABORADO: MENDOZA (2022)

En la figura 20 se muestra la proyección futura del periodo 2081-2100 para la zonificación agroecológica del cultivo de maíz, bajo escenario climático SSP126, donde se pretende establecer el impacto del cambio climático.

Se observa que dentro del Cantón Mocache existen tres categorías los cuales son óptimo, moderado y no apto. Es así, que el color verde representa el estado óptimo para cultivar la planta, pues se percibe un total de 36.416 ha, respecto al estado moderado; este se encuentra constituido por el color amarillo, donde se identifica 18.133 ha, para finalizar el color rojo muestra las áreas no aptas con 880 ha.

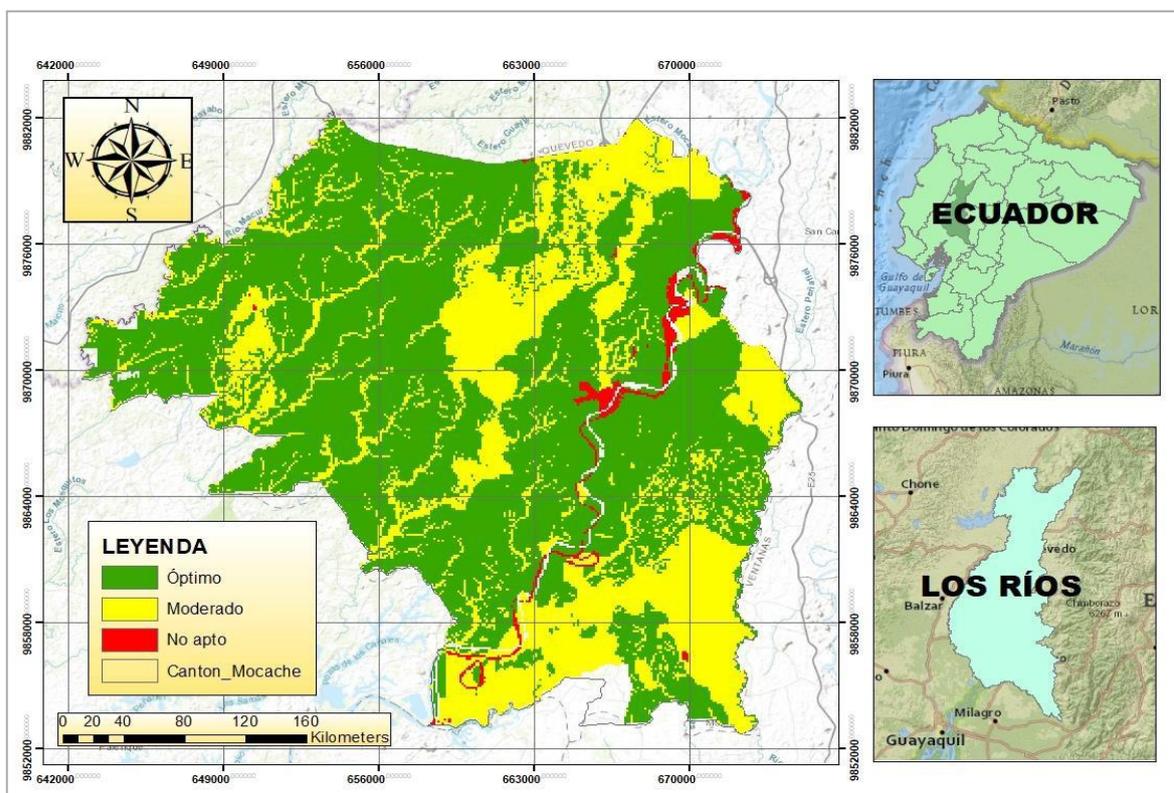
La proyección futura para el periodo 2081-2100 cuenta con 65,70% de áreas óptimas para el cultivo de maíz, esto es debido a las diversas regulaciones que se llevarían a cabo y a la disminución de la deforestación.

Asimismo, el 32,71% de las áreas son consideradas moderadas para cultivar maíz, ya que en unos años se tendrán que tener en cuenta las condiciones agroclimáticas y biofísicas que se apropien al cultivo, por lo tanto, se deberá contar con requerimientos específicos y para que la producción sea beneficiosa es fundamental que los agricultores actúen con prácticas ambientales adecuadas, proyectos para el manejo y conservación de los recursos renovables.

Para finalizar, el 1,59% de las zonas son percibidas como no aptas, debido a que la fertilidad y la materia orgánica es asumida baja, el pH del suelo es percibido como alcalino, lo que impediría el desarrollo y crecimiento del cultivo.

Figura 20.

Mapa de zonificación agroecología en el cantón Mocache SSP126 2081-2100



ELABORADO: MENDOZA (2022)

4.2.3. Zonificación agroecológica del cultivo de maíz proyectados en el periodo 2081-2100 escenario SSP585.

En la tabla 23, se conocerán las hectáreas de la zonificación agroecológicas según el cultivo del maíz, donde se describen los criterios con su requerido valor porcentual, del escenario SSP585 periodo 2081-2100.

Tabla 23.

Superficie y porcentaje de la zonificación agroecológica SSP585 2081-2100

Criterios	Clasificación	Superficie (ha)	(%)
1	Óptima	35.168	63,28%
2	Moderada	19.461	35,02%
3	No apta	949	1,71%
TOTAL		55.578	100%

ELABORADO: MENDOZA (2022)

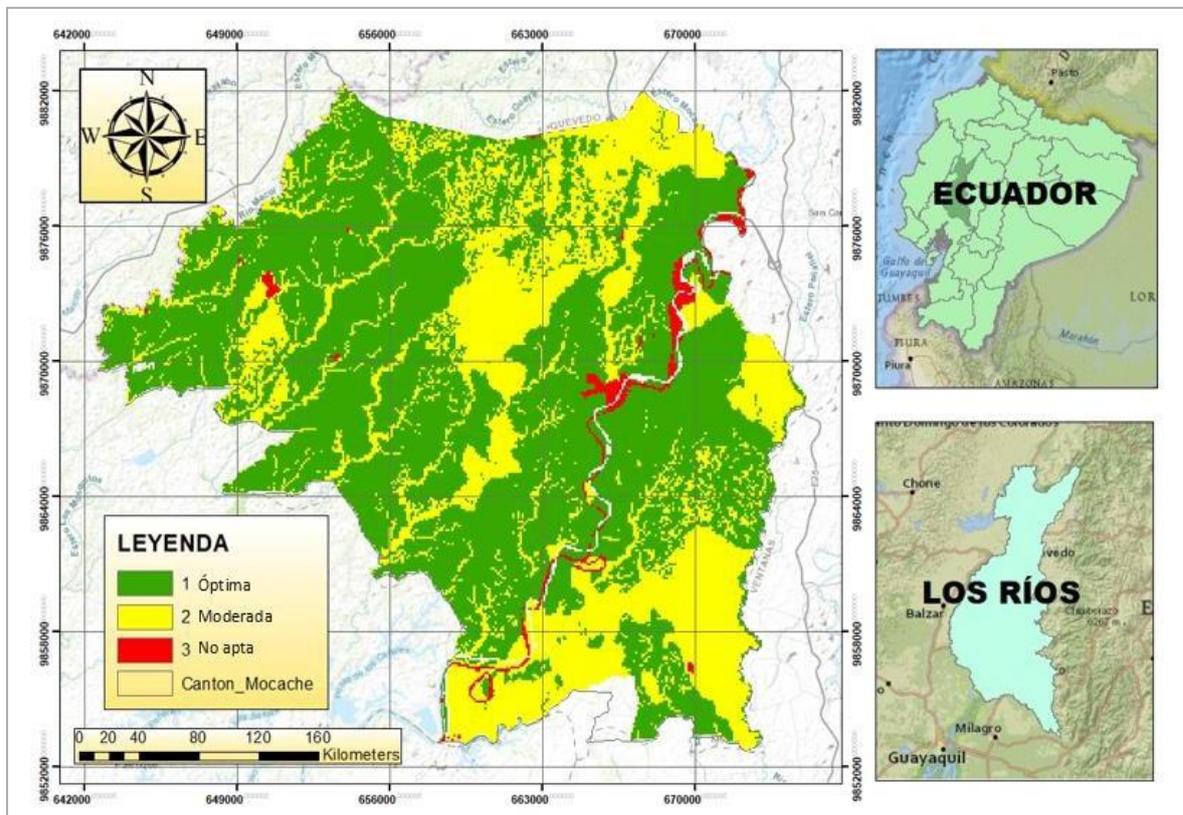
En la figura 21 se visualiza las proyecciones futuras de los periodos 2081-2100, para este caso se percibe áreas óptimas las cuales se encuentran en color verde, teniendo 35.168 ha eficientes, del mismo modo existen zonas moderadas con 19.461 ha, sin embargo, también se hallan áreas que no son aptas para el cultivo, representando 949 ha.

El escenario SSP585 tiene zonas aceptables de 63,28%, por lo tanto, se deduce que luego de muchos años, la población del sector agrícola ha optado por estrategias y técnicas de fertilización que ayudan a mejorar el suelo, contribuyendo a una mejor producción del cultivo de maíz.

Por otra parte, el 35,02% de las zonas para el cultivo del maíz se estima moderadas, esto se debe a que la temperatura y las precipitaciones no son las adecuadas, lo que genera zonas poco eficientes para cultivar la planta. Para finalizar, el 1,71% de las áreas no son aptas para la siembra de maíz, debido a la baja rentabilidad que posee el suelo.

Figura 21.

Mapa de zonificación agroecología en el cantón Mocache SSP585 2081-2100



ELABORADO: MENDOZA (2022)

4.3. Plan o estrategia de adaptabilidad del sector maicero ante escenarios futuros de cambio climático.

4.3.1. Título de la propuesta.

Plan de adaptabilidad para el sector maicero ante escenarios futuros de cambios climáticos.

4.3.2. Justificación.

La agricultura es uno de los sectores más vulnerables ante el cambio climático, debido a que es altamente sensible a las diversidades de temperatura y a los regímenes de precipitación. Los modelos climáticos prevén cambios drásticos en las condiciones climáticas en muchas regiones del planeta, incluyendo cambios en temperatura, precipitación y aumento en la frecuencia y severidad de sucesos extremos como sequías y huracanes. Dichos cambios asumirán efectos en el rendimiento y distribución de los cultivos, en la variación de los precios, la producción y el consumo [75].

En el sector agrícola ecuatoriano las afectaciones asociadas a factores climatológicos en los cultivos, son significativos. Por su parte, el maíz es un producto ampliamente plantado en el territorio nacional. Según [76] para el año 2018 en el país se cosecharon alrededor de 435.391 hectáreas de maíz, donde la participación en el agregado global fue de 83,91%. No obstante, la sostenibilidad a medio y largo plazo puede percibirse afectado debido al impacto del cambio climático. Su alta dependencia del regadío para su adecuado desarrollo, y la alta sensibilidad de su floración a los eventos extremos de temperatura ponen en riesgo y vulnerabilidad la subsistencia del cultivo.

El plan de adaptabilidad ante escenarios de cambios climáticos, tiene la intención de fomentar la sostenibilidad y sustentabilidad en la actividad maicera del Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos. El mismo se configura como una herramienta o modelo que propone diversas estrategias de adaptación, los cuales pueden ayudar a los productores a seleccionar técnicas y procesos óptimos que permitan disminuir los niveles de vulnerabilidad y sensibilidad de la producción de maíz, contribuyendo a un mayor desarrollo económico y mejor rentabilidad.

4.3.2. Objetivos.

4.3.2.1. Objetivo general.

Establecer estrategias de adaptación ante escenarios futuros de cambios climáticos para los agricultores del cantón Mocache.

4.3.2.2. Objetivos específicos.

- Promover el uso sostenible de los recursos naturales por medio de la protección, y conservación.
- Implementar prácticas ambientales que fomenten la concientización a los productores de maíz.
- Planificar actividades con medidas de adaptación ante escenarios de cambios climáticos.

4.3.3. Contexto internacional, nacional y local.

4.3.3.1. Contexto internacional.

Naciones Unidas

Para este caso, las Naciones Unidas trabajan en la búsqueda de alternativas que permitan un crecimiento sustentable, compatible con el equilibrio medioambiental y sea viable en lo económico. Desde 1972 se fundó el Programa de las Naciones Unidas acerca del Medio Ambiente (PNUMA), en contestación a la Conferencia sobre Medio Ambiente Humano celebrada en Estocolmo, durante dicha Conferencia se dio a conocer al medio ambiente como un conjunto de componentes físicos, químico, biológicos y sociales idóneos de causar efectos directos e indirectos, en un plazo corto o largo sobre los seres vivos y las actividades que realiza el ser humano [77].

Acuerdo de París

Por otra parte, en la 21ª Conferencia en la ciudad de París, las partes de la CMNUCC alcanzaron un acuerdo histórico con el objetivo de combatir el cambio climático y acelerar e intensificar las acciones y las inversiones necesarias para un futuro sostenible con bajas emisiones de carbono. El Acuerdo agrupa a todas las naciones del mundo, por primera vez en la historia, bajo una causa común: realizar ambiciosos esfuerzos con el objetivo de combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos. Para lograrlo, la CMNUCC incide en que los países en desarrollo tendrán que recibir un mayor apoyo para impulsar su lucha contra el cambio climático. De esta manera, define una nueva ruta en los esfuerzos mundiales para frenar el cambio climático [78].

El Protocolo de Kyoto

Fue admitido el 11 de diciembre de 1997, donde puso en funcionamiento la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático comprometiendo a los países industrializados a limitar y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de conformidad con las metas individuales acordadas. El Protocolo se basa en los principios y disposiciones de la Convención y sigue su estructura basada en los anexos. Sólo vincula a los países desarrollados y les impone una carga más pesada en virtud del principio de responsabilidad común pero diferenciada y capacidades respectivas, debido a que reconoce que son los principales responsables de los actuales altos niveles de emisiones de GEI en la atmósfera [79].

4.3.3.1. Contexto nacional.

Ministerio del Ambiente del Ecuador

La nación ecuatoriana es miembro de la CMNUCC y del Protocolo de Kioto y no tiene obligatoriedad de reducir las emisiones de GEI, sin embargo, ha buscado mitigar de manera voluntaria el cambio climático al impulsar una economía diversificada e incluyente donde sus principales ejes radican en el cambio de la matriz productiva y la diversificación de la matriz energética [80].

Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC)

El Decreto Ejecutivo 495 establece las atribuciones iniciales del CICC: (1) coordinar, dictar y facilitar la ejecución integral de las Políticas Nacionales pertinentes al cambio climático; (2) suscitar y facilitar la preparación de investigaciones, estudios e insumos técnicos para el desarrollo y ajuste de políticas; (3) solicitar la preparación y validación de parámetros para establecer la mitigación y adaptación al cambio climático en los planes de inversión pública; (4) solicitar la participación, asesoría y la conformación de grupos de trabajo específicos; (5) inducir acciones de formación, capacitación, asistencia técnica, especialización y difusión; (6) impulsar la consecución de recursos adicionales y complementarios de asistencia y cooperación internacional; (7) concretar las posiciones y delegaciones oficiales para las negociaciones internacionales; y (8) coordinar, facilitar la elaboración y aprobar los informes nacionales y demás instrumentos técnicos sobre los cuales el país deba pronunciarse a nivel internacional [81].

4.3.3.3. Contexto local.

El Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del cantón Mocache, toma en consideración lo del artículo 414, el cual busca la adopción de medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático mediante la limitación tanto de las emisiones de GEI, como de la deforestación y la contaminación atmosférica; adoptando además medidas para la conservación de los bosques y la vegetación; y de igual manera para la protección de la población en riesgo.

Por otra parte, dentro del gobierno local también se toma en cuenta el plan de ordenamiento territorial, ya que en el artículo 1 se menciona que este sirve como un instrumento de planificación de desarrollo que busca ordenar, conciliar y armonizar las decisiones estratégicas del desarrollo respecto de los asentamientos humanos; las actividades económicas-productivas; y, el manejo de los recursos naturales, en función de las cualidades territoriales, a través de la definición de lineamientos para la materialización del modelo territorial de largo plazo [82].

4.3.4. Plan de trabajo estratégico.

Tabla 24.

Estrategias de adaptación al cambio climático

Línea de acción	Acciones propuestas	Resultados esperados	Actores responsables
Concientizar acerca del cambio climático	-Concretar programas de capacitación. -Impartir capacitaciones en torno a la planificación, manejo de cultivos, monitoreo de sembríos, elaboración de proyectos financieros y demás, con el fin de potenciar las capacidades de los agricultores.	Se espera la aceptación de la comunidad capacitada en los procesos de formación.	-Ministerio de Agricultura y Ganadería. -Gobierno Autónomo Descentralizado - Asociaciones agrícolas, agricultore
Planificar el uso del territorio	-Identificar las ventajas y beneficios de las tierras que serán utilizadas para el cultivo de maíz. -Maximizar la productividad de la tierra, en función de las condiciones del suelo y la estación.	Logar el nivel de confiabilidad y veracidad de los instrumentos de planificación ordenamiento del territorio.	-Ministerio de Agricultura y Ganadería. -Gobierno Autónomo Descentralizado - Asociaciones agrícolas, agricultore
Adaptabilidad al cambio climático	-Fomentar la implementación de medidas de adaptación.	Alcanzar las expectativas para mejorar las practicas del	-Ministerio de Agricultura y Ganadería.

	-Identificar e incorporar prácticas apropiadas para la adaptación ante el cambio climático en el sector maicero.	cultivo de maíz ante los cambios climáticos.	-Gobierno Autónomo Descentralizado - Asociaciones agrícolas, agricultores
Manejo adaptativo del cultivo ante los cambios climáticos	-Establecer un marco normativo que regule ambientalmente a las actividades agrícolas y pecuarias. -Determinar políticas públicas para la adaptación ante los efectos del cambio climático.	Se espera un óptimo desarrollo de la producción del maíz y una mejor adaptación ante las adversidades que presenta el cambio climático.	-Ministerio de Agricultura y Ganadería. -Gobierno Autónomo Descentralizado - Asociaciones agrícolas, agricultores
Utilización de insumos orgánicos	-Utilizar productos agroquímicos para el combate de las plagas y enfermedades en los cultivos. -Impulsar a la creación y al uso de insumos orgánicos, que actúen para el mismo fin.	Se estima que la difusión de los mismos sea responsabilidad del Estado y sus organismos seccionales.	-Ministerio de Agricultura y Ganadería. -Gobierno Autónomo Descentralizado - Asociaciones agrícolas, agricultore
Costo del plan de trabajo (USD)		\$20.156,00	
Lugar de estudio		Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, Ecuador	

ELABORADO: MENDOZA (2022)

Discusión

Se obtuvo que el 51.76% de los agricultores están de acuerdo en que se han producido cambios sustanciales en la estación lluviosa y seca durante los periodos 2015-2019. Además, el 61.31% afirmaron que las modificaciones repentinas de la temperatura, afectan en gran medida al cultivo del maíz (*Zea mays*). Por otra parte, el 64.65% de la población encuestada manifestó que están totalmente de acuerdo que los recursos económicos, la calidad de semilla, la variabilidad climática y plagas, influyen en los problemas de rendimiento de cultivo del maíz. Estos resultados guardan cierta relación a los comparados con el estudio de Barragán (2018) debido a que el 71.4% de los agricultores encuestados indican que las variaciones de temperatura afectan el proceso de germinación del maíz, del mismo modo, este factor no solo afecta el crecimiento, sino que también el desarrollo de la planta. Magaña y Mora (2018) demuestran que gran parte de los agricultores reconocen que existe un cambio en el clima, de manera específica en la precipitación y que esto trae afectaciones negativas en los cultivos.

Para determinar las circunstancias climáticas se debe considerar los escenarios climáticos de Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP). De acuerdo al modelo de zonificación agroecológicas SSP126 Y SSP585 se tienen en cuenta tres criterios importantes que son óptimo, moderado y no apto. Para los periodos 2061-2080 escenario SSP126, representó 41.451 ha óptimas, 13.568 ha moderada y 559 ha no aptas. De igual manera, para SSP585 se obtuvo 38.843 ha óptimas, 15.771 ha moderadas y 815 ha no aptas. Por su parte, el estudio de Castro (2016) muestra los suelos de la zona donde se realizó el proyecto pertenecen a la Clase V, lo que significa que esas tierras son casi planas y no están sujetas a erosión. Debido a la humedad, al clima o a alguna obstrucción permanente, como rocas y peñas, no son adecuadas para el cultivo. Dentro de este estudio se menciona que se deben realizar planes de conservación y protección de suelos, además, se deben tomar alternativas para detener el proceso erosivo de la tierra. Por otra parte, Enríquez y Morales (2019), en su estudio la zonificación agroecológica evidenció que las superficies de cultivos difieren de la utilización del suelo, manifestando que la superficie apta para cultivar maíz dentro de la zona es de 176, 59 hectáreas, lo que corresponde al 43,01%.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

Por medio de la recopilación de información a través de las encuestas se identificó que el 51.76% de la población están de acuerdo en que durante los últimos años se han producido cambios sustanciales en la estación lluviosa y seca. Además, gran parte de los agricultores consideran que los principales problemas en el rendimiento del cultivo, tienen relación con la variabilidad climática. Por otra parte, se conoció que el rendimiento total del cultivo del maíz en el año 2018 fue el más alto, ya que obtuvo un 46%, mientras que la producción más baja fue en el año 2015 ya que alcanzó un 7%.

La zonificación agroecológica del cultivo de maíz se emitió bajo escenarios climáticos SSP126 y SSP585 en dos periodos de tiempos futuros. Para 2061-2080 se obtuvieron áreas óptimas, debido a que el crecimiento de la población es bajo, los controles del suelo son constante y la agricultura aumenta su productividad, agregado a ello, las temperaturas oscilan entre 19° C y 26° C. Para los periodos 2081-2100, de igual manera, existieron zonas óptimas donde se asumió 36.416 ha, no obstante, también existió áreas moderadas esto se debe a que la temperatura se encuentra entre 17° C y 19° C, con precipitaciones de 2000 a 5000 mm, lo que genera cierta dificultad para cultivar el maíz.

El plan estratégico asumió como propósito establecer estrategias de adaptación ante escenarios futuros de cambios climáticos. Por tal motivo, se basó en cinco líneas principales de acción (concientización, planificación, adaptación, manejo, uso), los cuales abordan distintas dimensiones de la dinámica maicera. La finalidad principal es coadyuvar en la consecución del desarrollo sostenible y sustentable de la producción de maíz en el cantón Mocache. Denotando así lo imperativo de alcanzar labores colectivas para impactar positivamente sobre dicha circunstancia.

5.2. Recomendaciones.

Es fundamental que se amplíen conocimientos por medio de estudios asociados a la vulnerabilidad del cultivo de maíz frente al cambio climático, pues esta planta es representativa en la provincia de Los Ríos.

Es importante que las instituciones tanto públicas como privadas brinden capacitaciones con un enfoque en el cambio de mentalidad de los productores de maíz, para así fomentar prácticas productivas, de modo que estas sean más eficientes y poder obtener mejores resultados en las cosechas y por ende mejor contexto económico.

Se recomienda ejecutar planes de manejo, medidas de adaptación o el implemento de estrategias para el sector agrícola frente a escenarios de cambio climático, con el fin de propiciar el desarrollo sostenible y sustentable de la producción de maíz, debido a que estos planes son muy escasos y no reciben el apoyo debido de las entidades y autoridades.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía

- [1] N. Barbero, C. Rössler y P. Canziani, «Cambio climático y viticultura: variabilidad climática presente y futura y aptitud vitícola en 3 localidades de la Patagonia,» *Revista Enológica*, vol. 1, n° 1, pp. 1-8, 2018.
- [2] Ministerio del Ambiente y Agua, «Ecuador suscribe Acuerdo de París sobre cambio climático,» 26 Julio 2016. [En línea]. Available: <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-suscribe-acuerdo-de-paris-sobre-cambio-climatico/#:~:text=Hoy%2C%2026%20de%20julio%20de,reemplazar%C3%A1%20al%20Protocolo%20de%20Kioto..>
- [3] Ministerio del Ambiente, «Importante participación de Ecuador en el último Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC),» 2016. [En línea]. Available: <https://www.ambiente.gob.ec/importante-participacion-de-ecuador-en-el-ultimo-panel-intergubernamental-de-cambio-climatico-ipcc/>.
- [4] Y. Lilibeth, J. Valle y F. Caiza, «Efectos del Cambio Climático en la producción agrícola,» *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, vol. 1, n° 5, pp. 14-26, 2016.
- [5] MAE y MAGAD, «Nuevo proyecto de ganadería sostenible contribuirá a mitigar los impactos del cambio climático,» 11 Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/en/c/387641/>.
- [6] F. Cañizares, F. Alarcón y J. Segovia, Plan del territorio del cantón Cumandá., Editorial Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias , 2015.
- [7] Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), «Encuesta de superficie y producción,» 22 Junio 2019. [En línea]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-bbd/>.
- [8] R. Cervantes, G. Velásquez y E. Flores, «Impactos potenciales del cambio climático en la producción de maíz,» *Revista Investigación y Ciencia.*, vol. 22, n° 61, pp. 48-53, 2014.
- [9] D. Hatch, M. Núñez, F. Vila y K. Stephenson, Los seguros agropecuarios en América, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2012.

- [10] M. Romo, Artist, *Levantamiento de línea base para la implementación de medidas de adaptación al cambio climático en la comunidad de Minas*. [Art]. Universidad Internacional SEK, 2015.
- [11] S. González , G. Silva, L. Ávila, L. Meléndez, R. Estrada y C. Cruz, «El fenómeno de cambio climático en la percepción de la comunidad,» *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, vol. 33, nº 4, p. 641–653, 2017.
- [12] Agencia De Noticias Públicas Del Ecuador (Andes), «Comunidades ecuatorianas le hacen frente al cambio climático,» 23 Noviembre 2015. [En línea]. Available: <https://www.americaeconomia.com/politica-sociedad/comunidades-ecuatorianas-le-hacen-frente-al-cambio-climatico>.
- [13] Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, «La importancia del Maíz duro,» 2017. [En línea]. Available: <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rmaizd>.
- [14] INEC, «Encuesta de de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC,» 15 Mayo 2021. [En línea]. Available: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Presentacion%20ESPAC%202020.pdf.
- [15] M. Castro, Rendimiento de maíz duro seco en invierno, Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2017.
- [16] C. Mapes, L. Mera y J. Serratos, Origen del Maíz, Universidad Nacional Autónoma de México, 2009.
- [17] F. Gutiérrez, «Consumidores Orgánicos,» 26 Junio 2017. [En línea]. Available: <https://consumidoresorganicos.org/2017/06/26/centroamerica-y-el-consumo-del-maiz/>.
- [18] S. Coveña, Artist, *Respuesta del Maíz (Zea mays) al Bioinsecticida de Cedro Rojo (Cedrela odorata) en Cebo y Aspersión para el Controlar al Cogollero*. [Art]. Universidad de Guayaquil, 2015.
- [19] J. García, Artist, *Estudio del comportamiento agronómico de seis híbridos de maíz (Zea mays L.) cultivados en el bosque subtropical del cantón Las Naves*. [Art]. Universidad.de.Guayaquil, 2016.

- [20] J. Gómez, Artist, *Transformación de Secano a Regadío de 82,05 HA en el Término Municipal de Nava de Arévalo*. [Art]. Universidad de Salamanca, 2016.
- [21] D. Ayala y J. Oñate, Evaluación y caracterización morfoagronómica de 117 líneas de maíz negro y 42 líneas de maíz dulce provenientes del CIMMYT, Escuela Politécnica del Ejército, 2007.
- [22] Y. Delgado, Artist, *Control de maleza en el cultivo de maíz (Zea mays L.) utilizando tres herbicidas pre-emergentes, en la granja la pradera chaltura- Imbabura*. [Art]. Universidad Técnica del Norte, 2011.
- [23] P. Torres, Artist, *El Despanojado en el Índice de Yinción en la Tusa de Maíz Morado (Zea mays L) Canaán 2750 msnm - Ayacucho*. [Art]. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga., 2018.
- [24] P. Reyes, Fitogenotecnia básica y aplicada, AGT Editorial S.A., 2017.
- [25] E. Portilla, Artist, *Diseño de un snack a base de grano de maíz negro/ morado y evaluación de sus propiedades funcionales*. [Art]. Universidad Técnica del Norte, 2018.
- [26] T. Yzarra y F. López , Manual de observaciones fenológicas, Editorial Senamhi, 2016.
- [27] I. Ciampitti, Crecimiento y Desarrollo del Maíz, Department of Agronomy and Horticulture, 2016.
- [28] J. Cruz, El cultivo de maíz, IntaEdiciones, 2015.
- [29] J. García, j. Rodríguez, F. Cervantes, G. Ramírez y M. Aguirre, «Determinación de lisina, triptófano y proteína en germinados de maíz criollo y QPM,» *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 8, n° 4, p. 877–890. , 2017.
- [30] J. Elizondo, «Calidad nutricional y consumo de forraje de maíz (Zea mays),» *Revista Nutrición Animal Tropical* , vol. 9, n° 2, pp. 11-26, 2015.
- [31] G. López, Guía técnica cultivo de maíz, Universidad Nacional de Asunción, 2019.
- [32] R. Boada y J. Espinosa, «Factores que limitan el potencial de rendimiento del maíz de polinización abierta en campos de pequeños productores de la Sierra de Ecuador,» *Revista Digital*, vol. 3, n° 1, p. 67–82, 2016.
- [33] R. Izquierdo, Artist, *Evaluación del cultivo de maíz (zea mays)*. [Art]. Universidad Politécnica Salesiana, 2015.

- [34] R. Rivera, Artist, *Características físicas, ubicación geográfica y calidad del suelo agrícola de las provincias de la costa ecuatoriana*. [Art]. Universidad de Machala, 2019.
- [35] J. Ospina, Manual Técnico del cultivo de maíz bajo buenas prácticas agrícolas, Medellín - Colombia: Fotomontajes S.A.S, 2015.
- [36] Miteco, «Qué es el cambio climático icono barra herramientas,» 16 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/cumbre-cambio-climatico-cop21/el-cambio-climatico/>.
- [37] S. Bastida, G. Pacheco y R. Hernandez, «Cambio Climático en el planeta tierra. Cambio climático algunos aspectos a considerar para la supervivencia,» *Revista Cuidarte*, vol. 10, nº 3, pp. 2-13, 2018.
- [38] Greenpeace, «Consecuencias del cambio climático,» 17 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/cambio-climatico/asi-afecta-el-cambio-climatico/efectos-del-cambio-climatico-en-el-medio-ambiente/>.
- [39] A. De Fina y A. Arevalo, *Climatología y Fenología Agrícola*, Buenos Aires: Editorial Universitaria, 2016.
- [40] F. Castillo, *Agrometeorología*, Barcelona: Editorial Mundi-Prensa, 2016.
- [41] R. Guntiñas, *Influencia de la temperatura y de la humedad*, Universidad Santiago de Compostela, 2019.
- [42] S. Serrano, *Meteorología y climatología*, Editorial Reus, 2020.
- [43] J. Peris, *El efecto invernadero, el cambio climático, la crisis medioambiental y el futuro de la tierra*, Madrid: Real Academia Nacional, 2015.
- [44] M. Yanez, M. Muñoz y F. Carrera, «Cambio Climático en el Ecuador,» *Revista de ciencia de la vida*, vol. 4, nº 3, pp. 24-44, 2016.
- [45] Ministerio del Ambiente, «Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador,» Quito, 2016.
- [46] Ministerio del Ecuador, «Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático,» Manthra Comunicación, Quito, 2017.
- [47] L. Cáceres, «Evidencias del cambio climático en Ecuador,» *Revista Bulletin*, vol. 27, nº 3, pp. 547-556, 2018.

- [48] S. Cartaya, S. Zurita y V. Montalvo, «El cambio climático en el Ecuador,» *Revista del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*, vol. 16, pp. 181-193, 2016.
- [49] L. Beltran, Evaluación de la efectividad de los métodos participativos en estimar vulnerabilidad al cambio climático, Research Program on Climate Change, 2015.
- [50] C. Flora y M. Emery, *Community capitals: A tool for evaluating strategic interventions and projects* Ames, North Central Regional Center for Rural Development, 2017.
- [51] H. Reid, M. Allam y R. Berger, *Community-based adaptation to climate change: an overview*, IIED briefing, 2009.
- [52] M. Rosegrant, *El impacto en la agricultura y los costos de adaptación.*, Política Alimentaria, 2015.
- [53] IPCC, *Cambio Climático, Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad* , 2017.
- [54] E. Lines, «Clima. Contribucion al concepto de clima,» *Revista del Aficionado a la Meteorología*, vol. 5, nº 1, pp. 203-213, 2012.
- [55] CEPAL, *Agricultura y cambio climático: instituciones, políticas e innovación*, Unidad de Desarrollo Agrícola de la División de Desarrollo Productivo, 2011.
- [56] D. Magaña y R. Mora, Artists, *Análisis de la vulnerabilidad del sector agrícola frente al cambio climático*. [Art]. Centro Agronómico Tropical de Investigación Y Enseñanza, 2018.
- [57] Z. Pilco, Artist, *Impacto del cambio climático en la producción de maíz en la comunidad*. [Art]. ESPE, 2015.
- [58] R. Barragán, Artist, *Vulnerabilidad del cultivo del maiz ante situaciones climaticas*. [Art]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2018.
- [59] H. Castro, Artist, *Zonificación agroecológica basada en un plan de ordenamiento territorial*. [Art]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2016.
- [60] M. Enríquez y R. Morales, Artists, *Efectos del cambio climático en los requerimientos agroecológicos de los cultivos*. [Art]. Universidad Técnica del Norte, 2018.
- [61] GAD, *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial*, Dirección de Planificación y Gestión Municipal, 2016.

- [62] D. Cruz, «La investigación exploratoria,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.gestiopolis.com/la-investigacion-exploratoria/>. [Último acceso: 2022 Julio 29].
- [63] G. González, «Investigación diagnóstica: características, técnicas, tipos, ejemplos,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.lifeder.com/investigacion-diagnostica/>. [Último acceso: Julio 29].
- [64] Equipo editorial, «Método descriptivo: características, etapas y ejemplos,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.lifeder.com/metodo-descriptivo/>.
- [65] J. Pacheco, «Método Analítico (reglas, características, etapas),» 2020. [En línea]. Available: <https://www.webyempresas.com/metodo-analitico/>.
- [66] J. Ponce, «El método dialéctico en la formación científica de los estudiantes de pedagogía,» *Revista indizada en Redalyc - Scielo*, vol. 18, nº 3, pp. 1-20, 2018.
- [67] G. Arteaga, «Fuentes primarias y secundarias: explicación con ejemplos,» 22 Noviembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.testsiteforme.com/fuentes-primarias-y-secundarias/>.
- [68] Universidad de Guadalajara, «Clasificación general de las fuentes de información,» 11 Enero 2021. [En línea]. Available: <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/portal/clasificacion-general-de-las-fuentes-de-informacion>.
- [69] L. Lei, W. Rulin, Z. Yuanyuan, M. Qiuyu, G. Yunsha, L. Ke y H. Ning, «Simulation of potential suitable distribution of *Alnus cremastogyne* Burk. In China under climate change scenarios,» *Rev. Elsevier*, vol. 133, 2021.
- [70] K. Elmar, B. Nico, P. Alexander, H. Florian, L. Marian y S. Jessica, «Fossil-fueled development (SSP5): An energy and resource intensive scenario for the 21st century,» *Rev. Esevier*, vol. 42, p. 297–315, 2017.
- [71] Instituto Geográfico Militar Ecuador, «Infraestructura de datos espaciales,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/>.
- [72] INAMHI, «Datos Meteorológicos e Hidrológicos,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.inamhi.gob.ec/>.
- [73] MAGAP, «Zonificación agroecológica del cultivo de maíz,» Sist Inf publica Agropecu, 2020.

- [74] Ministerio de Agricultura y Ganadería, «Geoportal, Catálogo de Datos,» 2020. [En línea]. Available: http://geoportal.agricultura.gob.ec/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/search?resultType=details&sortBy=relevance&fast=index&_content_type=json&from=1&to=20&any=maiz.
- [75] N. Rosegrant, M. Koo y R. Sulse, Cambio climático: el impacto en la agricultura y los costos de adaptación, Washington D.C.: Editorial IFPRI, 2019.
- [76] INEC, «Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/home/>.
- [77] Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA), «UN Environment Urges Private Sector to Help Curb Climate Change,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/un-environment-urges-private-sector-help-curb-climate-change>.
- [78] Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), «El Acuerdo de París,» 2016. [En línea]. Available: <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/el-acuerdo-de-paris>.
- [79] UNFCCC, «¿Qué es el Protocolo de Kyoto?,» 2016. [En línea]. Available: https://unfccc.int/es/kyoto_protocol.
- [80] Ministerio del Ambiente del Ecuador, «Tercera Comunicación Nacional del Ecuador sobre Cambio Climático,» Quito- Ecuador, 2017.
- [81] Comité Interinstitucional de Cambio Climático (CICC), «Estrategia Nacional de Cambio Climático,» Quito - Ecuador, 2021.
- [82] «Ordenanza del plan de desarrollo y ordenamiento,» Mocache-Ecuador, 2018.

CAPITULO VII
ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario de preguntas

 Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias de la Ingeniería Carrera de Ingeniería Ambiental 	
<p>Como egresada de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería en conjunto con el proyecto de investigación titulado “Capacidad adaptativa al cambio climático del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) del cantón Mocache, Provincia Los Ríos 2022.” Se implementará la siguiente encuesta, para así evaluar los conocimientos que tengan los agricultores en base al cambio climático.</p>	
BANCO DE PREGUNTAS	
Datos generales del encuestado	
Sexo	Femenino Masculino
Nivel educativo	No posee estudios Primaria Secundaria Tercer nivel Cuarto nivel
Edad	18 a 25 años 26 a 35 años 36 a 45 años 46 a 60 años Mayor de 65 años
PROPIEDAD Y USO DE SUELO	
¿Cuánto es la superficie aproximada que posee para el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>)?	1 a 5 hectáreas 6 a 10 hectáreas 11 a 15 hectáreas 16 a 20 hectáreas Más de 20 hectáreas
Del total del área que ud es propietario ¿cuál es el porcentaje de superficie que utiliza para el cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>)?	10 al 20 % 21 al 40 % 41 al 60 % 61 al 80% 81 al 100 %
En el área disponible de sembríos transitorios ¿Cuáles de los siguiente cultivos ha sembrado en los dos últimos años?	Maíz (<i>Zea mays</i>) Maíz (<i>Zea mays</i>) asociado con otro cultivo Yuca (<i>Manihot esculenta</i>) Plátano (<i>Musa × paradisiaca</i>) Arroz (<i>Oryza sativa</i>) Otros cultivos transitorios
¿Le resulta rentable económicamente sembrar Maíz (<i>Zea mays</i>)?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo Algo en desacuerdo Totalmente en desacuerdo

¿Cuál es su época de preferencia para la siembra de maíz (<i>Zea mays</i>)?	Época seca Época lluviosa
¿Ud. utiliza la misma variedad de maíz (<i>Zea mays</i>) cada ciclo?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo Algo en desacuerdo Totalmente en desacuerdo
¿La rentabilidad o costos son factores que influyen para la selección de la semilla?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo Algo en desacuerdo Totalmente en desacuerdo
¿Qué meses considera usted que son óptimos para sembrar maíz (<i>Zea mays</i>)?	Diciembre- enero Mayo-junio
¿Ud. considera que el factor determinante de iniciar el proceso de plantación de maíz (<i>Zea mays</i>) es el inicio de la estación lluviosa?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo Algo en desacuerdo Totalmente en desacuerdo
¿Ud. considera que el factor limitante para realizar el proceso de plantación de maíz (<i>Zea mays</i>), dos veces al año son las condiciones climatológicas?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo Algo en desacuerdo Totalmente en desacuerdo
PROBLEMAS DE PRODUCCIÓN	
¿Considera que los principales problemas en el rendimiento de su cultivo alto o bajo, tienen relación con la variabilidad climática (Veranillos en la estación lluviosa o época invernal, temperaturas extremas) en el tiempo del desarrollo del cultivo?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo Algo en desacuerdo Totalmente en desacuerdo
¿Los recursos económicos, la calidad de semilla, la variabilidad climática y plagas, influyen en los problemas de rendimiento de cultivo que afectan al agricultor?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo Algo en desacuerdo Totalmente en desacuerdo
¿En los últimos 5 años usted ha observado plagas o daños debido a las condiciones climáticas?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo Algo en desacuerdo Totalmente en desacuerdo
¿Realiza usted control de plagas para su cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>)?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo Algo en desacuerdo Totalmente en desacuerdo

¿De qué tipo es el control de plagas que usted utiliza?	Orgánico Biológico Químico
PRODUCCIÓN Y EL CLIMA	
¿Identifica usted cambios sustanciales en las estación lluviosa y seca, respecto a años anteriores?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo Algo en desacuerdo Totalmente en desacuerdo
¿Identifica usted cambios sustanciales en la temperatura, respecto a años anteriores?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo Algo en desacuerdo Totalmente en desacuerdo
¿Identifica usted cambios sustanciales de precipitaciones, respecto a años anteriores?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo Algo en desacuerdo Totalmente en desacuerdo
¿Cuándo existen cambios bruscos de clima, se ve afectado su cultivo de maíz (Zea mays)?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo Algo en desacuerdo Totalmente en desacuerdo
BLOQUE DE CAPACIDADES SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO	
¿Cree usted que se debería implementar más capacitaciones al sector agrario para aprender nuevas técnicas de cuidado del cultivo de maíz (Zea mays) relacionadas con las amenazas del cambio climático?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo Algo en desacuerdo Totalmente en desacuerdo
¿Considera usted que el conocimiento es la base para obtener un buen rendimiento en la producción agrícola?	Totalmente de acuerdo De acuerdo Ni de acuerdo, ni en desacuerdo Algo en desacuerdo Totalmente en desacuerdo

Anexo 2. Encuestas a los agricultores del Cantón Mocache



Imagen 1. Encuesta a agricultor



Imagen 2. Encuesta a agricultora



Imagen 3. Encuesta a agricultora

Anexo 3. Zona de producción del maíz



Imagen 4. Recolección del maíz



Imagen 5. Producción del maíz

Anexo 4. Procesamiento de información en SPSS

Resultado encuesta Objetivo 1.spv [Documento1] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

las variables del procedimiento.

Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,843	15

Estadísticas de total de elemento

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
4. ¿Le resulta rentable económicamente sembrar Maíz (Zea mays)?	64,566	15,771	,359	,842
6. ¿Usted utiliza la misma variedad de maíz (Zea mays) cada ciclo?	64,576	15,555	,467	,834
7. ¿La rentabilidad o costos son factores que influyen para la selección de la semilla?	64,359	16,465	,338	,840
9. ¿Usted considera que el factor determinante de iniciar el proceso de plantación de maíz (Zea mays) es el inicio de la estación lluviosa?	64,490	15,703	,485	,832
10. ¿Usted considera que el factor limitante para realizar el proceso de plantación de maíz (Zea mays) es...	64,394	16,240	,362	,839

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

Imagen 6. Obtención de la prueba de confiabilidad: Alfa de Cronbach

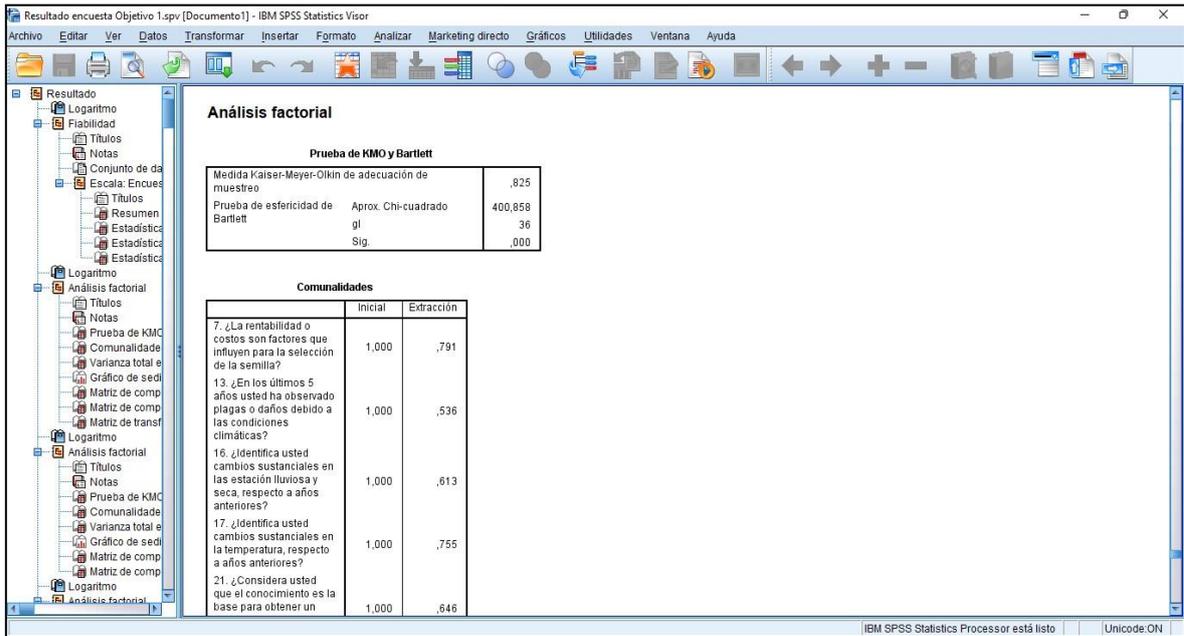


Imagen 7. Obtención del análisis factorial: Prueba de KMO y Bartlett

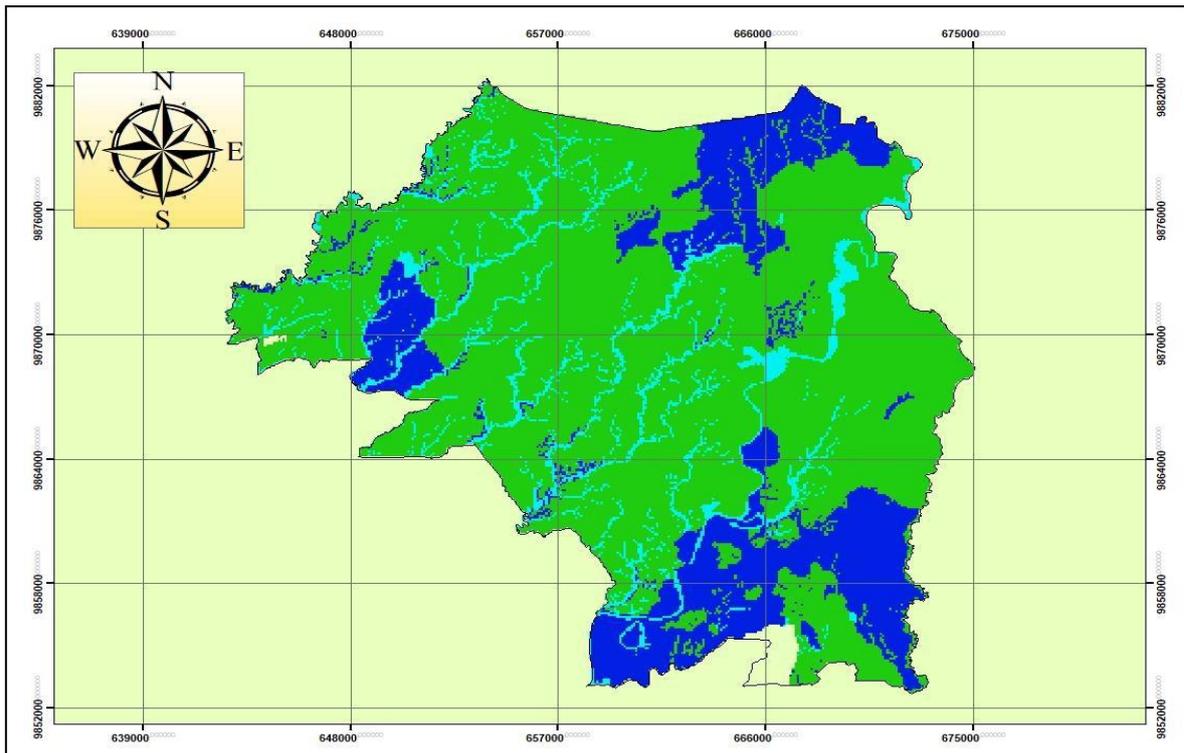


Imagen 8. Reclasificación del parámetro drenaje

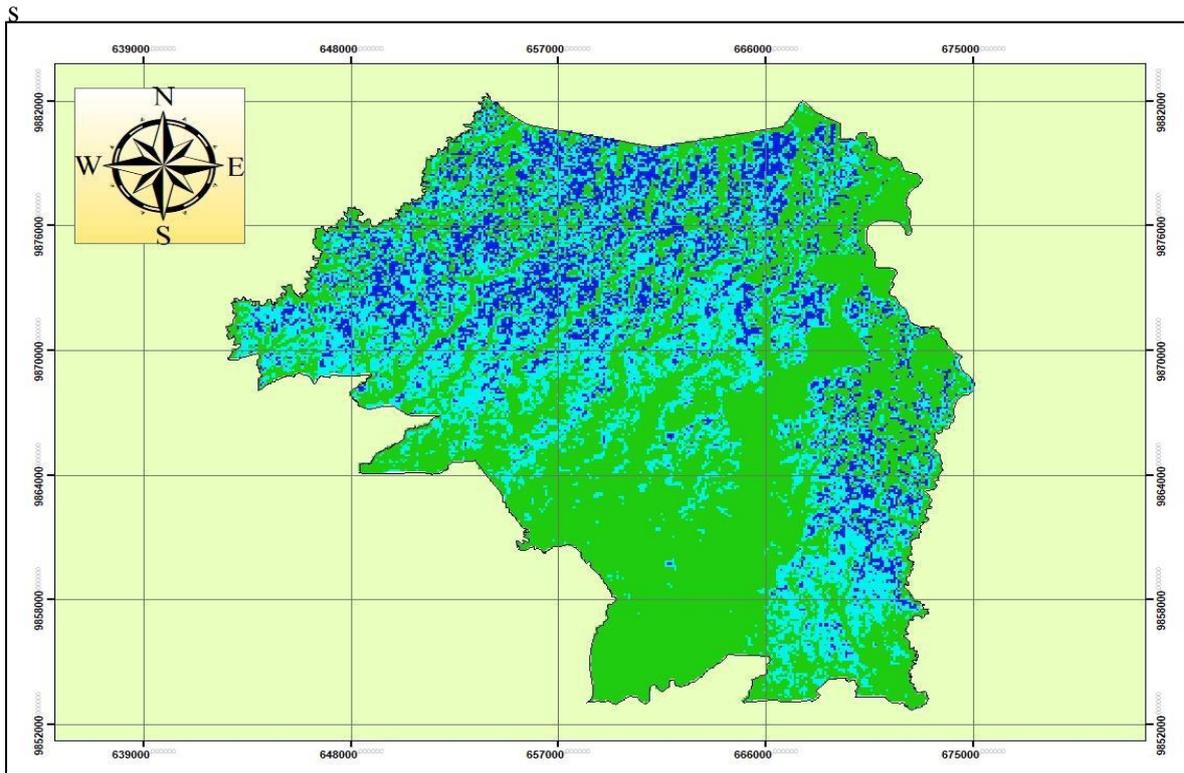


Imagen 9. Reclasificación del parámetro elevaciones

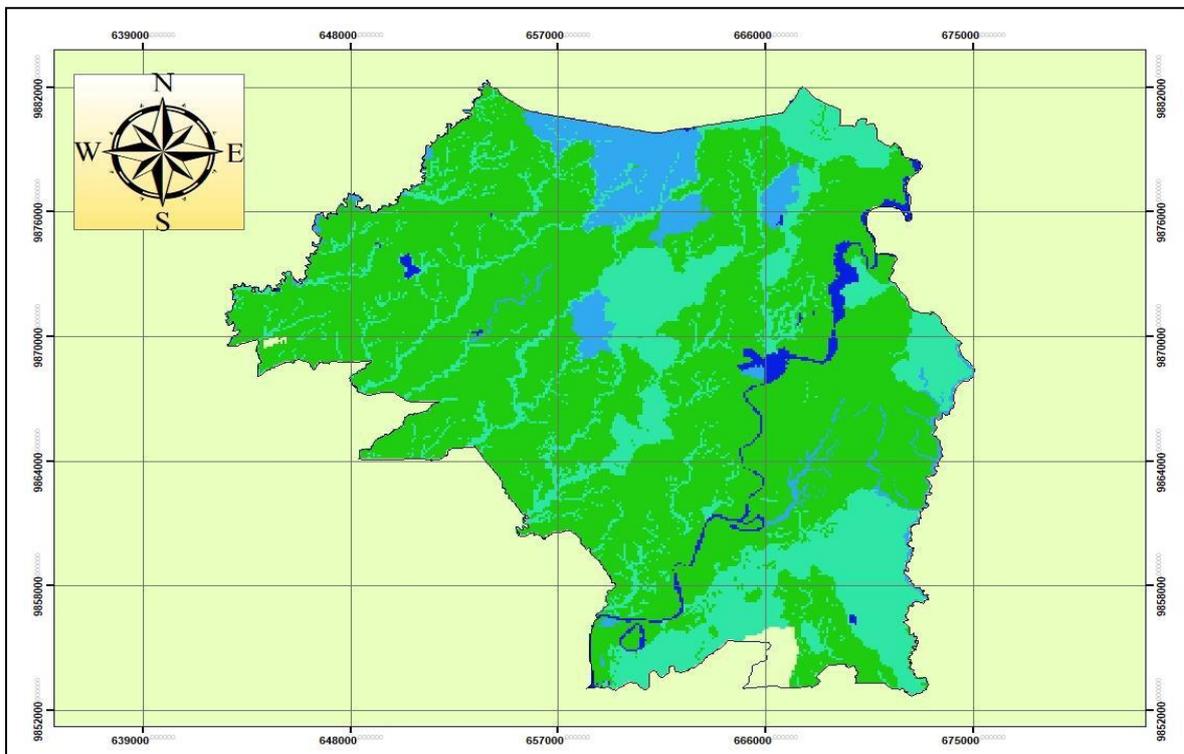


Imagen 10. Reclasificación del parámetro fertilidad

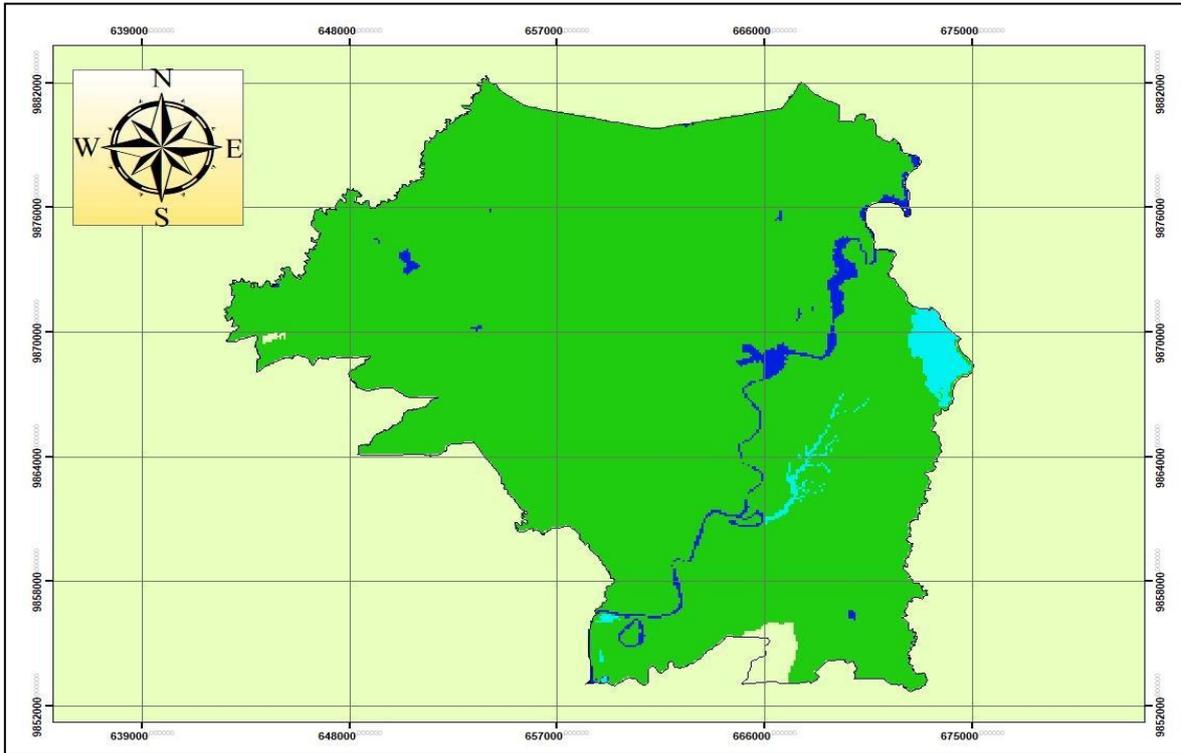


Imagen 11. Reclasificación del parámetro materia orgánica

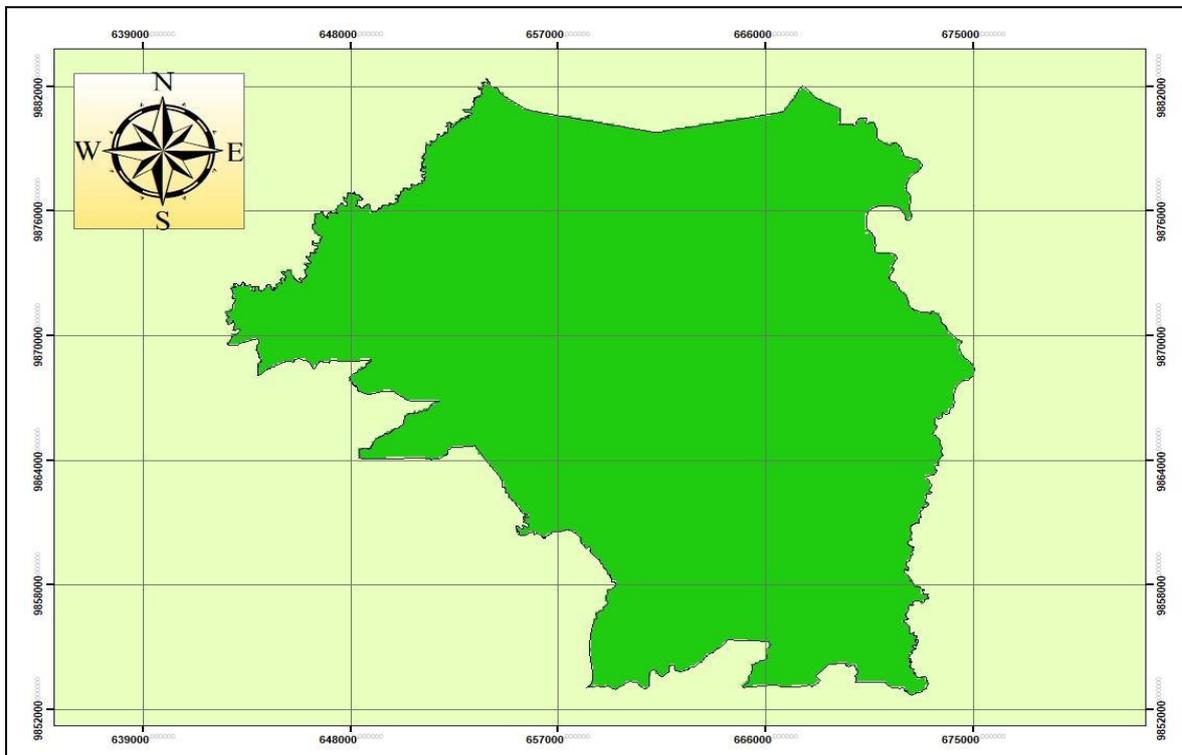


Imagen 12. Reclasificación del parámetro pendiente

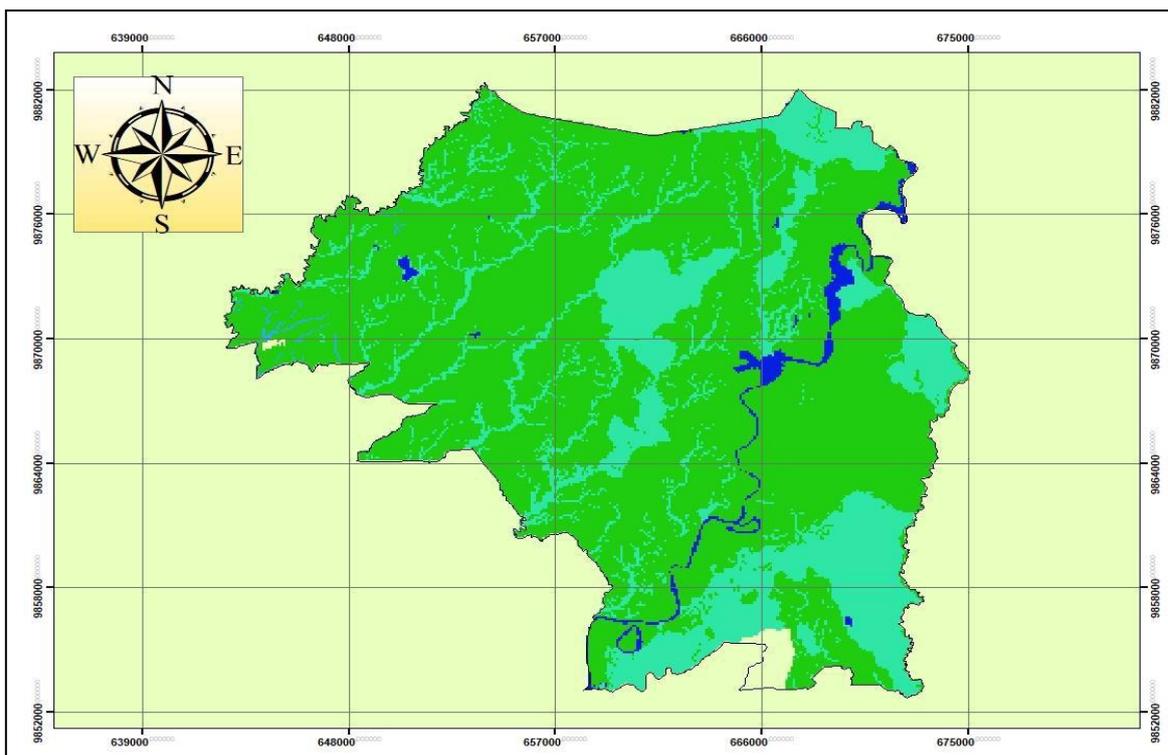


Imagen 13. Reclasificación del parámetro pH

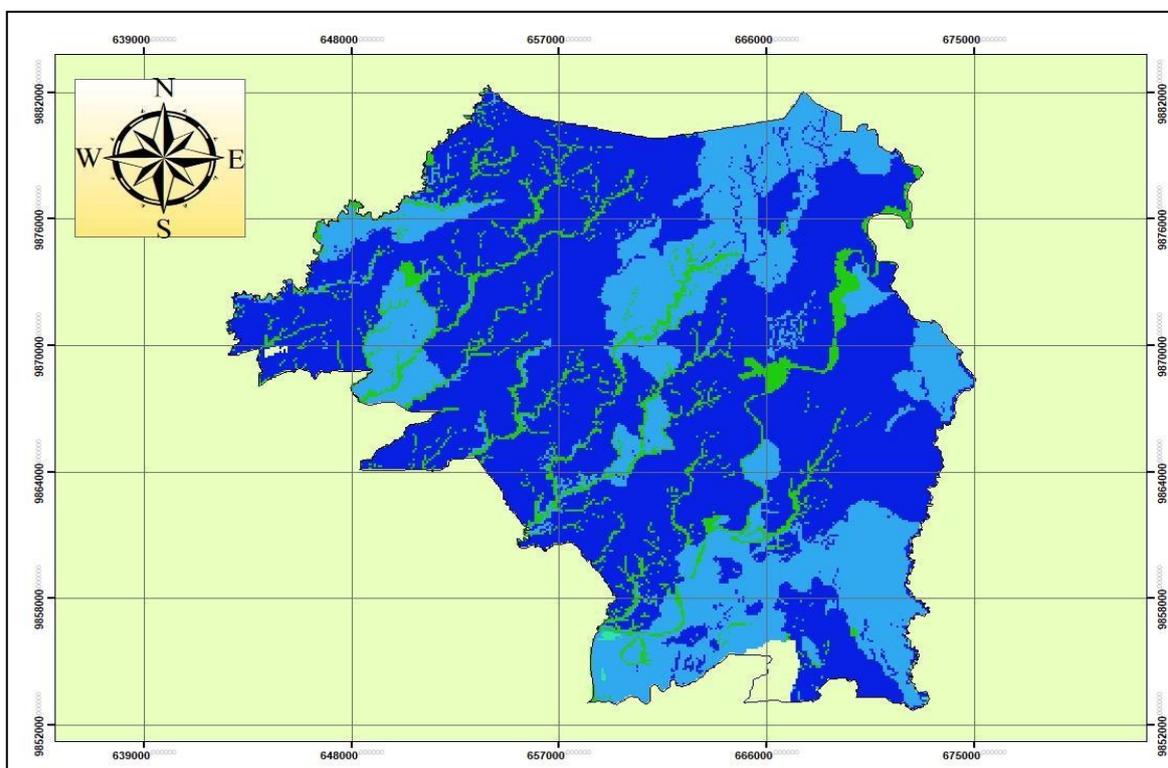


Imagen 14. Reclasificación del parámetro profundidad

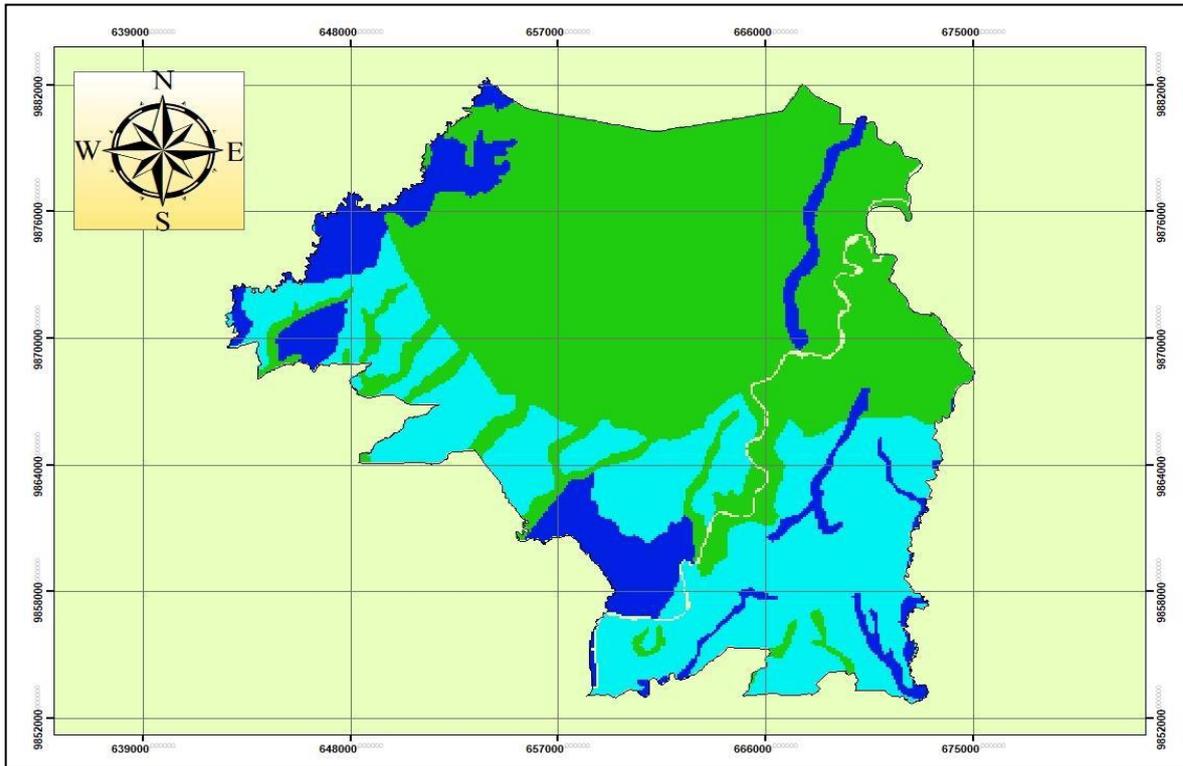


Imagen 15. Reclasificación del parámetro textura

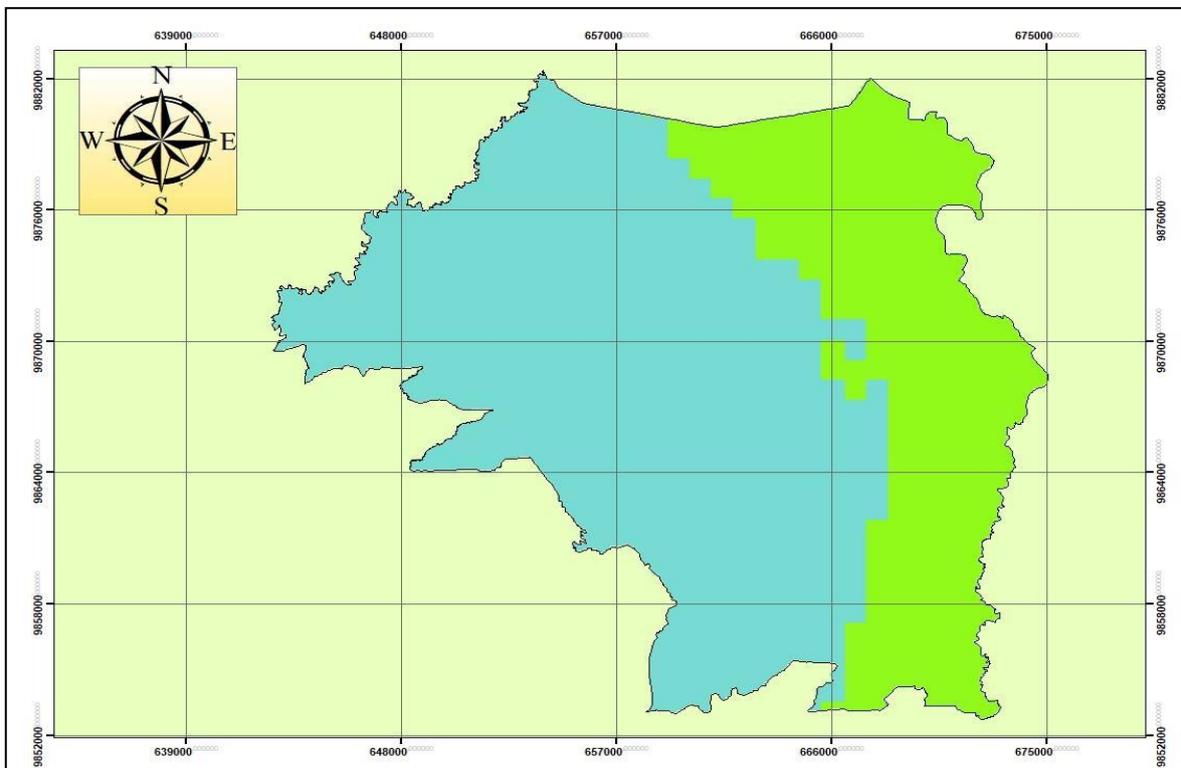


Imagen 16. Reclasificación de la precipitación del escenario ssp126 del periodo 2061-2080

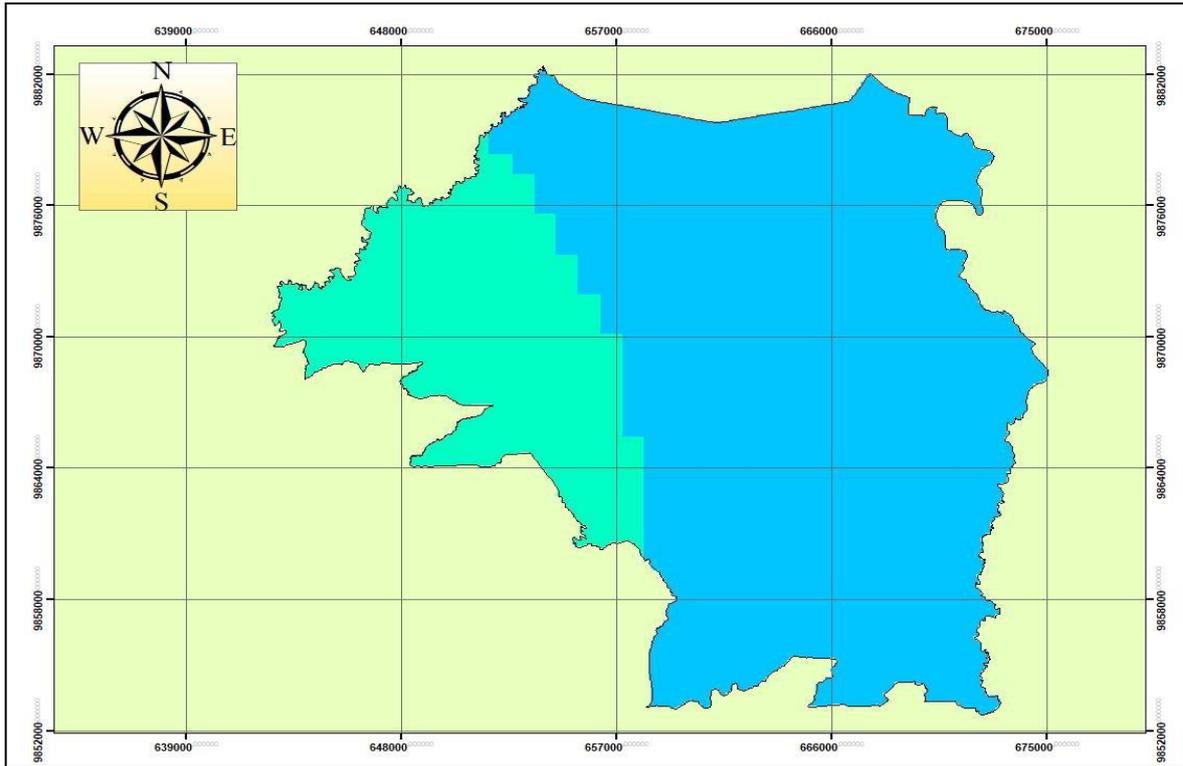


Imagen 17. Reclasificación de la precipitación del escenario ssp585 del periodo 2061-2080

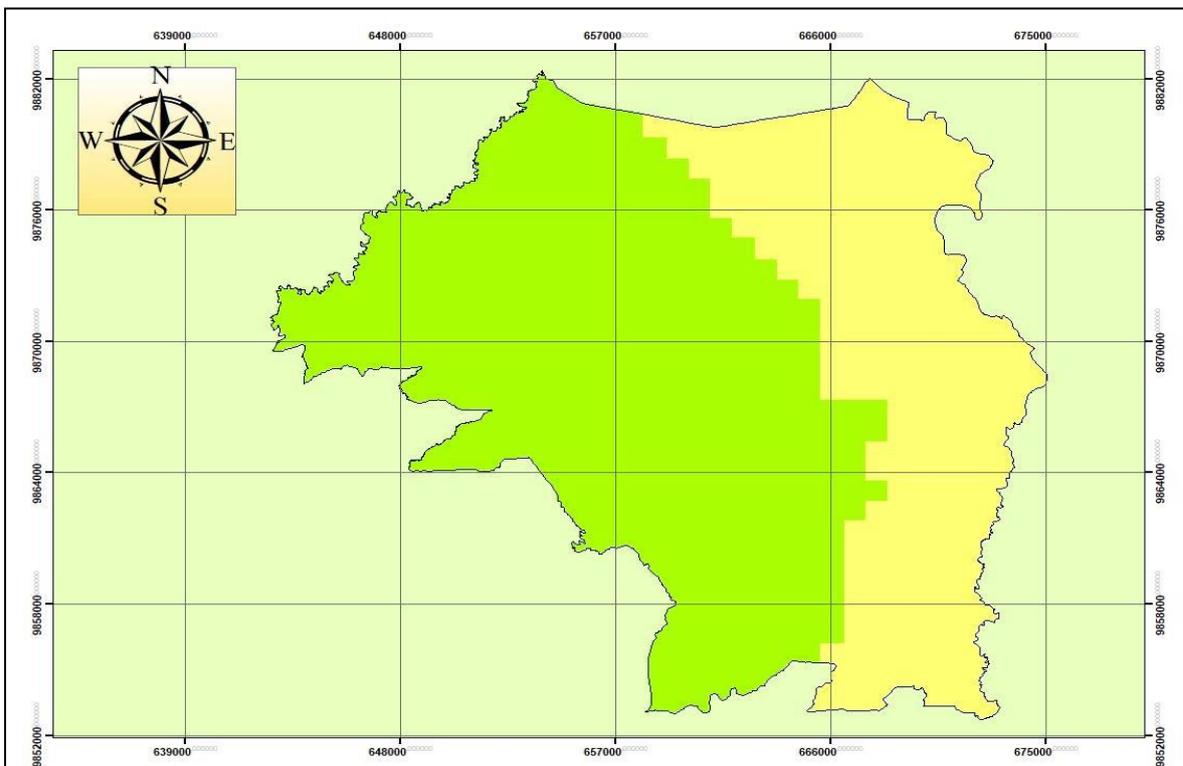


Imagen 18. Reclasificación de la precipitación del escenario ssp126 del periodo 2081-2100

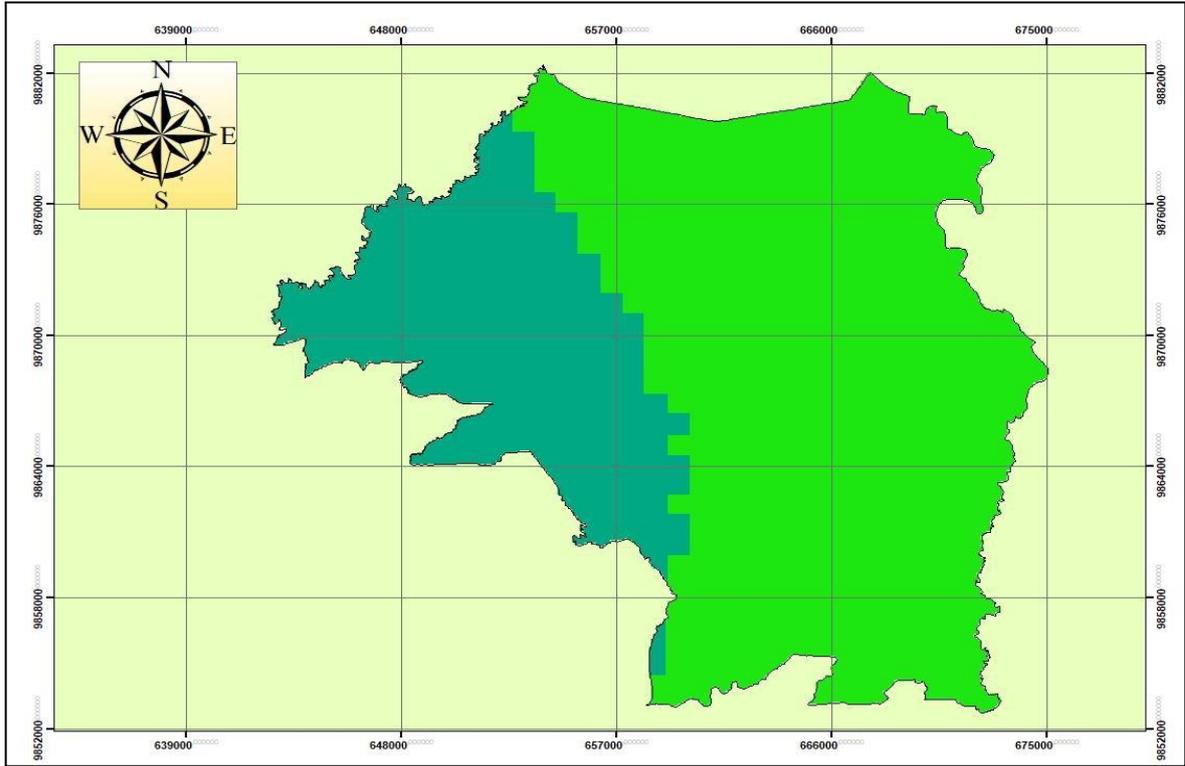


Imagen 19. Reclasificación de la precipitación del escenario ssp585 del periodo 2081-2100

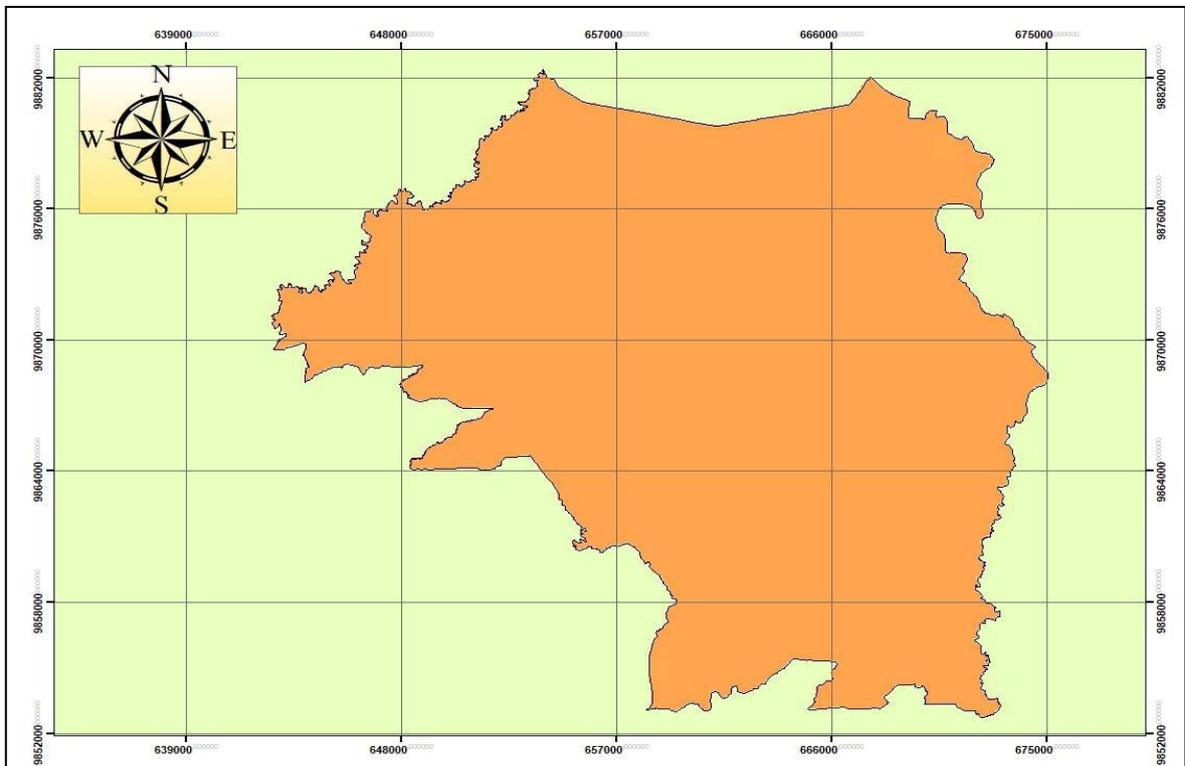


Imagen 20. Reclasificación de temperatura escenario ssp126 del periodo 2061-2080

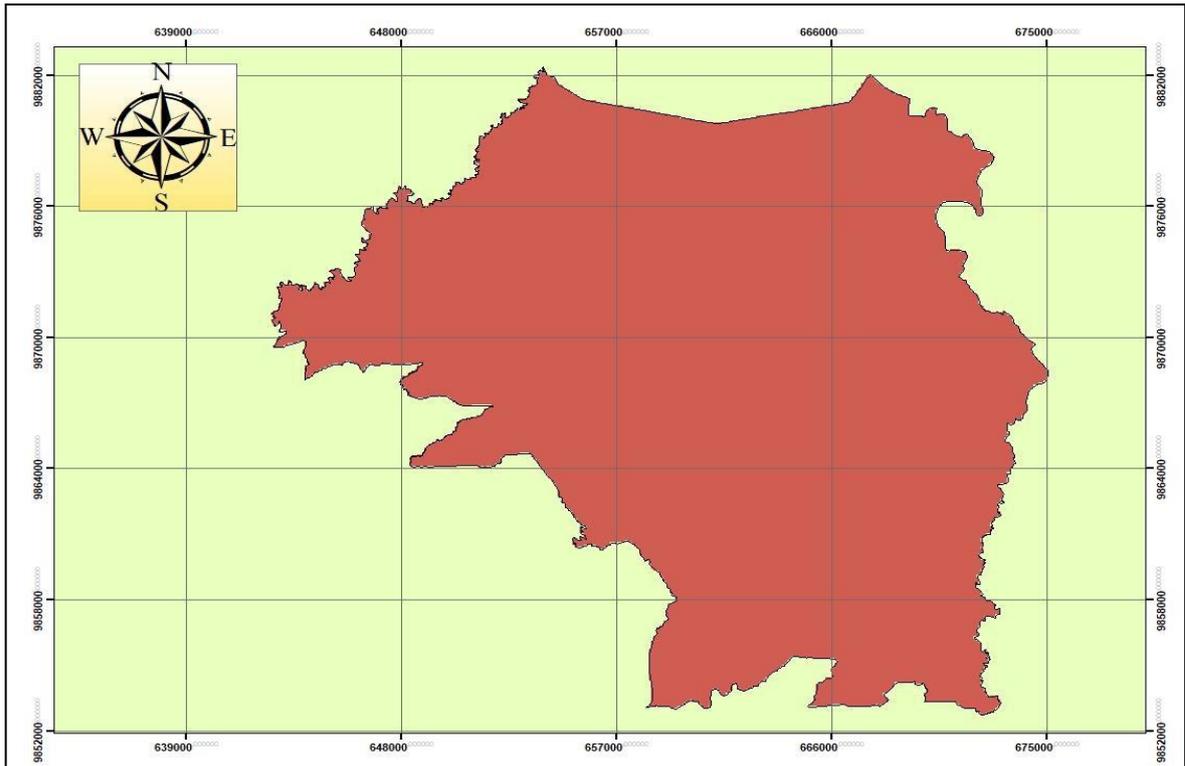


Imagen 21. Reclasificación de temperatura
escenario ssp585 del periodo 2061-2080

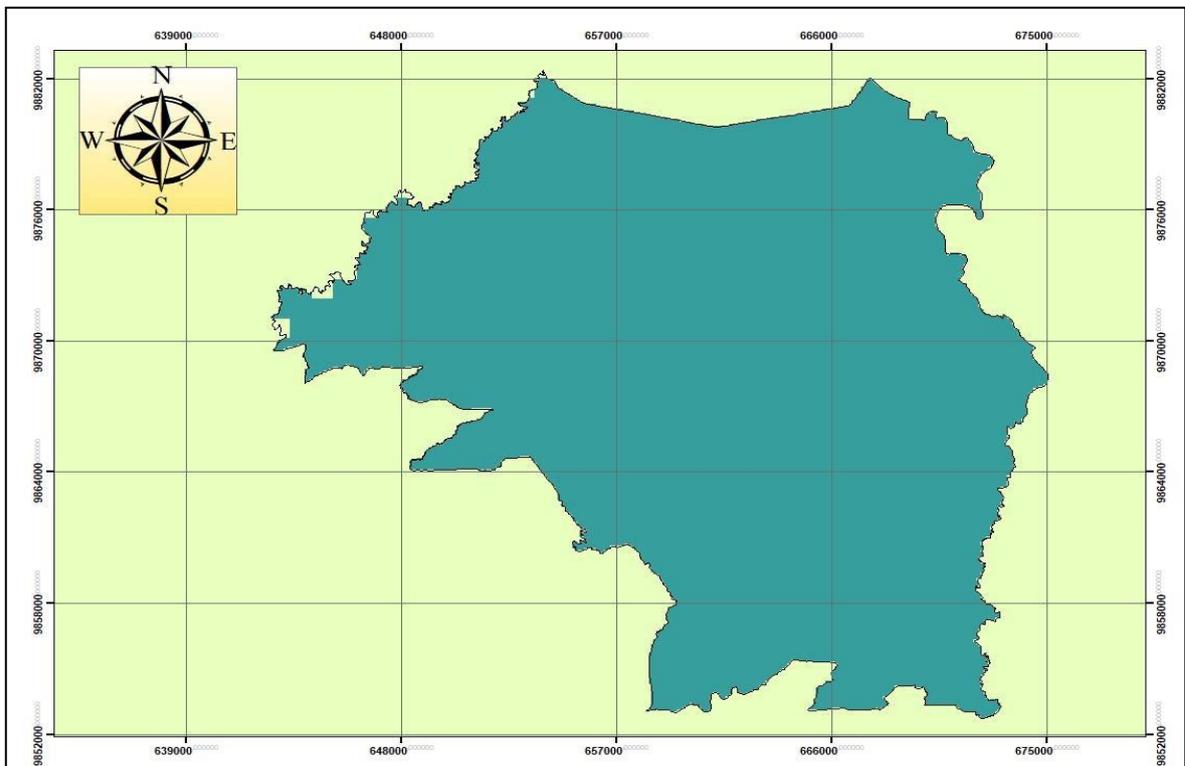


Imagen 22. Reclasificación de temperatura
escenario ssp126 del periodo 2081-2100

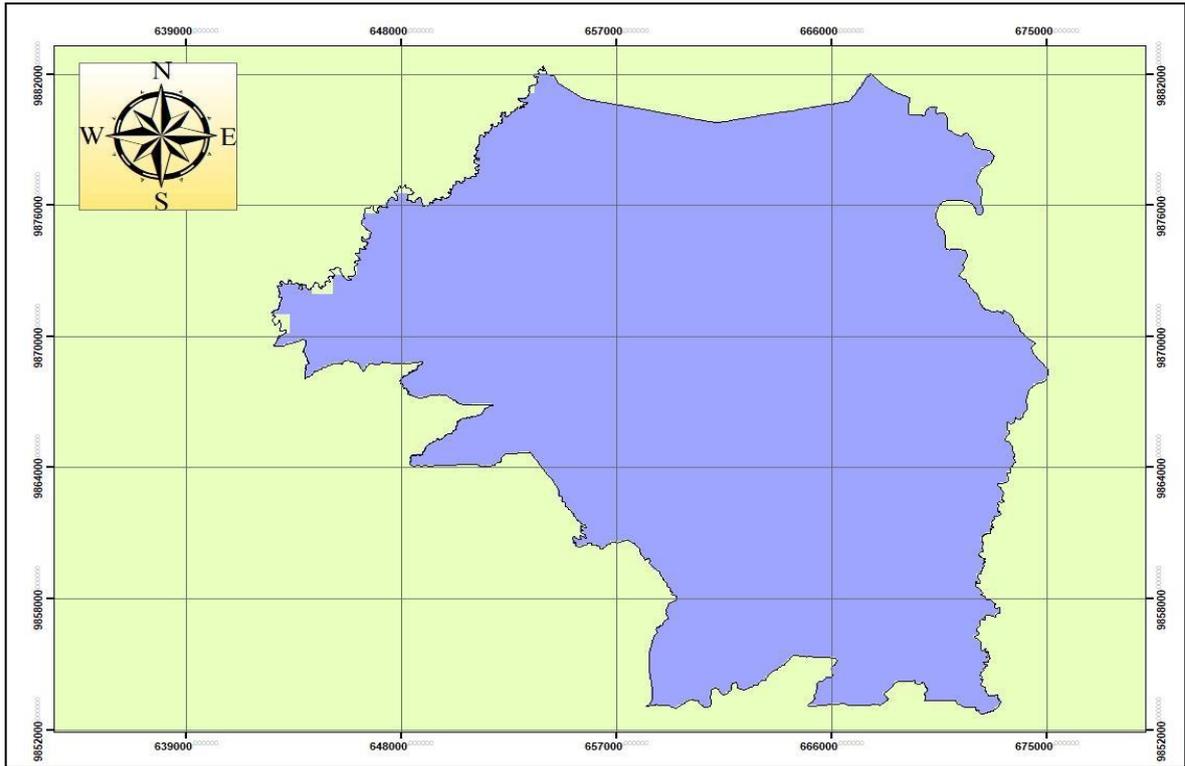


Imagen 23. Reclasificación de temperatura
escenario ssp585 del periodo 2081-2100