

**BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY**

**BICU**



**ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Monografía para optar al título de Ingeniería Agronómica

Vulnerabilidad de los Sistemas de producción agropecuaria ante variabilidad  
climática en la Comunidad La Ceiba, municipio de El Rama

RACCS, Nicaragua, enero del 2023 a enero del 2024

**Autores:**

Br. Junielka del Carmen Álvarez León

Br. Dayani Lisbeth Espinoza

**Tutora:**

Lic. Yeymy Galieska Rocha López

El Rama, Región Autónoma Costa Caribe Sur, Nicaragua

febrero, 2025

**“La educación es la mejor opción para el desarrollo de los pueblos”**

**BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY**

**BICU**



**ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**Monografía para optar al título de Ingeniería Agronómica**

**Vulnerabilidad de los Sistemas de producción agropecuarios ante variabilidad**

**climática en la Comunidad La Ceiba, municipio El Rama**

**RACCS, Nicaragua, enero del 2023 a enero del 2024**

**Autores:**

Br. Junielka del Carmen Álvarez León

Br. Dayani Lisbeth Espinoza

**Tutora:**

Lic. Yeymy Galieska Rocha López

El Rama, Región Autónoma Costa Caribe Sur, Nicaragua

febrero, 2025

**“La educación es la mejor opción para el desarrollo de los pueblos”**

## **DEDICATORIA**

Llena de amor quiero dedicar esta tesis primeramente a Dios, quien permitió culminar mi carrera con todo mi cariño a mis padres, Martina Morales y Gabriel Aguilar quienes son mis abuelitos que me criaron y me brindaron su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi vida, Aunque mi mamita ya no esté físicamente su sabiduría y enseñanzas perduran. Gracias por todo lo que hicieron por mí y por ser el apoyo de mi formación.

A mis Hijos Gerardo y Cathaleya Guerrero por ser los pilares fundamentales de motivación para poder culminar mi carrera y seguir adelante, son la razón de sentirme orgullosa, ya que no ha sido un camino sencillo hasta ahora y gracias a su amor se ha logrado.

A mi compañero por su apoyo, quien me motivo a seguir con mis estudios y que gracias a su esfuerzo permitió darme una carrera para un mejor futuro, por su apoyo en cada paso de mi camino. Gracias por creer en mí

Br. Junielka del Carmen Álvarez León

Esta tesis está dedicada: A Dios quien ha sido mi guía, mi fortaleza y su amor que ha estado conmigo hasta el día de hoy.

A mis madres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo nos han permitido llegar a cumplir un sueño más, por inculcarme ejemplos de fuerza, perseverancia, gratitud y valentía, y no temer de las adversidades por qué Dios siempre está con nosotros.

A mi familia porque con sus oraciones consejos y palabras de aliento, de una u otra forma me acompañan en cada sueño o meta.

Br. Dayani Lisbeth Espinoza

## **AGRADECIMIENTOS**

A DIOS quien ha forjado y dirigido mi camino.

Mi más profundo agradecimiento a nuestra tutora de monografía Lic. Yeymy Rocha, que nos ha guiado durante este proceso, su ayuda en la revisión de nuestro trabajo y valiosos comentarios enriquecieron este trabajo.

A mi compañera de Monografía Dayani Espinoza que trabajamos duro para poder terminar nuestro trabajo con éxito.

A mis profesores y compañeros, quienes han compartido su conocimiento y experiencias, enriqueciendo este proceso de aprendizaje. Su apoyo y guía han sido valiosos en este viaje

Agradezco especialmente a mis cuñadas, quienes han sido un apoyo al cuidar de mis hijos mientras me dedicaba a mis estudios. su generosidad y compromiso han sido fundamentales para que pudiera avanzar en este camino académico.

Br. Junielka del Carmen Álvarez León

Agradezco A Dios por darle las bendiciones a mi vida, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultades.

Gracias a las personas que han estado involucrados al largo de formación académica por siempre estar ahí y decir que por más difícil que sea, sí se puede, le agradezco desde lo más profundo de mi corazón a mi familia, amigos, docentes que han estado presente.

Br. Dayani Lisbeth Espinoza

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
<b>III. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>4</b>
3.1. LIMITACIONES Y RIESGOS .....	5
<b>IV. SUPUESTO DEL ESTUDIO.....</b>	<b>6</b>
4.1. PREGUNTAS DIRECTRICES.....	7
<b>V. OBJETIVOS .....</b>	<b>8</b>
5.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
<b>VI. ESTADO DEL ARTE .....</b>	<b>9</b>
6.1. CONCEPTOS INTRODUCTORIOS .....	9
6.2. ANALISIS DE ESTUDIO .....	18
6.3. REFLEXIÓN FINAL.....	34
<b>VII. METODOLOGÍA.....</b>	<b>36</b>
7.1. ÁREA DE LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO .....	36
7.2. TIPO DE ESTUDIO SEGÚN EL ENFOQUE CUALITATIVO ASUMIDO Y SU JUSTIFICACIÓN	37
7.3. SELECCIÓN DE INFORMANTES DEL ESTUDIO .....	37
7.3.1. Tipo de muestra y muestreo.....	37
7.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .	39
7.4.1. Recolección de Datos .....	39
7.4.2. Programación.....	39
7.4.3. Metodología para evaluar la vulnerabilidad de los sistemas agropecuarios...	40
7.4.4. Grado de exposición real con información de la estación meteorológica.....	41
7.4.5. Procesamiento de la información .....	45
Criterios de calidad: credibilidad, confiabilidad .....	48
7.5. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	49

<b>VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>50</b>
COMPARACIÓN DE PRECIPITACIONES DE ENERO 2022 A MAYO 2024 EN EL MUNICIPIO DE EL RAMA.....	57
COMPARATIVA DE LAS TEMPERATURAS MÍNIMAS DE ENERO 2022 A MAYO 2024 EN EL MUNICIPIO DE EL RAMA.....	59
<b>IX. CONCLUSIONES.....</b>	<b>67</b>
<b>X. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>68</b>
<b>XI. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....</b>	<b>70</b>
11.1.1. Presupuesto.....	70
11.1.2. Cronograma de actividades .....	71
<b>XII. REFERENCIAS .....</b>	<b>72</b>
<b>XIII. ANEXOS .....</b>	<b>81</b>
ANEXO 1. ÍNDICE DE PRECIPITACIÓN ESTANDARIZADA (SPI; MCKEE 1993) .....	81
ANEXO 2. GUÍA DE REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	82
ANEXO 3. ENCUESTA .....	83
ANEXO 4. FINCAS .....	87

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Limitaciones del estudio y acciones para su corrección.....	5
Tabla 2. Categorización de la exposición .....	42
Tabla 3. Niveles de vulnerabilidad .....	44
Tabla 4. Indicadores para medir la sensibilidad de los sistemas de producción agrícolas ...	44
Tabla 5. Matriz de análisis de prácticas agroecológicas de finca .....	47
Tabla 6. operacionalización de variables.....	49
Tabla 7. Distribución del área de los productores encuestados de la comunidad La Ceiba	50
Tabla 8. Prácticas agroecológicas que realizan los productores de la comunidad La Ceiba	51
Tabla 9. Tipología del sistema de producción de la comunidad La Ceiba .....	52
Tabla 10. Rendimientos promedios de la producción agrícola y área promedio de siembra de productores tipo I.....	54

Tabla 11. Rendimientos promedios de la producción agrícola y área promedio de siembra de productores tipo II.....	54
Tabla 12. Rendimientos promedios de la producción agrícola y área promedio de siembra de productores tipo III .....	55
Tabla 13. Afectaciones Climáticas en la comunidad .....	59
Tabla 14. Vulnerabilidad promedio del componente de diversificación agrícola .....	60
Tabla 15. Vulnerabilidad promedio del componente de diversificación conservación de suelos .....	61
Tabla 16. Tabla de índices de vulnerabilidad para el componente de uso y manejo de agua .....	63
Tabla 17. vulnerabilidad para el componente de alimentación bovina.....	64
Tabla 18. Nivel de vulnerabilidad de productores de la comunidad La Ceiba.....	66
Tabla 19. Presupuesto para ejecución de la investigación en la comarca La Ceiba. ....	70
Tabla 20. Cronograma para la ejecución del trabajo investigativo en comarca La Ceiba....	71
Tabla 21. Valores de índice de precipitación estandarizada .....	81
Tabla 22. Guía de revisión bibliográfica .....	82
Tabla 23. Matriz de análisis de prácticas agroecológicas .....	84
Tabla 24. Fincas encuestadas.....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Mapa de ubicación del area del estudio, comarca La Ceiba, municipio El Rama.....	36
Ilustración 2. Factores que influyen en la identificación de la vulnerabilidad de los sistemas productivos. Fuente: Baca (2011).....	40
Ilustración 3. Comparación de precipitaciones de enero 2022 a mayo 2024 en el municipio de El Rama. ....	57
Ilustración 4. Comparativa de las temperaturas máximas de enero 2022 a mayo 2024 en el municipio de El Rama. ....	58
Ilustración 5. Comparativa de las temperaturas mínimas de enero 2022 a mayo 2024 en el municipio de El Rama. ....	59

Ilustración 6. Vulnerabilidad de los componentes referidos a prácticas agroecológicas.....	65
Ilustración 7. Nivel de vulnerabilidad de productores de La Ceiba .....	66

## **RESUMEN**

Esta investigación aborda el tema de la vulnerabilidad de los sistemas de producción ante la variabilidad climática en la comunidad La Ceiba. Este tema tiene como objetivo principal evaluar la vulnerabilidad de los sistemas de producción en dicha comunidad, a través de este estudio, se pretende identificar los efectos de los cambios climáticos, así como analizar las estrategias de adaptación que emplean los productores locales. El estudio consideró un diseño no experimental y el tipo de muestra empleada es no probabilística, por conveniencia. En esta investigación se recolectaron los datos por medio de encuestas y observaciones, se tomó participación de 24 productores de la zona, la metodología empleada fue, estudio cualitativo de corte transversal. Los resultados, revelan que los productores de la comunidad La Ceiba presentan un índice de alta vulnerabilidad, debido a que se encuentran expuestos a los fenómenos climáticos como sequías y aumento de temperatura, lo que afecta negativamente tanto a los cultivos como al ganado. En esta investigación se destaca la necesidad de fortalecer las capacidades de los productores mediante políticas públicas que fomenten el uso de tecnologías de adaptación y la mejora en la infraestructura agrícola, para reducir los efectos adversos del cambio climático en la comunidad.

## **ABSTRACT**

This research addresses the issue of the vulnerability of production systems to climate variability in the La Ceiba community. The main objective of this topic is to evaluate the vulnerability of the production systems of the La Ceiba community. Through this study, it is intended to identify the effects of climate changes, as well as analyze the adaptation strategies used by local producers. The study considered a non-experimental design and the type of sample used is non-probabilistic, for convenience. In this research, data was collected through surveys and observations, 24 producers in the area participated, in which the methodology used was a qualitative cross-sectional study. The results reveal that the producers of the La Ceiba community have a high vulnerability index, because they are exposed to climatic phenomena such as droughts and increased temperatures, which negatively affects both crops and livestock. This research highlights the need to strengthen the capacities of producers through public policies that encourage the use of adaptation technologies and improvements in agricultural infrastructure, to reduce the adverse effects of climate change in the community.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática es un problema que afecta directamente la seguridad alimentaria, a nivel local como nacional. En la comunidad La Ceiba, este estudio tiene el propósito de identificar las áreas más vulnerables y proponer estrategias agroecológicas que contribuyan a mejorar la producción de pequeños, medianos y grandes productores.

El objetivo principal fue analizar el grado de vulnerabilidad de los sistemas agropecuarios, considerando que factores como inundaciones y cambios en los patrones de lluvia, asociados a fenómenos climáticos como El Niño y La Niña, impactan significativamente la producción agrícola y ganadera. Ante este escenario, se volvió esencial conocer las áreas de mayor riesgo y desarrollar propuestas para mitigar los efectos adversos en la producción.

La comunidad presenta zonas especialmente vulnerables, que limita el desarrollo agropecuario, en gran parte debido a la escasa implementación de técnicas agroecológicas que podrían mejorar la productividad a futuro. Por ello, se buscó generar conciencia entre los agricultores y ganaderos sobre la importancia de percibir y adaptarse a los cambios climáticos, preparándolos para enfrentar eventos extremos en el futuro.

Desde el punto de vista metodológico, el estudio adoptó un enfoque cualitativo y de corte transversal, con datos recopilados entre enero 2023 y enero 2024. Se analizaron 24 fincas dentro de la comunidad a través de encuestas, observaciones durante las visitas de campo, con el fin de identificar las prácticas agroecológicas y de resiliencia implementadas por los productores.

Los datos obtenidos fueron procesados mediante una matriz de análisis utilizando herramientas como Excel, Infostat y SPSS, lo que permitió evaluar de manera sistemática la situación y plantear estrategias adaptativas para mejorar la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios en la comunidad.

## **II. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

La comunidad La Ceiba, ubicada en el municipio de El Rama, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS) de Nicaragua, enfrenta serios desafíos debido a la variabilidad climática. La producción agropecuaria, fundamental para la subsistencia y economía de esta comunidad, se ve gravemente afectada por fenómenos climáticos como sequías, inundaciones y cambios impredecibles en los patrones de temperatura y precipitación. Estas condiciones adversas han resultado en la pérdida de cultivos, deterioro de suelos, escasez de agua y disminución en la producción ganadera, poniendo en riesgo la seguridad alimentaria y el sustento económico de los productores.

Los productores agropecuarios de la comunidad La Ceiba no cuentan con el conocimiento necesario para implementar estrategias efectivas que mitiguen los efectos de la variabilidad climática en sus sistemas de producción. Este déficit de conocimiento y herramientas adaptativas ha aumentado la vulnerabilidad de la comunidad frente a los impactos climáticos, comprometiendo la estabilidad de los ecosistemas locales y la economía comunitaria.

El propósito de abordar esta problemática mediante el análisis de la resiliencia y vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuaria en la comunidad la Ceiba. Se buscó identificar las prácticas agroecológicas existentes y evaluar su efectividad en la adaptación a la variabilidad climática. A través de un estudio cualitativo y descriptivo, se examinaron 24 fincas de la comunidad mediante entrevistas, observaciones y recorridos. Los datos recolectados se introdujeron en una matriz de análisis de prácticas agroecológicas que permitió el estudio del impacto y la capacidad de recuperación de las fincas, para proporcionar una visión detallada de las prácticas actuales y sugerir mejoras que puedan ayudar a los productores a enfrentar los desafíos climáticos.

Este estudio pretendió identificar las causas de la falta de conocimiento y la razón que impide que los productores de la comunidad implementen prácticas agroecológicas que aumenten la resiliencia de sus sistemas de producción. Esto ayuda a mitigar los efectos negativos de la variabilidad climática, sino que también contribuyó a la sostenibilidad a largo plazo de la agricultura y la ganadería en la región. La investigación busco, en última instancia, crear una base sólida de conocimiento que permita a los productores y la comunidad en general

adaptarse de manera efectiva a los cambios climáticos, mejorando su capacidad de respuesta y asegurando su supervivencia y prosperidad futura.

### **Pregunta de Investigación**

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad de los Sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática en la comunidad La Ceiba del municipio de el Rama, RACCS, Nicaragua de enero 2023 a enero 2024?

### **III. JUSTIFICACIÓN**

Con el título de Vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante variabilidad climática en la comunidad La Ceiba, municipio El Rama, este estudio resultó relevante porque en la actualidad la producción agrícola está atravesando dificultades, debido a la falta de apropiación de información por parte de los productores, en cuanto la conducción adecuada para contrarrestar los factores de variabilidad climática, sufriendo pérdida en los ecosistemas, cultivos, deterioro de los suelos y los recursos hídricos, disminución de la producción ganadera, por falta de pasto, lo antes mencionado, impacta directamente a la economía.

Como resultado, esta investigación proporcionó una base para afrontar la situación de vulnerabilidad, identificando las prácticas agroecológicas presentes en la comunidad La Ceiba y evaluando su grado de exposición a la variabilidad climática.

El para qué de este estudio, es mantener actualizado al productor, en cuanto a los factores que pueden generar riesgo en su producción agrícola, la cual es usada mayormente para consumo y la ganadería que es su principal fuente de ingreso y que puedan utilizar esta información para mitigar el impacto negativo de la variabilidad climática. Al generar este conocimiento se crea un punto de partida para encontrar soluciones prácticas y adaptables frente a los desafíos ambientales actuales y futuros que puedan afectar los sistemas agropecuarios en la comunidad La Ceiba.

Los beneficiados de esta investigación, son los productores de la comunidad La Ceiba, quienes podrán conocer el nivel de vulnerabilidad de su entorno, también la comunidad El Rama, los estudiantes de Universidad BICU, quienes tendrán acceso a estos datos para realizar nuevas investigaciones, que cumplan con el compromiso que posee la universidad en cuanto al cuidado del medio ambiente, de acuerdo al Objetivo de Desarrollo Sostenible número 13, que remarca la necesidad de adoptar estrategias para combatir la variabilidad climática y sus consecuencias, así la identificación del grado de vulnerabilidad de la comunidad La Ceiba, permite una asignación más efectiva de recursos y la elaboración de estrategias adaptativas pertinentes.

### 3.1. Limitaciones y riesgos

Tabla 1. Limitaciones del estudio y acciones para su corrección

<b>Limitantes</b>	<b>Acciones para corrección</b>
Carencia de datos en cuanto a al tema y la comunidad de estudio.	Investigación de campo.
Negativa de productores a facilitar información	Sensibilizar al productor sobre la importancia del estudio.
Acceso:	
Lejanía de algunas fincas que serán parte de la muestra.	Seleccionar vaquero que provengan de esa comunidad o de comunidades vecina que conozca las fincas a muestrear.
Falta de datos confiables:	
Información fidedigna difícil de obtener	Concientizar al productor para que brinde información veraz.
Dificultad de transporte.	Contratar un transporte viable que tenga accesibilidad todos los días a la comunidad.

#### **IV. SUPUESTO DEL ESTUDIO**

Se parte del supuesto de que en la comunidad La Ceiba del municipio de El Rama, RACCS, Nicaragua, durante el periodo comprendido entre enero 2023 y enero 2024, existen escasas prácticas agroecológicas de adaptación implementadas por los productores agropecuarios para hacer frente a la variabilidad climática, que den respuesta a las condiciones climáticas cambiantes, destinadas a mejorar la resiliencia de los sistemas de producción agropecuarios frente a eventos extremos como sequías, inundaciones y cambios en los patrones de temperatura y precipitación.

Se asumió que los sistemas de producción agropecuarios en la comunidad La Ceiba están asociados a diversas prácticas productivas que dependen de las condiciones climáticas, geográficas y socioeconómicas de la región. Estas prácticas incluyen cultivos específicos, la cría de ganado y otras actividades relacionadas con la agricultura y la ganadería.

Se consideró que los sistemas de producción agropecuarios en la comunidad están expuestos a diferentes niveles de riesgo debido a la variabilidad climática. Esto se refleja en la fluctuación de los rendimientos agrícolas, la salud y productividad del ganado, así como en la disponibilidad de recursos naturales como el agua y el suelo.

Se estima que el grado de vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática en la comunidad La Ceiba es significativo y varía según las características específicas de cada sistema y las medidas de adaptación implementadas. Este grado de vulnerabilidad se evaluó mediante el análisis de información climática, la identificación de prácticas de adaptación y la evaluación de los sistemas de producción agropecuarios en términos de su capacidad para hacer frente a los impactos de la variabilidad climática.

#### **4.1. Preguntas Directrices**

¿Qué prácticas agroecológicas de adaptación a la variabilidad climática han sido identificadas y aplicadas por los productores agropecuarios en la comunidad La Ceiba del municipio de El Rama?

¿Cuáles son las características de las prácticas de producción agropecuarios presentes en la comunidad La Ceiba del municipio de El Rama?

¿Cuál es el nivel de exposición de los sistemas de producción agropecuarios en la comunidad La Ceiba del municipio de El Rama frente a la variabilidad climática durante el periodo 2023-2024?

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios en la comunidad La Ceiba del municipio de El Rama ante la variabilidad climática durante el periodo 2023-2024?

## **V. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo General**

1. Analizar el grado de vulnerabilidad de los Sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática en la comunidad La Ceiba del municipio de El Rama, RACCS, Nicaragua, Enero 2023 – Enero 2024.

### **5.2. Objetivos Específicos**

1. Identificar las prácticas agroecológicas de adaptación a la variabilidad climática, implementadas por los productores agropecuarios, en la comunidad La Ceiba del municipio de el Rama.
2. Describir los sistemas de producción agropecuarios y las prácticas productivas a las que están asociados en la comunidad La Ceiba del municipio de El Rama.
3. Valorar el grado de exposición actual de los sistemas de producción agropecuario en La comunidad La Ceiba del municipio de El Rama mediante el análisis de información climática.
4. Estimar el grado de vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante variabilidad climática en la comunidad La Ceiba del municipio de El Rama.

## **VI. ESTADO DEL ARTE**

### **6.1. Conceptos introductorios**

#### **6.1.1. Vulnerabilidad**

Según IPCC (2007), vulnerabilidad es;

El grado en que un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad y los extremos climáticos. La vulnerabilidad es una función del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático y la variación a la que un sistema está expuesto, su sensibilidad y su capacidad de adaptación.

#### **6.1.2. Rendimiento**

Herrera & Miranda (1980-2018), comprendieron en su investigación que:

“El rendimiento en la producción agropecuaria es uno de los factores principales a considerar; cuando se desea producir, porque este influye directamente en el aprovechamiento razonable de los suelos”.

#### **6.1.3. Cambio climático**

Es la variación estadísticamente significativa, ya sea de las condiciones climáticas medias o de su variabilidad, que se mantiene durante un período prolongado (generalmente durante más de diez años) Esto según Milán & Martínez, (2010). (p.16)

Con base a eso se puede mencionar que la Organización para las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (2016), dice que:

Ningún otro sector es más sensible al cambio climático que la agricultura. El sector agropecuario, que incluye los cultivos, el ganado, las pesquerías y la silvicultura, absorbe aproximadamente el 22% de las consecuencias económicas causadas por las amenazas naturales y desastres de mediana y gran escala en los países en desarrollo. Teniendo en cuenta el papel vital de estos sectores para la producción mundial de

alimentos y medios de subsistencia, es fundamental integrar la agricultura dentro de los esfuerzos de adaptación y financiación. (p.10)

#### **6.1.4. Agroecología**

De la Rosa Velásquez, (2019), dice que la agroecología:

“Se basa en los conocimientos y técnicas de las comunidades campesinas sin la dependencia de agroquímicos, pero a su vez también depende de la experimentación de mezclas de agricultura orgánica con la agricultura convencional, poniendo a diferentes organizaciones en conflicto”. (p.1)

#### **6.1.5. Diversificación**

Veguera et al., (2017) dice que:

“Se refiere al proceso de incrementar el número de actividades productivas y económicas que se realizan en una finca, parcela o cualquier unidad productiva. Como por ejemplo que establecer distintos cultivos, producir nuevos productos”. (p.40)

Herrera & Miranda, (1980-2018) dicen que:

La diversificación agropecuaria aporta estabilidad económica al país a largo plazo, ya que evita el fenómeno de concentración, que consiste en la producción de los productos básicos del país creando inestabilidad y esta es la principal causa de la volatilidad de los ingresos, es por ello que los países deben impulsar la producción de diversos tipos de productos (cultivos de patio) que garantizan la sostenibilidad económica. (p.7).

#### **6.1.6. Sistema policultivos**

Guamán Pachar & Macas Pacheco, (2016), cita a Moreno, (2006) y dice que:

“Los policultivos son sistemas de dos o más cultivos de diferente especie cultivados en una misma área de tierra, aprovechando así al máximo las condiciones ambientales de luz, agua, nutrientes y especialmente del terreno”. (p16)

Guamán y Macas (2016) citan a Brotons, (2011). Explican que:

Estos cultivos pueden ser combinados durante todo un ciclo o parte del mismo, ya sean anuales con anuales, anuales con perennes o perennes con perennes. Los cultivos de ciclo corto pueden ser sembrados en sucesiones hasta que el cultivo principal o dominante se establezca y domine el sistema. (p.16).

#### **6.1.7. Sistemas agroforestales**

Portillo (2010), dice que:

Así como se ha encontrado cierto antagonismo entre los agricultores en cuanto al uso forestal y el agropecuario, también se ha identificado que, en muchas partes del mundo, han existido técnicas ancestrales de uso y manejo de los suelos, donde se combinan la producción forestal y los cultivos agrícolas o la producción animal, las cuales han sido implementadas con mucho éxito para satisfacer numerosas necesidades relacionadas a la seguridad alimentaria y la generación de ingresos. (P.2)

De acuerdo con Portillo, (2010):

Los sistemas y tecnologías de uso del suelo y recursos naturales en los cuales las especies leñosas (árboles, arbustos)

“Se utilizan deliberadamente bajo un sistema de manejo integral con cultivos agrícolas y/o producción animal, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal”. (p.3)

#### **6.1.8. Sistema agro-silvopastoril:**

Oficina Nacional Forestal, (2013) dice que:

Sistema donde se combinan árboles con cultivos agrícolas y pastos para producción animal, en forma simultánea o en forma secuencial. Se puede combinar con el uso de cortinas rompe vientos, árboles en hileras o cercas vivas”. (p.5)

#### **6.1.9. Sistema silvopastoril:**

Oficina Nacional Forestal, (2013) explica que es el:

Sistema donde se integran pastos para ganado en una misma unidad de tierra, en asociación con árboles para leña, madera, frutos y forraje. El sistema es una producción combinada que busca proporcionar un mayor beneficio al productor. Se

emplean prácticas de conservación de suelos, al rotar el ganado. (Los animales a la sombra, rinden mejor). (p.5)

#### **6.1.10. Rotación de cultivos**

Sebastián, (2015) cita a Vázquez (2010) y nos expresa que:

La rotación de los cultivos es una práctica agroecológica que brinda distintas ventajas de carácter económico, químico, físico y biológico. Esta práctica tiene distintos efectos fitosanitarios como la reducción de malezas, nematodos y microorganismos fitopatógenos que habitan en el suelo y algunas plagas insectiles. Además, la rotación con cultivos de cobertura limita el crecimiento de arvenses y el cultivo siguiente es menos afectado. Algunas plantas (como la albahaca y el ajo) tienen efectos alelopáticos, que pueden ser utilizadas para suprimir organismos no deseados. (p.14)

#### **6.1.11. Cultivos intercalados:**

Felipe, (2021) cita a Nafziger, (2007) explicando que:

“La presencia de dos o más cultivos en el mismo campo al mismo tiempo, plantados en un arreglo que no permita la competencia entre uno y otro”. (p.24)

Felipe, (2021) cita a Bróker et al (2015) donde afirma que:

“El intercalado en la actualidad es una estrategia importante para pequeños agricultores con limitado acceso a tierra, baja productividad e inseguridad alimentaria en las épocas de no cosecha”. (p.24)

Felipe, (2021) cita a Ellis, (2000) y plantea que:

El intercalado desde el punto de vista de economía campesina es una alternativa para maximizar el uso de los pocos recursos con que cuentan los pequeños productores (tierra, capital y mano de obra familiar) por medio de la inclusión de dos o varios cultivos en busca de mejorar el bienestar de la familia. (p.24)

#### **6.1.12. Cercas vivas**

Muñoz y Juárez (2016) cita a Hernández et al., (2001) donde dice que:

El empleo de cercas vivas es una práctica que tradicionalmente han desarrollado los productores en manejo agrícola y pecuario de diversos países del mundo. Se ha demostrado que, dentro de los sistemas silvopastoriles, las cercas vivas también proveen cantidades considerables de forraje para la nutrición animal. (p.1)

#### **6.1.13. Uso y Manejo de los suelos**

Sociedad de Agricultores de Colombia, (2011), dice que:

El suelo es la base de la producción agropecuaria. En él, las plantas se sostienen, extraen los nutrientes, toman el agua y el aire del mismo, y encuentran las condiciones que necesitan para crecer y producir. Los productores tenemos el reto de mantener en el suelo un equilibrio físico, químico y biológico. Este equilibrio ha sido subestimado por la gran mayoría de agricultores sin distinción de tamaño a través de sus sistemas de producción y su efecto ha traído como consecuencia suelos pobres y enfermos que no son capaces de sostener un buen rendimiento por sí mismos. La producción de cultivos debe ir acompañada de medidas protectoras del suelo, evitando así su empobrecimiento o deterioro con el fin de mantener la capacidad para soportar los cultivos con buenos rendimientos, no solo una vez, sino para las siembras futuras, esto se logra estimulando y manteniendo la vida en el suelo. (p.7)

#### **6.1.14. Contaminación del suelo:**

Rayda & Cotrina, (2022) expresa que:

Dentro de la agricultura, la contaminación de suelos proviene de los insumos agrícolas como fertilizantes, plaguicidas, antibióticos presentes en abono animal o los utilizados para la prevención de enfermedades y el tratamiento de infecciones en plantas son los principales contaminantes potenciales en tierras de cultivo y plantean retos especiales, debido a los constantes cambios en las fórmulas químicas utilizadas. La intensificación de la agricultura para producir alimentos, fibra y biocombustibles suficientes ha dado lugar a un patrimonio de suelos contaminados. (p.30)

### **6.1.15. Cultivos de cobertura:**

Según López & Vega, (2004), dicen que:

La utilización de cultivos de cobertura constituye una práctica muy antigua en la agricultura. Su empleo hasta los años 50 antes de la introducción de los agroquímicos, estaba muy difundido en los sistemas de producción agrícola. El uso de cultivos de coberturas en sistemas perennes está mucho más ampliamente distribuido y reconocido que su uso en los cultivos anuales. Se considera a Indonesia como un pionero en el uso de cultivos de cobertura en palma aceitera, cocos, plantaciones de goma y sisal, en los cuales proporcionan un método de control de malezas que ahorra mano de obra, reducen la erosión del suelo y proveen nutrientes al suelo. En sistemas silvopastoriles, la cobertura podría también proveer forraje para el ganado. (p.5)

Según la (Lopes Aleida, 2004), (2004) dice que:

Estas coberturas deben presentar un crecimiento rápido, y de tipo rastrero para garantizar un buen control de erosión y una eficaz supresión de hierbas invasoras. La introducción de una leguminosa de cobertura a las plantaciones de cultivos perennes contribuye a la proliferación de numerosos micro hábitats para un gran número de microorganismos, insectos, reptiles, roedores y pájaros, hay una menor incidencia de pestes agrícolas, favorecen las poblaciones de lombrices de tierra y con ello mejoran la aireación y la tasa de infiltración del suelo. (p.6)

### **6.1.16. Barreras vivas:**

Mendoza, (2018), dice que barreras vivas es:

“Plantar cultivos perennes o semiperennes para reducir la velocidad del viento y a la misma vez reducir la velocidad del agua que cae sobre el terreno (retención del suelo). (p.17)

(Proyecto para el apoyo a pequeños productores en la zona oriental), expresa que:

Las barreras vivas constituyen parte de diversas actividades y técnicas dentro del manejo integrado de plagas (MIP) que tienen como principal función el control de plagas. Estas son obstáculos físicos, que además de esa función, protegen los cultivos

contra la acción del viento. En zonas de ladera, sirven de barreras físicas para el control de la erosión del suelo. (p.20)

#### **6.1.17. Terrazas**

FAO, (2018) dice que:

Las terrazas consisten en plataformas o escalones construidos a través de la pendiente y separados por paredes verticales protegidas por vegetación. En muchas ocasiones son estructuras de piedra, establecidas en suelos con pendientes, que permiten formar una superficie de terreno horizontal sobre la cual se cultiva sin que escurra el agua. Las terrazas se usan para detener la erosión del suelo cultivable, el arrastre de materia orgánica y el lavado de nutrientes del suelo; por otro lado, sirve para conservar la humedad del suelo (p.89)

#### **6.1.18. Materia orgánica**

García Araiza, (2011) cita a Volke et al., (2002) quien dice que:

La fracción orgánica de los suelos está constituida por desechos vegetales y animales, que generalmente se le conoce como humus. Un suelo con alto contenido húmico, disminuye la movilidad de los compuestos orgánicos y así la eficiencia de ciertas tecnologías (p.43)

#### **6.1.19. Las quemas:**

Rayda & Tantavilca, (2022), nos dicen que:

Las quemas agropecuarias generalmente causan incendios registrados en zonas rurales, estas quemas son realizadas por los pobladores con la finalidad de renovar los pastos e iniciar la campaña agrícola, efectuando la quema para habilitar chacras de cultivo o deshacerse de los residuos, por lo que, se recomienda evitar estas malas prácticas porque desencadenan incendios forestales y debido a los factores climáticos la expansión del fuego se torna incontrolable. Además, el uso del fuego en la quema de residuos agrícolas perjudica a la macro fauna del suelo, deteriora su estructura y, como consecuencia, afecta el desarrollo de los cultivos, también aumenta la erosión de los suelos, lo que la hace más vulnerable a las inundaciones y derrumbes. (p.31)

### **6.1.20. Quemadas agrícolas**

Rayda & Cotrina, dice que la agricultura de roza, tumba y quema (también conocida como agricultura nómada o itinerante):

Se ha relacionado frecuentemente con la degradación del ambiente. El debate se centra en la idoneidad de este sistema dadas las condiciones ambientales de las selvas, que son los sistemas donde se emplea con mayor intensidad. La fertilidad de los suelos selváticos es por lo general reducida, lo que hace imposible lograr cosechas abundantes durante largo tiempo sin fertilizar el suelo. La productividad del suelo se recupera dejando que la parcela descanse por varios años, con la ventaja de no usar agroquímicos que representen un riesgo a la salud o al ambiente. El uso del fuego para la agricultura es responsable de un importante número de incendios forestales. Resultado de ello, el suelo de la selva se degrada y numerosas especies típicas de la vegetación madura son incapaces de sobrevivir bajo un régimen de incendios constante. (p32)

### **6.1.21. Uso y manejo del agua**

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2018) nos explica que:

Si se dispone de agua dulce limpia, se puede contar con una agricultura sana y con alimentos nutritivos. El agua es la línea de vida de los ecosistemas, es esencial para todos los aspectos del desarrollo social, económico y medioambiental. Es fundamental para erradicar la pobreza, para garantizar la seguridad alimentaria y la resiliencia a los desastres naturales y los provocados por el hombre. Además, tiene un papel clave en la adaptación a la variabilidad climática, el sector agrícola está sediento. Los cultivos y el ganado son los responsables del 70% del consumo mundial de agua y, en algunos países en desarrollo, del 95%. Probablemente, el uso de agua para riego y para el ganado aumentará a medida que el crecimiento de la población mundial y el desarrollo económico incrementarán la demanda de alimentos. Actualmente, el agua es un bien cada vez más escaso y mal gestionado (p.29)

### **6.1.22. Riego por goteo**

Fley Vado (2020), expresa que:

Un sistema de riego por goteo consiste en conducir el agua a través de una red de tuberías, aplicándose a los cultivos a través de emisores que suministran bajos volúmenes de agua de manera paulatina. El agua entra en forma de gota por medio de goteros. (p.1)

Fley Vado (2020), cita a Casillas y Briones 2015, y explica que:

Un sistema de riego por goteo es aquel donde se aplica agua filtrada (y fertilizante) dentro o sobre el suelo directamente a cada planta en forma individual. En los árboles sembrados en huertas y otros cultivos ampliamente espaciados, esto se realiza utilizando líneas laterales que corren a lo largo de cada hilera del cultivo. Los “emisores” que son anexados a la línea lateral suministran las necesidades de agua a cada planta. (p.4)

### **6.1.23. Rastrojo o mulch**

Mendoza, (2018), expresa que:

El rastrojo o mulch “son residuos de los cultivos (mejor al ser cortados o picados) para disminuir las larvas de plagas, proteger la humedad y riqueza del suelo, suprime malezas” (p18).

## 6.2. ANALISIS DE ESTUDIO

1. En su publicación Brenda, (2007) titulada “El manejo agroforestal como estrategia adaptativa frente a posibles extremos microclimáticos en la caficultura” Los patrones actuales de variabilidad climática pueden causar climas más extremos y variables en el futuro, amenazando la productividad agrícola en muchas áreas del mundo. Debido a que muchos pequeños agricultores rurales dependen de la agricultura de subsistencia y de secano, las prioridades deben centrarse en mecanismos de supervivencia que protejan a estos agricultores de futuras vulnerabilidades. Los agricultores de esta región han notado cambios en el clima, observando que las lluvias comienzan más tarde, al final de la estación seca y en menor cantidad, lo que amenaza la supervivencia de las plantas y retrasa la floración anual, los estudios regionales respaldan estas percepciones, mostrando una disminución constante de las precipitaciones durante el período 1920-1990; Además, los modelos climáticos para México predicen un aumento de la temperatura y un cambio en las precipitaciones para el futuro, lo que potencialmente amenaza a los agroecosistemas (Magaña et al., 1997, Villers, 1997).

Las variaciones actuales en el clima debido a El Niño Oscilaciones del Sur (ENOS) han estimulado la discusión sobre el desarrollo de planes de protección agrícola para los agricultores rurales mexicanos (Eakin, 2000). Investigaciones recientes han sugerido que los agricultores se preparan para la variabilidad climática mediante un mayor uso de la predicción climática, la selección de variedades tolerantes a la sequía (Adams et al., 2003) o la vuelta a los sistemas naturales para proteger las funciones ecológicas (Gregory e Ingram, 2000). Estas sugerencias son especialmente importantes para los pequeños propietarios que no tienen los medios financieros para proteger sus cultivos del estrés hídrico a través de métodos tecnológicos, como el riego. Las predicciones son que los niveles más altos de cobertura de sombra crearán microclimas con medias estacionales más bajas en la temperatura ambiente, la humedad relativa, la radiación solar y la humedad del suelo, así como fluctuaciones más pequeñas en estos factores a lo largo del día y el año. he eligieron tres grandes fincas en la región del Soconusco teniendo en cuenta la proximidad geográfica, para garantizar condiciones climáticas similares, como la irradiancia, las precipitaciones y los efectos del viento, así como suelos similares. Finca Irlanda se encuentra en 15°11'N,

92°20'W, Rancho Alegre se encuentra en 15°9'N, 92°21'O y Finca Hamburgo se encuentra en 15°10'N, 92°19'W. Todas las fincas están situadas aproximadamente a 40 km al NE de Tapachula, Chiapas, México. Las fincas están compuestas por una capa de arbustos de café arábica. Los resultados del efecto sitio en el modelo lineal mixto muestran resultados mixtos para los factores climáticos. Las mediciones de temperatura muestran que los sitios no fueron significativamente diferentes en la estación húmeda o en la estación seca (húmedo: d.f. = 18,  $F = 2,9$ ,  $p = 0,080$ ; Seco: D.F. = 21,  $F = 0,356$ ,  $p = 0,705$ ) debido a la gran variación en los datos, especialmente en la estación seca.

Las mediciones de humedad no fueron significativamente diferentes en la estación húmeda, pero fueron significativamente diferentes en la estación seca. En conclusión, este estudio muestra que el uso de árboles de sombra en los sistemas agroforestales puede ofrecer un mecanismo de afrontamiento eficaz para implementar en áreas agrícolas que sufren de extremos climáticos. Ejemplos recientes de clima extremo en muchas zonas de América Latina, como las temporadas prolongadas de El Niño, apuntan a la necesidad de tales adaptaciones frente a los cambios climáticos. Ya sea para planes a corto o largo plazo de la agricultura del café en esta región, la idea de Gregory e Ingram (2000) de mover la agricultura hacia la agricultura natural.

2. En trabajo de D, Sacks, & C, (2011), titulado “Simulación de los efectos del clima y las prácticas de gestión agrícola en el rendimiento mundial de los cultivos” Se espera que la variabilidad climática tenga un impacto significativo en la producción mundial de alimentos, y es importante comprender la distribución geográfica potencial de las pérdidas de rendimiento y los medios para aliviarlas. Este estudio presenta un nuevo modelo global de cultivos, PEGASUS 1.0 (Predicting Ecosystem Goods And Services Using Scenarios) que integra, además del clima, el efecto de las fechas de siembra y las opciones de cultivares, el riego y la aplicación de fertilizantes en el rendimiento de los cultivos de maíz, soja y trigo de primavera. PEGASUS combina la dinámica del carbono para los cultivos con un modelo de energía superficial y balance hídrico del suelo. También se beneficia del reciente desarrollo de un conjunto de conjuntos de datos y análisis globales que sirven como entradas de modelos o como datos de calibración. Estos incluyen datos sobre las fechas de siembra y cosecha de los cultivos, las zonas de regadío específicas de los cultivos, un análisis mundial de las

diferencias de rendimiento, y la superficie cosechada y el rendimiento de los principales cultivos. Los resultados de los modelos para el clima actual y la gestión de las explotaciones agrícolas se comparan razonablemente bien con los datos mundiales. Las fechas simuladas de siembra y cosecha están dentro del rango de las observaciones del calendario de cultivos en más del 75% del total de las áreas cosechadas de cultivos. La correlación de los rendimientos de los cultivos simulados y observados indica un coeficiente de determinación ponderado, con una ponderación basada en la superficie cosechada, de 0,81 para el maíz, 0,66 para la soja y 0,45 para el trigo de primavera. Descubrimos que los cambios en la temperatura y la precipitación según lo predicho por los modelos climáticos globales para la década de 2050 conducen a una reducción del rendimiento global si las fechas de siembra y cosecha permanecen sin cambios. Sin embargo, la adaptación de las fechas de siembra y la elección de los cultivares aumenta el rendimiento en las regiones templadas y evita entre el 7 y el 18% de las pérdidas mundiales.

3. En Nicaragua, Baca et al. (2011) identificaron en nueve municipios cafetaleros la vulnerabilidad en los medios de vida de las familias cafetaleras y lineamientos de posibles estrategias de adaptación en respuesta a la variabilidad climática proyectado. Para identificar la exposición se tomaron como base los modelos de adaptabilidad productiva para café elaborados por CIAT (actual y futuro al 2050) y reportados en el Informe de Escenarios del Impacto del Clima Futuro en Áreas de Cultivo de Café en Nicaragua. Los modelos de adaptabilidad productiva, la superficie cultivada y la ubicación geográfica de las fincas cafetaleras en Nicaragua permitieron definir escalas de exposición para los medios de vida (principalmente café) de las familias, a través de las cuales estratificamos la población y determinamos una muestra homogénea de 150 familias, considerando tres niveles de exposición (alto, medio, bajo). Se aplicaron herramientas cualitativas a través de grupos focales para identificar la percepción de las familias a la variabilidad climática sobre sus sistemas de producción y determinar posibles indicadores para medir sensibilidad y capacidad de adaptación. Se estructuró y aplicó una metodología con herramientas participativas para el desarrollo de indicadores de Sensibilidad y Capacidad de Adaptación, estructurados con los Cinco Capitales de la Comunidad y el Enfoque de Medios de Vida desarrollados por DFID en 1999. Para la construcción de los indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación se realizó un panel de expertos quienes identificaron y priorizaron

los indicadores propuestos. Se realizó la validación a través de la muestra definida de 150 familias, aplicando entrevistas semiestructuradas adaptando la metodología de Geilfus 1997, siendo identificados 9 indicadores para sensibilidad y 11 para capacidad de adaptación. Con los niveles de exposición, los indicadores de sensibilidad y capacidad de adaptación se identificaron los niveles de vulnerabilidad de las familias a la variabilidad climática. Finalmente se realizaron talleres participativos para identificar posibles lineamientos de adaptación al cambio climático. A través de la aplicación de la metodología se identificó que las familias cafetaleras perciben cambios en la estacionalidad del clima y que estos cambios afectan sus sistemas de producción principalmente en las floraciones, rendimientos y manejo de los cultivos, así como la reducción de las fuentes de agua debido a frecuentes sequías y fenómenos extremos. Además, el 18% de las familias se ubicaron en el nivel de alta vulnerabilidad siendo localizadas en los municipios de El Tuma-La Dalia, El Cuá y Quilalí, el 52% de las familias presentaron media vulnerabilidad y el 30% de las familias presentaron baja vulnerabilidad, encontrándose ambos grupos ubicados en los nueve municipios presentes en el estudio.

4. En su investigación Nicholls, (2013) con lleva por titulo “El potencial de adaptación y mitigación de la agricultura tradicional en un clima cambiante” La amenaza de la variabilidad climática global ha causado preocupación entre los científicos porque la producción de cultivos podría verse gravemente afectada por cambios en variables climáticas clave que podrían comprometer la seguridad alimentaria tanto a nivel mundial como local, por lo que en este artículo se explora objetivamente una serie de formas en las que se pueden implementar tres estrategias agroecológicas tradicionales clave (biodiversificación, manejo del suelo y recolección de agua) en el diseño y manejo de agroecosistemas, lo que permite a los agricultores adoptar una estrategia que aumente la resiliencia y brinde beneficios económicos, incluida la mitigación del calentamiento global. Si bien es cierto que los fenómenos climáticos extremos pueden afectar gravemente a los pequeños agricultores, los datos disponibles son sólo una aproximación a la comprensión de la heterogeneidad de la agricultura a pequeña escala, ignorando la miríada de estrategias que miles de agricultores tradicionales han utilizado y siguen utilizando para hacer frente a la variabilidad climática; Los científicos se han dado cuenta de que muchos pequeños agricultores se enfrentan a la variabilidad climática e incluso se preparan para él, minimizando la pérdida de cosechas a

través de una serie de prácticas agroecológicas. Las observaciones del desempeño agrícola después de eventos climáticos extremos en las últimas dos décadas han revelado que la resiliencia a los desastres climáticos está estrechamente relacionada con el alto nivel de biodiversidad en las explotaciones agrícolas, una característica típica de los sistemas agrícolas tradicionales.

Con base en esta evidencia se concluyó que, diversos expertos han sugerido que el rescate de los sistemas de manejo tradicionales combinado con el uso de estrategias de manejo basadas en la agroecología puede representar el único camino viable y robusto para aumentar la productividad, la sostenibilidad y la resiliencia de la producción agrícola campesina bajo los escenarios climáticos previstos.

5. Según, C. Rosenzweig, (2013) en su tema “El Proyecto de Intercomparación y Mejora de Modelos Agrícolas (AgMIP): Protocolos y estudios piloto” es un importante esfuerzo internacional que vincula a las comunidades de modelación climática, de cultivos y económicas con tecnología de la información de vanguardia para producir modelos económicos y de cultivos mejorados y la próxima generación de proyecciones de impacto climático para el sector agrícola. Los objetivos del AgMIP son mejorar sustancialmente la caracterización de la seguridad alimentaria mundial debida al cambio climático y aumentar la capacidad de adaptación tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados. Los análisis de los impactos agrícolas de la variabilidad y el cambio climático requieren un esfuerzo transdisciplinario para vincular de manera consistente los escenarios climáticos más avanzados con los modelos económicos y de cultivos. Los resultados de los modelos de cultivos se agregan como insumos para los modelos económicos regionales y mundiales para determinar las vulnerabilidades regionales, los cambios en las ventajas comparativas, los efectos en los precios y las posibles estrategias de adaptación en el sector agrícola. Se presentan los Protocolos de Equipo de Clima, Modelado de Cultivos, Economía y Tecnología de la Información para guiar las actividades coordinadas de investigación sobre el clima, el modelado de cultivos, la economía y la tecnología de la información en todo el mundo, junto con los Temas Transversales de AgMIP que abordan la incertidumbre, la agregación y el escalamiento, y el desarrollo de Vías Agrícolas Representativas (RAP) para permitir la prueba de las adaptaciones al cambio climático en el contexto de otras tendencias regionales

y globales. Se describe la organización de las actividades de investigación por regiones geográficas y cultivos específicos, así como los hitos del proyecto.

Los resultados piloto demuestran el papel de AgMIP en la evaluación de los impactos climáticos con una representación explícita de las incertidumbres en los escenarios climáticos y simulaciones utilizando modelos económicos y de cultivos. Una comparación de simulaciones de modelos de trigo cerca de Obregón, México, revela diferencias entre modelos en la sensibilidad del rendimiento a [CO<sub>2</sub>] la incertidumbre del modelo se mantiene aproximadamente estable a medida que aumentan las concentraciones, mientras que la incertidumbre relacionada con la elección del modelo de cultivo aumenta con el aumento de las temperaturas. Las simulaciones de modelos de trigo con escenarios climáticos de mediados de siglo proyectan una ligera disminución en los rendimientos absolutos que es más sensible a la selección del modelo de cultivo que al modelo climático global, el escenario de emisiones o el método de reducción de escala del escenario climático. Una comparación de las simulaciones económicas a escala regional y nacional revela una gran sensibilidad de los cambios de rendimiento proyectados a las escalas resueltas de las simulaciones. Por último, un ejemplo de intercomparación de modelos económicos globales demuestra que las mejoras en la comprensión de los futuros de la agricultura surgen de la integración del rango de incertidumbre en los resultados de los modelos de cultivos, clima y economía en las evaluaciones de modelos múltiples.

6. En el trabajo de Altieri, (2015), titulado “La agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático” Con el este se prevén impactos diversos, severos y específicos de la ubicación en la producción agrícola. El último informe del IPCC indica que el aumento de la CO<sub>2</sub> y los gases de efecto invernadero asociados podrían provocar un aumento de 1,4 a 5,8 °C en las temperaturas de la superficie mundial, con las consiguientes consecuencias en la frecuencia y la cantidad de precipitación. La temperatura y la disponibilidad de agua siguen siendo factores clave para determinar el crecimiento y la productividad de los cultivos; Los cambios previstos en estos factores conducirán a una reducción de los rendimientos de los cultivos. Los cambios inducidos por el clima en la dinámica de las poblaciones de plagas de insectos, patógenos y malezas y su carácter invasivo podrían agravar esos efectos. Sin lugar a dudas, la inestabilidad inducida por el clima y el

tiempo afectará los niveles y el acceso al suministro de alimentos, alterando la estabilidad social y económica y la competitividad regional. La adaptación se considera un factor clave que determinará la gravedad futura de los impactos del cambio climático en la producción de alimentos. Los cambios que no modifiquen radicalmente la naturaleza de monocultivo de los agroecosistemas dominantes pueden moderar temporalmente los impactos negativos. Es probable que los beneficios más grandes y duraderos sean el resultado de medidas agroecológicas más radicales que fortalezcan la resiliencia de los agricultores y las comunidades rurales, como la diversificación de los agroecosistemas en forma de policultivos, sistemas agroforestales y sistemas mixtos de cultivo y ganadería, acompañados de la gestión orgánica del suelo, la conservación y cosecha del agua, y la mejora general de la agrobiodiversidad. Los sistemas agrícolas tradicionales son depositarios de una gran cantidad de principios y medidas que pueden ayudar a los sistemas agrícolas modernos a ser más resistentes a los extremos climáticos. Muchas de estas estrategias agroecológicas que reducen la vulnerabilidad a la variabilidad climática incluyen la diversificación de cultivos, el mantenimiento de la diversidad genética local, la integración animal, el manejo orgánico del suelo, la conservación y cosecha del agua, etc. Comprender las características agroecológicas que subyacen a la resiliencia de los agroecosistemas tradicionales es un asunto urgente, ya que pueden servir de base para el diseño de sistemas agrícolas adaptados. Las observaciones del desempeño agrícola después de eventos climáticos extremos (huracanes y sequías) en las últimas dos décadas han revelado que la resiliencia a los desastres climáticos está estrechamente relacionada con las explotaciones agrícolas con mayores niveles de biodiversidad. Los estudios de campo y los resultados reportados en la literatura sugieren que los agroecosistemas son más resilientes cuando se insertan en una matriz de paisaje compleja, con germoplasma local adaptado desplegado en sistemas de cultivo diversificados manejados con suelos ricos en materia orgánica y técnicas de conservación y cosecha de agua. La identificación de los sistemas que han resistido eventos climáticos recientemente o en el pasado y la comprensión de las características agroecológicas de dichos sistemas que les permitieron resistir y/o recuperarse de eventos extremos es de mayor urgencia, ya que los principios y prácticas de resiliencia derivados que subyacen a las explotaciones agrícolas exitosas pueden difundirse a miles de agricultores a través de Campesino a Campesino para ampliar las prácticas agroecológicas que mejoren la

resiliencia de los agroecosistemas. La difusión efectiva de las tecnologías agroecológicas determinará en gran medida qué tan bien y qué tan rápido se adaptarán los agricultores al cambio climático. Como conclusión afirma que, los sectores agrícolas de todos los países tendrán que hacer frente a cierto grado de cambio climático, lo que hará que la adaptación sea imperativa (Howden et al. 2007). Es esencial que se tomen medidas para apoyar a los agricultores y a los hogares que se dedican a la agricultura a hacer frente tanto a la amenaza de la variabilidad climática como a los desafíos que el cambio climático planteará a las futuras oportunidades de subsistencia. El lanzamiento de la Alianza Mundial para la Agricultura Climáticamente Inteligente en la Cumbre del Clima celebrada recientemente en Nueva York, en septiembre de 2014, reconoce el imperativo de la adaptación, pero su enfoque en las mejoras sostenibles de la productividad y la creación de resiliencia hace hincapié principalmente en las nuevas innovaciones, como la identificación y el desarrollo de genes climáticamente inteligentes para el mejoramiento de cultivos. con poca atención a la agricultura tradicional o a los enfoques basados en la agroecología.

7. Según Jiménez, Soto, Pérez, Kú, Ayala, y Villanueva et al. (2015) dice que el sureste de México (SM) no está exento de los efectos del cambio climático (CC), de aquí deriva la importancia de buscar alternativas de mitigación y promover estrategias participativas de adopción y adaptación. El presente trabajo tiene como objetivo revisar los avances en mitigación y adaptación al CC en el sector ganadero en el SM, y resaltar las contribuciones de los sistemas agroforestales-silvopastoriles (SS) y las buenas prácticas ganaderas (BPG). En las últimas décadas, en el SM el principal sector emisor de gases de efecto invernadero (GEI) ha sido el cambio de uso de suelo y la silvicultura (USCUSS), con más de 50% de emisiones ocasionadas por la deforestación y transformación en áreas de agricultura para granos básicos, cultivos comerciales y pastizales para ganadería bovina. El segundo sector, en el rango de emisiones, ha sido el agrícola (incluyendo al ganadero), emitiendo entre 18-20%. De este sector, la ganadería bovina ha contribuido con más de 80% de las emisiones de GEI, las cuales son ocasionadas por la fermentación entérica. En este contexto, los SS y las BPG son una estratégica opción para mitigar y adaptarse el CC. En una revisión de investigaciones previas y proyectos de desarrollo en el sureste de México, se ha encontrado que los sistemas agroforestales, las BPG y el uso de prácticas silvopastoriles tienen alto potencial para capturar carbono y mitigar los GEI, dependiendo de la complejidad de

determinado sistema. Respecto al metano entérico, se observa que las estrategias de mitigación más viables son aquellas que consideran la manipulación de la dieta animal con recursos arbóreos forrajeros locales y sistemas silvopastoriles, ya que son más accesibles al productor ganadero y son de bajo costo. Respecto a estudios de mitigación de óxido nitroso, en el SM, no hay estudios realizados. Se requiere fomentar la construcción de alianzas sociales y estrategias técnico-sociales que fortalezcan las capacidades locales de la población y permitan la masificación de SS y adaptarse al CC, en el contexto de la agenda global, y por una ganadería sustentable. (P.51-52)

8. En la investigación de Gutiérrez y Obregón (2015), titulada: “Estrategias de adaptación ante el cambio climático en granos básicos: maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) en cinco comunidades de San Ramón, Matagalpa 2014”; siendo sus variables principales: Características de sistemas de producción, impacto de la alteración climática sobre granos básicos, efectos del cambio climático en seguridad alimentaria y adaptación al este, en sistemas de producción de granos básicos. El objetivo principal de la investigación fue identificar las estrategias de adaptación ante los efectos del cambio climático en granos básicos. Para la recopilación de información se usaron dos técnicas de investigación, en primer lugar, con la realización de grupos focales con productores de cada comunidad y posteriormente la aplicación de encuestas en los hogares. Los resultados más relevantes muestran como los pequeños productores de granos básicos que fueron muy influenciados por el desajuste climático; los principales efectos fueron la disminución de los rendimientos productivos, pérdidas totales de cultivos, daños en las parcelas como pérdidas de suelo por escorrentías, afectación por muchas lluvias, sequía. Esto causó daños económicos a los productores que debieron dedicarse a trabajar en otras fincas para poder suplir las necesidades del hogar. La seguridad alimentaria para las familias campesinas está en riesgo debido a las afectaciones del clima que han ocasionado baja producción y pérdidas totales de los cultivos. Las principales estrategias de adaptación que se están realizando son: implementación de obras de conservación de suelo y agua, reforestación, selección de semillas, adecuación del calendario de siembra, asociación de cultivos, diversificación de las fincas, sistemas agroforestales; los resultados permiten recomendar estrategias para adaptarse a la variabilidad climática.

9. En Colombia en el municipio de Pacho, localizado al nor-occidente del departamento de Cundinamarca Hidalgo (2016) realizó una investigación en la que estimó el grado de vulnerabilidad a partir de indicadores multidimensionales e identificó estrategias de adaptación a la variabilidad climática en sistemas productivos de café. Se desarrolló en 15 familias caficultoras, en cuatro fases: a) evaluación histórica de la fluctuación del clima e información de las percepciones de las familias caficultoras a la variabilidad climática, para determinar el grado de exposición a la variabilidad climática; b) cálculo de la sensibilidad y capacidad de adaptación a través de indicadores multidimensionales; evaluó 9 indicadores para sensibilidad y 8 para capacidad de adaptación c) estimación de la vulnerabilidad a partir de la ecuación definida por el IPCC en el 2001, donde la vulnerabilidad está en función de la exposición más sensibilidad menos la capacidad de adaptación y d) identificación de estrategias de adaptación a la variabilidad climática. La exposición total varía de acuerdo con los efectos percibidos por los caficultores sobre los sistemas productivos tras la ocurrencia de fenómenos de variabilidad climática, al calcular la vulnerabilidad los sistemas productivos la tipología sombra baja presenta mayor vulnerabilidad a la variabilidad climática que las fincas con tipología sombra alta y media. La conservación de bosques, diversificación del sistema productivo, protección de la biodiversidad funcional, aplicación de prácticas sostenibles de producción, participación de capacitaciones, adecuación de la infraestructura post cosecha, diversificación de ingresos, programas y políticas de apoyo a cafeteros con asistencia técnica; son estrategias utilizadas para minimizar los efectos de la variabilidad climática.

10. En Honduras en el municipio de San Antonio de Oriente ubicado en el departamento de Francisco Morazán, Lezcano (2016) realizó un análisis de las iniciativas de adaptación agrícola y prácticas agroecológicas de sistemas agrícolas impactados por la variabilidad climática. Se estudió un grupo de 30 pequeños agricultores de 17 aldeas. Realizó reuniones-talleres, se analizó sus parcelas, y mediante recorridos guiados se identificaron las iniciativas de adaptación agrícola y prácticas agroecológicas. Los agricultores señalaron el año 2015 como el más seco. Las iniciativas para enfrentar la sequía fueron el riego y la cosecha de aguas lluvias, sin embargo, sólo dos poseen riego por goteo y cinco productores cosechan aguas lluvias. Los granos básicos predominantes son el maíz y el frijol, de los cuales todos lo destinan para el consumo. Entre las prácticas agroecológicas predominantes se destacan la

mezcla de variedades locales, los policultivos y la no quema. Estas prácticas responden a criterios como; menor costo, menor demanda de mano de obra y menor exigencia de área. El estudio reportó una vulnerabilidad promedio 2.46 (alta vulnerabilidad). El 70% de los agricultores, es decir, 21 se encuentran con alta vulnerabilidad y el 30% restante presentan vulnerabilidad media.

11. En su investigación, Gloria Isabel Reyes Anistro, (2018), titulada “Vulnerabilidad ante la variabilidad climática en los cultivos de maíz *Zea mays*” la cual presentó como principal objetivo evaluar la vulnerabilidad ante la variabilidad climática en los cultivos de maíz de temporal en el Distrito de Desarrollo Rural 073-Toluca, México. Para lograr el objetivo del presente estudio se establecieron tres fases metodológicas, la primera consistió en caracterizar el medio físico de la zona de estudio incluyendo las características fisiográficas y climatológicas. En la segunda fase se elaboró un diagnóstico por medio de un análisis retrospectivo de las características climatológicas de 1980 a 2014, para lo cual se seleccionaron 18 estaciones meteorológicas de la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) y se utilizaron las variables de temperatura máxima, mínima y precipitación durante el periodo establecido con el uso del software Eric 3.2. Para el estudio del comportamiento del maíz se utilizaron datos del anuario estadístico sobre producción agrícola del SIAP (Sistema de Información Agrícola y Pecuaria, 2013) de la SAGARPA. Finalmente, se realizó la evaluación de la vulnerabilidad de los cultivos de maíz bajo condiciones de cambio climático considerando las características socioeconómicas de la población que se dedica a esta actividad para cada municipio a través del método de pesos iguales. Obteniendo como Resultado el análisis longitudinal de temperatura y precipitación, la temperatura máxima promedio para el Distrito se mantuvo entre 19.6 y 20.8 °C, sin embargo, algunos municipios muestran temperaturas de hasta 28 °C, como Temoaya y Lerma. Si bien durante el periodo de estudio no se presentan fluctuaciones significativas, entre 1980 y 1990 se muestra un incremento en este parámetro y posteriormente entre 1990 a 1995 la temperatura máxima descendiendo llegando a los 16 °C. Por otro lado, la temperatura mínima oscila entre los -2 y 10 °C en promedio, aunque tampoco se presentan cambios significativos entre 1980 y 2014 las temperaturas más bajas se registraron entre 1980 y 1985, mientras que las bajas más altas se presentan a partir del año 2000 alcanzando como mínima los 10 °C. Los indicadores de exposición respecto a eventos extremos son considerados como amenazas las actividades

agrícolas especialmente en condiciones de temporal. El análisis de las condiciones geográficas y climáticas de la zona para este estudio muestra que hacia la zona sur del mismo existen zonas susceptibles a deslizamientos especialmente en épocas de lluvia, lo que a su vez ha ocasionado inundaciones para dicha área, así como el centro del Distrito, del mismo modo las heladas y granizadas juegan un papel importante y son una de las principales amenazas para los cultivos, especialmente en las partes más altas; Por último, el aspecto natural se refiere a las cuestiones naturales de la región que ayudan a mitigar la variabilidad en el clima. En este caso se tomó como indicador la superficie cubierta con bosques y selvas que ocupan 19% de la superficie total abarcando entre el 20 y 40% de los municipios de Jiquipilco, Lerma, Ocoyoacac, Otzolotepec, Tenango del Valle, Texcalyacac, Tianguistenco, Xonacatlán y Zinacantepec. Estas áreas son de alto valor ecológico ya que ayudan a disminuir la concentración de gases de efecto invernadero que son los principales causantes de la variabilidad climática. La severidad de la vulnerabilidad se estableció a través de los valores obtenidos de los subíndices de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación, considerando que a mayor exposición y sensibilidad mayor será la vulnerabilidad, al contrario de la capacidad de adaptación que cuando presenta valores más altos disminuye la condición de ésta. Como discusión y conclusiones se encontró que la variabilidad climática, en cuanto a la precipitación, está afectando algunas zonas de cultivo, especialmente donde se presentan lluvias y granizadas intensas. La alteración de la precipitación condiciona la temporada de riego y esto implica un problema en los cultivos y en la población que se dedica a la actividad. El aumento en la temperatura resulta beneficioso para los cultivos de maíz en algunas regiones, sin embargo, la disminución en la misma también ha sido evidente, sobre todo en temporadas de invierno, lo que favorece el incremento en la intensidad de las heladas, especialmente en las partes más altas del Distrito. Por otro lado, algunas investigaciones - como la de Velázquez (2011)- afirman que los escenarios para la actividad agrícola a partir del año 2030 en adelante se podrían ver en riesgo debido a los aumentos en la temperatura, sobre todo bajo condiciones de temporal, por lo que es importante mejorar las condiciones de la población rural permitiendo la creación de programas de apoyo al campo que vayan de la mano con una buena planificación del ciclo agrícola, los sistemas de riego, la tecnología y la mejora genética del grano.

Para abordar la vulnerabilidad primero es necesario tomar en cuenta las condiciones y los factores que aumentan el nivel de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación. En este sentido, respecto a las temperaturas, un aumento de más de 30 °C afectaría significativamente a los cultivos. Por su parte, si las precipitaciones superan los 1 000 mm, la severidad de la vulnerabilidad aumentaría. En el caso de la sensibilidad, las condiciones sociales respecto a educación se consideran buenos ya que más de 90% de la población cuenta con escolaridad y alfabetización. Sin embargo, en algunas regiones la pobreza extrema es alta y los servicios de salud limitados, por lo que resulta complicado abastecer a la población en caso de alguna contingencia.

12. La presente investigación de Medina (2019) tiene datos relevantes de los “Efectos de variabilidad climática y sus amenazas para los medios de vida y la seguridad alimentaria en 12 comunidades rurales del municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí, 2017-2018”. Para realizar el estudio se abordaron las variables siguientes: Variabilidades climáticas en la zona de estudio, capitales de los medios de vida y situación actual de la seguridad alimentaria. La información se recopiló mediante entrevistas, encuestas, grupos focales, bases de datos como la del CENAGRO, así también se obtuvo acceso a bases de datos en ARGIS del INETER, para diseñar mapas. La variabilidad climática generalmente en el municipio de Limay varía entre 21°C, de 0°C a 36°C, y rara vez baja a menos de 18°C o sube a más de 38°C, existen 72 personas que han cursado la universidad de los cuales 47 (61.84%) han completado los estudios universitarios. Existen 439 adultos que no completaron la educación primaria, En el capital financiero, 656 hogares encuestadas, en 235 de ellas obtuvieron ingresos adicionales por venta de excedentes agrícolas, con promedio de C\$ 3,615.82 y valores que oscilaron entre 15 a 45,000 córdobas, con una suma total de ingresos por excedentes de agrícolas de 849,720.00 córdobas. 7.5% de los hogares tienen como fuente de ingresos la actividad pecuaria y el 5.9% las remesas, capital físico, El 56.11% de los hogares dispone de tierra, el hombre (32.61%) es el que más dispone de tierra con respecto a la mujer que solamente el 23.51% posee tierra. tenencia de la tierra 33.79% la posee escritura en derecho reales, 10.2% posee título, 11.20% en documento, 14.54% alquila y 22.79% prestan tierra para poder sembrar, El capital natural, el 49.31% de las familias obtiene el agua de pozo, seguido de poza de agua con 41.01%. Cabe mencionar que 50.69% de las familias obtienen el agua de sitios abiertos los cuales tienen riesgo de inocuidad. La situación actual

de la seguridad alimentaria, el 51.7% de las familias encuestadas pasan por un periodo de escases de alimentos, que puede oscilar entre un mes a 4 meses. La investigación realizada determina que las variabilidades climáticas extremas tanto en precipitaciones o en temperaturas, contribuyen a la vulnerabilidad de los capitales de vida. Esto hace que los hogares rurales sean sensibles ante amenazas climáticas, esto último evidenció que las vulnerabilidades de los capitales de vida contribuyen a un deterioro de la seguridad alimentaria. Lo anterior permite dar respuesta a la pregunta de investigación planteada, ya que las variabilidades climáticas extremas contribuyen altamente al deterioro de los capitales de los medios de vida y a la seguridad alimentaria de las 12 comunidades en estudio. (P. ix)

13. Para Ali Raza 1, (2019) en su investigación titulada “Impacto del cambio climático en la adaptación de los cultivos y estrategias para abordar sus resultados: una revisión”. La agricultura y la fluctuación climática están correlacionados internamente entre sí en varios aspectos, ya que esta variabilidad en el clima es la principal causa de los estreses bióticos y abióticos, que tienen efectos adversos en la agricultura de una región. La tierra y su agricultura se están viendo afectadas por los cambios climáticos de diferentes maneras, por ejemplo, variaciones en las precipitaciones anuales, la temperatura media, las olas de calor, las modificaciones en las malas hierbas, las plagas o los microbios, el cambio global del CO atmosférico<sup>2</sup> o el nivel de ozono, y las fluctuaciones en el nivel del mar. Los cambios climáticos están alarmando al mundo al obstaculizar la agricultura y sus productos. La industrialización y los gases venenosos causan el calentamiento global, que en última instancia perturba el medio ambiente del mundo. Este fenómeno tiene efectos devastadores en el crecimiento y el rendimiento de las plantas. El estrés abiótico es el principal tipo de estrés que sufren las plantas. Para comprender las respuestas de las plantas en diferentes condiciones abióticas, la necesidad actual más apremiante es explorar las bases genéticas que subyacen a estos mecanismos. Algunos cuellos de botella, desafíos moleculares y fisiológicos presentes en las plantas deben resolverse para una mejor adaptación de las plantas en condiciones abióticas. Las fluctuaciones de temperatura y las variaciones en los períodos de lluvia son indicadores muy importantes del estrés ambiental. Las variaciones climáticas colectivamente tienen resultados positivos y negativos, pero los efectos negativos son más estimulantes. Es muy difícil superar el desequilibrio en la agricultura por el cambio climático. Cómo abordar este problema y qué estrategias debemos aplicar siguen siendo ambiguas. Por

lo tanto, los investigadores deben centrarse en optimizar el crecimiento y el desarrollo de las plantas en situaciones de estrés abiótico. Para la resistencia de los cultivos contra el estrés biótico y abiótico, se adoptarán métodos culturales novedosos, la implementación de varios esquemas de cultivo y diferentes enfoques convencionales y no convencionales para salvar la agricultura en el futuro. Los enfoques de mejoramiento ayudarán a desarrollar cultivos resilientes al clima con una mejor adaptabilidad a la sequía y el calor. Los estudios de asociación del genoma completo (GWAS), la selección genómica (GS) con fenotipado de alto rendimiento y las estrategias de fenotipado son importantes para identificar los diferentes genes para el mejoramiento de cultivos bajo las crisis climáticas. Los enfoques de ingeniería genética se han aplicado significativamente para desarrollar plantas transgénicas con mayor resistencia contra diferentes respuestas de estrés biótico y abiótico. En el futuro, tenemos que hacer cultivos ecológicos con edición genómica a través de una edición genómica mediada por CRISPR/Cas9 para luchar contra la variabilidad climática.

14. Según, Chávez & Jenny, (2021) en su trabajo titulado: Impacto del cambio climático en la agricultura en los sistemas de producción agroecológico, orgánico y convencional en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo. En su investigación estudiaron la interacción entre los sistemas agroalimentarios agroecológico, orgánico y convencional frente a las alteraciones en el clima. Se contó con la colaboración de productores agroecológicos que forman parte del Sistema de Garantías Participativas (SPG), productores orgánicos y convencionales que trabajan de manera independiente. La investigación de estos sistemas agrícolas se la realizó a partir de la construcción de una matriz FODA y el análisis multicriterio de los tres sistemas agroalimentarios, La información base se la obtuvo de los Planes de Ordenamiento Territorial de los cantones en mención y de encuestas personales en campo a los productores. En el análisis multicriterio, se establecieron 35 criterios distribuidos en 5 dimensiones: económica, social, ambiental, institucional y productiva. Como resultado del análisis multicriterio, se muestra que la mejor alternativa de producción agrícola es el sistema agroecológico, seguido del orgánico y convencional. El sistema agroecológico alcanza las mayores valoraciones en las dimensiones ambiental, institucional y productiva, en tanto que su evaluación en las dimensiones social y económica es baja. El sistema orgánico presenta en las dimensiones económica y social las mejores valoraciones en contraste con las dimensiones ambiental, institucional y productiva donde tiene una calificación baja. Finalmente, el sistema

convencional es el que alcanza la peor valoración en la evaluación general, solamente en las dimensiones económica y social tiene una valoración media – baja, a la vez que en las demás dimensiones su evaluación es la más baja. En conclusión, los sistemas agroalimentarios evaluados que coexisten en la zona de estudio, debido a sus prácticas productivas, son afectados de manera distinta por el cambio climático y su contribución a este también es diferenciada. Sin embargo, este estudio muestra que el sistema mejor preparado ante estos eventos es el agroecológico, debido a que sus actividades generan el menor impacto a los recursos naturales a su vez que su contribución al Cambio Climático es mínima, haciendo de este sistema menos vulnerable y más resiliente en términos generales.

15. Betancourt et al, (2021) La investigación se desarrolló en una finca agropecuaria del municipio de Consolación del Sur. El problema fundamental fue: “Insuficientes medidas de adaptación para el enfrentamiento al cambio climático”. El objetivo general fue diversificar la producción agrícola. El proceso investigativo se fundamentó en el cumplimiento de tres etapas, en cada una de ellas, se utilizaron los métodos teóricos y empíricos. Los principales resultados fueron: la caracterización agro productiva de la finca, un resumen descriptivo del agro ecosistema antes del paso del huracán de elevada intensidad por la localidad, los resultados de la entrevista semi estructurada a ocho productores con experiencia durante el estudio exploratorio, evaluación de indicadores básicos para el enfrentamiento al cambio climático, comportamiento de las condiciones climáticas, los riesgos y vulnerabilidades para el enfrentamiento al cambio climático, desarrollo de un programa de capacitación y la propuesta y aplicación de un conjunto de alternativas vinculadas a la adaptación y mitigación. Las conclusiones fueron: el procedimiento metodológico utilizado en la investigación permitió llegar a la determinación de los riesgos y vulnerabilidades de la finca para el enfrentamiento al cambio climático, ya partir, de la baja capacidad de resistencia a eventos climatológicos de la finca se procedió a la propuesta y aplicación de un conjunto de alternativas vinculadas a la adaptación y mitigación. Estas contribuyeron a un rediseño y a la vez, a la diversificación de la producción agrícola.

### **6.3. Reflexión Final**

Teniendo en cuenta toda la información anteriormente citada, se llegó a la conclusión de que la vulnerabilidad de los sistemas de producción agrícola ante la variabilidad climática es un tema de gran importancia. La alteración climática puede tener diversos impactos en la agricultura, como cambios en los patrones de lluvia, aumento de las temperaturas, eventos climáticos extremos y cambios en la disponibilidad de recursos hídricos.

Estos cambios pueden afectar negativamente la productividad agrícola, la calidad de los cultivos y la disponibilidad de alimentos. Los sistemas de producción agrícola son vulnerables a estos impactos debido a su dependencia de condiciones climáticas.

La vulnerabilidad de los sistemas de producción agrícola ante la variabilidad climática puede variar según la región y el tipo de cultivo. Algunas áreas pueden experimentar una disminución en la disponibilidad de agua, lo que afecta la irrigación y el crecimiento de los cultivos. Otros lugares pueden enfrentar un aumento en las plagas y enfermedades debido a las condiciones climáticas más cálidas.

Es importante destacar que la vulnerabilidad de los sistemas de producción agrícola no solo afecta a los agricultores, sino también a la seguridad alimentaria y a la economía en general. Para abordar esta vulnerabilidad, es necesario implementar medidas de adaptación y mitigación, como el desarrollo de variedades de cultivos resistentes a las alteraciones climáticas, la mejora de las prácticas de gestión del agua y la promoción de la diversificación de cultivos.

En la agricultura, se ha abordado la vulnerabilidad y los riesgos de la variabilidad climática como retos y oportunidades para desarrollar medidas de adaptación que protejan los recursos naturales y los servicios ecosistémicos sobre los cuales depende. Sin embargo, en la mayoría de las condiciones regionales, el nivel de conocimiento permanece limitado respecto a riesgos de la variabilidad del clima, la distribución espacial y geográfica de la vulnerabilidad, así como los factores socioeconómicos involucrados.

Aquí se analiza cómo en los procesos agroambientales regionales existe la necesidad de convergencia entre la evaluación de riesgos climáticos locales, la vulnerabilidad de sistemas agrícolas y las capacidades adaptativas con las guías de políticas nacionales e internacionales y la ciencia del cambio climático.

Es crucial considerar la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas a las variaciones climáticas y desarrollar estrategias de adaptación para proteger la producción agrícola y los medios de vida de las comunidades rurales.

Además, muchas estrategias agroecológicas tradicionales pueden reducir la vulnerabilidad a la variabilidad climática. Estas incluyen la diversificación de cultivos, el mantenimiento de la diversidad genética local, la integración animal, la adición de materia orgánica al suelo y la cosecha de agua. Estas innovaciones son fundamentales para diseñar sistemas agrícolas resilientes a los extremos climáticos mientras se espera la implementación de programas gubernamentales e internacionales de reducción de riesgos y sistemas de información climática.

En síntesis, la investigación científica sobre la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas a las alteraciones climáticas es esencial para sugerir políticas y prácticas que promuevan la resiliencia y la sostenibilidad en la agricultura.

## VII. METODOLOGÍA

### 7.1. Área de localización del estudio

La comunidad la Ceiba se encuentra a 14 kilómetros del municipio de Rama, con una extensión territorial de 2535.1282, hectáreas con las coordenadas 12°06' 14" latitud norte, 84°16' 57" latitud Oeste, colinda con las siguientes comunidades: al Norte con la comunidad La Palmera y La comunidad Tatumbra, al Sur con la comunidad La Fortuna, al Este con la comunidad La Concha y el Oeste con la comunidad El Pijibay – El Embudo. La principal vía de acceso es terrestre.

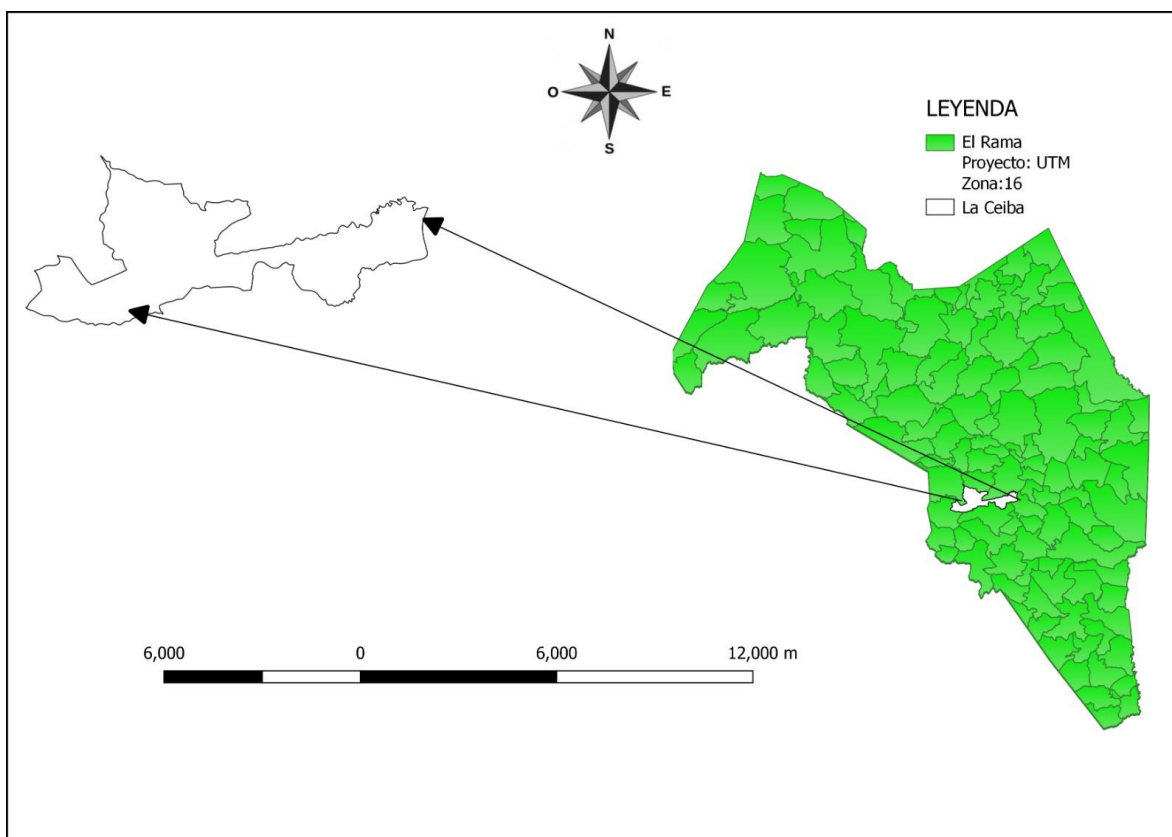


Ilustración 1. Mapa de ubicación del area del estudio, comunidad La Ceiba.

## 7.2. Tipo de estudio según el enfoque cualitativo asumido y su justificación

La investigación que se realizó tiene un enfoque cualitativo, se recopilaron datos provenientes de las descripciones de los productores sobre sus prácticas agroecológicas según su sistema de producción agropecuario.

Según su amplitud, se considera como un estudio transversal, ya que se realizó entre enero del 2023 y enero del 2024, es decir en un solo momento para describir variables relacionadas con las condiciones que determinan la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios en la comunidad La Ceiba.

## 7.3. Selección de informantes del estudio

La población de estudio constituida por 24 fincas, ubicada en la comunidad La Ceiba, equivalente al 100 % de la población de estudio.

### 7.3.1. Tipo de muestra y muestreo

El tipo de muestra empleada es no probabilística y muestreo por conveniencia, como opina (Battaglia, 2008), citado por (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014) “estas muestras están formadas por los casos disponibles a los cuales tenemos acceso”.

---

<b>Criterio de Inclusión</b>	<b>Criterios de Exclusión</b>
Fincas que sean de la comunidad la Ceiba	Fincas que no sean de la comunidad la Ceiba
Fincas con accesibilidad territorial	Fincas no accesibles territorialmente
Fincas con propietarios que tengan la voluntad de compartir Información	Fincas con propietarios que no tengan la voluntad de compartir información

---

Las fincas constituidas como muestra comprenden unidades productivas mayores a 1 manzana de terreno.

### **7.3.2. Técnica e instrumento de la investigación.**

#### **7.3.2.1. Técnica:**

Para realizar la investigación y recolectar la información, se utilizó las técnicas de revisión documental, la encuesta y la observación no participante.

#### **Revisión documental:**

Es una técnica que contribuyó en el proceso de recolección de la información, como parte fundamental, el mismo sobre; variabilidad climática y sus medidas de mitigación, vulnerabilidad de los sistemas de producción y prácticas agroecológicas ante variabilidad climática implementadas por los productores de la comunidad La Ceiba.

#### **Encuesta:**

En el cuestionario se consideraron las variables, características productivas y las prácticas agroecológicas ante la variabilidad climática implementadas como medidas de adaptación en las fincas por los productores de la comunidad la Ceiba. Las preguntas abordaron diferentes temas de medios de vida sostenibles. El análisis está orientado a conocer la situación actual de la comunidad. Dentro de este instrumento se agruparon las prácticas agroecológicas en tres componentes: 1) diversidad agrícola, 2) uso y manejo del suelo y 3) uso y manejo del agua. Estas fueron aplicadas mediante la visita casa a casa.

#### **Observación no participante:**

La observación no participante facilitó datos valiosos y contextuales que complementaron otras técnicas de recopilación de datos, como entrevistas o encuestas. Al observar directamente las actividades y los sistemas en su entorno natural, se pudo obtener una comprensión más completa y precisa de los desafíos y las oportunidades relacionadas con la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática en la comunidad La Ceiba.

## **7.4. Métodos y técnicas para el procesamiento y análisis de la información**

### **7.4.1. Recolección de Datos**

El propósito de la investigación responde a las preguntas de investigación y cumplimiento de los objetivos del estudio.

La investigación realizada se consideró un diseño no experimental debido a que se observó el fenómeno tal y como se da en su contexto natural, posteriormente se analizaron sin manipular deliberadamente las variables.

### **7.4.2. Programación**

El estudio se realizó en tres etapas y cada etapa conlleva un sitio determinado:

Etapa 1. Gabinete: Se realizó una revisión bibliográfica, se elaboró el protocolo y se elaboró los instrumentos a utilizar para levantar la información.

Etapa 2. Campo: Prueba Piloto: Consistió en administrar el instrumento de recolección de datos (cuestionario) a una pequeña parte de la población total con el objetivo de probar la pertinencia y eficacia de las preguntas, así como el comportamiento de las variables e indicadores para su corrección y mejora.

Versión final: De acuerdo con las observaciones y debilidades encontradas en la implementación y diseño del cuestionario piloto, se hizo cambios para adecuar correctamente el instrumento de medición, de esta forma, se redactó el cuestionario final.

Levantamiento de la información: Se llevó a cabo en la comunidad la Ceiba donde se realizó la recolección de la información mediante encuestas y observaciones directas. Se aplicó el cuestionario de encuesta a la totalidad de la población, es decir, a los 24 productores de la comunidad. Se realizó observación directa en las áreas donde se encuentre la implementación de algunas prácticas agroecológicas.

Etapa 3: Gabinete: Análisis de los datos y elaboración de borrador de tesis y documento final.

### 7.4.3. Metodología para evaluar la vulnerabilidad de los sistemas agropecuarios

Para el análisis de vulnerabilidad de los sistemas de producción agrícola y ganadero, se utilizó el enfoque propuesto por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 2001), el cual define a “la vulnerabilidad en función de la exposición de un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación”. La exposición y la sensibilidad en la fórmula de la vulnerabilidad, de acuerdo con Salvador (2017, p.9), “representan el potencial impacto que el cambio climático puede tener sobre un sistema; mientras que la capacidad de adaptación reduce la vulnerabilidad y aumenta la resiliencia del sistema de tolerar, recuperarse y ajustarse a las condiciones cambiantes del clima”. Por lo tanto, para determinar la vulnerabilidad en esta investigación se trabajó en función de estos tres factores: exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación (Figura 2).

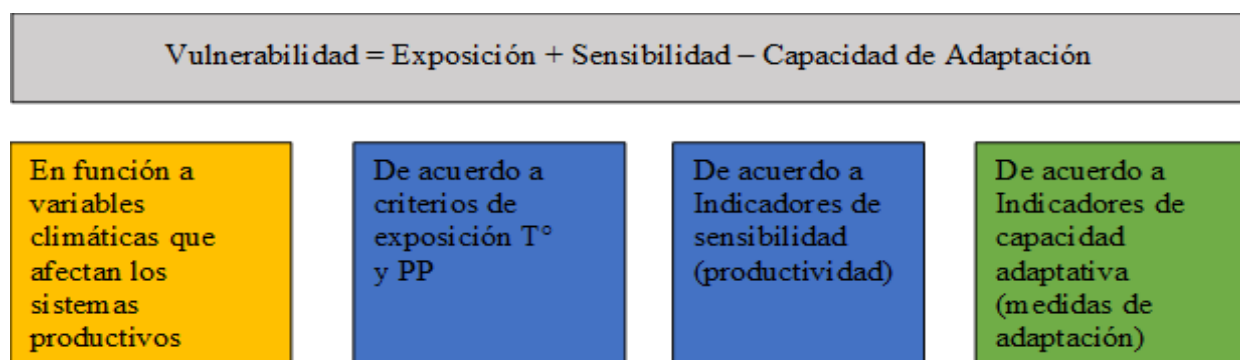


Ilustración 2. Factores que influyen en la identificación de la vulnerabilidad de los sistemas productivos. Fuente: Baca (2011)

“La **exposición** está determinada por el grado de alteración en los sistemas de producción a causa de la amenaza climática” (MAG, 2019, p.13). Para este análisis en los sistemas de producción agrícola se considera como elemento expuesto a los cultivos, que son la principal fuente de alimentos e ingresos económicos de las familias, y en los sistemas de producción ganaderos se consideró a los pastos, que son la fuente principal de alimento de los bovinos en todos los sistemas ganaderos.

La evaluación del factor de sensibilidad determina el nivel de impacto negativo y positivo de la amenaza climática sobre el elemento expuesto, y como estas podrían ser afectadas por razón de estímulos externos al sistema (MAG 2019, p.113). Y finalmente, la capacidad de

adaptación está en función a los atributos de las fincas y estrategias que han aplicado los productores para contrarrestar los impactos del clima y recuperarse de ellos (MAG, 2019, p.13).

Este enfoque permitió combinar herramientas e información para la evaluación de la vulnerabilidad. Una de ellas es la herramienta de Alejandro Henao, Miguel Altieri y Clara Nichols (2016, p.12), la cual consiste “en la definición de variables ambientales, sociales o económicas, que permiten conocer las medidas aplicadas a nivel de fincas, que puedan contribuir a incrementar su resiliencia y apoyar positivamente en la producción y cuidado del ambiente”.

Se recopilaron en total 6 indicadores que fueron subdivididos en los componentes de exposición (2), sensibilidad (2) y capacidad adaptativa (2). Para la selección de los indicadores de exposición se tomaron en cuenta aquellas características naturales que muestran el impacto directo de la amenaza al elemento expuesto (cultivos y el pasto) como son las precipitaciones y la temperatura.

Para determinar el grado de exposición, se elaboró un diagnóstico por medio de un análisis retrospectivo de las características climatológicas de dos años (2022-2023), para lo cual se recopiló la información emitida por el centro meteorológico del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria Augusto C. Sandino (INTA-ACS) y se utilizaron las variables de temperatura máxima, mínima y precipitación durante el periodo establecido con el uso del software Infostat v 2020.

#### **7.4.4 Grado de exposición real con información de la estación meteorológica**

Teniendo en cuenta los escenarios de cambio climático de las variables climáticas precipitación y temperatura para el municipio El Rama 2022-2023, donde la proyección de la temperatura media muy probablemente puede variar en  $0,6 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$  y la precipitación entre -1,0 y 1,49 de acuerdo con el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI; McKee 1993).

Cuando se presente una exposición Alta en el municipio, quiere decir, que se presentan valores extremos mensuales en las variables climatológicas; las temperaturas están por encima o por debajo de lo normal entre  $0.41^{\circ}\text{C}$  y  $0.6^{\circ}\text{C}$  en un promedio anual, la precipitación

presenta condiciones de Extremadamente húmedo o Severamente seco de acuerdo al SPI, para la exposición Media los valores de temperatura oscilan entre 0,2°C y 0,4°C en un promedio anual, la precipitación presenta condiciones de Muy húmedo o Moderadamente seco; en tanto, los valores de exposición Baja en el municipio, las temperaturas pueden estar por encima o por debajo de lo normal 0.2°C, las precipitaciones pueden presentar la condición de Normal o aproximadamente normal. Una vez realizada la descripción se procedió a la categorización del factor de exposición: Alta, Media y Baja (Tabla 2)

Tabla 2. Categorización de la exposición

<b>Factor</b>	<b>Rango (A, M, B) / Valor (3,2,1)</b>
Exposición (E)	Alto (3), Medio (2), Bajo (1)
Sensibilidad (S)	Alto (3), Medio (2), Bajo (1)
Capacidad de adaptación (CA)	Alto (3), Medio (2), Bajo (1)

Fuente; Baca, 2011.

Luego con las valoraciones asignadas a cada factor según el rango aplicamos la fórmula de vulnerabilidad y obtenemos un valor cuantitativo para cada familia, el cual definimos como índice de vulnerabilidad.

Por ejemplo: Si la Vulnerabilidad (V) = Exposición + Sensibilidad - Capacidad de adaptación

Tendremos las posibles combinaciones:  $V = E (3, 2, 1) + S (3, 2, 1) - CA (3, 2, 1)$

a)  $V1 = (1) + (1) - (3) = -1$

Siendo la exposición y sensibilidad bajas y la capacidad de adaptación alta (Tabla 2), según el

índice la vulnerabilidad es baja (Tabla 3).

b)  $V2 = (1) + (1) - (2) = 0$

Si la exposición y sensibilidad son bajos, la capacidad de adaptación es media (Tabla 2), la vulnerabilidad es baja (Tabla 3).

$$c) V3 = (1) + (3) - (3) = 1$$

Si la exposición es baja y la sensibilidad y la capacidad de adaptación son altas (Tabla 2), la vulnerabilidad es media (Tabla 3).

$$d) V4 = (2) + (3) - (3) = 2$$

Si la exposición es media y la sensibilidad y la capacidad de adaptación son altas (Tabla 2), la

vulnerabilidad es media (Tabla 3).

$$e) V5 = (3) + (3) - (3) = 3$$

Si la exposición, sensibilidad y la capacidad de adaptación son altas (Tabla 2), la vulnerabilidad

es media (Tabla 3).

$$f) V6 = (3) + (3) - (2) = 4$$

Si la exposición, sensibilidad son altas y la capacidad de adaptación es media (Tabla 2), la vulnerabilidad es alta (Tabla 3).

$$g) V7 = (3) + (3) - (1) = 5$$

Si la exposición, sensibilidad son altas y la capacidad de adaptación es baja (Tabla 2), la vulnerabilidad es alta (Tabla 3).

Al mismo tiempo agrupamos los índices en tres niveles (alta, media, baja), identificando así tres rangos de vulnerabilidad (alto, medio y bajo) (Tabla 3).

Tabla 3. Niveles de vulnerabilidad

<b>Índice</b>	<b>Rangos</b>
-1	Alta
0	Alta
1	Alta
2	Alta
3	Media
4	Media
5	Baja

Fuente; Baca, 2011.

Después de agrupar los índices se identificaron los niveles de vulnerabilidad de cada uno de los productores.

En las Tablas 4, se describen a detalle los indicadores definidos para el análisis de cada dimensión de la sensibilidad, justificación y rangos asignados:

Tabla 4. Indicadores para medir la sensibilidad de los sistemas de producción agrícolas

<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Justificación</b>	<b>Rangos de Sensibilidad</b>
Exposición	Temperatura	Las sequías impiden el desarrollo de las plantas, inciden en el desarrollo foliar, raíces y absorción de nutrientes, reduciendo el vigor de las plantas hasta llegar a su muerte.	Alta (3): entre 0.41°C y 0.6°C superior o inferior al promedio anual Media (2): entre 0,2°C y 0,4°C superior o inferior al promedio anual Baja (1): 0,2°C superior o inferior al promedio anual
	Precipitación	El régimen de las lluvias incide en los rendimientos del cultivo, ocasiona	El Índice de Precipitación Estandarizada (SPI; McKee 1993)

Dimensión	Indicadores	Justificación	Rangos de Sensibilidad
		pérdidas o bajas de productividad, escasez de alimento, deterioro de la calidad de vida.	Ver Anexo 1
	Agro diversidad	Diversidad vegetal cultivada	Alto (1): Monocultivo a 2 cultivos. Medio (2): de 3 a 4 cultivos. Baja (3): Mas de 4 cultivos
Sensibilidad	Materia orgánica	Un bajo contenido de materia orgánica en el suelo empeora su estructura permitiendo menor retención de agua, disponibilidad de nutrientes y un pobre desarrollo radicular, favoreciendo los impactos de una sequía o exceso de lluvias	Alta (3): No incorporación de estiércol en el suelo Media (2): Incorpora parcialmente en el suelo Baja (1): Incorporación de estiércol en el suelo

#### 7.4.5. Procesamiento de la información

Para llevar a cabo el estudio y recolectar la información, se utilizó como técnica de campo la encuesta, esta técnica se aplicó cada una de los productoras y productores propietarios de las fincas.

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete de Microsoft office, el análisis de la encuesta y sus variables se realizaron mediante el programa estadístico IBM SPSS STATICS 25.

Para determinar el grado de exposición, se realizó una descripción retrospectiva de los años (2022, 2023), en que se aplica la investigación de las variables; temperatura máxima, mínima y precipitación, con el uso del software Infostat versión 2020. Una vez realizada la

descripción se procedió a la categorización del factor de exposición: Alta, Media y Baja (Tabla 4).

Para estimar la vulnerabilidad se empleó la ecuación definida por el (IPCC, 2001), la cual se estima como la suma entre la exposición a la variabilidad climática y la sensibilidad de los sistemas de producción de café menos la capacidad de adaptación de los sistemas de acuerdo con lo propuesto por Gutiérrez & Espinosa (2010):

$$\text{Vulnerabilidad} = (\text{Exposición} + \text{Sensibilidad}) - \text{Capacidad de adaptación}$$

Los factores de vulnerabilidad definidos como: exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación, se evaluaron de acuerdo con la categorización en tres niveles de vulnerabilidad mediante la elaboración de una tabla de frecuencia en el programa estadístico Infostat vs 2020 (Tabla 11).

Mediante la propuesta de “Prácticas agroecológicas conocidas por su efecto en la dinámica del suelo y el agua y que a su vez mejoran la resiliencia de los agroecosistemas” de Altieri y Nicholls (2013), se identificaron las prácticas agroecológicas que estuvieran implementando como medida de adaptación (Tabla 13).

Los criterios por componente y la escala de evaluación se estructuraron en una matriz de consulta (Tabla 13), continuación se explican los valores de los niveles de implementación.

1. No aplica la iniciativa de adaptación o práctica agroecológica.
2. Está en proceso inicial de aplicación de la iniciativa de adaptación o práctica agroecológica.
3. Aplica la iniciativa de adaptación o práctica agroecológica parcialmente.
4. En la mayor parte de su finca aplica la iniciativa de adaptación o práctica agroecológica.
5. Sí la aplica la iniciativa de adaptación o práctica agroecológica

Tabla 5. Matriz de análisis de prácticas agroecológicas de finca

	Nivel de implementación				
	1	2	3	4	5
Estrategias agroecológicas	No aplica	En proceso inicial	Aplica parcialmente	Aplica en la mayor parte de la finca	Sí aplica
<b>Diversificación agrícola</b>					
Implementa policultivos					
Implementa sistemas agroforestales					
Implementa sistemas silvopastoriles					
Hace rotación de cultivos					
Implementa cultivos intercalados					
Posee cercas vivas					
Mezcla variedades locales					
<b>Uso y manejo de suelo</b>					
Curvas a nivel					
Implementa cultivos de cobertura					
Barreras vivas					
Terrazas					
Acequias o zanjas					
Incorpora materia orgánica					
No practica la quema					
<b>Uso y manejo del agua</b>					
Usa prácticas de reducción de escorrentía					
Posee riego por goteo					
Posee reservorio de agua					
Aplica mulch					
Implementa cosecha de agua					
<b>TOTAL</b>					

---

#### **7.4.4. Criterios de calidad: credibilidad, confiabilidad**

La credibilidad asegura que los hallazgos reflejan de manera fiel la realidad investigada. Para cumplir con este criterio se hizo:

Triangulación de fuentes: Se utilizan diversas fuentes de información como son las encuestas, observación directa y recorridos en campo, para corroborar datos de los sistemas de producción y las prácticas agroecológicas en las fincas de la comunidad La Ceiba, para verificar la consistencia de la información recabada. Esto permite contrastar los datos de diferentes formas, mejorando la validez de los resultados.

La confiabilidad se refiere a la consistencia y reproducibilidad de los resultados. En este contexto se procedió a realizar:

Registro detallado de datos: se llevó un registro sistemático de los datos obtenidos, con matrices de análisis de resiliencia y vulnerabilidad. Esto permite que otros investigadores puedan replicar el estudio o verificar sus procedimientos.

Transparencia en la metodología: se explicitan los pasos en el proceso de selección de fincas y el uso de instrumentos, como entrevistas y observaciones, asegura que el estudio se pueda repetir en condiciones similares. Documentar cada paso del proceso y utilizar herramientas y métodos de análisis replicables garantiza que otros investigadores puedan reproducir el estudio en un futuro y obtener resultados comparables.

## 7.5. Operacionalización de las variables

Tabla 6. operacionalización de variables

Variables	Instrumento de medición	Unidades	Frecuencia de monitoreo
<b>Identificar las prácticas agroecológicas de adaptación a la variabilidad climática, implementadas por los productores agropecuarios.</b>			
Área	Encuesta		
Cultivo			
Manejo			
Rendimiento			
Nivel de producción			
<b>Describir los sistemas de producción agropecuarios y las prácticas productivas a las que están asociados.</b>			
Manejo agronómico	Encuesta		
<b>Valorar el grado de exposición actual de los sistemas de producción agrícolas y ganaderos.</b>			
Temperatura	Escala Adaptada de:		
Precipitación	Baca, 2011.		
<b>Estimar el grado de vulnerabilidad de los sistemas de producción agrícolas y ganaderos ante variabilidad climática.</b>			
Exposición	Ecuación definida		
Sensibilidad	por el (IPCC, 2001).		
Capacidad de adaptación	$(V) = [(E) + (S)] - (CA)$ ; Escala Adaptada de: Baca, 2011.		

## VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Distribución del área de los productores encuestados de la comunidad La Ceiba

La distribución del área total de 1,891 manzanas (100%) en la comunidad de La Ceiba se desglosa de la siguiente manera: Infraestructura (6 mz, 0.32%), Área agrícola (211 mz, 11.16%) y Área pecuaria (1674 mz, 88.52%). Estos datos muestran que la mayor parte del área está dedicada a la producción pecuaria. Aunque la agricultura ocupa una proporción menor, su presencia destaca una oportunidad para diversificar la producción, lo cual podría fortalecer la seguridad alimentaria y ofrecer fuentes adicionales de ingresos para los productores. La baja proporción de infraestructura (0.32%) sugiere limitaciones en las instalaciones necesarias para optimizar la producción.

El predominio del área pecuaria señala una dependencia económica significativa en esta actividad. La escasa inversión en infraestructura y la reducida superficie agrícola sugieren oportunidades de mejora, especialmente en términos de diversificación de cultivos y de sostenibilidad en la comunidad.

La comunidad de La Ceiba debido a su escasa infraestructura puede aumentar su vulnerabilidad, puesto que limita la comercialización y diversificación productiva, además de afectar la calidad de vida de sus habitantes. La falta de caminos y de instalaciones de almacenamiento reduce la capacidad de respuesta ante desastres naturales como inundaciones o sequías, al dificultar el acceso a alimentos almacenados y transporte adecuado en situaciones de emergencia. Además, la dependencia de la ganadería como sector productivo principal hace que la economía local sea especialmente sensible a fluctuaciones en los precios o a fenómenos climáticos que afecten al ganado. Finalmente, la limitada proporción de tierras agrícolas restringe la producción de alimentos.

Tabla 7. Distribución del área de los productores encuestados de la comunidad La Ceiba

Distribución del área	Área (mz)	Porcentaje
-----------------------	-----------	------------

Infraestructura	6	0.32%
Área agrícola	211	11.16 %
Área pecuaria	1,674	88.52 %
<b>Total</b>	<b>1,891</b>	<b>100%</b>

### **Descripción de prácticas agroecológicas de los productores de la comunidad**

En la comunidad de La Ceiba, los productores han implementado varias prácticas agroecológicas, entre las prácticas más destacadas se menciona:

Mayormente el policultivo, es realizado por el 66.66% de los productores, las cercas vivas alcanzan un 79.16%. Además, un 70.83% de los productores han optado por el uso de rotación de cultivo, lo que contribuye a la protección y biodiversidad de sus fincas.

Sin embargo, existen también algunos productores que no han podido implementar prácticas agroecológicas, ya sea por falta de conocimiento o por limitaciones de recursos. La falta de estas prácticas puede derivar en consecuencias negativas, como el deterioro del suelo y la disminución de la resiliencia del sistema agrícola. Entre las prácticas no implementadas, especialmente en conservación de suelo, se encuentran el uso de terrazas, curvas a nivel y sistemas de riego, siembra en contra de la pendiente y sistema silvopastoril.

Tabla 8. Prácticas agroecológicas que realizan los productores de la comunidad La Ceiba

<b>Práctica</b>	<b>No de productores</b>	<b>Porcentaje</b>
Diversificado	16	66.66 %
Rotación de cultivo	17	70.83%
Cercas Vivas	19	79.16%
No quema	20	83.33%
Cosecha uso doméstico	24	100%

Siembra a favor de la pendiente	24	100%
No implementa pasto mejorado	15	62.5%
Sistema agroforestal	8	33.33%
Barrera viva	4	16.66%
Implementación de pasto mejorado	6	25%
Cultivos intercalados	6	25%
Monocultivo	7	29.16%
Cosecha uso animal	5	20.83%
Drenaje	2	8.33%
Siembra en contra de la pendiente	0	0%
Sistema silvopastoril	0	0%
Riego	0	0%
Curvas a nivel	0	0%
Terrazas	0	0%

### Tipología del sistema de producción de la comunidad

Para determinar la tipología de los productores de la comunidad La Ceiba se utilizó el análisis de Solórzano y Umaña (2005) donde los clasifican de la siguiente manera “Pequeño productor (Tipo I) 0 a 20 mz, Mediano productor (Tipo II) 21 a 100 mz, Grande productor (tipo III) 100 mz a más” (p. 29)

Tabla 9. Tipología del sistema de producción de la comunidad La Ceiba

No	Tipo de productor	Mz	Cantidad	Porcentaje %
I	Pequeños productores	0 – 20 mz	4	<b>16.66 %</b>

<b>II</b>	Medianos productores	21 – 100 mz	17	<b>70.83%</b>
<b>III</b>	Grandes productores	100 mz a más	3	<b>12.5%</b>

---

El sistema de los productores se distribuye de la siguiente manera: En la comunidad de ceiba tenemos 3 productores grandes que constituyen el (12.5%) de tipo (III) que cuentan con más de 100 mz que entran en un rango de que contienen la mayor parte de tierra ocupadas para trabajar en agricultura y ganadería, 17 productores medianos (70.83%) de tipo (II) con 21 a 100 mz los cuales son los productores que más predominan en la zona y 4 productores pequeños (16.66%) de tipo (I) de 0 a 21 mz que son los productores de más escasos recursos. La mayoría de los productores son de tipo mediano, lo que sugiere que este segmento es el más representativo en la comunidad.

### **Descripción de los sistemas de producción agropecuarios y las prácticas productivas a las que están asociados**

#### **Rendimientos promedios de la producción agrícola**

##### Pequeños productores (tipo I)

Los tipos de productores categorizados como pequeños (tipo I) contienen un rendimiento en maíz 31 QQ, 24 QQ de arroz y con 45 QQ de yuca, que son los cultivos que más practican estos productores. Aunque el rendimiento de estos productores sale bajos comparados a otros productores de Tipo (II) y debido a la magnitud de tierras que poseen. Los sistemas de producción agropecuarios son aquellos métodos y prácticas que utilizan los agricultores para cultivar y obtener productos agrícolas y ganaderos. Las practicas Productivas asociadas usan como agricultura de sostenimiento, se centra en la producción para el autoconsumo, utilizando técnicas tradicionales los sistemas de producción agropecuarios.

Tabla 10. Rendimientos promedios de la producción agrícola y área promedio de siembra de productores tipo I

<b>Rubro</b>	<b>Área Promedio (Mz)</b>	<b>UM</b>	<b>Rendimiento</b>
<b>Maíz</b>	1.50	<b>QQ</b>	31
<b>Frijol</b>	0.5	<b>QQ</b>	16
<b>Arroz</b>	1	<b>QQ</b>	24
<b>Piña</b>	0.5	<b>QQ</b>	2
<b>Yuca</b>	0.5	<b>QQ</b>	45
<b>Quequisque</b>	0.5	<b>QQ</b>	12

Medianos productores (tipo II)

Tienen un rendimiento moderado de 400 QQ de maíz, Frijol 147 QQ, Yuca 223 QQ y arroz 110 QQ que son los alimentos básicos que más cultivan con un mayor promedio de siembra, los productores tienen buen rendimiento debido a que cuentan con más recursos comparados con los productores tipo (I), lo que se traduce en una mayor producción y potencial de ingresos.

Tabla 11. Rendimientos promedios de la producción agrícola y área promedio de siembra de productores tipo II

<b>Rubro</b>	<b>Área Promedio (Mz)</b>	<b>UM</b>	<b>Rendimiento</b>
<b>Maíz</b>	20	<b>QQ</b>	400
<b>Frijol</b>	9	<b>QQ</b>	147

<b>Arroz</b>	5	<b>QQ</b>	110
<b>Yuca</b>	7	<b>QQ</b>	223
<b>Quequisque</b>	1	<b>QQ</b>	35
<b>Musácea</b>	8	<b>Unidades</b>	67

### Grandes productores (tipo III)

Para esta tipología de productores predomina el cultivo del maíz con 55 QQ y Yuca con 35 QQ con estos deben tener desafíos significativos que se traducen en rendimientos más bajos comparados con los productores de tipo I y tipo II. Aunque los rendimientos pueden ser inferiores la producción de estos rubros es vital para la seguridad alimentaria.

Tabla 12. Rendimientos promedios de la producción agrícola y área promedio de siembra de productores tipo III

<b>Rubro</b>	<b>Área (Mz)</b>	<b>Promedio</b>	<b>UM</b>	<b>Rendimiento</b>
<b>Maíz</b>		2	<b>QQ</b>	55
<b>Frijol</b>		1	<b>QQ</b>	15
<b>Yuca</b>		1	<b>QQ</b>	35

### Manejo agronómico que realizan los productores tipo I

Los pequeños productores (Tipo I) de la comunidad La Ceiba emplean una combinación de prácticas tradicionales y técnicas químicas en su agricultura, lo que caracteriza su enfoque hacia la producción y refleja tanto ventajas como limitaciones en su sistema de cultivo.

En el caso de los productores del Tipo I, predominan métodos tradicionales como la quema con un 8.33% y el uso de semillas criollas con 16.66% en cultivo (ver anexo 5). Estos productores dependen en gran medida de insumos químicos para el control de malezas y plagas, especialmente cipermetrina y gramoxone, aunque en algunos casos omiten la fertilización del cultivo, lo que puede impactar negativamente la productividad. Esta falta de fertilización, combinada con el uso intensivo de químicos, podría generar una baja en la producción a largo plazo y aumentar la inseguridad alimentaria y económica.

Por otro lado, los productores del Tipo II también integran prácticas tradicionales como la quema con 33.33% junto con un fuerte uso de insumos químicos en el control de plagas y malezas cultivo con un 70% (ver anexo 6), utilizando productos como cipermetrina, gramoxone y glifosato, y fertilizantes comerciales como el triple 15-15-15. Aunque algunos de estos productores prefieren semillas criollas con un 70% destacan por su enfoque en métodos combinados, lo que refleja una tendencia hacia prácticas más intensivas y una dependencia en insumos externos. Sin embargo, esta dependencia de químicos puede elevar su vulnerabilidad al incrementar costos de producción y exponerlos a riesgos ambientales y de salud debido a la contaminación del suelo y el agua.

Los productores del Tipo III presentan un manejo agronómico que combina prácticas manuales con un 8.33% y un enfoque considerable en el uso de insumos químicos para cultivos (ver anexo 7). Este grupo incluye productores que utilizan semillas mejoradas con 4.16%, las cuales ofrecen potenciales beneficios en términos de rendimiento, aunque otros productores siguen optando por semillas criollas con 8.33%. Sin embargo, la dependencia de químicos para el control de plagas y malezas, junto con la aplicación de fertilizantes como el triple 15-15-15, muestra un sistema de producción que prioriza el rendimiento inmediato sobre la sostenibilidad. La vulnerabilidad de estos productores es alta, dado que el uso intensivo de productos químicos puede causar contaminación y degradación del suelo, incrementando la vulnerabilidad ambiental de la comunidad y el riesgo económico asociado con el costo y disponibilidad de estos insumos.

La información anterior advierte el uso exclusivo de prácticas químicas sin una planificación sostenible contribuye a la degradación del suelo y afecta la sostenibilidad de la producción

agrícola en la comunidad. La dependencia en insumos químicos no solo incrementa la vulnerabilidad ambiental y económica, sino que, al no fertilizar de forma consistente, algunos productores podrían enfrentar una baja en la productividad, y en la inseguridad alimentaria. Las prácticas observadas en los diferentes tipos de productores destacan los riesgos inherentes a su sistema de producción, que, aunque ofrece ciertos beneficios a corto plazo, plantea desafíos importantes para la sostenibilidad y resiliencia de la comunidad en el largo plazo.

### Afectaciones climáticas en el municipio de El Rama

Según análisis de las precipitaciones, realizado por el Instituto Nicaragüense de Tecnologías Agropecuarias (INTA) (2024), Centro de Desarrollo de Tecnologías Agropecuarias Hermanos Pinales Estrada (CDTA – HPE) en El Rama, RACCS, muestra cambios significativos en las precipitaciones anuales.

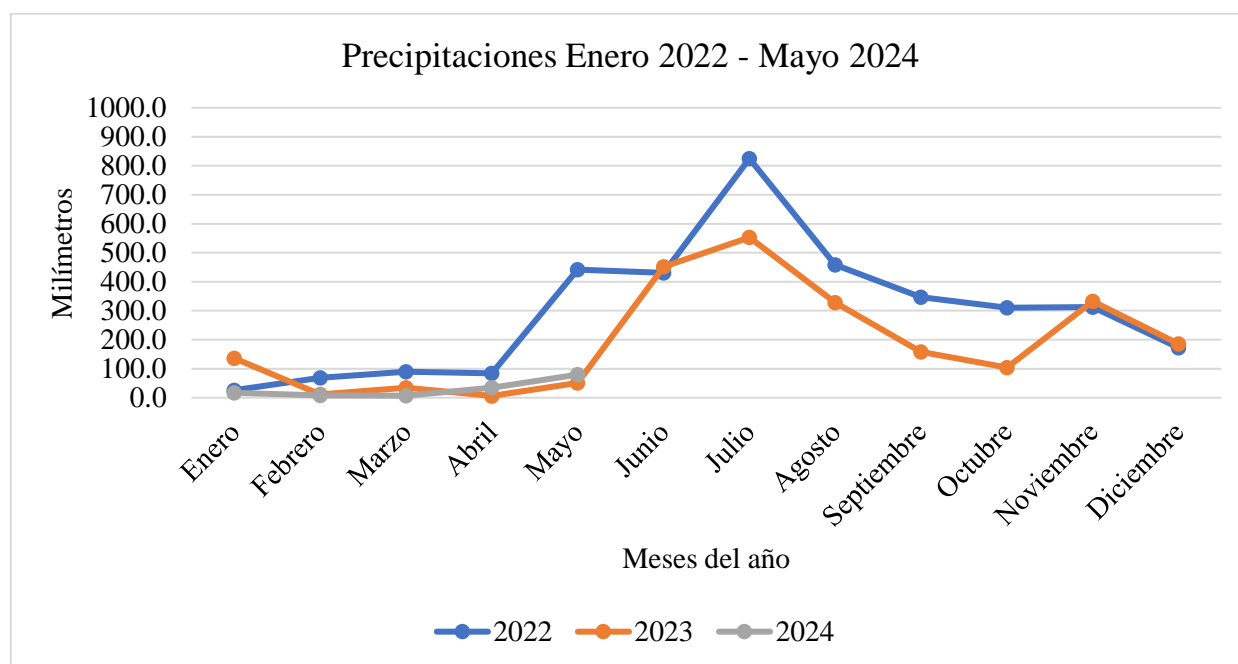


Ilustración 3. Comparación de precipitaciones de enero 2022 a mayo 2024 en el municipio de El Rama.

Las precipitaciones se observan que en el año 2022 se muestra elevado especialmente en junio a julio, mientras que en el 2023 son menores y más constante tomando en cuenta que en el año 2024 no se muestran variaciones de precipitación en los meses comprendidos entre

enero y mayo. La falta de lluvias en 2024, tendría un impacto negativo en la agricultura, ganadería de la comunidad de La Ceiba, la falta de agua afecta tanto la productividad de los cultivos como la disponibilidad de pasto y agua para el ganado. A partir de los datos de precipitación registrado se observan que en el municipio de El Rama posee una marcada variabilidad interanual y estacional que influye en los sistemas de producción agropecuarios.

Los eventos climáticos como la falta de lluvias continuas pueden hacer que la comunidad sea más vulnerable a futuros eventos climáticos extremos, como tormentas intensas o inundaciones, aumentando el riesgo de desastres naturales y dificultando la recuperación de la comunidad ante futuras crisis a estos eventos climáticos

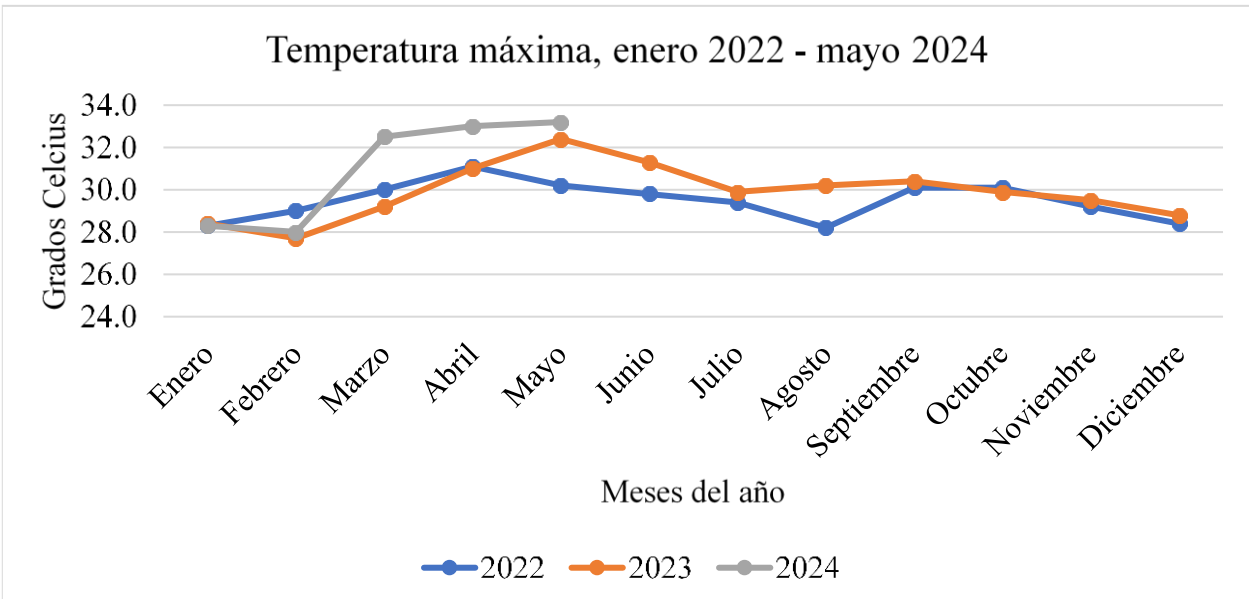


Ilustración 4. Comparativa de las temperaturas máximas de enero 2022 a mayo 2024 en el municipio de El Rama.

La temperatura máxima se observa que en el año 2024 los meses de marzo a mayo son excedidos en temperatura, donde suelen concentrarse con esto nos muestra que ha sido un aumento inusual, este comportamiento con respecto a los años anteriores.

El Rama entre 2022 a 2024 ha estado marcado por una combinación de precipitaciones variables y donde predomina la temperatura máxima, con posibles implicaciones para la agricultura y fuentes hídricas afecta directamente la área agrícola pecuaria y suministro agua,

este aumento de la temperatura, hace que la comunidad sea más vulnerable al impacto climático.

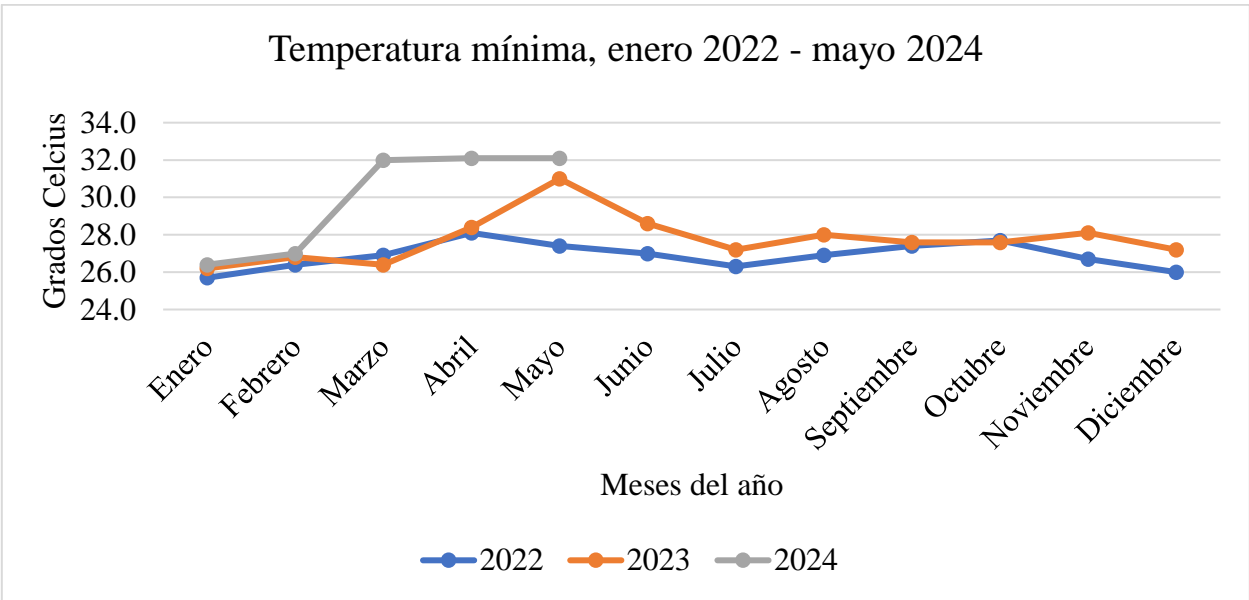


Ilustración 5. Comparativa de las temperaturas mínimas de enero 2022 a mayo 2024 en el municipio de El Rama.

Se observa una tendencia al aumento de las temperaturas mínimas particularmente en los meses de marzo a mayo del 2024 que supera la temperatura mínima más alta del año con registros de los años anteriores, este incremento tiende a impactar a la agricultura, ganadería y afectar el suministro de agua debido al calor.

El aumento elevado de temperatura mínima puede influir en el ciclo de crecimiento de los cultivos, ya que provoca una mayor evaporación del agua lo que agrava la escasez de agua en la comunidad.

Tabla 13. Afectaciones climáticas en la comunidad La Ceiba

Afectaciones climáticas	No. de productores	Porcentaje
Inundación	1	4.1 %

Sequía	13	54 %
Aumento de temperatura	10	41 %

---

La sequía es la afectación climática más crítica en la comunidad, afecta a más de la mitad de los productores. Esta condición causa la disminución de la producción agrícola, escasez de agua para el ganado y aumento de costos debido a la escasez.

El aumento de temperatura impacta a un número considerable de productores, perjudicando a los animales y a los rendimientos de los cultivos. Aunque el riesgo por inundación es menor, las consecuencias para el productor pueden ser significativas, incluyendo daños a cultivos, infraestructura y pérdida de ganado.

**Estimación del grado de vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante variabilidad climática.**

Tabla 14. Vulnerabilidad promedio del componente de diversificación agrícola

<b>Componente</b>	<b>Vulnerabilidad</b>
<b>Diversificación Agrícola</b>	2.50
Policultivos	2.92 %
Sistema agroforestal	1.63 %
Sistema silvopastoril	1.00 %

Rotación de cultivos	3.08 %
Cultivos intercalados	1.54 %
Cercas vivas	3.04 %
Variedades locales	4.83 %

---

En la diversificación agrícola se tiene una vulnerabilidad alta con un porcentaje de 2.50 donde influyen el componente de variedades locales que presenta el índice de vulnerabilidad más alto (4.83%), rotación de cultivos (3.08%) seguido por policultivos (2.92%). El sistema silvopastoril tiene el índice más bajo (1.00%). En general, estos reflejan una variabilidad en la vulnerabilidad dentro de las prácticas de diversificación agrícola.

La diversificación agrícola es clave para aumentar la adaptabilidad de los sistemas agrícolas frente a factores climáticos, económicos y sociales. La gestión de la diversificación agrícola debe centrarse en fortalecer las prácticas menos vulnerables, reduciendo al mismo tiempo la vulnerabilidad de aquellas más propensas a enfrentar desafíos. Esto busca implementar estrategias como el sistema silvopastoril que presenta menor riesgo a condiciones adversas.

Si la comunidad depende de pocos cultivos las condiciones climáticas extremas pueden provocar pérdidas significativas como una sequía prolongada podría devastar cultivos como el maíz o el frijol, dejando a la comunidad vulnerable a la pérdida de alimentos y recursos económicos

Tabla 15. Vulnerabilidad promedio del componente de diversificación conservación de suelos

---

<b>Componente</b>	<b>Vulnerabilidad</b>
-------------------	-----------------------

---

<b>Conservación de suelo</b>	1.18
Curvas a nivel	1 %
Cultivos de cobertura	1 %
Barreras vivas	1.21%
Terrazas	1 %
Zanjas	1.17%
Uso de materia orgánica	1.08 %
No quema	1.79 %

El componente de conservación de suelos muestra una vulnerabilidad alta con un 1.18 lo que sugiere una mayor sensibilidad a factores que afectan la conservación del suelo. La mayoría de las prácticas están en un rango similar, lo que indica que las estrategias de conservación son generalmente negativas, mantener índices con vulnerabilidad alta afecta la salud del suelo al no ser prioridad ninguna de las prácticas de conservación de suelo, pueden surgir varias consecuencias negativas no implementar prácticas de conservación de suelos puede tener efectos devastadores tanto a nivel ambiental y económico, comprometiendo la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

Las prácticas de conservación de suelos son clave para mitigar los efectos negativos del cambio climático, pero su baja adopción aumenta significativamente la vulnerabilidad de la

comunidad ante fenómenos climáticos adversos, como sequías, inundaciones y temperaturas extremas.

### Uso y manejo de agua

Tabla 16. Tabla de índices de vulnerabilidad para el componente de uso y manejo de agua

Componente	Vulnerabilidad
<b>Uso y manejo del agua</b>	1.81
Drenaje	1%
Riego	1%
Reservorio de agua	1.13%
Aplica mulch	1%
Cosecha de uso doméstico	5 %
Cosecha de uso animal	1.71%

El componente de cosecha de uso doméstico presenta el índice de vulnerabilidad más bajo (5.00%) indicando que son generalmente efectivas con bajo riesgo. Las demás prácticas, como drenaje, riego, reservorio de agua, y aplicación de mulch, tienen un índice de 1.00%, lo que apunta que estas prácticas enfrentan desafíos significativos. La vulnerabilidad del uso y manejo del agua (1.81) también resalta la necesidad de enfoques más robustos para garantizar una gestión adecuada de este recurso vital, especialmente en los índices que no se practican, para mejorar la resiliencia del sistema hídrico y agrícola en general.

El manejo inadecuado de estos recursos esenciales contribuye a que la comunidad sea más susceptible a los daños provocados por fenómenos climáticos extremos, como sequías o inundaciones.

### **Alimentación bovina**

Los índices de componentes y vulnerabilidad de alimentación bovina, revelan un panorama donde, aunque hay un manejo de ciertos recursos, sigue existiendo una vulnerabilidad donde los productores pueden enfrentar desafíos relacionados con la disponibilidad y calidad de los recursos alimentarios para el ganado.

Tabla 17. vulnerabilidad para el componente de alimentación bovina

<b>Componente</b>	<b>Vulnerabilidad</b>
<b>Alimentación bovina</b>	1.88
Pastos mejorados	1.70%
Suplementación	2.21%

Las prácticas de alimentación bovina muestran un rango de vulnerabilidad de 1.88. La suplementación presenta el índice más bajo (2.21%), lo que puede generar beneficios para la calidad de suplementos alimenticios para el ganado. Los pastos mejorados tienen un índice de (1.70%) también se encuentran en el rango de vulnerabilidad alta, indicando que se pueden implementar de manera ineficiente, esto indica que los productores necesiten mejorar la alimentación bovina.

En conjunto, la vulnerabilidad de la comunidad La Ceiba se ve incrementada por la falta de preparación y las prácticas limitadas para garantizar la alimentación sostenible del ganado, pone en riesgo la estabilidad de la ganadería, una de las principales actividades productivas, si los animales no reciben la cantidad y calidad suficiente de alimento se ven afectados.

En el análisis de vulnerabilidad de la comunidad La Ceiba, los diferentes componentes evaluados muestran niveles variados frente a la variabilidad climática y otros factores de riesgo. La gráfica apoya visualmente la conclusión indicando que las prácticas actuales no son suficientes para mitigar los efectos de la variabilidad climática, subrayando la necesidad de estrategias de adaptación y mejoras en cada uno de los componentes clave analizados.

La alta vulnerabilidad de la diversificación agrícola 2.48, implica que la comunidad podría enfrentar dificultades si depende de pocos cultivos o prácticas limitadas, lo que aumenta el riesgo ante eventos climáticos extremos, como sequías o inundaciones.

La falta de prácticas efectivas de conservación del suelo 1.18, puede incrementar la erosión y reducir la productividad agrícola, exponiendo a la comunidad a pérdidas económicas y a una menor sostenibilidad a largo plazo.

Con un índice de 1.81, el manejo del agua se considera de alta vulnerabilidad. Esto sugiere que las estrategias actuales de gestión hídrica no son suficientes para asegurar un suministro adecuado y resiliente en situaciones de sequía o inundación, lo que podría impactar la producción y el bienestar de la comunidad.

Con respecto a la alimentación bovina, el índice de 1.88, también dentro de la alta vulnerabilidad, refleja que la alimentación de ganado en la comunidad depende de recursos que pueden ser escasos o inadecuados, afectando la salud y productividad del ganado, y, por ende, la economía local

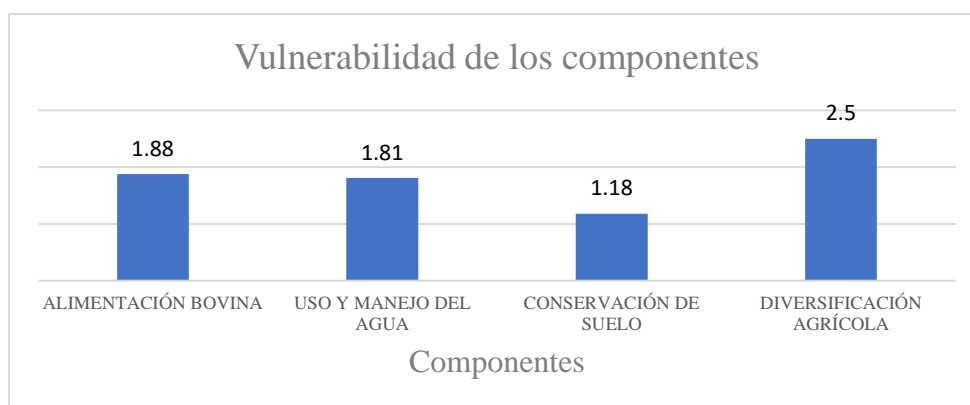


Ilustración 6. Vulnerabilidad de los componentes referidos a prácticas agroecológicas.

## Vulnerabilidad de los productores de la comunidad

Los productores con vulnerabilidad baja y media no se encontraron en el estudio, ya que los datos procesados nos indica que tanto la zona como los productores tienen un índice de 1.84% vulnerabilidad de promedio alto, con el 100% de sus productores clasificados en la categoría más vulnerable.

La comunidad la Ceiba cuenta con el 100% del índice promedio de vulnerabilidad en la comunidad indicando que todos los productores están en un rango de 1 a 2.99 de alta vulnerabilidad. La totalidad de los productores (24) presentan vulnerabilidad alta, lo que apunta un desafío significativo de sus prácticas.

Tabla 18. Nivel de vulnerabilidad de productores de la comunidad La Ceiba

Vulnerabilidad	No. de productor	Porcentaje
Vulnerabilidad alta (1 a 2.99)	24	100%
Vulnerabilidad media (3 a 4.99)	0	0%
Vulnerabilidad baja (5)	0	0%

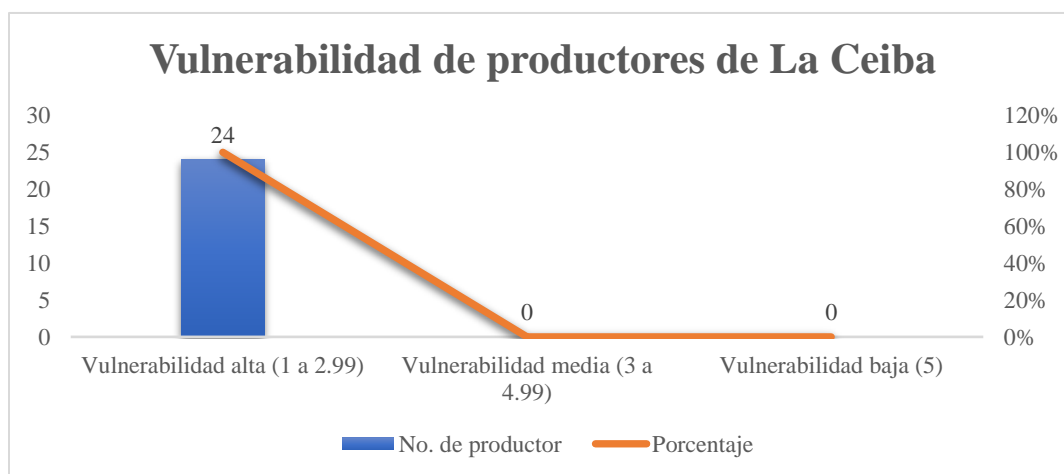


Ilustración 7. Nivel de vulnerabilidad de productores de La Ceiba

## **IX. CONCLUSIONES**

1. El estudio ha revelado que el 100% de los productores agropecuarios en la comunidad La Ceiba presentan un índice de alta vulnerabilidad con 1.84 debido a su exposición a fenómenos climáticos como sequías y aumento de temperatura.
2. Se ha encontrado que el 75% de los productores dependen de un solo cultivo, condición que hace más susceptibles a pérdidas por condiciones climáticas adversas.
3. El componente de conservación de suelos muestra un índice de vulnerabilidad del 1.1. Prácticas como el uso de curvas a nivel, cultivos de cobertura y terrazas no se emplean, la práctica de no quema tiene el índice más alto 1.79%, lo que sugiere una mayor sensibilidad a factores que afectan la conservación del suelo.
4. La vulnerabilidad del uso y manejo del agua se sitúa en un 1.81. La falta de sistemas de riego adecuados, presente en el 100% de las fincas, limita la capacidad de los productores para enfrentar períodos de sequía, lo que compromete la producción agrícola y ganadera.
5. Los índices de vulnerabilidad para la alimentación bovina revelan un panorama preocupante, con un índice general de 1.88, las prácticas de suplementación presentan (2.21 %), lo que indica que, aunque hay condiciones favorables para la calidad de los suplementos alimenticios, la vulnerabilidad sigue siendo alta. Además, el 60% de los productores no cuenta con pastos mejorados, lo que afecta la disponibilidad y calidad de los recursos alimentarios para el ganado.
6. La información climática disponible indica eventos extremos aumentando la exposición de los cultivos y el ganado a condiciones adversas.

## **X. RECOMENDACIONES**

Implementar programas de capacitación y talleres dirigido a los productores agropecuarios que aborden prácticas agroecológicas efectivas y estrategias de adaptación a la variabilidad climática. A través de programas gubernamentales esto debe incluir la información en diversificación de cultivos, conservación de suelos y manejo eficiente del agua, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de los sistemas de producción.

Fomentar entre los productores, la diversificación de cultivo promoviendo variedades resistentes a condiciones climáticas adversas y que sean menos susceptibles a sequías o inundaciones, lo que ayudará a mitigar el riesgo de pérdidas económicas y alimentarias. Esto puede incluir la introducción de cultivos alternativos como el maíz mejorado, quequisque, café.

Implementar prácticas de conservación de suelos como: construcción de terrazas, cultivos de cobertura, curvas a nivel, barreras vivas, zanjas, uso de materia orgánica y la rotación de cultivos. Estas prácticas no solo mejorarán la salud del suelo, sino que también aumentarán la productividad agrícola y reducirán la erosión.

Establecer sistemas de riego más eficientes y accesibles, como el riego por goteo, y promover la recolección de agua de lluvia. Además, se deben implementar técnicas de manejo del agua que minimicen la escorrentía y maximicen la retención de humedad en el suelo, asegurando así un suministro adecuado durante períodos de sequía.

Incentivar el establecimiento y manejo sostenible de pastos mejorados para la alimentación bovina, promoviendo técnicas como la rotación de potreros. Esto puede incluir la capacitación en la producción y conservación de forrajes asegurando una disponibilidad estable de alimento para el ganado, mejorando su productividad y reduciendo la necesidad de suplemento adicionales.

Colaborar en el desarrollo de políticas públicas que apoyen la adaptación al cambio climático en la agricultura y ganadería. Esto incluye la asignación de recursos para la investigación, la implementación de prácticas sostenibles como la agroforestería esto ayuda a aumentar la biodiversidad y mejora la fertilidad del suelo, así como reducir la erosión.

Establecer un sistema de monitoreo y evaluación que permita la efectividad de las prácticas implementadas y la evolución de la vulnerabilidad de la comunidad. Esto facilitará la identificación de áreas que requieren ajustes y la adaptación de estrategias en función de los cambios climáticos y socioeconómicos.

Promover la investigación continua sobre la variabilidad climática y sus efectos en la producción agropecuaria, involucrando a estudiantes y académicos de instituciones locales. Esto no solo enriquecerá el conocimiento disponible, sino que también fomentará la innovación en prácticas agroecológicas y estrategias de adaptación

Realizar rotaciones de cultivos estratégicas que incluyan ciclo corto y ciclo largo y cultivos de cobertura para mejorar el suelo y su capacidad de retención de humedad.

Implementar sistemas de agroforestales y sistemas silvopastoriles.

Fomentar reservorios de agua para promover el almacenamiento durante periodos secos o de baja precipitación ante los escasos de recurso hídricos.

Incorporar abonos orgánicos (estiércol, compost, residuos de cosecha) para mejorar la capacidad de infiltración de agua.

Concientizar a los productores acerca del uso indiscriminado de productos químicos, resaltando la importancia de la salud del suelo y protección del medio ambiente.

Para reducir los riesgos asociados a la variabilidad climática resulta esencial promover estrategias de manejo integrado que influyan el uso eficiente del agua, la conservación de suelos y las selecciones de variedades resilientes, así como la mejora continua en la capacidad de respuesta local ante eventos climáticos extremos.

## XI. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

### 11.1.1. Presupuesto

Tabla 19. Presupuesto para ejecución de la investigación en la comarca La Ceiba.

N.º	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
<b>PRIMERA FASE</b>					
<b>Equipos e Insumos de Campo</b>					
	Tabla de campo	Unidad	2	45.00	C\$ 90.00
	GPS	Unidad	1	6.000	C\$6.000.00
	Transporte	Unidad	4	600.00	C\$ 2.400.00
	Alimentación	Unidad	16	100.00	C\$ 1.600.00
	Computadora	Unidad	1	20.000.00	C\$ 20.000.0
	Impresión de encuesta	Unidad	30	5.00	C\$ 150.00
	Lápiz de Grafito	Unidad	2	8.00	C\$ 16.00
	Lapicero	Unidad	2	7.00	C\$ 14.00
	Gasto del Guía	Días	4	300.00	C\$ 1200.00
	<b>Sub-Total</b>				<b>C\$31.470.0</b>
<b>Informe Final</b>					
	Impresión de informe Final	Unidad	3	250	C\$ 750
	Encolchado	Unidad	2	40	C\$ 80
	<b>Sub-Total</b>				<b>C\$</b>
<b>INVERSIÓN FINAL</b>					
	<b>Total</b>				<b>C\$ 32, 300</b>

### 11.1.2. Cronograma de actividades

Tabla 20. Cronograma para la ejecución del trabajo investigativo en comarca La Ceiba.

Actividades	Año 2023													2024	
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E		
Propuesta de tema	X	X													
Aprobación del tema		X	X												
Elaboración de protocolo			X	X											
Aprobación de protocolo			X	X											
Identificación y selección de fincas				X	X	X									
Aplicación de encuesta						X	X								
Procesamiento y análisis de datos								X	X						
Entrega de informe final										X	X				
Defensa												X	X		

## **XII. REFERENCIAS**

- Albicette, María, R. Brasesco, y María Chiappe-Hernández. (2009). Propuesta de indicadores para evaluar la sustentabilidad predial en Agroecosistemas agrícolas-ganaderos del litoral de Uruguay. *Agrociencia* 13 (1): 48-68. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3968/1/M.M.Albicette.Agrociencia.2009-V.13n.1-p.48-68.pdf>.
- Alcaldía Municipal El Rama. (2017). Caracterización municipal El Rama RACCS
- Altieri, M. A, y Nicholls, C. I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología*, 8(1), 7-20.
- Altieri, M. N. (2015). La agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agron. Sostener. Dev.* 35, 869 - 890. doi:10.1007/s13593-015-0285-2
- Arauz Rodríguez, W. O. (2017). Vulnerabilidad de los Medios de Vida ante el cambio Climático en comunidades rurales asistidas por Programa de Desarrollo Rural – UCATSE, 2015. Matagalpa.
- Artavia, R. (2013). Determinar la factibilidad de la cosecha de agua, en cinco fincas, en la parte alta de la cuenca del río Jesús María, en Llano Brenes de San Ramón de Alajuela. Alajuela.
- Baca, M., Läderach, P., Hagggar, J, Ovalle, O., Ocón, S., Gómez, L, y Zelaya, C. (2011). Vulnerabilidad y estrategias de adaptación al cambio climático en los medios de vida de las familias de Nicaragua. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Managua, Nicaragua.
- Bermúdez, M., y Ramos, J. A. (2021). Crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de pipián (*Cucurbita argyrosperma* Huber) por efecto de fertilización orgánica y sintética, Miraflor, Estelí, 2021. Managua.
- Betancourt Guerra, I. d., Valdés Galainena, M. H., & Iglesias Monroy, O. (2021). Diversificación agrícola para el enfrentamiento al cambio climático en el Municipio de Consolación del Sur.
- Blandón, L. C. (2018). Influencia del uso de suelo en la dinámica hidrológica de las aguas superficiales en la Microcuenca río Pire, Municipio de Condega, Departamento de Estelí. Managua.

- Brenda, L. (2007). El manejo agroforestal como estrategia adaptativa frente a posibles extremos micro climáticos en la cañicultura. *ELSEVIER*, 85 - 94.
- C. Rosenzweig un b, J. J. (2013). El Proyecto de Inter comparación y Mejora de Modelos Agrícolas (AgMIP): Protocolos y estudios piloto. *sciencedirect*, 166 - 182.
- Carlos, U. (2016). Manejos integrados de suelos para una agricultura resiliente al cambio climático. Uruguay: Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura (IICA).
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (2015). La construcción de estrategias locales de adaptación al cambio climático: una propuesta desde el enfoque de medios de vida. Serie técnica Informe técnico no. 405, 39p. Turrialba, Costa Rica.
- Chávez, C., y Jenny, p. (2021). Impacto del cambio climático en la agricultura en los sistemas de producción agroecológico, orgánico y convencional en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo. Quito.
- D, D., Sacks, W. J., y C, B. C. (2011). Simulación de los efectos del clima y las prácticas de gestión agrícola en el rendimiento mundial de los cultivos. *Global Biogeochemical Cycles*.
- Dazé, A., Ambrose, K, y Ehrhart, C. (2010). Manual para el análisis de capacidad y vulnerabilidad climática. In Manual para el análisis de capacidad y vulnerabilidad climática. CARE Perú.
- De la Rosa Velásquez, J. (2019). La agroecología: un estudio de caso en el municipio de Ahualulco. Veracruz.
- De Loma, E., García, A., Córdoba, M., & Ribalaygua, j. (2015). Estrategias de adaptación al cambio climático en municipios del Golfo de Fonseca en Nicaragua.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Downing, T.E., Butterfield, R., Cohen, S., Huq, S., Moss, R., Rahman, A., Sokona, Y, by Stephen, L. (2001). *Climate Change Vulnerability: Linking Impacts and Adaptation*. University of Oxford, Oxford.

- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR). (2009). “Terminología sobre reducción del riesgo de desastres”. Suiza: UNISDR. [https://www.unisdr.org/files/7817\\_UNISDRTerminologySpanish.pdf](https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf)
- FAO, (2018). guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales. Bogotá.
- FAO, (s.f.). Agricultura, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de Fortalecimiento de capacidades: <https://www.fao.org/capacity-development/resources/good-practices/resiliencia/es/#:~:text=La%20FAO%20define%20la%20resiliencia,las%20amenazas%20que%20afectan%20a>
- FAO, (s.f.). sistema de producción agropecuaria y pobreza. Obtenido de <https://www.fao.org/3/y1860s/y1860s03.htm>
- Felipe, L. A. (2021). Evaluación de los efectos del intercalado de cultivos de ciclo corto al interior del cultivo de palma de aceite híbrido oxg y su aporte en la seguridad alimentaria durante el periodo improductivo del palmar, en el urabá antioqueño. Bogotá.
- Fley Vado, P. F. (2020). Análisis de los parámetros hidráulicos para conocer la uniformidad de riego en una unidad de riego por goteo, en la finca El Plantel, UNA, 2020. Managua.
- García Araiza, M. (2011). Rehabilitación de un suelo con bajo perfil de nutrientes aplicando biosólidos como fertilizante. México.
- Geilfus, F. (1997). 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. 208
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A, y Tempio, G. (2013). Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. Roma: FAO. <http://www.fao.org/3/i3437s/i3437s.pdf>.
- Gloria Isabel Reyes Anistro, S. A. (2018). Vulnerabilidad ante la variabilidad climática en los cultivos de maíz *Zea mays*. Scielo, 1 - 5.

- Gonzales Roberto, P. D. (2018). Adopción de tecnologías y Prácticas Agropecuarias en sistema de producción en Jinotega Nicaragua. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- González Miraslova, F. M. (2022). Manual de capacitación diversificación productiva. San José Costa Rica: Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura.
- González Roberto, P. D. (2018). Adopción de Tecnología y Prácticas Agropecuarias en sistema de producción en Jinotega Nicaragua. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Granados, H., y Tatiana, X. (2021). Producción de maíz y haba en tres sistemas de siembra intercalado mediante el uso eficiente de la tierra (LER). El Mantaro.
- Grupo consultor de expertos en comunicaciones nacionales de los países no incluidos en el anexo i de la convención (gce). (s.f.). Manual sobre Evaluaciones de Vulnerabilidad y Adaptación.
- Guamán Pachar, M. C., y Macas Pacheco, B. (2016). “Evaluación de la eficiencia productiva del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en asocio con lechuga (*Lactuca sativa* L.), rábano (*Raphanus sativus* L.) y cilantro (*Coriandrum sativum* L.) bajo invernadero”. cuenca Ecuador.
- Gutiérrez, P., y Obregón, R. (2015). Estrategias de adaptación ante el cambio climático en granos básicos: maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) en cinco comunidades de San Ramón, Matagalpa 2014. Matagalpa.
- Herrera, J. L., y Miranda, X. (1980-2018). Diversificación de la producción agropecuaria en Nicaragua 1980 - 2018. En M. Herrera, Diversificación de la producción agropecuaria en Nicaragua 1980 - 2018 (pág. 10).
- Hidalgo, J. A. (2016). Vulnerabilidad y adaptabilidad a la variabilidad climática en diversos sistemas cafetaleros en Pacho - Cundinamarca. Tesis para optar al grado de Máster en Agroforesteal Tropical, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A Facultad de Ingeniería. Bogotá, Colombia.
- Hodgson, A. M, y Timpson, S. Y. (2020). Análisis de vulnerabilidad del sistema de producción del cultivo del Cacao, *Theobroma cacao*. L, ante el Cambio climático en la comunidad de Siawás, municipio de la Cruz del Rio Grande, territorio Indígena Awaltara RACCS 2018- 2019. Bluefields, Nicaragua.

- Instituto para el Desarrollo y la Democracia (IPADE). (2010). Proyecto “Fortalecimiento de un sector cacaoero campesino eficiente y sostenible en la Región Autónoma del Atlántico Sur”.
- IPCC. (2007). México ante el cambio climático. Obtenido de México ante el cambio climático: [https://cambioclimatico.gob.mx/vulnerabilidad-al-cambio-climatico/#:~:text=Vulnerabilidad%20al%20cambio%20clim%C3%A1tico%20\(IPCC%202007%2C%20LGCC%202012\)&text=IPCC%2C%202007%3A%20%E2%80%9CEs%20el,variability%20y%20los%20extremos%20clim%C3%A1ticos.](https://cambioclimatico.gob.mx/vulnerabilidad-al-cambio-climatico/#:~:text=Vulnerabilidad%20al%20cambio%20clim%C3%A1tico%20(IPCC%202007%2C%20LGCC%202012)&text=IPCC%2C%202007%3A%20%E2%80%9CEs%20el,variability%20y%20los%20extremos%20clim%C3%A1ticos.)
- (2014). Cambio climático: Impactos, adaptación y vulnerabilidad-Resumen para responsables de políticas. Quinto informe de evaluación del Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Ginebra, Suiza. 34.
- Jiménez Ferrer, G., Soto Pinto, L., Pérez Luna, E., Kú Vera, J. C., Ayala Burgos, A., y Villanueva López, G. (2015). Ganadería y cambio climático: Avances y retos de la mitigación y la adaptación en la frontera sur de México (Vol. 15). Coyoacán, México.
- Kaly, U., Pratt, C, y Howorth, R., (2002). A framework for managing environmental vulnerability in Small Island Developing States. *Development Bulletin* 58, 33–38.
- Lezcano, A. K. (2016). Análisis de vulnerabilidad de sistemas agrícolas ante variabilidad climática en San Antonio de Oriente, F M, Honduras. Honduras.
- Lezcano, A.K. (2016). Análisis de vulnerabilidad de sistemas agrícolas ante variabilidad climática en San Antonio de Oriente, F.M., Honduras. Tesis para optar al título de Ingeniera en Ambiente y desarrollo en el Grado Académico de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras
- López, A., y Vega, I. (2004). Cultivos de cobertura para sistemas de cultivos perennes. UNA. Managua.
- Luers A, Lobell, D., Sklar, L., Addams, C, & Matson, P. (2003). A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico. *Global Environmental Change* 13. 255–267.
- Magrin, G. (2015). Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: CEPAL. <https://ssg-s.com/wpcontent/uploads/2018/07/Adaptacion-Cambio-Climatico-AL.pdf>.

- Masera, O., Astier, M, y López, S. (1999). Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El marco de Evaluación MESMIS. MundiPrensa - GIRA - UNAM, México.
- Medina Cruz, D. (2019). Efectos de la variabilidad climática en los medios de vida y la seguridad alimentaria en doce comunidades rurales del municipio de San Juan de Limay, periodo 2017- 2018. Managua, Nicaragua.
- Medina, F. (2015): Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector agrario: Aproximación al conocimiento y prácticas de gestión en España. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- Mendoza, A. (2018). Utilización de abonos verdes Canavalia, como alternativa de manejo ecológico del suelo para el establecimiento de un banco de semilla de maíz criollo (*Zea mays* L.) en la comunidad del Caño Central municipio de Él Cuá, Jinotega. Managua.
- Mercado, Y. (2018). Análisis de la vulnerabilidad a la variabilidad climática de los medios de vida productivos agrícolas de los pequeños productores en el municipio de Tisma, corredor seco de Nicaragua. Tesis para optar al agrado de Magister Scientiae en Economía, Desarrollo y Cambio Climático. Turrialba, Costa Rica 2018.
- Milán, J. A, y Martínez, A. (2010). Impacto del Cambio Climático en la Región Autónoma del Atlántico Norte, RAAN, estudio de caso, Puerto Cabezas. Managua, Nicaragua.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2003). Primer Informe sobre recursos zoo genéticos - Ecuador. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería. <http://www.fao.org/3/a1250e/annexes/CountryReports/Ecuador.pdf>.
- Moss, R.H., Malone, E.L, y Brenkert, A.L. (2001). Vulnerability to climate change: A quantitative approach. Pacific North West National Laboratory. United States Department of Energy. USA.
- Mundo Campo. (julio de 2018). estructura del suelo. Obtenido de <https://mundocampo.com.co/que-es-la-estructura-del-suelo/>
- Nicholls, M. A. (2013). El potencial de adaptación y mitigación de la agricultura tradicional en un clima cambiante. Springer link, 33 - 45. doi:10.1007/s10584-013-0909-y
- Noguera Talavera Álvaro, y Reyes Sánchez Nadir. (2016). Producción de forraje de dos especies, Marango (*Moringa oleifera* Lam.) y Leucaena (*Leucaena leucocephala*

- Lam. De Wit.), en un sistema de cercas vivas durante la época seca en la Finca Santa Rosa, UNA- Managua. Managua.
- Oficina Nacional Forestal. (2013). Guía Técnica SAF para la implementación de Sistemas Agroforestales (SAF) con árboles forestales maderables.
- Olivia Serdeczny, M. A.-F. (2024, enero). Riesgos climáticos para la capacidad de adaptación. Springer. link. doi:10.1007/s11027-023-10103-3
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (PNUD). (2012). Estudio de caracterización del Corredor Seco Centroamericano (Países CA-4). Honduras. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). Transformar la alimentación y la agricultura para alcanzar los ODS. Roma.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2021). “Producción pecuaria en América Latina y el Caribe”. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/americas/prioridades/produccion-pecuaria/es/>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. (2021). Estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. Roma.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2001). Tiempo, clima y seguridad alimentaria. Ginebra, Suiza. 24 p.
- Organización para las Naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). El trabajo de la FAO sobre sobre el cambio climático.
- Padilla, J. (2018). Diagnóstico agro socioeconómico para aplicar la metodología Saemaul Undong en la comunidad El Verdún, El Paraíso, Honduras. Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Ambiente y Desarrollo en el Grado Académico de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.
- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático [IPCC]. (2001). Cambio Climático 2001: Impactos, Adaptación, y Vulnerabilidad: Contribución del Grupo de Trabajo II al Tercer Informe de Evaluación de la Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ciudad, País, Cambridge University Press. 150 p.






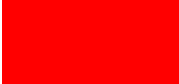
- Pastos y Forraje. (enero de 2020). Pastos y Forraje. Obtenido de <https://infopastosyforrajes.com/tipo-de-sistema-silvopastoril/cercas-vivas/>
- por Alí Raza 1, \*. R. (2019). Impacto del cambio climático en la adaptación de los cultivos y estrategias para abordar sus resultados: una revisión. *Plants*, 15.
- Portillo, L. (2010). *MANUAL DE SISTEMAS AGROFORESTALES PARA EL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE*. San Lorenzo, Paraguay.
- Proyecto para el apoyo a pequeños productores en la zona oriental. (s.f.). *Barreras vivas*. El Salvador.
- Rayda, L., y Cotrina, T. (2022). Efecto de las quemas agrícolas en la cantidad de los macro invertebrados del suelo en el distrito de Aco, Concepción 2021. Huancayo.
- Red de Conocimiento sobre Clima y Desarrollo (CDKN). (2013). Análisis interinstitucional y multisectorial de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático para el sector agrícola de la Cuenca Alta del Río Cauca impactando políticas de adaptación. Colombia: CDKN / AVA. <https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosiste>
- Reid, H., Alam, M., Berger, R., Huq, S, y Milligan, A. (2009). Adaptación al clima basada en la comunidad cambio: una visión general. *Participación Aprendizaje y Acción* 60:11-38.
- Roberts, E., Van der Geest, K., Warner, K., and Andrei, S. (2014). Pérdidas y Daños: Cuando la Adaptación no es suficiente. [http://na.unep.net/geas/getUNEPPageWithArticleIDScript.php?article\\_id=111](http://na.unep.net/geas/getUNEPPageWithArticleIDScript.php?article_id=111)
- Rodríguez, M., y Rodríguez, M. (2016). *Centroamérica, Agua, Cultura y Territorio*, Actas del I Congreso Internacional. Heredia.
- Salazar, A. H., Altieri, M. Á, y Estrada, N. (2017). *Herramienta Didáctica para la Planificación de Fincas Resilientes*. Medellín, Colombia.
- Sebastián, A. B. (2015). Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de Posgrado como requisito para optar al grado de Magister Scientiae en *Sistemas Agrícolas Sostenibles*. Turrialba.
- Sociedad de Agricultores de Colombia. (2011). *Prácticas culturales y manejo de los suelos*. Colombia.
- Solano, J y otros. (2003). *El docente rural en Costa Rica*. Heredia: EUNA

- Ulloa, A. (2013). “Estrategias culturales y políticas de manejo de las transformaciones ambientales y climáticas”. En Culturas, conocimientos, políticas y ciudadanías en torno al cambio climático, 71-105. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia / Colciencias.
- Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe de Nicaragua [URACCAN] (2021). Observatorio de la Autonomía Regional Multiétnica. Observatorio.uraccan.edu.ni
- Velozo, R. (2018). Diagnóstico del Sector Forestal en Nicaragua Movilizando el Sector Forestal y Atrayendo Inversiones
- Viguera, B., Martínez, M. R., Donatti, C. I., Harvey, C. A, y Alpízar, F. (2017). Módulo II, Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación, Materiales de fortalecimiento de capacidades técnicas del proyecto CASCADA (Conservación Internacional-CATIE). Turrialba, Costa Rica.
- Vivas Escobar., Y. M., y Solís Taleno, R. M. (2017). Principales Afectaciones provocadas por el Cambio Climático en las comunidades Rurales de Nicaragua. Juigalpa.
- Yader Mercedes Vivas Escobar, R. M. (2017): Principales Afectaciones provocadas por el Cambio Climático en las. Juigalpa, Chontales: UNAN- FAREM- CHONTALES.

### **XIII. ANEXOS**

#### **Anexo 1. Índice de Precipitación Estandarizada (SPI; McKee 1993)**

Tabla 21. Valores de índice de precipitación estandarizada

Valor del SPI		Condición
2.0 y más		Extremadamente húmedo
1.5 a 1.99		Muy húmedo
1.0 a 1.49		Moderadamente húmedo
-0.99 a 0.99		Normal o aproximadamente normal
-1.0 a -1.49		Moderadamente seco
-1.5 a -1.99		Severamente seco

## Anexo 2. Guía de revisión Bibliográfica

Tabla 22. Guía de revisión bibliográfica

Variable	Indicador	Fuente	
Características productivas	<p>Área</p> <p>Cultivo</p> <p>Manejo</p> <p>Rendimiento</p> <p>Hato bovino</p> <p>Nivel de producción</p>	Encuesta	
Prácticas agroecológicas ante variabilidad climática	<p>Diversificación agrícola</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Implementa sistema (policultivos)</li> <li>2. Implementa sistemas agroforestales</li> <li>3. Implementa sistemas silvopastoriles</li> <li>4. Hace rotación de cultivos</li> <li>5. Implementa cultivos intercalados</li> <li>6. Posee cercas vivas</li> <li>7. Mezcla de variedades locales</li> </ol> <p>Uso y manejo del suelo</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Curvas a nivel en su terreno</li> <li>2. Implementa cultivos d cobertura</li> <li>3. Barreras vivas</li> <li>4. Terrazas</li> <li>5. Acequias o zanjas</li> <li>6. Incorpora materia orgánica al suelo</li> <li>7. No practica la quema</li> </ol> <p>Uso y manejo del agua</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Usa prácticas de reducción de escorrentía</li> <li>2. Posee riego por goteo</li> <li>3. Posee reservorio de agua</li> <li>4. Aplica “mulch”</li> </ol> <p>Implementa cosecha de agua</p>	Encuesta	
Clima	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Temperatura</li> <li>2. Precipitación</li> </ol>	INTA “ACS”	

### Anexo 3. Encuesta

Encuesta para analizar la vulnerabilidad de los sistemas de producción agrícola ante la variabilidad climática.

Estimado/da encuestado/da. Somos estudiantes de la Universidad BICU Recinto El Rama, estamos realizando un estudio para conocer sobre la agricultura y la ganadería en su comunidad. Nos gustaría conocer su finca y su actividad agropecuaria. Agradecemos su colaboración.

#### I. Información General

Nombre del productor[a] \_\_\_\_\_

Coordenadas de la finca: \_\_\_\_\_

Nombre de la finca: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Escolaridad: \_\_\_\_\_

#### II. Información Agrícola

Área de la finca en manzanas: \_\_\_\_\_ Área total que dedica a la agricultura en manzanas \_\_\_\_\_

¿Cuáles son los principales cultivos que siembra en su parcela, rendimientos obtenidos en el último año y el área que siembra de cada uno?

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

¿De dónde obtiene la semilla que utiliza en sus cultivos?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cómo controla las plagas en sus cultivos?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Hablando de clima, ¿cuáles de los siguientes eventos climáticos ha vivido usted en los últimos 5 años? Inundaciones. \_\_\_\_\_ Sequía. \_\_\_\_\_ Deslizamiento de tierra en su finca. \_\_\_\_\_

explique. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Matriz de análisis de prácticas agroecológicas (marcar con x según su implementación)**

Tabla 23. Matriz de análisis de prácticas agroecológicas

Estrategias agroecológicas	Nivel de implementación				
	1	2	3	4	5
	No aplica	En proceso inicial	Aplica parcialmente	Aplica en la mayor parte de la finca	Si aplica
<b>Diversificación agrícola</b>					
Implementa policultivos					
Implementa sistemas agroforestales					
Implementa sistemas silvopastoriles					
Hace rotación de cultivos					
Implementa cultivos intercalados					
Posee cercas vivas					
Mezcla variedades locales					
<b>Uso y manejo de suelo</b>					
Curvas a nivel					
Implementa cultivos de cobertura					
Barreras vivas					
Terrazas					
Acequias o zanjas					
Incorpora materia orgánica					
No practica la quema					
<b>Uso y manejo del agua</b>					
Usa prácticas de reducción de escorrentía					
Posee riego por goteo					
Posee reservorio de agua					
Aplica mulch					
Implementa cosecha de agua					
<b>TOTAL</b>					

### III. Información Pecuaria

Número de ganado:

Bovino \_\_\_\_\_

Equino \_\_\_\_\_

Porcino \_\_\_\_\_

Aves \_\_\_\_\_

Otros \_\_\_\_\_

Cómo maneja su ganado: Intensivo \_\_\_\_\_ Semi Intensivo \_\_\_\_\_ Extensivo \_\_\_\_\_

Qué tipo de corral posee la finca \_\_\_\_\_

Qué pasto consume su ganado:

Gramma común \_\_\_\_\_ Retana \_\_\_\_\_ Marandú \_\_\_\_\_ Toledo \_\_\_\_\_ Tanzania \_\_\_\_\_ Maralfalfa \_\_\_\_\_  
Mombaza \_\_\_\_\_ Caimán \_\_\_\_\_ Mulato \_\_\_\_\_ otro \_\_\_\_\_

¿Qué tipo de pasto de corte suministra a su ganado?

Taiwán \_\_\_\_\_ Kingrass \_\_\_\_\_ Maralfalfa \_\_\_\_\_ Guatemala \_\_\_\_\_ Caña de azúcar \_\_\_\_\_

Otro \_\_\_\_\_

¿Suministra alguna leguminosa a su ganado? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Si la respuesta es sí cual suministra?

Cratylia \_\_\_\_\_ Gandul \_\_\_\_\_ Canavalia \_\_\_\_\_ Morera \_\_\_\_\_ Maderonegro \_\_\_\_\_ Nacedero \_\_\_\_\_

Leucaena \_\_\_\_\_ Elequeme \_\_\_\_\_ otros: \_\_\_\_\_

¿Qué tipo de suplemento suministra a su ganado?

\_\_\_\_\_

¿Qué alternativas alimenticias utiliza en verano?

Ensilaje \_\_\_\_\_ Guate \_\_\_\_\_ Bloques multinutricionales \_\_\_\_\_ Pasto de corte \_\_\_\_\_ otros \_\_\_\_\_

Numero de potreros \_\_\_\_\_ Días de ocupación de los potreros \_\_\_\_\_

Días de descanso de los potreros \_\_\_\_\_

¿Cómo maneja las malezas en los potreros? Chapia \_\_\_\_\_ Control con químicos \_\_\_\_\_ Con fuego \_\_\_\_\_

Número de manejos de malezas por año en los potreros \_\_\_\_\_

¿Le da algún uso al estiércol del ganado? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si la respuesta es sí; ¿qué uso le da? \_\_\_\_\_

---

¿Lleva registros de las enfermedades que se le presentan? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Tipo de vacuna que aplica? \_\_\_\_\_

¿Cada cuánto vacuna? \_\_\_\_\_

¿Qué tipo de desparasitante aplica? Externo \_\_\_\_\_ Interno \_\_\_\_\_ Ambos \_\_\_\_\_

¿Qué tipo de antibióticos utiliza para controlar enfermedades? \_\_\_\_\_

---

---

¿Está cambiando de pasturas naturales a mejoradas? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¿Suministra ensilaje? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_, si la respuesta es Sí, en que época \_\_\_\_\_

¿Suministra concentrados? Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_, si la respuesta es Sí, en que época \_\_\_\_\_

¿El ganado resistente a sequía Sí \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

¡Muchas Gracias!

#### Anexo 4. Fincas

Tabla 24. Fincas encuestadas

No	PROPIETARIO	Nombre de finca	Coordenadas (ATM)	
1	Ismael Aragón	San José	793786	1337917
2	Medardo Calipto Granja Silva	Bella Vista	791540	1337742
3	Elvin Manuel Rivas García	Santa Fe	794046	1337766
4	Santos Orozco	Buena Vista	797277	1338384
5	Eddy Trujillo	San Antonio	792216	1337488
6	Teresa de Jesús Mora Castellón	Los Ángeles	796594	1338386
7	Máximo Antonio López Henríquez	Gracias a Dios	793288	1337450
8	Yamileth del socorro Zambrana López	El Gavilán	798309	133788
9	Luis Zambrana	Los Laureles	797600	1338391
10	Anastasio Urbina	Nueva Esperanza	795757	1337677
11	Faustino Ruiz	Bella Vista	796674	11338659
12	Leonel Centeno		795663	1337968
13	Rosa Méndez	El arbolito	795498	133875
14	Cesar García	Naranjito	797068	1338575
15	Olga Matus Fonseca	El Esfuerzo	792708	1337180
16	María Josefa paz	Nueva Esperanza	795815	1337682
17	Martina Juneysi Zambrana Taleno	Mata de caña	792367	1336995
18	Cristóbal Gonzales	El piñal	795483	1337693
19	Mario Beltrán Mejía Ordoñez	La cuba	794633	1338617
20	Justo German Pérez Jimenes	El regalo	792966	1337355

21	Marcos Mejía Aberrus	Las Flores	794916	1338465
22	Darío Mejía Mejía	El espejo	799996	1338128
23	Lester Manuel Gonzales Granja	El encanto	793898	1338842
24	Crescencio Rodríguez Artola	El Encanto	794093	1338518

Anexo 5. Aspectos de manejo agronómico de los productores Tipo I de La Ceiba

N°	Productor	Preparación de terreno	Forma de siembra	Semilla	Fertilización del cultivo	Control de maleza	Control de plaga
1	Lesther Manuel Gonzáles Granja	Quema y Manual	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico
2	Justo German Pérez	Químico	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico
3	Crescencio Rodríguez Artola	Químico	Manual	Criolla	No Aplica	Químico	No aplica
4	Marcos Mejía Aberrus	Quema Manual	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico

Anexo 6. Aspectos de manejo agronómico de los productores Tipo II de La Ceiba

N°	Productor	Preparación de terreno	Forma de siembra	Semilla	Fertilización del cultivo	Control de maleza	Control de plaga
1	Santos Orozco	Químico y Manual	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico
2	Eddy Trujillo	Quema y Manual	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico
3	Teresa de Jesús Mora	Químico y Manual	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico

4	Máximo Antonio Lopez	Quema y Manual	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico
5	Yamileth del Socorro Zambrana	Químico y Manual	Manual	Criolla	No aplica	Químico	Químico
6	Luis Zambrana	Químico y Manual	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico
7	Anastasio Urbina	Químico y Manual	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico
8	Faustino Cruz Ruiz	Químico y Manual	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico
9	Mario Beltrán Mejía Ordoñez	Quema y Manual	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico
10	Leonel Centeno	Quema y Manual	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico
11	Darío Mejía Mejía	Químico y Manual	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico
12	Rosa Méndez	Quema y Manual	Manual	Criolla	Químico	Químico	No aplica
13	Cesar García	Quema y Manual	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico
14	Olga Matus	Quema y Manual	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico
15	María Josefa Paz	Químico y Manual	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico
16	Martina Zambrana Taleno	Químico	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico

17	Cristóbal Gonzales	Químico y Manual	Manual	Criolla	Químico	Químico	Químico

Anexo 7. Aspectos de manejo agronómico de los productores Tipo III de La Ceiba

N°	Productor	Preparación de terreno	Forma de siembra	Semilla	Fertilización del cultivo	Control de maleza	Control de plaga
1	Ismael Aragón	Químico	Manual	Criolla	No aplica	Químico	Químico
2	Medardo Calipto Granja	Químico y Manual	Manual	Mejorada	Químico	Químico	Químico
3	Elvin Manuel Rivas	Químico y Manual	Manual	Criolla	No aplica	Químico	Químico

## Anexo 6. Vulnerabilidad de los sistemas de producción de La Ceiba

No.	Nombre y apellidos	Diversificación agrícola							Componente	Conservación de suelo							Componente	Uso del agua					Alimentación bovina		Componente	IRC			
		Monocultivos	Policultivos	SAF	SSP	Rotación de cultivos	Cubrio intercalado	Cercas vivas		Semilla criolla	Curvas a nivel	Cultivos de cobertura	Barreras vivas	Terrazas	Zanjas	Usa MO		No quem	Decimje	Riego	Reservorio de agua	Aplica Múch	Cosecha uso domestico	Cosecha uso animal			Componente	Pastos Mejorados	Suplementacion
1	Ismael Aragon	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.13	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	4.00	2.17	1.00	3.00	2.00	1.64
2	Medardo Calpito Granja	1	5.00	2.00	1.00	4.00	2.00	3.00	5.00	2.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	4.00	2.17	3.00	1.00	2.00	2.01	
3	Elin Manuel Rivas	5	1.00	3.00	1.00	3.00	1.00	3.00	5.00	2.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	4.00	2.17	1.00	3.00	2.00	1.98	
4	Santos Orozco	1	4.00	1.00	1.00	3.00	2.00	3.00	5.00	2.50	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	1.67	3.00	2.00	2.50	1.95
5	Eddy Trujillo	1	4.00	1.00	1.00	3.00	2.00	3.00	5.00	2.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	5.00	2.33	1.00	4.00	2.50	2.15
6	Teresa de Jesus Mora	5	1.00	1.00	1.00	4.00	2.00	3.00	5.00	2.75	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	1.67	1.00	2.00	1.50	1.76
7	Maximo Antonio Lopez	1	5.00	3.00	1.00	4.00	3.00	3.00	5.00	3.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	1.67	2.00	2.00	2.00	2.02
8	Yamillet del Socorro Zambrana	5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	1.67	1.00	2.00	1.50	1.54	
9	Luis Zambrana	1	4.00	4.00	1.00	4.00	1.00	5.00	5.00	3.13	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	1.67	3.00	3.00	3.00	2.23
10	Anastasia Urbina	1	5.00	1.00	1.00	5.00	1.00	5.00	5.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	1.67	1.00	1.00	1.00	1.67	1.00
11	Faustino Cruz Ruiz	1	4.00	1.00	1.00	5.00	1.00	4.00	5.00	2.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	1.67	2.00	4.00	3.00	2.10	
12	Mario Beltran Mejia Ordoñez	1	5.00	1.00	1.00	3.00	1.00	4.00	5.00	2.63	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	3.00	1.86	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	5.00	2.33	4.00	4.00	4.00	2.70
13	Leonel Centeno	5	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	4.00	5.00	2.63	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	1.67	1.00	1.00	1.00	1.64
14	Dario Mejia Mejia	1	4.00	2.00	1.00	3.00	2.00	1.00	5.00	2.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	5.00	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.59
15	Rosa Mendez	4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.88	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	1.67	1.00	3.00	2.00	1.71
16	Cesar Garcia	3	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	4.00	5.00	2.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	1.67	1.00	3.00	2.00	1.83
17	Oiga Matuz	3	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	4.00	5.00	2.38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	1.67	1.00	3.00	2.00	1.83
18	Maria Josefa Paz	1	3.00	3.00	1.00	3.00	1.00	4.00	5.00	2.63	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	1.67	1.00	1.00	1.00	1.57	
19	Martina Zambrana Taleno	1	4.00	4.00	1.00	4.00	2.00	4.00	5.00	3.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	1.67	1.00	3.00	2.00	1.95	
20	Cristobal Gonzales	1	4.00	1.00	1.00	4.00	1.00	4.00	5.00	2.63	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	1.67	1.00	1.00	1.00	1.57	
21	Lesliver Manuel Gonzales Granja	1	2.00	1.00	1.00	3.00	3.00	1.00	5.00	2.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	1.67	1.00	1.00	1.00	1.52
22	Justo German Perez	1	2.00	1.00	1.00	3.00	1.00	3.00	5.00	2.13	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	1.67	3.00	3.00	3.00	2.02
23	Crecencio Rodriguez Antola	1	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	3.00	5.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.14	1.00	1.00	2.00	1.00	5.00	1.00	1.83	1.00	1.00	1.00	1.49	
24	Marcos Mejia Abernus	1	5.00	2.00	1.00	3.00	3.00	1.00	5.00	2.63	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	1.67	1.00	1.00	1.00	1.64
	Promedio	1.96	2.92	1.63	1.00	3.08	1.54	3.04	4.83	2.50	1.00	1.00	1.21	1.00	1.17	1.08	1.79	1.18	1.00	1.00	1.13	1.00	5.00	1.71	1.81	1.70	2.21	1.88	1.84