

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 El Móvil, municipio El Rama, RACCS, Nicaragua, enero 2023 a enero del 2024

Autores:

Br. Yoel David Jarquín Jiménez.

Br. Katyela Anamarus Mairena.

Tutor:

Ing. Carlos Iván Ramírez Castillo.

El Rama, Región Autónoma Costa Caribe Sur, Nicaragua

Octubre, 2024

**“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 El Móvil, municipio El Rama, RACCS, Nicaragua, enero 2023 a enero del 2024

Autores:

Br. Yoel David Jarquín Jiménez.

Br. Katyela Anamarus Mairena.

Tutor:

Ing. Carlos Iván Ramírez Castillo.

El Rama, Región Autónoma Costa Caribe Sur, Nicaragua  
Octubre, 2024

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

## **DEDICATORIA**

Dedicamos esta monografía a Dios, con infinita gratitud por ser la fuente de nuestra salud y vida agradecemos su presencia constante y su guía en cada paso que damos es su luz la que ilumina nuestro camino y nos permite superar obstáculos y alcanzar nuestras metas, sin su amor y bendiciones, este logro no hubiera sido posible a él le debemos todo, y a él le entregamos humildemente este trabajo como testimonio de fe y gratitud

De igual manera dedico este trabajo a mis amados padres, Luz Marina Jiménez y Alexis Jarquín, cuyo amor y apoyo incondicional han sido fundamentales en mi vida, gracias por creer en mí, por sus sacrificios y por ser mi inspiración constante este logro es tan suyo como nuestro.

Br. Yoel David Jarquín Jiménez.

Dedico esta monografía a una persona muy especial en mi vida, mi abuela Flora Mairena, quien descansa en la paz del Señor su amor, sabiduría y enseñanzas siempre estarán presentes en mi corazón abuela, tu memoria y legado me inspiran cada día, y aunque ya no estés físicamente con nosotros, sé que tu espíritu me acompaña siempre este logro es también en tu honor.

Con todo mi amor y gratitud, hago mención a mi querido hijo Aldo Josué tu presencia en mi vida ha sido una fuente inagotable de inspiración y motivación gracias a ti, he encontrado la fuerza y el deseo de superarme y luchar por mis sueños espero que este logro sea un ejemplo para ti, mostrándote que, con dedicación y esfuerzo, todo es posible tú eres mi mayor orgullo y mi razón de ser.

Asimismo, dedico este trabajo a mis queridas tías Luvi Mairena y Alda Panting, quienes me acobijaron con el amor y el cuidado de un padre y una madre su apoyo incondicional y su ejemplo de fortaleza han sido fundamentales en mi vida agradezco de todo corazón su cariño, y reitero mi gratitud hacia ustedes.

Br. Katyela Anamarus Mairena

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestro tutor, el Ing. Carlos Ramírez, por su invaluable guía y apoyo a lo largo del desarrollo de esta monografía. Su dedicación, conocimiento y paciencia han sido fundamentales para la culminación de este trabajo gracias a sus observaciones precisas y su constante motivación, hemos podido enfrentar y superar los desafíos que se presentaron en el camino, estamos profundamente agradecido por su compromiso y por haberme brindado la confianza necesaria para alcanzar nuestros objetivos académicos

De igual manera, deseamos agradecer a la Universidad BICU CUR Rama por proporcionarlos los recursos y el ambiente adecuado para realizar esta investigación su infraestructura y personal de trabajo nos proporcionaron un ambiente agradable en el transcurso de nuestros estudios, a todos los profesores y personal administrativo, gracias por su apoyo constante y por fomentar un entorno académico de excelencia.

Finalmente agradecemos a todas las personas que de una forma directa o indirecta estuvieron presente en nuestro camino universitario

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	I
<b>ABSTRACT</b> .....	II
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	2
<b>III. JUSTIFICACIÓN</b> .....	3
<b>IV. SUPUESTO DEL ESTUDIO</b> .....	5
4.1 Preguntas directrices .....	5
<b>V. OBJETIVOS</b> .....	6
5.1 Objetivo General .....	6
5.2 Objetivos Específicos.....	6
<b>VI. ESTADO DEL ARTE</b> .....	7
6.1 Conceptos introductorios .....	7
6.2 Análisis de Estudio.....	16
6.3 Reflexión Final.....	31
<b>VII. METODOLOGÍA</b> .....	34
7.1 Área de localización del estudio.....	34
7.2 Tipo de estudio según el enfoque cualitativo asumido y su justificación .....	34
7.3 Selección de informante del estudio.....	35
7.3.1 Tipo de muestra y muestreo .....	35
7.3.2 Técnicas e instrumentos de la investigación .....	35
7.4 Métodos y técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	36
7.4.1 Metodología para evaluar la vulnerabilidad de los sistemas agropecuarios .....	36
7.4.2 Grado de exposición real a partir de la información de la estación meteorológica .....	37
7.4.3 Procesamiento de la información .....	41

7.4.4 Criterios de calidad: credibilidad, confiabilidad .....	43
7.4 Operacionalización de variables.....	44
<b>VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>45</b>
<b>IX. CONCLUSIONES.....</b>	<b>57</b>
<b>X. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>XI. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....</b>	<b>61</b>
11.1 Presupuesto para la ejecución de la investigación .....	61
11.2 Cronograma de actividades .....	61
<b>XII. REFERENCIAS.....</b>	<b>62</b>
<b>XIII. ANEXOS.....</b>	<b>66</b>
Anexo 1. Valores del Índice de Precipitación Estandarizada (SPI; McKee 1993).....	66
Anexo 2. Guía de revisión bibliográfica .....	67
Anexo 3. Encuesta .....	68
Anexo 4. Nombres de fincas y coordenadas en grados decimales. ....	71
Anexo 5. Aspectos de manejo agronómico de los productores tipo I.....	69
Anexo 6. Aspectos de manejo agronómico de los productores tipo II .....	70
Anexo 7. Aspectos de manejo agronómico de los productores tipo III .....	71
Anexo 8. Vulnerabilidad de los sistemas de producción de los productores de la comunidad El Móvil.....	72

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorización de la exposición .....	38
Tabla 2. Niveles de vulnerabilidad. ....	40
Tabla 3. Indicadores para medir la sensibilidad de los sistemas de producción agrícolas .....	40
Tabla 4. Matriz de análisis de prácticas agroecológicas de finca .....	42
Tabla 5. Operacionalización de variables .....	44
Tabla 6. Distribución del área de los productores encuestados de la comunidad El Móvil .....	45
Tabla 7. Prácticas agroecológicas que realizan los productores de la comunidad El Móvil .....	46
Tabla 8. Tipología del sistema de producción de los productores de la comunidad El Móvil. ....	47
Tabla 9. Rendimientos promedios de la producción agrícola y área promedio de siembra de productores tipo I. ....	48
Tabla 10. Rendimientos promedios de la producción agrícola y área promedio de siembra de productores tipo II. ....	49
Tabla 11. Rendimientos promedios de la producción agrícola y área promedio de siembra de productores tipo III. ....	49
Tabla 12. Afectaciones climáticas de los productores de la comunidad El Móvil .....	53
Tabla 13. Vulnerabilidad promedio del componente de diversificación agrícola. ....	54
Tabla 14. Conservación de suelo. ....	54
Tabla 15. Uso y manejo de agua.....	55
Tabla 16. Alimentación bovina.....	55
Tabla 17. Productores con vulnerabilidad alta, media y baja .....	56

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la comunidad El Móvil .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Figura 2. Factores que influyen en la identificación de la vulnerabilidad de los sistemas productivos .....	36
Figura 3. Comparación de precipitaciones de enero 2022 a mayo 2024 en el municipio de El Rama. ....	5151
Figura 4. Comparativa de las temperaturas máximas de enero 2022 a mayo 2024 en el municipio de El Rama. ....	52
Figura 5. Comparativa de las temperaturas mínimas de enero 2022 a mayo 2024 en el municipio de El Rama. ....	522

## **RESUMEN**

Se realizó un trabajo de investigación para identificar la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante variabilidad climática en la comunidad El Móvil, el objetivo de este estudio fue identificar prácticas agroecológicas de adaptación, describir los sistemas de producción, análisis climático y el grado de vulnerabilidad. Se aplicó un diseño no experimental con enfoque cualitativo de corte transversal en la cual participaron 22 productores, la muestra fue no probabilística y el muestreo intencional, los datos fueron recolectados a través de revisión documental, encuesta y observación directa no participante. Entre las prácticas agroecológicas predominantes se destacan la mezcla de variedades locales, los policultivos y la no quema. Los sistemas de producción agropecuarios en la comunidad El Móvil (Componente Diversificación Agrícola: 1.95; Conservación de Suelo: 1.56; Uso y Manejo del Agua: 1.52; Alimentación Bovina: 1.75) revela una alta vulnerabilidad, los 22 productores de la comunidad (100%) se encuentran en una situación de alta vulnerabilidad con un índice de 1.69, la total prevalencia de alta vulnerabilidad entre los productores resalta la necesidad urgente de intervenciones estratégicas y apoyo técnico, se recomienda promover la diversificación de cultivos, mejorar las prácticas de conservación de suelos y fortalecer el manejo del agua y la alimentación del ganado para reducir la vulnerabilidad de estos sistemas ante la variabilidad climática.

**Palabras clave:** Vulnerabilidad, sistemas de producción, variabilidad climática, prácticas agroecológicas.

## **ABSTRACT**

A research study was conducted to identify the vulnerability of agricultural production systems to climate variability in the El Movil Community. The objective of this study was to identify agroecological adaptation practices, describe production systems, analyze climate, and assess the degree of vulnerability. A non-experimental design with a qualitative cross-sectional approach was applied, involving 22 producers. The sample was non-probabilistic and the sampling was intentional. Data were collected through documentary review, surveys, and non-participant direct observation. Predominant agroecological practices included the mixture of local varieties, polycultures, and the avoidance of burning. The agricultural production systems in the El Movil community (Agricultural Diversification Component: 1.95; Soil Conservation: 1.56; Water Use and Management: 1.52; Cattle Feeding: 1.75) reveal high vulnerability. All 22 producers in the community (100%) are in a situation of high vulnerability with an index of 1.69. The total prevalence of high vulnerability among the producers highlights the urgent need for strategic interventions and technical support. It is recommended to promote crop diversification, improve soil conservation practices, and strengthen water management and cattle feeding to reduce the vulnerability of these systems to climate variability.

**Keywords:** Vulnerability, production systems, climate variability, agroecological practices.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática es un desafío creciente para comunidades rurales como la Comunidad El Móvil, ubicada en El Rama, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS) de Nicaragua.

Es crucial comprender cómo el cambio climático afecta la capacidad de los pequeños productores para mantener y mejorar sus medios de vida a través de la agricultura y la ganadería. La metodología empleada para esta investigación fue de tipo observacional con enfoque cualitativo, con respecto a la profundidad del conocimiento fue descriptivo y por el periodo de corte transversal, para ello se clasificaron los sistemas de producción y sus características productivas y se identificaron mediante la encuesta y la observación directa no participante

La investigación se desarrolló durante el periodo de enero de 2023 a enero de 2024, abarcando un ciclo anual que permitirá comprender cómo la variabilidad climática afecta las prácticas agrícolas y ganaderas de la comunidad.

Este estudio resalta la importancia de generar información puesto que todo los productores de la comunidad se encuentran en alta vulnerabilidad por la falta de implementación de las practicas agroecológicas en los sistemas de producción poniendo en riesgo la seguridad alimentaria de los productores locales, además los resultados obtenidos serán de utilidad para los tomadores de decisiones a nivel local, regional y nacional ya que proporciona información clave para el diseño de políticas y programas orientados a mejorar la capacidad de adaptación de los sistemas de producción agropecuarios antes los desafíos climáticos

## **II. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

El problema central abordado en esta monografía es la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios frente a la variabilidad climática en la comunidad El Móvil que enfrenta desafíos significativos relacionados con la dependencia de la agricultura y la ganadería como principales fuentes de sustento, lo que los hace particularmente susceptibles a los efectos adversos del cambio climático y la variabilidad meteorológica.

La variabilidad climática, caracterizada por fenómenos como sequías, inundaciones, tormentas y cambios inesperados en los patrones de temperatura y precipitación, representa una amenaza constante para la seguridad alimentaria, la economía local y el bienestar general de los habitantes de la comunidad.

Durante la visita se evidenció un escaso conocimiento sobre los efectos del cambio climático entre los productores, lo que se traduce en una falta de interés en buscar soluciones ante esto surgió la necesidad de investigar con el fin de identificar soluciones adaptativas y promover conciencia sobre el tema

En este contexto, resulta crucial comprender en detalle cómo la variabilidad climática afecta específicamente a los sistemas de producción agropecuarios en la Comunidad El Móvil.

### **2.1 Pregunta de Investigación**

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante variabilidad climática en la comunidad El Móvil?

### **III. JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación es de suma importancia para los productores de la comunidad El Móvil, debido a que los sistemas de producción agropecuarios son el medio de vida y se ven afectados antes la variabilidad climática

La comunidad de El Móvil depende en gran medida de la agricultura y la ganadería como fuentes primarias de subsistencia, lo que los hace especialmente susceptibles a los efectos adversos del cambio climático y la variabilidad meteorológica. La información recopilada durante el periodo de estudio proporciono una comprensión detallada de cómo estos sistemas de producción agropecuarios están siendo afectados por la variabilidad climática, identificando los principales factores de vulnerabilidad y los impactos específicos en la seguridad alimentaria, la economía local y el bienestar de la comunidad.

La justificación de esta investigación se enmarca además en el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 13: "Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos". Este estudio contribuirá directamente a este objetivo al proporcionar información detallada sobre los efectos del cambio climático a nivel local.

#### **Limitaciones**

Una de las principales limitaciones de la investigación fue la disponibilidad y acceso limitado a datos meteorológicos en la Comunidad El Móvil, lo que dificultó un análisis detallado de las tendencias climáticas a nivel local.

La falta de recursos tecnológicos y financieros en la comunidad para implementar medidas de adaptación afectó la capacidad de los productores para aplicar soluciones más avanzadas.

La recolección de datos primarios también presentó dificultades debido a la dispersión geográfica de los productores y a las limitaciones en la disponibilidad de tiempo de los entrevistados.

#### **Riesgos**

La investigación enfrentó riesgos asociados a la variabilidad de los fenómenos climáticos durante el periodo de estudio como lluvias intensas inesperadas, que podrían haber alterado las prácticas habituales de los productores, afectando la representatividad de los datos obtenidos.

Otro riesgo significativo fue la participación de los productores debido a la desconfianza o falta de tiempo, lo que pudo haber limitado la cantidad y diversidad de las respuestas.

La falta de financiamiento para implementar soluciones a corto plazo genera un riesgo de que las estrategias propuestas no se lleven a cabo de manera efectiva.

## **IV. SUPUESTO DEL ESTUDIO**

Partiendo de la premisa de que existen prácticas agroecológicas implementadas por los productores agropecuarios en la comunidad El Móvil para adaptarse a la variabilidad climática, se supone que estas prácticas están asociadas a diferentes sistemas de producción agropecuarios y prácticas productivas específicas, se asume que el grado de exposición actual de los sistemas de producción agropecuaria en la comunidad El Móvil varía según la naturaleza de las prácticas implementadas y las condiciones climáticas locales.

Además, se postula que el grado de vulnerabilidad de estos sistemas ante la variabilidad climática está influenciado por factores como la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos, la diversidad de cultivos y actividades ganaderas, así como el acceso a recursos y tecnologías de adaptación.

Por lo tanto, se plantea que la investigación identificó y analizó las prácticas agroecológicas de adaptación, los sistemas de producción agropecuarios asociados, el grado de exposición y la vulnerabilidad de estos sistemas ante la variabilidad climática en la comunidad El Móvil.

### **4.1 Preguntas directrices**

¿Cuáles son las practicas agroecológicas de adaptación a la variabilidad climática los productores agropecuarios?

¿Cuáles son los sistemas de producción agropecuarios y las prácticas productivas a las que están asociados?

¿Cuál es el grado de exposición actual de los sistemas de producción?

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuario ante variabilidad climática?

## **V.OBJETIVOS**

### 5.1 Objetivo General

Analizar el grado de vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática en la comunidad El Móvil

### 5.2 Objetivos Específicos

- Identificar las prácticas agroecológicas de adaptación a la variabilidad climática.
- Describir los sistemas de producción agropecuarios y las prácticas productivas a las que están asociados.
- Valorar el grado de exposición actual de los sistemas de producción agropecuario mediante el análisis de información climática.
- Estimar el grado de vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante variabilidad climática.

## **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 y 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 y Martínez, (2010). (p.16)

Con base a eso se puede mencionar que la Organización de 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 y Miranda, (1980-2018) expresan 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 por lo 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 y 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 de este, 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 Agrosilvopastoril:

Oficina Nacional Forestal, (2013) definen:

“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 él:

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 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), lo define como:

El suelo es la base de la producción agropecuaria. En él, las plantas se sostienen, extraen los nutrientes, toman el agua y el aire de este, 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 y 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 y 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 Universidad Nacional Agraria, (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 microhábitats 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 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 y Tantavilca, (2022), 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 macrofauna 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. Quemas agrícolas

Rayda y 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 descance 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 al cambio climático. 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.” (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 Análisis de Estudio

1. En su publicación Brenda, (2007) titulada El manejo agroforestal como estrategia adaptativa frente a posibles extremos micro climáticos en la caficultura, Los patrones actuales de cambio climático 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 el cambio climático 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. Se 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. Se concluyó en 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, y 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 el cambio climático 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 al cambio climático 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 al cambio climático. 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 título “El potencial de adaptación y mitigación de la agricultura tradicional en un clima cambiante” La amenaza del cambio climático 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 al cambio climático 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 Inter comparación 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 Inter comparación 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 cambio climático 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 duda, 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 silvo pastoriles, 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 del cambio climático sobre granos básicos, efectos del cambio climático en seguridad alimentaria y adaptación al cambio climático 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 Cambio 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 ante el cambio climático.

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 postcosecha, 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 presenta 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 desciende 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 ArcGIS del INETER, para diseñar mapas. La variabilidad climática generalmente en el municipio de Limay varía entre 21° a 36° y rara vez baja a menos de 18° o sube a más de 38°, 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 el cambio climático están correlacionados internamente entre sí en varios aspectos, ya que el cambio climático 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. El cambio climático 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 genotipado son importantes para identificar los diferentes genes para el mejoramiento de cultivos bajo el cambio climático. 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 el cambio climático.

14. Según, Chávez y 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 al Cambio Climático. 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 llega a la conclusión de que la vulnerabilidad de los sistemas de producción agrícola ante el cambio climático es un tema de gran importancia. El cambio climático 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 estables y predecibles.

La vulnerabilidad de los sistemas de producción agrícola ante el cambio climático 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 al cambio climático, 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 del cambio climático 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 de la exposición local a los 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 de cambio climático.

Es crucial considerar la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas al cambio climático 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.

## VII. METODOLOGÍA

### 7.1 Área de localización del estudio.

El estudio se realizó en la comunidad El Móvil, municipio de El Rama a 21 kilómetros al sureste de Ciudad El Rama. El Móvil cuenta con una extensión territorial de 1,539.99 manzanas, su principal vía de acceso es acuática a través del Río Rama, limita al norte con El Porvenir, al sur con San Jerónimo, al este con Guadalupe y al oeste La Sardina.

El estudio tuvo una duración de doce meses incluyendo la elaboración del proyecto e informe final.

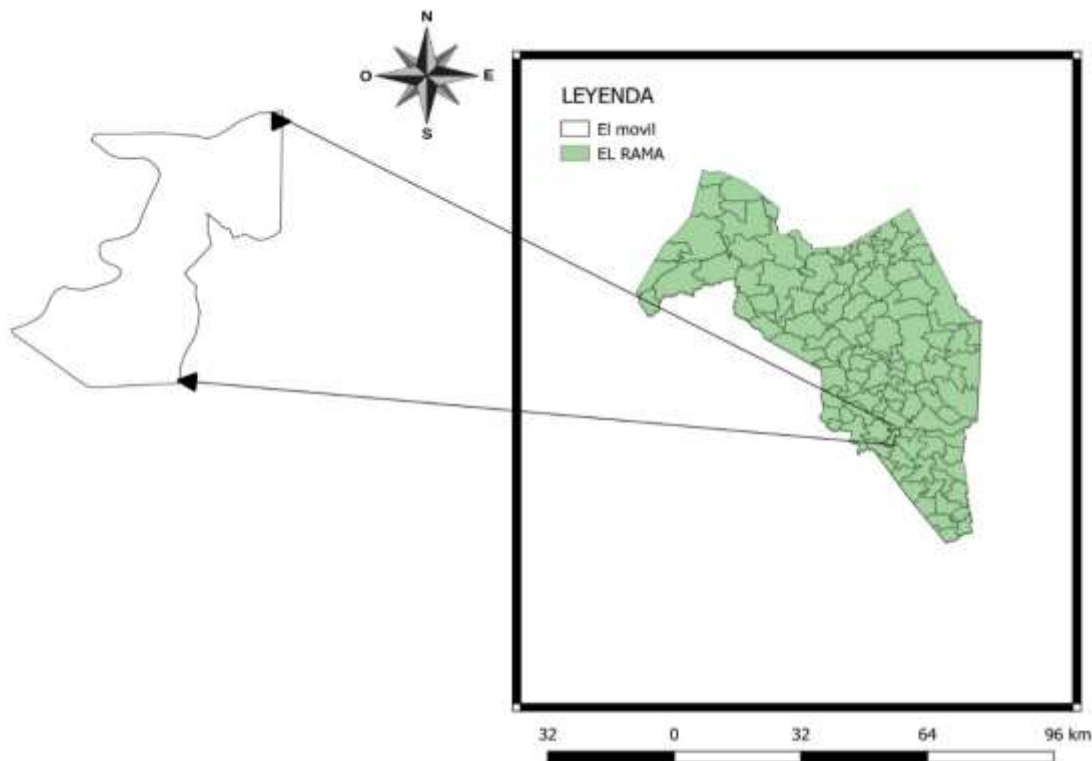


Figura 1. Ubicación de la comunidad El Móvil

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

Según el enfoque el estudio es cualitativo, ya que se analizaron los datos provenientes de las características de los productores. Según Hernández, Fernández y Baptista (2010, pp.7-11) el estudio cualitativo consistirá en “comprender un fenómeno social, más allá de medir las variables involucradas, se buscará entenderlo, las variables no se definieron con la finalidad de manipularse experimentalmente”.

Según su amplitud se considera prospectivo de corte transversal, es decir, los datos se obtuvieron en un solo momento y las variables se analizaron en un momento dado.

### 7.3 Selección de informante del estudio

#### 7.3.1 Tipo de muestra y muestreo

El tipo de muestra fue no probabilístico y el muestreo intencional o de conveniencia, esto debido a que se seleccionó la comunidad porque en buena parte de su territorio se ha identificado que existe producción agropecuaria. La población de estudio fueron las 22 fincas que componen la comunidad del móvil, en este caso, la muestra el 100% de las fincas de la comunidad

#### 7.3.2 Técnicas e instrumentos de la investigación

##### Técnica

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

##### Revisión documental.

La revisión documental fue una técnica que contribuya en el proceso de recolección de la información, como parte fundamental en el mismo, se realizó la revisión documental sobre; cambio climático, medidas de mitigación al cambio climático, vulnerabilidad de los sistemas de producción y prácticas agroecológicas ante variabilidad climática implementadas por los productores.

##### Encuesta.

Para recolectar la información, se utilizó la técnica de la encuesta, la que se aplicó de manera individual a cada productor o productora de la comunidad. Por lo tanto, se elaboró un cuestionario (ver anexo 3) como herramienta guía para plantear las preguntas y codificar las respuestas de los y las productoras de la comunidad en estudio.

##### Observación no participante:

El observador no se involucró directamente con el objeto de estudio. Se observaron las prácticas agroecológicas que implementa el productor.

## Instrumento

### cuestionario

En el cuestionario se consideraron los tipos de variables, características productivas y las prácticas agroecológicas ante variabilidad climática implementadas como medidas de adaptación en las fincas por los productores de la comunidad El Móvil. Las boletas de preguntas se abordaron diferentes temas de medios de vida. El análisis está orientado a conocer la situación actual de la comunidad. Dentro de este instrumento se agruparon las prácticas agroecológicas en cuatro componentes: 1) diversidad agrícola, 2) uso y manejo del suelo, 3) uso y manejo del agua y 4) alimentación bovina.

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

### 7.4.1 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).

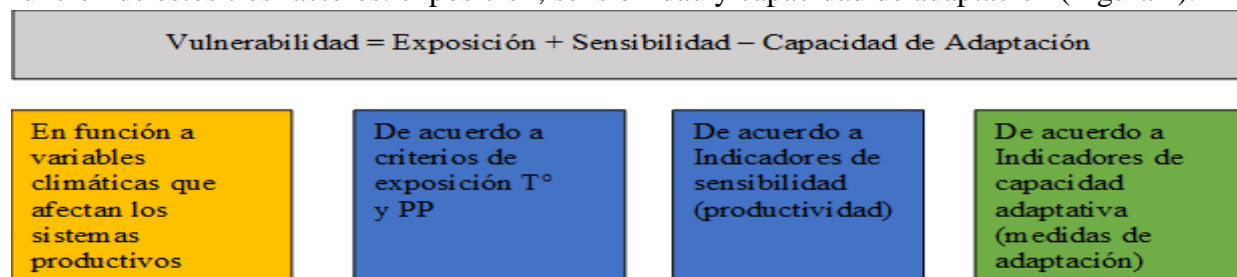


Figura 2. Factores que influyen en la identificación de la vulnerabilidad de los sistemas productivos. Fuente: Baca (2011)

“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 seleccionó la estación meteorológica del del Centro de Desarrollo de Tecnologías Agropecuarias Hermanos Pinales Estrada y se utilizarán las variables de temperatura máxima, mínima y precipitación durante el periodo establecido con el uso del software InfoStat v 2020.

#### 7.4.2 Grado de exposición real a partir de la 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  $0,2^{\circ}\text{C}$  y  $0,4^{\circ}\text{C}$  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  $0,2^{\circ}\text{C}$ , 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 1)

Tabla 1. 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 se aplica 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 1), según el índice la vulnerabilidad es baja (Tabla 2).

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

Si la exposición y sensibilidad son bajas, la capacidad de adaptación es media (Tabla 1), la vulnerabilidad es baja (Tabla 2).

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

Si la exposición es baja y la sensibilidad y la capacidad de adaptación son altas (Tabla 1), la vulnerabilidad es media (Tabla 2).

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

Si la exposición es media y la sensibilidad y la capacidad de adaptación son altas (Tabla 1), la vulnerabilidad es media (Tabla 2).

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

Si la exposición, sensibilidad y la capacidad de adaptación son altas (Tabla 1), la vulnerabilidad es media (Tabla 2).

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

Si la exposición, sensibilidad son altas y la capacidad de adaptación es media (Tabla 1), la vulnerabilidad es alta (Tabla 2).

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

Si la exposición, sensibilidad son altas y la capacidad de adaptación es baja (Tabla 1), la vulnerabilidad es alta (Tabla 2).

Al mismo tiempo agrupamos los índices en tres niveles (alta, media, baja), identificando así tres rangos de vulnerabilidad (alto, medio y bajo) (Tabla 2).

Tabla 2. Niveles de vulnerabilidad.

Índice	Rangos
-1	Alta
0	Alta
1	Alta
2	Alta
3	Media
4	Media
5	Baja

Fuente; Baca, 2011.

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

En la Tabla 3, se describen a detalle los indicadores definidos para el análisis de cada dimensión de la sensibilidad, justificación y rangos asignados:

Tabla 3. Indicadores para medir la sensibilidad de los sistemas de producción agrícolas

Dimensión	Indicadores	Justificación	Rangos de Sensibilidad
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 pérdidas o bajas de productividad, escasez de alimento, deterioro de la calidad de vida	El Índice de Precipitación Estandarizada (SPI; McKee 1993) Ver Anexo 1
Sensibilidad	Agro diversidad	Diversidad vegetal cultivada	Alto (1): Monocultivo a 2 cultivos. Medio (2): de 3 a 4 cultivos. Baja (3): Mas de 4 cultivos

Dimensión	Indicadores	Justificación	Rangos de 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

### 7.4.3 Procesamiento de la información

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete de Microsoft office, el análisis de la encuesta y sus variables se realizó 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 2).

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 3).

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 4).

Los criterios por componente y la escala de evaluación se estructuran en una matriz de consulta (Tabla 4), 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 4. 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	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

---

**Uso y manejo del agua**

Usa prácticas de reducción de  
escorrentía

Posee riego por goteo

Posee reservorio de agua

Aplica mulch

Implementa cosecha de agua

---

**TOTAL**

---

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

La credibilidad se aseguró mediante la implementación de técnicas de triangulación, utilizando múltiples fuentes de datos, como encuestas, entrevistas y observaciones directas, para obtener una visión integral y precisa de la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática en la comunidad El Móvil, además, se involucró a los productores en el proceso de recopilación de datos, validando los hallazgos a través de la retroalimentación y la verificación en campo.

La confiabilidad se logró mediante la aplicación de métodos estandarizados y replicables para la recolección y análisis de datos, asegurando consistencia y precisión en las mediciones, los datos fueron registrados y gestionados cuidadosamente, utilizando métodos que minimizan el riesgo de errores y sesgos, proporcionando una base sólida y confiable para las conclusiones y recomendaciones presentadas en este estudio.

#### 7.4 Operacionalización de variables

Tabla 5. Operacionalización de variables

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

## VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Distribución del área de los productores encuestados de la comunidad El Móvil

La tabla 7 presenta la distribución del área en la comunidad El Móvil revela que la mayor parte del terreno está dedicada a áreas pecuarias (93.04%), seguida por áreas agrícolas (6.39%) e infraestructura (0.58%). Esto refleja una predominancia de la ganadería en la región, con una menor pero significativa presencia de cultivos agrícolas.

Tabla 6. Distribución del área de los productores encuestados de la comunidad El Móvil

Distribución del área	Área (mz)	Porcentaje
Infraestructura	5.5	0.58%
Área agrícola	60.83	6.39%
Área pecuaria	886.05	93.04%
<b>Total</b>	<b>952.38</b>	<b>100.00%</b>

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

De acuerdo con los datos recolectados, las prácticas agroecológicas implementadas en la comunidad El Móvil varían considerablemente entre los productores. A continuación, se detallan las principales prácticas adoptadas:

Rotación de cultivos: Esta práctica es implementada por el 55% de los productores. La rotación de cultivos ayuda a mantener la fertilidad del suelo y a reducir la incidencia de plagas y enfermedades.

Sistema agroforestal: Un 27% de los productores ha adoptado sistemas agroforestales, integrando árboles en sus parcelas para mejorar la biodiversidad y proporcionar sombra.

No quema: La práctica de no quemar los residuos de cosechas es seguida por el 91% de los productores, lo que contribuye a la conservación del suelo y la reducción de emisiones de carbono.

Cercas vivas: El 100% de los productores utilizan cercas vivas, que ayudan a proteger los cultivos y a mantener la estructura del suelo.

Cosecha de agua para uso doméstico: Un 68% de los productores destinan parte de su producción para el consumo doméstico, asegurando la seguridad alimentaria de sus familias.

Suplementación: El 64% de los productores suplementan su ganado, especialmente en épocas de sequía, para garantizar la nutrición adecuada de sus animales

Prácticas menos comunes incluyen la siembra en contra de la pendiente (9%), la implementación de pasto mejorado (9%), y el uso de monocultivos (9%).

Tabla 7. Prácticas agroecológicas que realizan los productores de la comunidad El Móvil

<b>Practica</b>	<b>No. de productores</b>	<b>Porcentaje</b>
Monocultivo	2	9%
Diversificado	0	0%
Sistema agroforestal	6	27%
Rotación de cultivos	12	55%
Cultivo intercalado	0	0%
Cercas vivas	22	100%
Curvas a nivel	0	0%
Barreras vivas	0	0%
Terrazas	0	0%
No quema	20	91%
Siembra en contra de la pendiente	2	9%
Siembra a favor de la pendiente	0	0%
Drenaje	0	0%
Riego	0	0%
Cosecha uso domestico	15	68%
Cosecha de uso animal	11	50%
Implementación de pasto mejorado	2	9%
Suplementan	14	64%
No suplementan	8	36%

## Tipología del sistema de producción de la comunidad El Móvil

Para determinar la tipología de los productores de la comunidad El Móvil se utilizó el análisis de Solorzano 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)

La comunidad El Móvil se caracteriza por una diversidad en el tamaño de las explotaciones agropecuarias:

Pequeños productores (Tipo I): Representan el 67% de los productores y manejan áreas de hasta 20 manzanas.

Medianos productores (Tipo II): También constituyen el 67% de los productores, manejando entre 21 y 100 manzanas.

Grandes productores (Tipo III): Constituyen el 13% de los productores y manejan más de 100 manzanas.

Tabla 8. Tipología del sistema de producción de los productores de la comunidad El Móvil.

No.	Tipo productor	Mz	Cantidad	% porcentaje
<b>I</b>	Pequeños productores	0-20 mz	10	67%
<b>II</b>	Medianos productores	21-100 mz	10	67%
<b>III</b>	Grandes productores	100 mz a mas	2	13%

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

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

Para los pequeños productores (Tipo I):

Los rendimientos promedios y las áreas de siembra de los pequeños productores son las siguientes:

Yuca: 6 manzanas, rendimiento de 47 quintales.

Maíz: 6 manzanas, rendimiento de 75 quintales.

Musáceas: 3 manzanas, rendimiento de 15 quintales.

Frijol: 6 manzanas, rendimiento de 10 quintales.

Malanga: 1 manzana, rendimiento de 10 quintales.

Tabla 9. 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>
Yuca	6	QQ	47
Maíz	6	QQ	75
Musáceas	3	QQ	15
Frijol	6	QQ	10
Malanga	1	QQ	10

Para los medianos productores (Tipo II):

Los rendimientos promedios y las áreas de siembra de los medianos productores son las siguientes:

Maíz: 7 manzanas, rendimiento de 66 quintales.

Frijol: 7 manzanas, rendimiento de 25 quintales.

Yuca: 6 manzanas, rendimiento de 221 quintales.

Musáceas: 4 manzanas, rendimiento de 38 quintales.

Arroz: 1 manzana, rendimiento de 8 quintales.

.

Tabla 10. 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>
Maíz	7	QQ	66
Fríjol	7	QQ	25
Yuca	6	QQ	221
Musáceas	4	QQ	38
Arroz	1	QQ	8

Para los grandes productores (Tipo III):

Los rendimientos promedios y las áreas de siembra de los grandes productores son las siguientes:

Maíz: 1 manzana, rendimiento de 29 quintales.

Frijol: 1 manzana, rendimiento de 29 quintales.

Yuca: 1 manzana, rendimiento de 50 quintales.

Musáceas: 1 manzana, rendimiento de 20 quintales.

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

<b>Rubro</b>	<b>Área promedio (Mz)</b>	<b>UM</b>	<b>Rendimiento</b>
Maíz	1	QQ	29
Fríjol	1	QQ	29
Yuca	1	QQ	50
Musáceas	1	QQ	20

## **Manejo agronómico que realizan los productores**

Los pequeños productores (Tipo I): La mayoría de los pequeños productores utilizan métodos tanto químicos como manuales para la preparación del terreno y el control de malezas y plagas. La semilla utilizada proviene principalmente de cosechas anteriores, con algunos productores empleando semillas mejoradas. La fertilización del cultivo es en su mayoría química, con algunos productores no aplicando fertilizantes. (Ver Anexo 5)

Los medianos productores (Tipo II): Los medianos productores combinan métodos químicos y manuales para la preparación del terreno y el control de malezas y plagas. La semilla utilizada es principalmente mejorada, y la fertilización del cultivo incluye tanto químicos como orgánicos. Sin embargo, algunos productores no aplican fertilizantes. (Ver anexo 6)

Los grandes productores (Tipo III): Los grandes productores utilizan principalmente métodos manuales y químicos para la preparación del terreno y el control de malezas y plagas. La semilla utilizada incluye variedades mejoradas, criollas y de cosechas anteriores. La fertilización del cultivo es una combinación de químicos y orgánicos. (Ver Anexo 7)

## **Afectaciones climáticas en el municipio de El Rama**

El análisis de las precipitaciones en el Instituto Nicaragüense de Tecnologías Agropecuarias (INTA) (2024), Centro de Desarrollo de Tecnologías Agropecuarias Hermanos Parrales Estrada (CDTA – HPE) en El Rama, RACCS, entre 2022 y 2024, revela fluctuaciones significativas en las precipitaciones anuales. La precipitación anual máxima se registró en 2017 con 3,719.0 mm y la mínima en 2023 con 2,352.3 mm, mostrando una ligera tendencia general a la disminución.

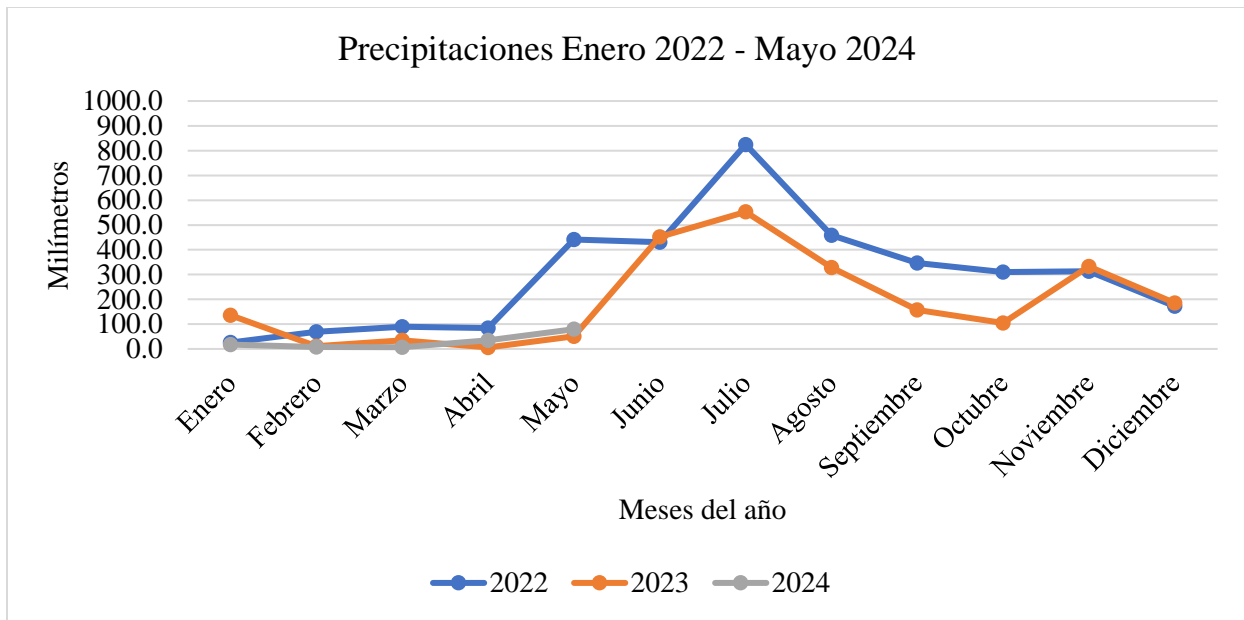


Figura 3. Comparación de precipitaciones de enero 2022 a mayo 2024 en el municipio de El Rama.

Mensualmente, junio y agosto muestran mayor regularidad en las precipitaciones, con bajas desviaciones estándar respecto a sus promedios, mientras que mayo y diciembre presentan alta variabilidad, lo que impacta en la planificación agrícola, los meses con mayor precipitación promedio son julio y agosto, y los de menor precipitación son abril y marzo.

El análisis destaca la importancia de la variabilidad de las precipitaciones para la producción agrícola, que se ve afectada por la irregularidad en las épocas de siembra, los extremos en la precipitación, como la sequía, limitan el desarrollo agrícola y otras actividades económicas, mostrando la necesidad de estudios temporales para identificar y manejar estas variaciones climáticas.

En cuanto a la temperatura del municipio de El Rama en el período comprendido de enero 2022 a mayo 2024, INTA (2024) revela una tendencia general de incremento en las temperaturas. Las temperaturas máximas, aunque presentan fluctuaciones anuales, muestran un claro patrón de calentamiento, con el valor más alto registrado en el primer semestre de 2024 (31.0°C), este patrón sugiere un posible impacto del calentamiento global y resalta la importancia de continuar

monitoreando y analizando estos datos para comprender mejor los cambios climáticos.

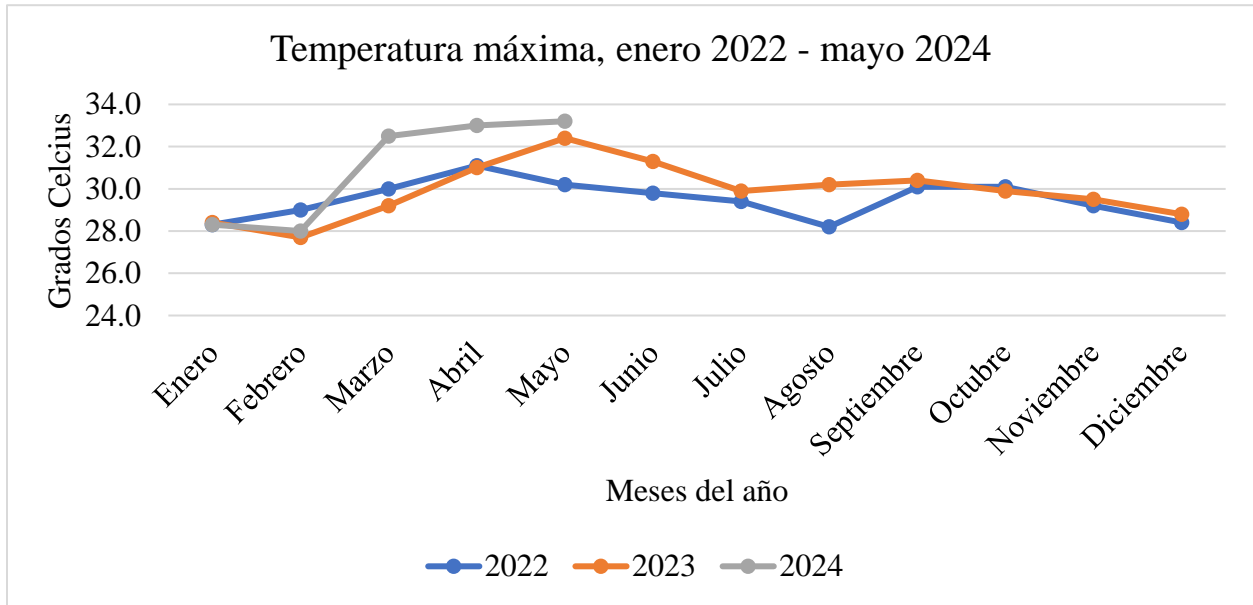


Figura 4. Comparativa de las temperaturas máximas de enero 2022 a mayo 2024 en el municipio de El Rama.

La temperatura mínima media anual también muestra una tendencia ascendente durante el mismo periodo. Aunque algunos años presentan estabilidad relativa, 2024 registra la temperatura mínima más alta con 29.9°C.

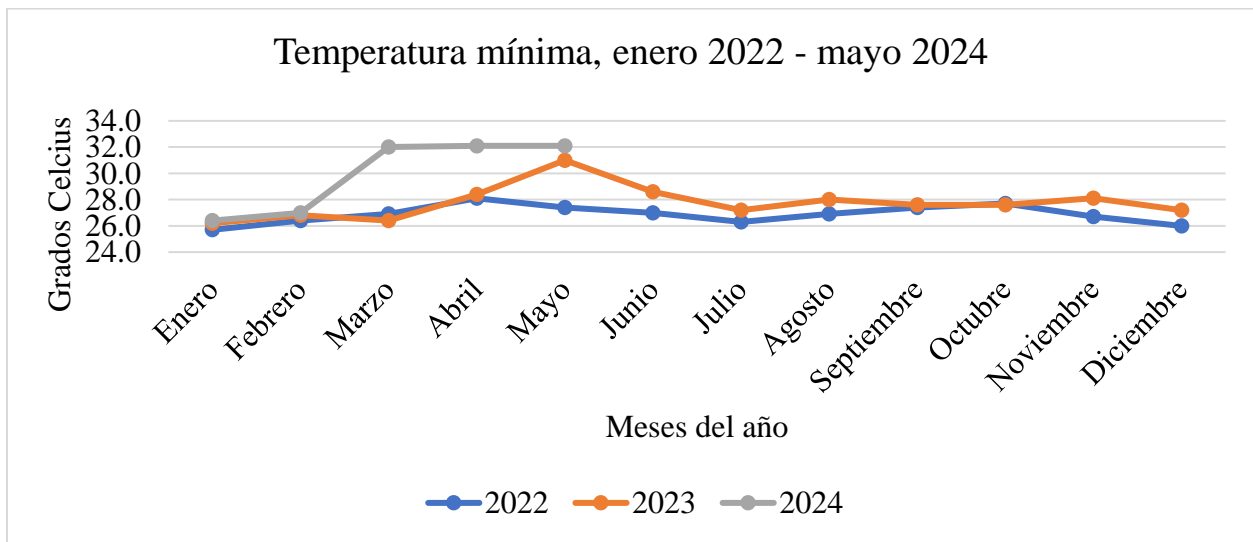


Figura 5. Comparativa de las temperaturas mínimas de enero 2022 a mayo 2024 en el municipio de El Rama.

Estos cambios en las temperaturas tienen implicaciones significativas para la agricultura y otros sectores sensibles al clima, permitiendo una mejor planificación y adaptación, además, la repetición de ciclos y patrones de temperatura puede estar relacionada con fenómenos climáticos como El Niño y La Niña, ofreciendo valiosas oportunidades de investigación para entender mejor las interacciones climáticas y sus efectos en la producción agropecuaria y otros sistemas.

### **Afectaciones climáticas en la comunidad El Móvil**

La tabla 12 muestra las diversas afectaciones climáticas experimentadas por los productores en el estudio. Se observa que el 100% de los productores han sido afectados por sequías, aumento de temperatura y huracanes, con 22 productores afectados en cada categoría, además, una minoría, equivalente al 5% del total de productores, ha experimentado inundaciones. Estos datos destacan la prevalencia significativa de eventos climáticos extremos entre los agricultores encuestados, subrayando la necesidad de estrategias efectivas de adaptación y mitigación para enfrentar estos desafíos climáticos en el sector agrícola.

Tabla 12. Afectaciones climáticas de los productores de la comunidad El Móvil

<b>Afectaciones Climáticas</b>	<b>No. de productores</b>	<b>Porcentaje</b>
Inundación	1	5%
Sequia	22	100%
Aumento de temperatura	22	100%
Huracán	22	100%

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

#### **Diversificación agrícola**

Los componentes evaluados muestran niveles variables de vulnerabilidad. En términos de diversificación agrícola, los productores muestran una baja vulnerabilidad con puntajes de 1.8 para Diversificación Agrícola, 2 para Policultivos, 1.41 para Sistema Agroforestal, y 1.14 para Sistema Silvopastoril. Sin embargo, las cercas vivas y las variedades locales revelan mayores niveles de vulnerabilidad, con puntajes de 3.05 y 3 respectivamente. Esto sugiere que, aunque hay prácticas de diversificación y policultivos que ayudan a mitigar riesgos, la dependencia de ciertas prácticas

como las cercas vivas y variedades locales podría incrementar la vulnerabilidad ante la variabilidad climática.

Tabla 13. Vulnerabilidad promedio del componente de diversificación agrícola.

<b>Componente</b>	<b>Vulnerabilidad</b>
<b>Diversificación Agrícola</b>	<b>1.8</b>
Policultivos	2
Sistema agroforestal	1.41
Sistema silvopastoril	1.14
Rotación de cultivos	2
Cultivos intercalados	1
Cercas vivas	3.05
Variedades locales	3

### **Conservación de suelos**

En cuanto a la conservación del suelo, los puntajes son consistentemente bajos, indicando una baja vulnerabilidad. Prácticas como Uso y Manejo de Suelos (1.56), Cultivos de Cobertura (1), Barreras Vivas (1), y Uso de Materia Orgánica (1.18) reflejan estrategias efectivas para mantener la salud del suelo y reducir la vulnerabilidad ante cambios climáticos. Sin embargo, el alto puntaje de No Quema (4.73) podría indicar una preocupación por prácticas que podrían aumentar la vulnerabilidad si no se manejan adecuadamente.

Tabla 14. Conservación de suelo.

<b>Componente</b>	<b>Vulnerabilidad</b>
<b>Uso y manejo de suelos</b>	<b>1.56</b>
Curvas a nivel	1
Cultivos de cobertura	1
Barreras vivas	1
Terrazas	1
Zanjas	1
Uso de materia orgánica	1.18
No quema	4.73

## Uso y manejo de agua

En el manejo del agua, los puntajes también son bajos, lo que sugiere una baja vulnerabilidad. Prácticas como Uso y Manejo de Agua (1.09), Drenaje (1), Riego (1), y Uso de Mulch (1) indican un buen manejo de recursos hídricos, mientras que Reservorio de Agua (1.55) muestra cierta precaución ante posibles escaseces. Estas prácticas contribuyen a mantener la estabilidad de los sistemas productivos frente a variaciones climáticas.

Tabla 15. Uso y manejo de agua

<b>Componente</b>	<b>Vulnerabilidad</b>
<b>Uso y manejo de agua</b>	<b>1.09</b>
Drenaje	1
Riego	1
Reservorio de agua	1.55
Aplica mulch	1
Cosecha uso domestico	1
Cosecha uso animal	1

## Alimentación bovina

En cuanto a la alimentación bovina, los puntajes también reflejan niveles variables de vulnerabilidad. Pastos Mejorados (1.18) y Alimentación Bovina (1.75) indican estrategias para asegurar la disponibilidad de alimento para el ganado. Sin embargo, el puntaje más alto de Suplementación (2.32) sugiere una mayor dependencia de recursos externos, lo cual podría incrementar la vulnerabilidad ante fluctuaciones en la disponibilidad de alimentos.

Tabla 16. Alimentación bovina

<b>Componente</b>	<b>Vulnerabilidad</b>
<b>Alimentación Bovina (ganadería)</b>	<b>1.75</b>
Pastos mejorados	1.18
Suplementación	2.32

## Vulnerabilidad de los productores de la comunidad El Móvil

Según esta tabla, todos los productores encuestados muestran una alta vulnerabilidad (puntajes de 1 a 2.99), lo que representa el 100% del total. No se encontraron productores con vulnerabilidad media (puntajes de 3 a 4.99) (puntaje 5). Esto indica una situación preocupante en términos de preparación para enfrentar la variabilidad climática en la comunidad El Móvil, sugiriendo la necesidad urgente de implementar medidas adaptativas y fortalecer la de los sistemas de producción agropecuarios

La vulnerabilidad promedio para los productores de la comunidad El Móvil es de 1,69 (ver anexo 8), esto resalta la urgencia de implementar medidas de adaptación y mitigación para reducir la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática, la alta vulnerabilidad generalizada entre los productores subraya la necesidad de intervenciones estratégicas y apoyo técnico para fortalecer la capacidad de adaptación comunitaria.

Tabla 17. Productores con vulnerabilidad alta, media y baja

<b>Vulnerabilidad</b>	<b>No. de productor</b>	<b>Porcentaje</b>
Vulnerabilidad alta 1 a 2.99	22	100%
Vulnerabilidad media 3 a 4.99	0	0%
Vulnerabilidad baja (5)	0	0%
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>100%</b>

## **IX. CONCLUSIONES**

La investigación realizada en la comunidad El Móvil ha proporcionado información detallada sobre el uso de la tierra, las prácticas agroecológicas, la tipología de los sistemas de producción, los rendimientos agrícolas y las afectaciones climáticas en estas áreas. A continuación, se presentan las principales conclusiones de la monografía:

**Predominancia de áreas pecuarias:** La mayor parte del terreno en la comunidad El Móvil está destinada a actividades pecuarias, con un 93.04% del área total dedicada a esta actividad. Las áreas agrícolas ocupan solo un 6.39%, lo que refleja una fuerte orientación hacia la ganadería en la región. La infraestructura ocupa una fracción mínima del terreno (0.58%).

**Diversidad en prácticas agroecológicas:** Los productores han adoptado diversas prácticas agroecológicas que promueven la sostenibilidad y la resiliencia ambiental. Entre las más comunes se encuentran la rotación de cultivos (55%), el uso de cercas vivas (100%), y la no quema de residuos de cosechas (91%). Estas prácticas son cruciales para mantener la fertilidad del suelo, mejorar la biodiversidad y reducir las emisiones de carbono.

**Tipología de productores:** Los productores se clasifican en pequeños (67%), medianos (67%) y grandes (13%) según el tamaño de sus explotaciones. Esta diversidad en la tipología refleja diferentes niveles de acceso a recursos y tecnología, lo cual influye en los rendimientos agrícolas y las prácticas de manejo adoptadas.

**Rendimientos agrícolas variables:** Los rendimientos agrícolas varían significativamente entre pequeños, medianos y grandes productores. Por ejemplo, los pequeños productores reportan un rendimiento de 75 quintales de maíz por 6 manzanas sembradas, mientras que los grandes productores logran un rendimiento de 29 quintales por 1 manzana. Estas diferencias subrayan la necesidad de adaptar las estrategias de producción a las capacidades y recursos disponibles de cada tipo de productor.

**Afectaciones climáticas significativas:** Todos los productores encuestados han sido afectados por sequías, aumentos de temperatura y huracanes. Esta alta incidencia de eventos climáticos extremos

destaca la vulnerabilidad del sector agropecuario a las variaciones climáticas y la necesidad urgente de desarrollar estrategias de adaptación y mitigación.

**Alta vulnerabilidad climática:** La evaluación de la vulnerabilidad muestra que todos los productores tienen una alta vulnerabilidad (puntajes de 1 a 2). Esta situación es preocupante y requiere la implementación de medidas adaptativas para mejorar la resiliencia de los sistemas de producción. Las prácticas de diversificación agrícola y conservación del suelo, aunque presentes, necesitan ser fortalecidas para reducir esta vulnerabilidad.

**Impacto del cambio climático:** Las fluctuaciones en las precipitaciones y las temperaturas máximas y mínimas observadas entre 2022 y 2024 indican una tendencia general de calentamiento y variabilidad climática. Estos cambios tienen implicaciones significativas para la planificación agrícola y la gestión de recursos naturales, y resaltan la importancia de continuar con el monitoreo climático y la investigación para adaptar las prácticas agrícolas a estas nuevas condiciones.

## **X. RECOMENDACIONES**

Con base en las conclusiones obtenidas de la investigación sobre la comunidad El Móvil, se presentan las siguientes recomendaciones para mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuarios:

Fomentar la diversificación de actividades productivas:

Incrementar la proporción de áreas agrícolas en relación con las áreas pecuarias para diversificar las fuentes de ingresos y reducir la dependencia de la ganadería.

Promover la adopción de cultivos diversos y la implementación de sistemas agroforestales y silvopastoriles para mejorar la biodiversidad de los sistemas productivos.

Fortalecer las prácticas agroecológicas:

Ampliar la capacitación y el apoyo técnico a los productores para aumentar la adopción de prácticas agroecológicas como la rotación de cultivos, el uso de cercas vivas, y la no quema de residuos de cosechas.

Incentivar el uso de semillas mejoradas y prácticas de fertilización orgánica para mejorar la productividad y la sostenibilidad del suelo.

Desarrollar estrategias de adaptación climática:

Implementar programas de monitoreo climático que proporcionen información precisa y oportuna sobre las condiciones meteorológicas, permitiendo a los productores planificar mejor sus actividades agrícolas.

Establecer sistemas de alerta temprana y planes de contingencia para enfrentar eventos climáticos extremos como sequías, aumentos de temperatura y huracanes.

Mejorar la gestión de recursos hídricos:

Promover el uso eficiente y sostenible del agua a través de técnicas de riego adecuadas, drenaje efectivo y la construcción de reservorios de agua para épocas de escasez.

Fomentar la implementación de prácticas de conservación del suelo y el agua, como el uso de cultivos de cobertura y la construcción de zanjas y terrazas para prevenir la erosión.

Facilitar el acceso a recursos financieros y seguros agrícolas que permitan a los productores invertir en tecnologías adaptativas y recuperarse más rápidamente de pérdidas causadas por eventos climáticos adversos.

Promover la investigación y el desarrollo tecnológico:

Incentivar la investigación en prácticas agrícolas innovadoras y adaptativas que puedan ser aplicadas en las comunidades.

Establecer alianzas con instituciones académicas y de investigación para desarrollar estudios a largo plazo sobre la variabilidad climática y sus efectos en la producción agropecuaria.

Fomentar la participación comunitaria y la cooperación:

Facilitar la creación de redes de cooperación entre productores para compartir conocimientos, recursos y experiencias sobre prácticas sostenibles y adaptativas.

Involucrar a las comunidades en la planificación y ejecución de proyectos de desarrollo agrícola y gestión climática, asegurando que las intervenciones respondan a las necesidades y contextos locales.

## XI. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

### 11.1 Presupuesto para la ejecución de la investigación

TIPO DE INSUMO	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>MATERIALES</b>				
Impresión de boletas	Unidad	22	6.00	132.00
Tabla de campo	Unidad	2	100.00	200.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>C\$ 232.00</b>
<b>ALIMENTACION Y TRANSPORTE</b>				
El Rama-El Móvil-El Rama	Días	8	80.00	640.00
Alimentación	Unidades	24	150.00	3,600.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>C\$4,240.00</b>
Honorarios del tutor	Unidad	1	4,500.00	4,500.00
Informe final de monografía	Unidad	1	800.00	800.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>C\$5,300.00</b>
<b>TOTAL</b>				<b>C\$ 9,772.00</b>

### 11.2 Cronograma de actividades

Actividad	enero 2023 – enero 2024												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E
Elaboración de protocolo e instrumentos de la investigación	X	X	X										
Prueba piloto				X	X								
Levantamiento de la información						X	X						
Procesamiento y análisis de la información								X	X	X	X		
Elaboración de informe final												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>.
- 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.
- 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 Loma-Ossorio, E., García, A., Córdoba, M, y Batalla, J. (2014). “Estrategias de adaptación al cambio climático en municipios de Nicaragua del Golfo de Fonseca”, Instituto de Estudios del Hambre, Madrid, España
- Downing, T.E., Butterfield, R., Cohen, S., Huq, S., Moss, R., Rahman, A., Sokona, Y, y Stephen, L. (2001). *Climate Change Vulnerability: Linking Impacts and Adaptation*. University of Oxford, Oxford.
- 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>.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5<sup>o</sup> Ed.). México, D.F., México: McGraw Hill Interamericana.
- 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 Agroforestal 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







- Siawas, municipio de la Cruz del Rio Grande, territorio Indígena Awaltara RACCS 2018-2019. Bluefields, Nicaragua.
- <http://www.fao.org/americas/prioridades/produccion-pecuaria/es/>.
- 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”.
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2024). Informe de precipitaciones y temperaturas. El Rama, Nicaragua: INTA.
- 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. Tesis para optar al título de Ingeniera en Ambiente y desarrollo en el Grado Académico de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras
- 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, 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.
- 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 zoológicos - 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.
- 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.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2001). Tiempo, clima y seguridad alimentaria. Ginebra, Suiza. 24 p.
- 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.
- (2002). Cambio Climático y Biodiversidad. Documento Técnico de V del IPCC. OMM-PNUMA. Ginebra, Suiza. 93 págs.
  - (2013). Quinto Informe de Evaluación
  - (2007). Cambio Climático 2007: Resumen del Informe de Síntesis para responsables de Políticas. Evaluación de los Grupos de Trabajo I, II y III al Tercer Informe de Evaluación del Panel Internacional sobre el Cambio Climático. Prensa de la Universidad de Cambridge, Cambridge.
  - (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.

- 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.
- Salazar, A. H., Altieri, M. Á, y Estrada, N. (2017). *Herramienta Didáctica para la Planificación de Fincas Resilientes*. Medellín, Colombia.
- Solorzano Genet, N. L., & Umaña López, F. d. (2005). *Diagnóstico Agro socioeconómico con enfoque sistémico del municipio de Mateare*. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- 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.
- Viguera, B., Martínez, M. R., Donatti, C. I., Harvey, C. A, & Alpizar, 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.

### XIII. ANEXOS

Anexo 1. Valores del Índice de Precipitación Estandarizada (SPI; McKee 1993)

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

Variable	Indicador	Fuente
Características productivas	Área Cultivo Manejo Rendimiento Hato bovino Nivel de producción	
Prácticas agroecológicas ante variabilidad climática	Diversificación agrícola 1. Implementa sistema (policultivos) 2. Implementa sistema Agroforestales 3. Implementa sistemas silvopastoriles 4. Hace rotación de cultivos 5. Implementa cultivos intercalados 6. Posee cercas vivas 7. Mezcla de variedades locales Uso y manejo del suelo 1. Curvas a nivel en su terreno 2. Implementa cultivos d cobertura 3. Barreras vivas 4. Terrazas 5. Acequias o zanjas 6. Incorpora materia orgánica al suelo 7. No practica la quema Uso y manejo del agua 1. Usa prácticas de reducción de escorrentía 2. Posee riego por goteo 3. Posee reservorio de agua 4. Aplica “mulch” Implementa cosecha de agua	
Clima	1. Temperatura 2. Precipitación	INTA

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)**

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 \_\_\_\_\_

Como 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 \_\_\_\_\_

Pará \_\_\_\_\_ 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? Sí \_\_\_\_\_ 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 \_\_\_\_\_

Número 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. Nombres de fincas y coordenadas en grados decimales.

<b>Nº</b>	<b>Fincas</b>	<b>Latitud / norte</b>	<b>Longitud / oeste</b>
1	Linda Vista	11.98990828	-84.20778939
2	Las Llanuras	11.96392928	-84.20555119
3	El Encanto	11.96305003	-84.22322674
4	Las Brisas	11.99344284	-84.1981588
5	Los Matute	11.97930489	-84.20447176
6	La Culebra	11.97867758	-84.20318886
7	El Talismán	11.98730558	-84.19295063
8	La Luz del Sol	11.96934148	-84.2044675
9	El Manguito	11.95579774	-84.2132185
10	El Dulce Amanecer	11.98597772	-84.19497547
11	El Otoño	11.95767254	-84.20750034
12	El Encanto	11.97404313	-84.21309773
13	Los Cocales	11.99128679	-84.20136856
14	Las Lomas 1	11.96697092	-84.21752897
15	Las Lomas 2	11.96272758	-84.22007457
16	Los Ángeles	11.96361763	-84.21596706
17	La Palma	11.98241189	-84.20630957
18	Las Praderas	11.99043891	-84.19370048
19	La Cuna	11.96010975	-84.21438297
20	Tierras Blanca	11.98306111	-84.19751945
21	El Coco	11.99464391	-84.20448259
22	El Talismán	11.96331638	-84.21965169

Anexo 5. Aspectos de manejo agronómico de los productores tipo I

Productor	Preparación de terreno	Forma de siembra	Semilla	Fertilización del cultivo	Control de malezas	Control de plagas
Juana Valle	Químico	Manual	Cosecha anterior	Químico	Química y manual	Química y manual
Napoleón Espinoza	Químico y manual	Manual	Mejorada, criolla y cosecha anterior	Químico	Química y manual	Químico
Luís Alcides Canales	Químico y manual	Manual	Mejorada, criolla y cosecha anterior	N/A	Manual	Químico
Carlos Miranda	Químico y manual	Manual	Mejorada, criolla y cosecha anterior	N/A	Manual	Químico
María Magdalena Amador	Químico y manual	Manual	Mejorada, criolla y cosecha anterior	N/A	Manual	Químico
Ignacio Miranda Cano	Químico manual y quema	Manual	Mejorada y criolla	N/A	Manual	Químico
Emilio Urbina	Químico y manual	Manual	Mejorada y criolla	N/A	Manual	Químico
Ronald David Matute Martínez	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Antonio Pérez Borge	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Marlon Castro Jarquín	Químico y manual	Manual	Mejorada y criolla	N/A	Manual	Químico

Anexo 6. Aspectos de manejo agronómico de los productores tipo II

Productor	Preparación de terreno	Forma de siembra	Semilla	Fertilización del cultivo	Control de malezas	Control de plagas
Juan Luis Trujillo	Químico y manual	Manual	Mejorada	N/A	Químico	Químico
Lucila Gonzales	Química y manual	Manual	Mejorada	N/A	Manual	N/A
Deybi Matute	Química y manual	Manual	Mejorada y cosecha anterior	Químico	Químico	Químico
Ebert Antonio Marín Pérez	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Flavio Sandoval Brenes	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Francisco Javier Herrera González	Química y manual	Manual	Mejorada y cosecha anterior	Químico	Manual	Químico
Alfonso Aguilar	Química y manual	Manual	Cosecha anterior	Orgánico	Manual	Químico
Arnoldo Marín	Química y manual	Manual	Mejorada	Química	Químico	Químico
Lalo Aguilar	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Wilberth Aguilar	Química y manual	Manual	Mejorada y cosecha anterior	Química	Químico	Químico

Anexo 7. Aspectos de manejo agronómico de los productores tipo III

Productor	Preparación terreno	de Forma siembra	de Semilla	Fertilización cultivo	del Control malezas	de Control plagas	de
Milton Espinoza	Manual y químico	Manual	Mejorada criolla y cosecha anterior	Químico y orgánico	Manual y químico	Químico	
Lalo Aguilar	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

### Anexo 8. Vulnerabilidad de los sistemas de producción de los productores de la comunidad El Móvil

No.	Nombre y apellidos	Diversificación agrícola						Compo nente	Conservación de suelo							Compo nente	Uso del agua						Compo nente	Alimentación bovina		Compo nente	IRC		
		Policultivos	SAF	SSP	Rotación de cultivos	Cultivo intercalado	Cercas vivas		Variada des locales	Curvas a nivel	Cultivos de cobertura	Barreras vivas	Terrazas	Zanjas	Usa MO		No quema	Drenaje	Riego	Reseervorio de agua	Aplica Mulch	Cosecha uso domestico		Cosecha uso animal	Compo nente			Pastos	
																												Mejorado	Suplemen tacion
1	Juana Valle	3.00	1.00	1.00	4.00	1.00	3.00	4.00	2.43	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	3.00	1.00	2.00	2.00	1.67	1.00	3.00	2.00	1.92	
2	Napoleón Espinoza	4.00	1.00	1.00	4.00	1.00	4.00	4.00	2.71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	3.00	1.00	4.00	3.00	2.17	1.00	3.00	2.00	2.11	
3	Luiz Alcides Canales	3.00	3.00	2.00	2.00	1.00	3.00	3.00	2.43	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	1.33	1.00	3.00	2.00	1.83	
4	Carlos Miranda	4.00	3.00	1.00	3.00	1.00	4.00	3.00	2.71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	3.00	1.83	1.00	3.00	2.00	2.03	
5	María Magdalena Amador	1.00	1.00	2.00	3.00	1.00	3.00	3.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	4.00	1.83	1.00	3.00	2.00	1.74	
6	Ingnacio Miranda Cano	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	3.00	1.71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	3.00	1.00	2.00	3.00	1.83	1.00	3.00	2.00	1.78	
7	Emilio Urbina	3.00	1.00	2.00	3.00	1.00	4.00	4.00	2.57	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.17	1.00	3.00	2.00	1.83	
8	Ronald David Matute Martinez	3.00	1.00	1.00	3.00	1.00	2.00	4.00	2.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	3.00	1.00	3.00	4.00	2.17	1.00	3.00	2.00	1.97	
9	Antonio Perez Borge	2.00	2.00	1.00	3.00	1.00	3.00	3.00	2.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	1.67	1.00	3.00	2.00	1.85	
10	Marlon Castro Jarquin	2.00	1.00	1.00	3.00	1.00	3.00	3.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	3.00	1.00	3.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	2.14	
11	Juan Luis Trujillo	4.00	3.00	1.00	4.00	1.00	4.00	4.00	3.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	3.00	1.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.50	2.27	
12	Lucila Gonzales	1.00	2.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	1.71	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	3.00	1.83	1.00	3.00	2.00	1.78	
13	Deybin Matute	3.00	2.00	1.00	2.00	1.00	3.00	3.00	2.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	4.00	1.83	1.00	3.00	2.00	1.89	
14	Evert Antonio Marin Perez	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	1.57	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	1.54
15	Flavio Zandoval Brenes	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	4.00	3.00	2.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	1.50	1.00	3.00	2.00	1.77	
16	Francisco Javier Herrera Gonzalez	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	1.57	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.41	
17	Alfonso Aguilar	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	3.00	1.57	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00	1.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.36
18	Arnoldo Marin	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	1.43	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.14
19	Lalo Aguilar	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.21
20	Wilberth Aguilar	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.21
21	Milton Espinoza	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00	1.86	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.29
22	Lalo Aguilar	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.57	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.21
Promedio		2.00	1.41	1.14	2.09	1.00	3.05	3.00	1.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.18	4.73	1.56	1.00	1.00	1.55	1.00	2.45	2.09	1.52	1.18	2.32	1.75	1.69	