

BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY
BICU



ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Monografía para optar al título de Ingeniería en Zootecnia con mención en
Veterinaria

Vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante variabilidad
climática en la comunidad Calderón municipio El Rama, RACCS, Nicaragua,
enero a junio del 2023

Autora:

Br. Maricela Esmeralda Lumbí Granja.

Tutor:

Ing. German Domingo Calero González.

El Rama, Región Autónoma Costa Caribe Sur, Nicaragua
junio, 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 en Zootecnia con mención en
Veterinaria

Vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante variabilidad
climática en la comunidad Calderón municipio El Rama, RACCS, Nicaragua,
enero a junio del 2023

Autora:

Br. Maricela Esmeralda Lumbí Granja.

Tutor:

Ing. German Domingo Calero González.

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

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

DEDICATORIA

Dedico esta monografía principalmente a Dios por permitirme culminar la carrera de Ingeniería en Zootecnia con mención en Veterinaria.

A mi familia, en especial, a mis padres, mi hija como reconocimiento a todo lo que he logrado por sus esfuerzo y dedicación.

Gracias por brindarme su apoyo incondicional, a mis hermanos y amigos que día a día son luz que guían mis pasos a un futuro lleno de esperanza, alegría, que no me dejaron rendirme a pesar de las adversidades que se me presentaron en el camino, y siempre me dijeron que, si se podía, que confiaban en mí, ellos son un eco de confianza en cada uno de nuestros pasos para alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, nuestro señor, por haberme dado la vida y el tiempo para culminar este trabajo y alcanzar una de mis metas.

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional en todo momento.

A todos mis compañeros de clase en la universidad que a lo largo de mi preparación me apoyaron desinteresadamente, para alcanzar las metas.

A todas las amistades que de alguna manera me ayudaron en el transcurso de este trabajo de monografía.

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
I. INTRODUCCIÓN	1
II. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	2
III. JUSTIFICACIÓN	3
3.1 Limitaciones y riesgos.....	3
IV. SUPUESTO DEL ESTUDIO	4
4.1 Preguntas directrices	4
V. OBJETIVOS	5
5.1 Objetivo general	5
5.2 Objetivos específicos.....	5
VI. ESTADO DEL ARTE	6
6.1 Conceptos introductorios	6
6.2 Análisis de estudio	14
6.3 Reflexión final	31
VII. METODOLOGÍA	33
7.1 Área de localización del estudio.....	33
7.2 Tipo de estudio según el enfoque cualitativo asumido y su justificación	33
7.3 Muestra y sujeto del estudio.....	34
7.3.1 Universo, población y muestra	34
7.3.2 Tipo de muestra y muestreo	34
7.3.3 Técnicas e instrumentos de la investigación	34
7.4 Métodos y técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	35
7.4.1 Metodología para evaluar la vulnerabilidad de los sistemas agropecuarios	35

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	42
7.5	Operacionalización de variables.....	43
VIII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	45
IX.	CONCLUSIONES.....	60
X.	RECOMENDACIONES.....	61
XI.	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	62
11.1	Presupuesto para la ejecución de la investigación.....	62
11.2	Cronograma de actividades	62
XII.	REFERENCIAS.....	63
XIII.	ANEXOS.....	67
Anexo 1.	Valores del Índice de Precipitación Estandarizada (SPI; McKee 1993).....	67
Anexo 2.	Guía de revisión bibliográfica.....	68
Anexo 3.	Encuesta	69
Anexo 4.	Nombres de fincas y sus coordenadas.....	72
Anexo 5.	Aspectos de manejo agronómico de los productores tipo I.....	73
Anexo 6.	Aspectos de manejo agronómico de los productores tipo II	74
Anexo 7.	Aspectos de manejo agronómico de los productores tipo III.....	76
Anexo 8.	Vulnerabilidad de los sistemas de producción de los productores de la comunidad Calderón.....	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Limitaciones del estudio y acciones para su corrección	3
Tabla 2. Categorización de la exposición	38
Tabla 3. Niveles de vulnerabilidad.	39
Tabla 4. Indicadores para medir la sensibilidad de los sistemas de producción agrícolas	40
Tabla 5. Matriz de análisis de prácticas agroecológicas de finca	42
Tabla 6. Operacionalización de variables	43
Tabla 7. Distribución del área de la comunidad Calderón.....	45
Tabla 8. Prácticas agroecológicas que realizan los productores de la comunidad Calderón	45
Tabla 9. Tipología del sistema de producción.	47
Tabla 10. Rendimientos promedios de la producción agrícola y área promedio de siembra de productores tipo I.	48
Tabla 11. Rendimientos promedios de la producción agrícola y área promedio de siembra de productores tipo II.....	49
Tabla 12. Rendimientos promedios de la producción agrícola y área promedio de siembra de productores tipo III.	49
Tabla 13. Afectaciones climáticas de los productores de la comunidad Calderón.....	55
Tabla 14. Vulnerabilidad promedio del componente de diversificación agrícola.	56
Tabla 15. Uso y manejo de suelos	57
Tabla 16. Uso y manejo de agua.....	57
Tabla 17. Alimentación bovina.....	58
Tabla 18. Productores con vulnerabilidad alta, media y baja	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de la comunidad Calderón.....	33
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.	49
Figura 4. Comparativa de las temperaturas máximas de enero 2022 a mayo 2024 en el municipio de El Rama.	54
Figura 5. Comparativa de las temperaturas mínimas de enero 2022 a mayo 2024 en el municipio de El Rama.	54

RESUMEN

El presente trabajo monográfico se desarrolló con el objetivo de analizar la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática en la comunidad Calderón, ubicada en el municipio de El Rama, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur de Nicaragua. Para ello se utilizó la técnica de la encuesta y observación directa no participante. Se clasificaron los sistemas de producción y se identificaron las prácticas agroecológicas que los productores han implementado ante la variabilidad climática, con el fin de crear un índice de vulnerabilidad de la comunidad. Los resultados indican que la principal actividad económica de los productores es la pecuaria, ocupando el 91.98% mientras que la agricultura representa un 7.68%. Se establecieron tres tipologías de sistemas de producción según el tamaño de la finca, predominando el tipo II (medianos productores agropecuarios de 20 a 100 manzanas). Los productores implementan 17 prácticas agroecológicas siendo las más comunes: cercas vivas, rotación de cultivos, cultivos diversificados, suplementación y no quema. A pesar de estas acciones y dada las condiciones productivas actuales de los productores se determinó que, los sistemas de producción son altamente vulnerables por lo que es necesario implementar prácticas agroecológicas que contribuyan a enfrentar las variaciones climáticas.

Palabras clave: Sistema de producción, condiciones productivas, tipología de productores, prácticas agroecológicas.

ABSTRACT

This monographic work was developed with the objective of analyzing the vulnerability of agricultural production systems to climate variability in the Calderón community, located in the municipality of El Rama, Autonomous Region of the Southern Caribbean Coast of Nicaragua. For this, the survey technique and direct non-participant observation were used. Production systems were classified and the agroecological practices that producers have implemented in the face of climate variability were identified, in order to create a community vulnerability index. The results indicate that the main economic activity of the producers is livestock, occupying 91.98% while agriculture represents 7.68%. Three types of production systems were established according to the size of the farm, with type II predominating (medium agricultural producers of 20 to 100 blocks). Producers implement 17 agroecological practices, the most common being: living fences, crop rotation, diversified crops, supplementation and no burning. Despite these actions and given the current productive conditions of the producers, it was determined that the production systems are highly vulnerable, so it is necessary to implement agroecological practices that contribute to facing climatic variations.

Keywords: Production system, Production conditions, Producer typology, Agroecological practices, Vulnerability.

I. INTRODUCCIÓN

Nicaragua, caracterizada por su diversidad geográfica y climática, se enfrenta a una serie de amenazas climáticas que van desde sequías prolongadas en regiones áridas hasta inundaciones repentinas en zonas costeras y montañosas. Estas variaciones climáticas, afectan directamente la productividad y la seguridad alimentaria del país.

La vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática, es un tema relevante que aborda los desafíos específicos de la comunidad Calderón, ubicada en el municipio de El Rama, Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS) de Nicaragua en relación con su sector agrícola y ganadero.

Se exploró cómo estos sistemas son afectados por fenómenos climáticos extremos, como: sequías, inundaciones, cambios en los patrones de lluvia y temperaturas, y cómo estas adversidades impactan en la disponibilidad de recursos naturales, la producción de alimentos, los medios de vida de las comunidades rurales y en cierta medida de qué manera influyen en la economía nacional.

El estudio se llevó a cabo con un enfoque cualitativo y descriptivo, de corte transversal. Se utilizó la técnica de la encuesta, observación directa no participante y recorridos por las fincas de la comunidad Calderón, para identificar las prácticas agroecológicas ante la variabilidad climática utilizadas por los productores, además, se evaluaron las características productivas de los productores como variables de estudio.

El objetivo principal de esta investigación fue proporcionar un análisis detallado de la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios en la comunidad Calderón ante la variabilidad climática, identificando los factores clave que contribuyen a esta problemática y proponiendo estrategias de adaptación.

Los datos recopilados se analizaron mediante una matriz de análisis de vulnerabilidad de finca, el que permitió sugerir prácticas que ayudarán a mitigar los efectos de la variabilidad climática en los sistemas de producción de la comunidad Calderón.

II. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo con la caracterización realizada por la Alcaldía El Rama (2017), el sistema de tumba, roza y quema usado por los productores para la siembra de granos básicos, raíces y tubérculos, ha contribuido a una pérdida anual de 5,754 ha-1 de bosque entre los años 2002 y 2009, este sistema ha favorecido a aumentar la vulnerabilidad de las familias y de los cultivos ante la variabilidad climática (huracanes, irregularidad y exceso de las precipitaciones, prolongadas sequías), fenómenos que cada vez tienen una mayor frecuencia e incidencia en la Costa Caribe de Nicaragua y específicamente en el municipio de El Rama con impactos negativos sobre el medio ambiente y que afectan a tres de las principales subcuencas del Río Escondido ubicadas en el municipio. Sumado a estas situaciones, buena parte de la superficie del municipio de El Rama se encuentra establecida con palma aceitera.

La comunidad Calderón por su parte está experimentando los impactos de la variabilidad climática, los sistemas de producción ganadero se encuentran con deficiencias de pasturas mejoradas, deficiencia de agua en los potreros, los bovinos sufren de estrés térmico por efecto del despale, pérdida de la biodiversidad, finalmente incluyendo la disminución de la producción agrícola.

Estos efectos son atribuidos a la destrucción de los bosques debido a la expansión agrícola, los incendios forestales y la tala indiscriminada. Actualmente, la comunidad Calderón depende en gran medida del cultivo de bambú y enfrenta deficiencias en la producción ganadera.

Además, la falta de conocimiento sobre el cambio climático y la baja percepción de riesgo entre los pequeños productores dificultan la adopción de soluciones. Estos desafíos afectan negativamente los ingresos, el acceso a recursos y soluciones, exacerbando la vulnerabilidad de la comunidad ante los impactos climáticos.

2.1 Pregunta de investigación

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

III. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se justifica por varias razones, en primer lugar, es fundamental identificar y comprender el grado de vulnerabilidad de la comunidad Calderón para garantizar una asignación efectiva de recursos y la implementación de planes de adaptación al cambio climático, esto contribuirá a mejorar la seguridad alimentaria y el bienestar de las poblaciones más afectadas.

Además, la investigación busca generar información relevante para la toma de decisiones y desarrollar alternativas de manejo de recursos naturales más sostenibles al fortalecer la integración entre la Bluefields Indian & Caribbean University (BICU) y los actores locales, se podrán analizar las condiciones actuales y promover la adopción de prácticas agroecológicas.

Los beneficiarios principales de esta investigación son los productores de la comunidad y BICU al generar información valiosa para la toma de decisiones y promover el desarrollo sostenible en la comunidad.

3.1 Limitaciones y riesgos

Tabla 1. Limitaciones del estudio y acciones para su corrección

Limitantes	Acciones para corrección
Negativa de productores a facilitar información	Sensibilizar al productor sobre la importancia del estudio
Falta de datos confiables: Información fidedigna difícil de obtener.	Concientizar al productor para que brinde información veraz.

IV. SUPUESTO DEL ESTUDIO

Se espera que los productores agropecuarios en la comunidad Calderón implementen prácticas agroecológicas de adaptación a la variabilidad climática, como la diversificación de cultivos, la utilización de técnicas de conservación del suelo y agua, la siembra de especies que se adapten a condiciones climáticas extremas debido a que se conoce que en la comunidad Calderón está asociada principalmente al cultivo de bambú y la ganadería extensiva.

El grado de exposición actual de los sistemas de producción agropecuaria en la comunidad Calderón se determinará mediante el análisis de información climática, incluyendo datos sobre temperatura, precipitaciones y eventos climáticos.

A través del análisis de la información recopilada y el uso de herramientas como la matriz de análisis de vulnerabilidad de finca, se podrá estimar el grado de vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuaria ante la variabilidad climática en la comunidad Calderón, municipio de El Rama, esto permitirá identificar áreas de mayor riesgo y desarrollar estrategias de adaptación y mitigación.

4.1 Preguntas directrices

¿Cuáles son las prácticas agroecológicas de adaptación a la variabilidad climática de 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 Calderón.

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 & Miranda (1980-2018), comprendieron en su investigación que: “El rendimiento en la producción agropecuaria es uno de los factores principales a considerar; cuando se desea producir, porque este influye directamente en el aprovechamiento razonable de los suelos”.

6.1.3. Cambio climático

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

Con base a eso se puede mencionar que la Organización 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) mencionan que:

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

Herrera & Miranda, (1980-2018) 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 & Macas Pacheco, (2016), citan 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 nos expresa que:

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

6.1.11. Cultivos intercalados:

Felipe, (2021) cita a Nafziger, (2007) explicando que “La presencia de dos o más cultivos en el mismo campo al mismo tiempo, plantados en un arreglo que no permita la competencia entre uno y otro”. (p.24)

Felipe, (2021) cita a Bróker et al (2015) donde afirma que: “El intercalado en la actualidad es una estrategia importante para pequeños agricultores con limitado acceso a tierra, baja productividad e inseguridad alimentaria en las épocas de no cosecha”. (p.24)

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

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

6.1.12. Cercas vivas

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

El empleo de cercas vivas es una práctica que tradicionalmente han desarrollado los productores en manejo agrícola y pecuario de diversos países del mundo. Se ha demostrado

que, dentro de los sistemas silvopastoriles, las cercas vivas también proveen cantidades considerables de forraje para la nutrición animal. (p.1)

6.1.13. Uso y manejo de los suelos

Sociedad de Agricultores de Colombia, (2011), 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 & 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), mencionan 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) señala 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)

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), nos dicen que:

Las quemas agropecuarias generalmente causan incendios registrados en zonas rurales, estas quemas son realizadas por los pobladores con la finalidad de renovar los pastos e iniciar la campaña agrícola, efectuando la quema para habilitar chacras de cultivo o deshacerse de los residuos, por lo que, se recomienda evitar estas malas prácticas porque desencadenan incendios forestales y debido a los factores climáticos la expansión del fuego se torna incontrolable. Además, el uso del fuego en la quema de residuos agrícolas perjudica a la 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. Quemadas agrícolas

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

Se ha relacionado frecuentemente con la degradación del ambiente. El debate se centra en la idoneidad de este sistema dadas las condiciones ambientales de las selvas, que son los sistemas donde se emplea con mayor intensidad. La fertilidad de los suelos selváticos es por lo general reducida, lo que hace imposible lograr cosechas abundantes durante largo tiempo sin fertilizar el suelo. La productividad del suelo se recupera dejando que la parcela descansa 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

Brenda, (2007) en su publicación titulada: El manejo agroforestal como estrategia adaptativa frente a posibles extremos micro climáticos en la caficultura, menciona que:

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 preparen 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.

El trabajo de D, Sacks, & C, (2011), titulado “Simulación de los efectos del clima y las prácticas de gestión agrícola en el rendimiento mundial de los cultivos”

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.

En Nicaragua, Baca et al. (2011) identificaron que:

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.

En su investigación Nicholls, (2013) que con lleva por título “El potencial de adaptación y mitigación de la agricultura tradicional en un clima cambiante” menciona que:

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.

Según, C. Rosenzweig, (2013) su estudio “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 [CO₂] 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.

En el trabajo de Altieri, (2015), titulado “La agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático” se comprende que:

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 CO₂ 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.

Según Jiménez, Soto, Pérez, Kú, Ayala, y Villanueva et al. (2015) mencionan 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)

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”; se aprecian las 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.

En Colombia en el municipio de Pacho, localizado al Nor-occidente del departamento de Cundinamarca, Hidalgo (2016) realizó una investigación indicando 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.

De la misma manera, en Honduras, en el municipio de San Antonio de Oriente ubicado en el departamento de Francisco Morazán, Lezcano (2016) señala que:

Realizó un análisis de las iniciativas de adaptación agrícola y prácticas agroecológico de sistemas agrícolas impactados por la variabilidad climática. 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.

En su investigación, Gloria Isabel Reyes Anistro, (2018), titulada “Vulnerabilidad ante la variabilidad climática en los cultivos de maíz (*Zea mays*)” presenta que:

El principal objetivo de su estudio fue 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.

La 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)

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 atmosférico² 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.

Según, Chávez & Jenny, (2021) en su trabajo titulado: “Impacto del cambio climático en la agricultura en los sistemas de producción agroecológico, orgánico y convencional en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo. En su investigación señalan que:

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.

La investigación de Betancourt et al, (2021) 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 los sistemas de producción agrícola, al ser vulnerables, no solo afecta a los agricultores, sino también a la seguridad alimentaria y a la economía en general. Para abordar esta problemática, 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 han abordado 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, y las capacidades adaptativas con las guías de políticas nacionales e internacionales y la ciencia de cambio climático.

Es crucial considerar la dependencia de los sistemas agrícolas ante el cambio climático y desarrollar estrategias de adaptación para proteger la producción y los medios de vida de las comunidades rurales.

Además, muchas estrategias agroecológicas tradicionales pueden reducir determinados efectos climáticos. 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 Calderón, municipio de El Rama a 10 kilómetros al noreste de ciudad El Rama. Al norte limita con la comunidad Monte Rosa, al sur con Muelle Real, Cuatro Esquinas y El Areño; al este con la Raicilla, al oeste con Mataka.

La alcaldía municipal El Rama, (2017), menciona que: la comunidad Calderón cuenta con una extensión territorial de 3,785.89 manzanas y con una población de 311 habitantes y 56 unidades agropecuarias

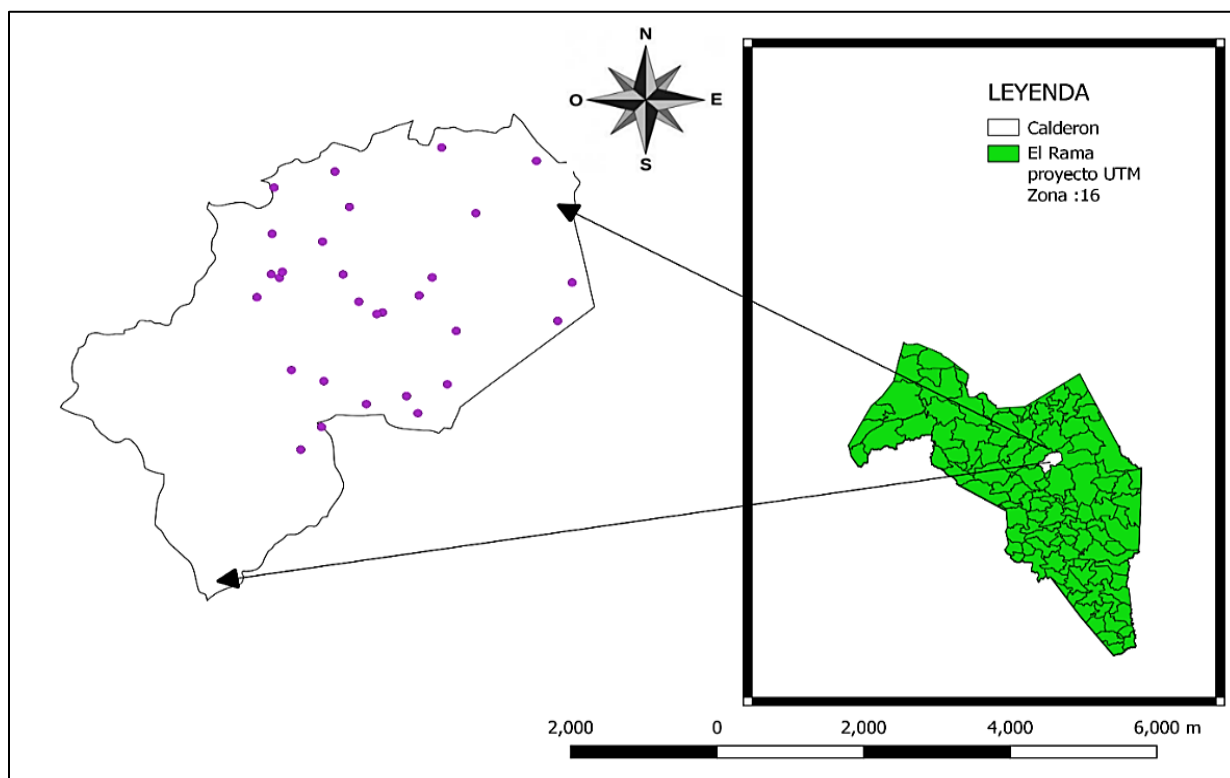


Figura 1. Ubicación geográfica de la comunidad Calderón.

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

Según el enfoque el estudio es cualitativo, ya que se analizaron datos provenientes de las características de los sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática de los productores.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010, pp.7-11) el estudio cualitativo consiste en “comprender un fenómeno social, más allá de medir las variables involucradas, se busca entenderlo, las variables no se definen 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 Muestra y sujeto del estudio

7.3.1 Universo, población y muestra.

El universo de estudio está compuesto por 30 fincas que integran la comunidad Calderón, la población analizada abarca la totalidad de estas fincas. En este caso la muestra corresponde al 100% de la población.

7.3.2 Tipo de muestra y muestreo

La muestra en este estudio fue de tipo intencional o por conveniencia, es decir, corresponde a un censo, ya que se incluyeron las 30 fincas de la comunidad Calderón. Esta selección se justifica porque la comunidad Calderón presenta una notable concentración de bambú y esta actualmente experimentando la introducción de palma aceitera. Además, su proximidad a la finca Reforestación y vida propiedad de la Bluefields indian & caribbean university (BICU El Rama), la convierte en un área de interés relevante para estudio.

7.3.3 Técnicas e instrumentos de la investigación

7.3.3.1. Técnica

Para realizar la investigación y recolectar la información, se utilizaron técnicas cualitativas: revisión documental, encuesta y la observación directa no participante.

a) Revisión documental.

La revisión documental fue una técnica que contribuyó 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.

b) 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.

c) Observación directa no participante:

La observación directa no participante es una técnica de investigación cualitativa que permite al investigador observar de manera directa el comportamiento o fenómenos en un entorno, pero sin involucrarse activamente en las actividades o interacciones que observa.

En este estudio el observador no se involucró directamente con el objeto de estudio.

7.3.3.2. Instrumento

a) Para el caso de la técnica de la encuesta, se utilizó como instrumento el 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 Calderón. 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).

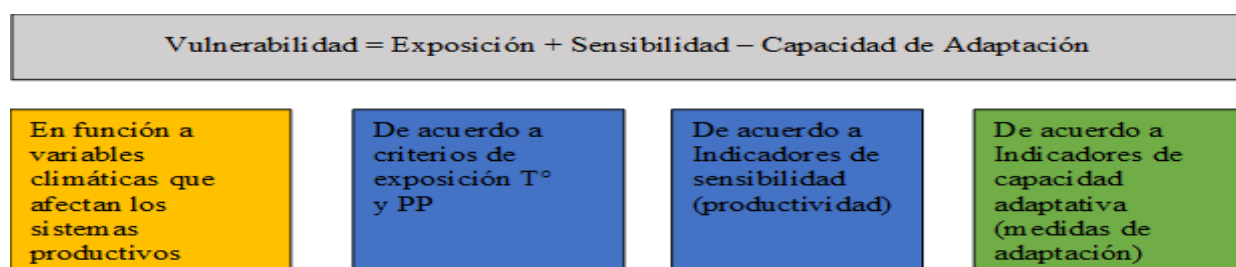


Figura 2. Factores que influyen en la identificación de la vulnerabilidad de los sistemas productivos. Fuente: Baca (2011)

“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 tomarán 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 Centro de Desarrollo de Tecnologías Agropecuarias Hermanos Parrales Estrada (CDTA –HPE) y se utilizaron las variables de temperatura máxima, mínima y precipitación durante el periodo establecido con el uso del software InfoStat v 2020.

7.4.2 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 2)

Tabla 2. Categorización de la exposición

Factor	Rango (A, M, B) / Valor (3,2,1)
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 2), según el índice la vulnerabilidad es baja (Tabla 3).

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

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

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

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

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

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

vulnerabilidad es media (Tabla 3).

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

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

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

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

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

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

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

Tabla 3. Niveles de vulnerabilidad.

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

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

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
	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	Baja (1): 0,2°C superior o inferior al promedio anual 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): Más de 4 cultivos
	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 procesamiento de los datos se utilizó el paquete de Microsoft office. Al momento de determinar el grado de exposición, se realizó una descripción retrospectiva de los años (2022, 2023) variables de temperatura máxima, mínima y precipitación. Una vez procesada la información se procedió a la categorización del factor de exposición: alto, medio y bajo (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, fueron evaluados de acuerdo con la categorización en tres niveles de vulnerabilidad: baja, media, alta (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 estuvieron implementando como medida de adaptación (tabla 5).

Los criterios por componente y la escala de evaluación se estructuran en una matriz de consulta (tabla 5), a continuación, se explican los valores de los niveles de implementación.

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

Tabla 5. Matriz de análisis de prácticas agroecológicas de finca

	Nivel de implementación				
	1	2	3	4	5
Estrategias agroecológicas	No aplica	En proceso inicial	Aplica parcialmente	Aplica en la mayor parte de la finca	Si aplica
Diversificación agrícola					
Implementa policultivos					
Implementa Sistemas agroforestales					
Implementa sistemas silvopastoriles					
Hace rotación de cultivos					
Implementa cultivos intercalados					
Posee cercas vivas					
Mezcla variedades locales					
Uso y manejo de suelo					
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 no participante, para obtener una visión integral y precisa de la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática en la comunidad Calderón, 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.

7.5 Operacionalización de variables

Tabla 6. Operacionalización de variables

Variables	Instrumento de medición	Unidades	Frecuencia de monitoreo
Identificar las prácticas agroecológicas de adaptación a la variabilidad climática, implementadas por los productores agropecuarios			
Área			
Cultivo	Encuesta		
Manejo			
Rendimiento			
Nivel de producción			
Describir los sistemas de producción agropecuarios y las prácticas productivas a las que están asociados.			
Manejo			
agronómico	Encuesta		
Valorar el grado de exposición actual de los sistemas de producción agrícolas y ganaderos			
Temperatura	Escala Adaptada de: Baca, 2011.		
Precipitación			
Estimar el grado de vulnerabilidad de los sistemas de producción agrícolas y ganaderos ante variabilidad climática			

Variables	Instrumento de medición	Unidades	Frecuencia de monitoreo
Identificar las prácticas agroecológicas de adaptación a la variabilidad climática, implementadas por los productores agropecuarios			
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 Calderón

La distribución de la tierra y de las unidades productivas cambian en el transcurso de los años, sin embargo en la Tabla 6 se puede apreciar que la comunidad Calderón se encuentra mayormente en uso pecuario con 3,051.75 manzanas respectivamente, 219 corresponden al uso agrícola, y en 10.25 manzanas se encuentra la infraestructura (viviendas, corrales, riachuelos), la tenencia de la tierra es propia.

Tabla 7. Distribución del área de la comunidad Calderón

Distribución del área	Área (mz)	Porcentaje
Infraestructura	10.25	0.34%
Área agrícola	219	7.66%
Área pecuaria	3,051.75	92%
Total	3,281.00	100.00%

Descripción de prácticas agroecológicas de los productores de la comunidad Calderón

Las prácticas agroecológicas implementadas por los productores en la comunidad Calderón muestran una variedad de métodos utilizados para adaptarse a la variabilidad climática:

En primer lugar, es destacable que el 60% de los productores están aplicando prácticas como el sistema agroforestal, la cosecha de agua para uso doméstico es del 73%, mientras tanto se estima bajo el porcentaje de cosecha de agua para uso animal con un 16% lo que sugiere un alto nivel de conciencia y acción hacia la sostenibilidad ambiental. Además, la mayoría de los productores (83%) están optando por prácticas diversificadas en sus unidades de producción en lugar de monocultivos, lo que contribuye a aumentar la seguridad alimentaria del sistema agrícola ante posibles eventos climáticos extremos.

Entre las prácticas más comunes implementadas por los productores se encuentran las cercas vivas (80%), la rotación de cultivos y diversificación (83%), la no quema en un (86%). Estas prácticas son fundamentales para promover la biodiversidad, conservar el suelo y mitigar los impactos negativos del cambio climático en la agricultura. Por otro lado, prácticas como la implementación

de pasto mejorado (63%) y la suplementación animal (86%) también son ampliamente adoptadas, lo que indica una preocupación por mejorar la productividad y el bienestar del hato ganadero.

Sin embargo, hay algunas prácticas menos frecuentes utilizadas por los productores en sus unidades de producción, como los cultivos intercalados con un 10%, las curvas a nivel 13%, los drenajes 20%, que podrían ser exploradas más a fondo para optimizar su apropiación haciendo mejor uso del suelo y prevenir la erosión especialmente en áreas con pendientes pronunciadas. Además, al no utilizar la práctica de riego indica una dependencia excesiva de la lluvia, lo que podría representar un riesgo en caso de sequías prolongadas o patrones climáticos impredecibles.

Según datos registrados (tabla 8) las terrazas y riego son prácticas que no son implementadas por los productores de la comunidad.

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

Practica	N° de productores	Porcentaje
Monocultivo	7	23%
Diversificado	25	83%
Sistema agroforestal	18	60%
rotación de cultivos	25	83%
Cultivo intercalado	3	10%
Cercas vivas	24	80%
Curvas a nivel	4	13%
Barreras vivas	10	33%
Terrazas	0	0
No quema	26	86%
Siembra en contra de la pendiente	17	56%
Siembra a favor de la pendiente	12	40%
Drenaje	6	20%
Riego	0	0
Cosecha uso domestico	22	73%
Cosecha de agua uso animal	5	16%
Implementación de pasto mejorado	19	63%

Suplementan	26	86%
No suplementan	4	14%

Tipología del sistema de producción de la comunidad Calderón

Para determinar la tipología de los productores de la comunidad Calderón 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)

De acuerdo a los resultados realizados se encontraron 3 tipologías de productores, pequeño productor, mediano productor y grande productor.

Según el tamaño de las fincas de los productores, el 27% corresponde a pequeños productores (tipo I), con menos de 20 mz, un 43% corresponde a mediano productor (tipo II) con un equivalente entre 21 a 100 mz y el 30% pertenecen a grande productor (tipo III) con más de 100 mz.

Tabla 9. Tipología del sistema de producción.

No.	Tipo productor	Mz	Cantidad	% porcentaje
I	Pequeño productor	0-20 mz	8	27%
II	Mediano productor	21-100 mz	13	43%
III	Productor grande	100 mz a mas	9	30%

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

Rendimientos promedios de la producción agrícola.

a) Para los pequeños productores (tipo I)

En esta tipología I el área total es de 115 mz de las cuales 29.5 mz es dedicada al área agrícola, 83.5 mz dedicado al área pecuario y 2 a la infraestructura, este tipo de productores siembran maíz, frijol, arroz, yuca, musáceas, café.

Aspectos ganaderos

En esta Tipología I de sistemas de producción, los productores manejan 131 bovinos, con un promedio de 16.3 bovinos y una producción de leche de 84 litros por día lo que equivale a 5.1 litros promedio por vaca. Según un estudio realizado por la universidad UNAN determinaron que el promedio de leche por vaca es de 2.6 litros, dato muy inferior al encontrado en la comunidad Calderón. En los sistemas de producción se manejan 32 equinos, 16 cerdos y manejan 196 gallinas con un promedio de 24.5 por finca.

La información brindada por los productores tipo I en cuanto a los rendimientos promedios de la producción agrícola por unidad de área se describen en la tabla 10.

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

Rubro	Área promedio (Mz)	UM	Rendimiento
Maíz	7	QQ	56
Frijol	6	QQ	50
Arroz	2	QQ	25
Yuca	4.25	QQ	2,952
Musáceas	2.25	unidades	8,000
Café	8	QQ	80

b) Para los medianos productores (tipo II)

En la tipología II, los productores tienen de 20 a 100 manzanas de tierra. Al igual que la tipología tipo I la mayor parte del terreno es utilizado para la ganadería y solamente un 31% es destinada para uso agrícola. Este tipo de productores siembran maíz, frijol, arroz, yuca, quequisque, musáceas, café, cacao, coco. (tabla 11) siendo los de mayor importancia maíz, frijol y yuca.

En esta tipología de sistema de producción, los productores manejan 458.00 bovinos, con un promedio de 35.2. La producción de leche es de 262 litros por día. En los sistemas de producción se manejan 59 equinos, 40 cerdos, y manejan 246 gallinas con un promedio de 18.9 gallinas por finca.

La alimentación bovina la implementan haciendo rotación de potreros, el pasto que más predomina en la zona es la Retana.

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

Rubro	Área promedio (Mz)	UM	Rendimiento (unidad de medida)
Maíz	15.5	QQ	171.00
Fríjol	13	QQ	160.00
Arroz	3.25	QQ	45.00
Yuca	7.75	QQ	1150.00
Quequisque	2	QQ	60.00
Musáceas	2.5	Unidades	300
Café	2	QQ	120.00
Cacao	3	QQ	21.00
Coco	3	Unidades	10,000

c) Para los grandes productores (tipo III)

En esta tipología III el área total es de 1414 mz de las cuales 89 mz es dedicada al área agrícola, 1322.75 mz dedicado al área pecuario y 2.25 a la infraestructura; estos productores siembran maíz, frijol. Arroz, yuca, quequisque, musáceas, café, cacao, coco, palma. (Ver tabla 12)

Aspectos ganaderos

En esta tipología III de sistemas de producción, los productores manejan 964.00 bovinos, con un promedio de 77 bovinos por sistema de producción. La producción de leche es de 2 litros por vaca por día, en los sistemas de producción se manejan 60 equinos.

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

Rubro	Área promedio (Mz)	UM	(Unidad de medida)
Maíz	20.5	QQ	11.00
Frijol	20.25	QQ	5.00
Arroz	3	QQ	8.00
Yuca	9.5	QQ	21000
Quequisque	4	QQ	27,5.00
Musáceas	6.5	unidades	35.00
Café	6	QQ	80.00
Cacao	0.25	QQ	10.00
Coco	1	unidades	500
Palma	18	QQ	

Manejo agronómico que realizan los productores

a) Los pequeños productores (tipo I)

En la tipología I según el orden de importancia los productores siembran café (8 mz), maíz (7 mz), frijol (6 mz), yuca (4.25 mz), musáceas (2.25 mz), arroz (2 mz). La producción agropecuaria es destinada para consumo, solo uno de los productores la usan para consumo y venta.

La forma de preparación del terreno todos los productores hacen roza y utilizan químico para controlar las malezas en pre-siembra, el método de siembra es manual en un 100%, en cuanto al material de siembra, ocasionalmente un productor usa semilla mejorada, el 75% de los productores tipo I acostumbra utilizar semilla de la cosecha anterior, y solo un productor utiliza semilla mejorada y de la cosecha anterior. Para el control de malezas el 75% de los productores combinan

actividades de manejo con agroquímicos y de forma manual y un 25% controla la maleza utilizando solo productos químicos, cuando se presentan las incidencias de plagas en los cultivos el 37.5% de los productores emplean el método químico y manual y el 62.5% lo hacen utilizando productos químicos. Como parte de mejorar la producción en los cultivos el 62.5% de los productores utiliza fertilizantes químicos, sin embargo, el 25% de los productores practican el uso de abonos orgánicos en los cultivos y el 12.5% combina ambos métodos (orgánico y químico).

La alimentación de los bovinos es por medio de la rotación de potreros y utilizan como Suplementación melaza y sal mineral.

b) Los medianos productores (tipo II)

En la tipología II para la preparación del área de siembra el 61.5% de los productores acostumbra usar solo químicos, el 30.8% combinas prácticas de preparación manual y químico y solo el 7.7% ejerce las prácticas de: quema, preparación manual y química. El método de siembra que utilizan los productores de la tipología II es manual en un 100%, sin embargo, la semilla de siembra que utilizan es variada, el 61.5% de los productores usan semilla de la cosecha anterior, el 30.8% usan semilla mejorada y de la cosecha anterior y el 7.7% trabaja con semilla mejorada.

Para el control de malezas el 46.2% de los productores combinan actividades de manejo con agroquímicos y de forma manual, el 23% controla la maleza utilizando solo la técnica manual y el 30.8% acostumbra a controlar las malezas en los cultivos utilizando únicamente productos químicos. Cuando se presentan las incidencias de plagas en los cultivos el 77% de los productores emplean el método químico y el 23% lo hacen utilizando productos químicos y de forma manual. Como parte de mejorar la producción en los cultivos y brindar protección al suelo el 23% de los productores incorporan abono orgánico y lo enriquecen con fertilizantes químicos, el 30.8% usa fertilizantes químicos, sin embargo, el 46.2% de los productores no fertiliza.

La producción de granos básicos está por debajo del promedio de producción por manzana. En la alimentación del ganado hacen rotación de potreros, el pasto que más predomina en la zona es la Retana

se observa que los productores que establecen cultivos preparan la tierra con químicos y manualmente, los productores no realizan la quema, la semilla que más utilizan es la que dejan del

cultivo anterior, las fertilizaciones lo hacen dos veces en el ciclo del cultivo, combaten las plagas y enfermedades con métodos químicos, lo que indica entonces, que los sistemas de producción en esta tipología son tradicionales y con escasa o ninguna tecnología y maquinarias.

c) Los grandes productores (tipo III)

En la tipología III, el manejo agronómico de los cultivos por productores hay roza y uso de químicos-herbicidas, la forma de siembra es manual, solo un productor usa semilla mejorada indicando un bajo porcentaje (11%) de dependencia de semillas por entes externas, el 44.5% de los productores usa semilla de las cosechas anteriores de sus unidades de producción y el 44.5% usa semilla mejorada y de las cosechas anteriores. la fertilización de los cultivos la desarrollan mediante el uso de abonos orgánicos y lo enriquecen con fertilizantes químicos como una alternativa de conservación del recurso suelo, el control de maleza es totalmente químico al igual que el control de plagas y enfermedades.

Afectaciones climáticas en el municipio de El Rama

Generalidades del clima en municipio de El Rama, tomando como base, datos de precipitación y temperatura mínima y máxima (período 2022 – 2024).

Según análisis de las precipitaciones, realizado por el Instituto Nicaragüense de Tecnologías Agropecuarias (INTA) (2024), Centro de Desarrollo de Tecnologías Agropecuarias Hermanos Parrales Estrada (CDTA – HPE) en El Rama, RACCS, entre 2016 y 2023, 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.

En el periodo comprendido enero 2022 a mayo 2024 los meses de junio, noviembre y diciembre muestran mayor regularidad en las precipitaciones, con bajas desviaciones estándar respecto a sus promedios, lo que impacta en la planificación agrícola. De la misma manera en la figura 3 se puede apreciar que los meses con mayor precipitación promedio son junio, julio y agosto, y los de menor precipitación son abril y marzo.

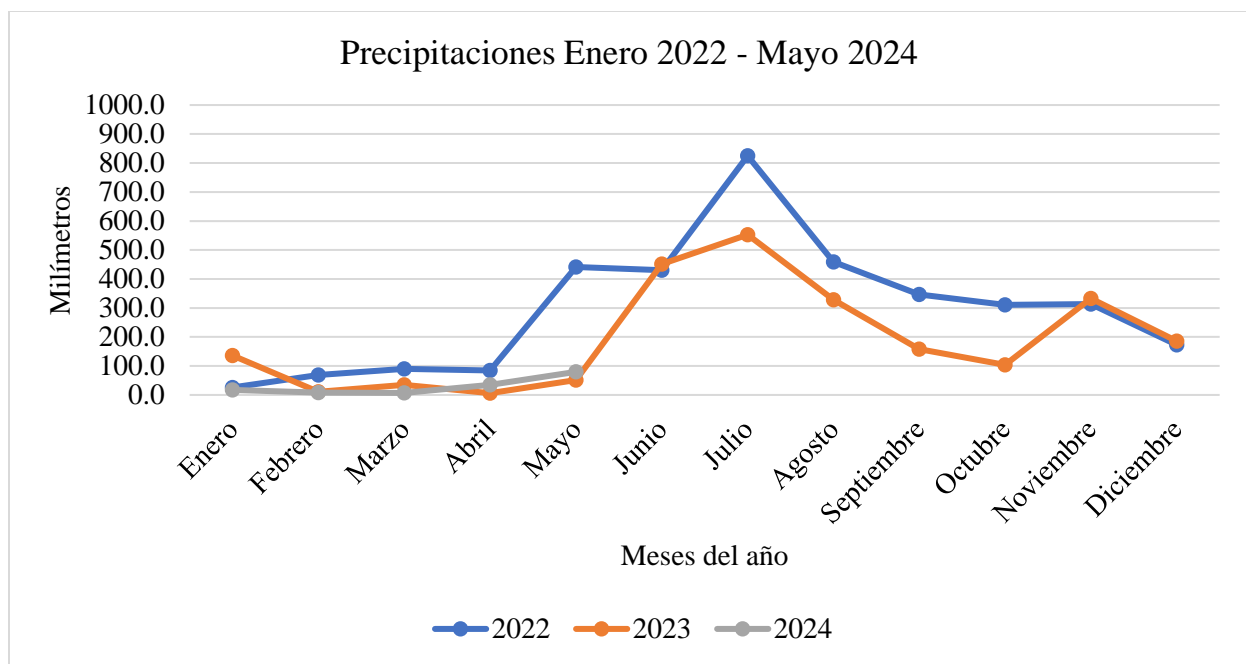


Figura 3. Comparación de precipitaciones de enero 2022 a mayo 2024 en el municipio de El Rama.

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 valor promedio de 31.0°C, este patrón sugiere un posible impacto en la variabilidad climática y resalta la importancia de continuar monitoreando y analizando estos datos para comprender mejor los cambios climáticos y sus efectos en los sistemas de producción agropecuarios.

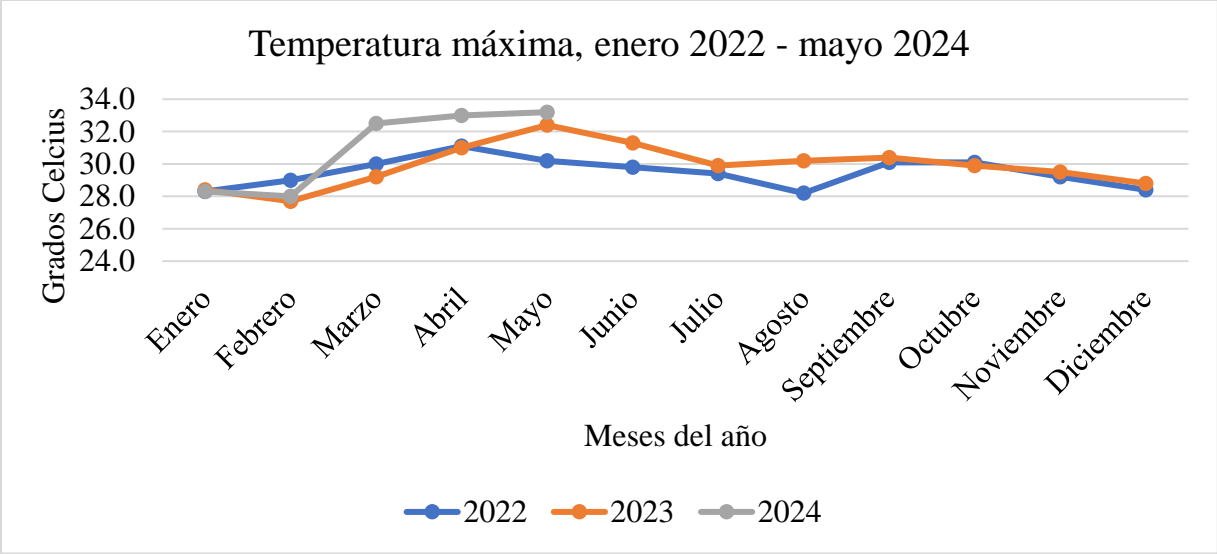


Figura 4. Comparativa de las temperaturas máximas de enero 2022 a mayo 2024 en el municipio de El Rama.

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.

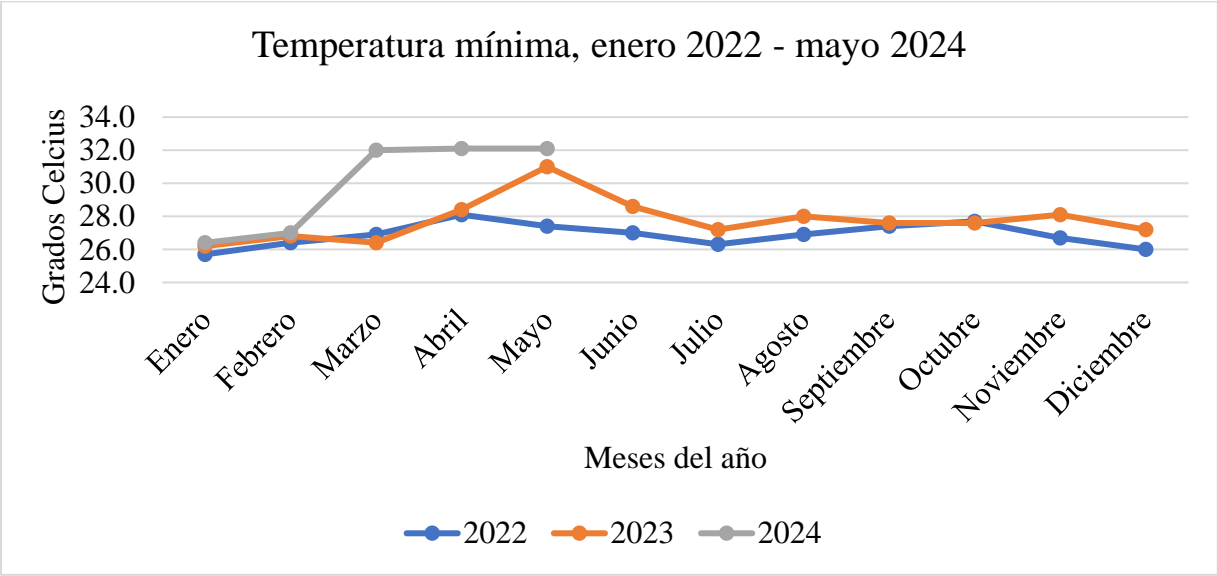


Figura 5. Comparativa de las temperaturas mínimas de enero 2022 a mayo 2024 en el municipio de El Rama.

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 Calderón

Las afectaciones climáticas en la comunidad Calderón son significativas y variadas, impactando a los productores agropecuarios de diversas maneras, en este sentido, se analizaron los eventos más impactantes en una línea de tiempo de 5 años.

Los eventos de la variabilidad climática que fueron señalados por los agricultores fueron sequías ya que los periodos secos se han extendido y el huracán Julia en un 100% que causó daños en los cultivos perdiendo todas las cosechas.

Tabla 13. Afectaciones climáticas de los productores de la comunidad Calderón

Afectaciones Climáticas	No. de Productores	Porcentaje
Inundación	6	20%
Sequia	7	23%
Aumento de temperatura	5	16%
Huracán	30	100%

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

Diversificación agrícola

Tomando en cuenta la información obtenida mediante las encuestas realizadas a los productores de la comunidad Calderón se determinó que, de los 30 productores, el 83% hacen uso de

policultivos (cultivos diversificados) tales como maíz, frijol, arroz, yuca, banano, quequisque con una vulnerabilidad promedio de 2.95

El 60% de los productores tienen sistemas agroforestales en sus unidades de producción utilizando plantillo de acacia, teca y roble con una variabilidad promedio 1.10.

El sistema de rotación de cultivo 25 productores equivalente al (83%) hacen uso de este tipo de sistemas en sus diferentes ciclos primeras, postrera y apante con una vulnerabilidad promedio de 2.46

El sistema cultivo intercalado 3 de los productores (10%) hacen uso de este tipo de sistema con una vulnerabilidad promedio de 1.88.

El sistema de cercas vivas 24 productores (80%) hace uso de este sistema en sus fincas con una vulnerabilidad de 2.61

Tabla 14. Vulnerabilidad promedio del componente de diversificación agrícola.

Componente	Vulnerabilidad
Diversificación Agrícola	2.77
Policultivos	2.95
Sistema agroforestal	1.10
Rotación de cultivos	2.46
Cultivos intercalados	1.88
Cercas vivas	2.61

Uso y manejo de suelos

En términos de conservación de suelos, todos los componentes evaluados muestran alta vulnerabilidad, de los 30 productores entrevistados el 13% de ellos realizan la práctica de curvas a nivel, esta práctica remarca una vulnerabilidad promedio de 1.15. El 33% hacen uso de barreras vivas mostrando una vulnerabilidad promedio de 1.39.

En la práctica terrazas de los 30 productores entrevistado 0.00% no aplican esta práctica con una vulnerabilidad promedia de 1.00. El 86% no practican la quema con una vulnerabilidad promedia 2.17 respectivamente.

Estos resultados indican que las técnicas de conservación del suelo no están suficientemente implementadas o efectivas, lo que aumenta la vulnerabilidad de los sistemas de producción ante eventos climáticos adversos.

Tabla 15. Uso y manejo de suelos

Componente	Vulnerabilidad
Uso y manejo de suelos	1.80
Curvas a nivel	1.15
Barreras vivas	1.39
Terrazas	1.00
No quema	2.17

Uso y manejo de agua

El uso y manejo del agua en la comunidad presenta una vulnerabilidad alta en varios aspectos: El 20% de los 30 productores entrevistados hacen usos de drenajes con una vulnerabilidad promedio 1.93, el 100% de los 30 productores entrevistado no practican la tecnología de riego en sus distintos cultivos con una vulnerabilidad promedio 1.00, el 100% de los 30 productores entrevistados tiene reservorio de agua con una vulnerabilidad promedia 1.00, el 73% de los 30 productores entrevistados aplican la tecnología de cosecha de agua para uso doméstico con una vulnerabilidad promedia 1.68.

Tabla 16. Uso y manejo de agua

Componente	Vulnerabilidad
Uso y manejo de agua	2.26
Drenaje	1.93
Riego	1.00
Reservorio de agua	1.00
Cosecha uso domestico	1.68
Cosecha uso animal	2.98

Alimentación bovina

La alimentación bovina en la comunidad Calderón presenta niveles de vulnerabilidad con puntuación promedio de 2.51 en diferentes componentes relacionados con la actividad ganadera, específicamente la alimentación bovina, el pasto mejorado y la suplementación. La vulnerabilidad promedio indica el grado de susceptibilidad de cada componente a factores de riesgo o eventos adversos que podrían afectar su disponibilidad, calidad o capacidad para sostener la producción ganadera.

El 63% (19) de los productores entrevistados tienen implementado pastos mejorados en sus fincas como Marandú, Toledo, Mombaza, Maralfalfa, Taiwan, CT-115, Kingrass, Caña de azúcar. El 37 % no tienen pastos mejorados dependen en su totalidad del pasto nativo, natural y adaptado a la zona.

Tabla 17. Alimentación bovina

Componente	Vulnerabilidad
Alimentación Bovina (ganadería)	2.51
Pastos mejorados	1.83
Suplementación	2.56

Vulnerabilidad de los productores de la comunidad Calderón

El análisis de todos los sistemas de producción en conjunto reporta un promedio de 2.51, lo que representa vulnerabilidad alta o baja adaptación ante la variabilidad climática. En orden descendente, el componente cuyas prácticas promediaron mayor resiliencia fue la diversificación agrícola (2.77). El segundo más alto fue la alimentación de ganado, siendo su puntaje de (2.51), El uso y manejo de agua es una de las practicas con puntuación baja con (2.26), El componente con menor puntaje es uso y manejo de suelo (1.8). En este componente las prácticas de conservación de suelos fueron las menos implementadas posiblemente por que demandan mayor mano de obra, inversión y conocimiento técnico.

Tabla 18. Productores con vulnerabilidad alta, media y baja

Vulnerabilidad	No. de productor	Porcentaje
Alta vulnerabilidad de 1 a 2.99	30	100%
Vulnerabilidad media de 3 a 4.99	0	0%
Vulnerabilidad baja = 5	0	0%
Total	30	100%

IX. CONCLUSIONES

Los productores de la comunidad Calderón han adoptado una variedad de prácticas agroecológicas que reflejan un compromiso con la sostenibilidad ambiental y la adaptación a la variabilidad climática. Entre las más destacadas se encuentran la no quema (86%), diversificación y rotación de cultivos (83%), cercas vivas (80%), la cosecha de agua para uso doméstico (73%) y los sistemas agroforestales con un 60%, todo ello contribuye significativamente a la conservación del suelo, la biodiversidad y la mitigación de los efectos del cambio climático. Sin embargo, algunas prácticas, como los cultivos intercalados, las curvas a nivel y los drenajes son menos implementadas, lo que sugiere áreas de oportunidad para mejorar la gestión del agua y prevenir la erosión del suelo.

Los sistemas de producción agropecuarios y las practicas productivas a las que están asociado los productores de la comunidad Calderón se describen en una distribución del uso de la tierra con un predominio del área pecuaria (92%), un 7.36% destinado a la agricultura y un 0.34% la infraestructura. La tipología de los productores se divide en pequeños (27%), medianos (43%) y grandes productores (30%). En promedio los pequeños productores dedican 29.5 manzanas a la agricultura, mientras que la mayoría de los medianos y grandes productores se enfocan en la ganadería. Todos los productores preparan el terreno mediante roza y aplican agroquímicos para controlar malezas antes de la siembra, que se lleva a cabo de una forma manual.

El impacto de la variabilidad climática en la comunidad Calderón es notable. Eventos como sequias, que han extendido los periodos secos han afectado el 23% de los productores, huracanes, específicamente el huracán julia, causó pérdidas totales en los cultivos de todos los productores. Otros eventos climáticos significativos incluyen inundaciones que han afectado el 20% y el aumento de la temperatura al 16% de los productores, los cuales agravan aún más la vulnerabilidad de la producción agropecuaria.

El análisis de todos los sistemas de producción en conjunto reporta un promedio de 2.51, lo que representa vulnerabilidad alta o baja adaptación ante la variabilidad climática. La diversificación agrícola es la practica con mayor oportunidad a la resiliencia (2.77), seguida de la alimentación de ganado (2.51), el uso, manejo del agua y suelo son las menos implementadas, posiblemente por requerir más mano de obra, inversión y conocimiento técnico.

X. RECOMENDACIONES

Fortalecer el uso de prácticas agroecológicas menos implementadas, como los cultivos intercalados, curvas a nivel y drenajes. Esto podría mejorar la gestión del agua, prevenir la erosión y aumentar la capacidad de adaptación a la variabilidad climática.

Brindar capacitación y asesoría técnica continua a los productores sobre el uso de prácticas que contribuyan a mitigar la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios. Se podrían establecer programas de apoyo para la introducción de nuevos cultivos que se adapten a las variaciones climáticas.

Implementar un sistema de monitoreo climático que permita a los productores recibir información actualizada sobre las condiciones meteorológicas. Esto facilitaría la toma de decisiones informadas y la planificación de actividades agrícolas.

Fortalecimiento de redes de apoyo, entre productores, universidades y organizaciones no gubernamentales para compartir conocimientos y recursos. Estas redes pueden ayudar a los productores a adaptarse mejor a los desafíos climáticos.

Realizar evaluación continua sobre la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios en la comunidad Calderón, para ajustar las estrategias de adaptación y respuesta a la variabilidad climática.

XI. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

11.1 Presupuesto para la ejecución de la investigación

Tipo de insumo	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total
MATERIALES				
Impresión de boletas	Unidad	30	18.00	540.00
Tabla de campo	Unidad	1	100.00	100.00
SUB TOTAL				C\$ 640.00
ALIMENTACION Y TRANSPORTE				
Muelle de los bueyes -Calderón-	Días	10	300.00	3,000.00
Muelle de los bueyes				
Alimentación	Unidades	10	150.00	1,500.00
SUB TOTAL				C\$4,500.00
TUTORIA				
Documento de Tesis	Unidad	6	490.00	2,940.00
SUB TOTAL				2,940.00
TOTAL				8,080.00

11.2 Cronograma de actividades enero - junio 2023

Actividad	Mes					
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Elaboración de protocolo e instrumentos de la investigación	X					
Prueba piloto	X					
Levantamiento de la información		X	X			
Procesamiento y análisis de la información			X	X		
Elaboración de Informe final				X	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^o 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://sbg-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	<p>Área</p> <p>Cultivo</p> <p>Manejo</p> <p>Rendimiento</p> <p>Hato bovino</p> <p>Nivel de producción</p>	
Prácticas agroecológicas ante variabilidad climática	<p>Diversificación agrícola</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 <p>Uso y manejo del suelo</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 <p>Uso y manejo del agua</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usa prácticas de reducción de escorrentía 2. Posee riego por goteo 3. Posee reservorio de agua 4. Aplica “mulch” <p>Implementa cosecha de agua</p>	
Clima	<ol style="list-style-type: none"> 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
Diversificación agrícola					
Implementa policultivos					
Implementa sistemas agroforestales					
Implementa sistemas silvopastoriles					
Hace rotación de cultivos					
Implementa cultivos intercalados					
Posee cercas vivas					
Mezcla variedades locales					
Uso y manejo de suelo					
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					

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? Si _____ No _____

¿Si la respuesta es sí cual suministra?

Cratylia _____ Gandul _____ Canavalia _____ Morera _____ Maderonegro _____ Nacedero _____

Leucaena _____ Elequeme _____ otros: _____

¿Qué tipo de suplemento suministra a su ganado?

¿Qué alternativas alimenticias utiliza en verano?

Ensilaje _____ Guate _____ Bloques multinutricionales _____ Pasto de corte _____ otros _____

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 sus coordenadas geográficas (latitud, longitud)

Fincas	Latitud / norte	Longitud / oeste
Los Totos	800125	1358531
La Gloria	800527	1358962
San Martin	800649	1359754
Los Cocos	802034	1359903
Los Naranjos	802232	1360473
La Caoba	800321	1360547
Melina	800142	1360281
Las Peras	799642	1360027
El Jardin	799102	1360594
Santa Ines	799318	1360189
Las Delicias	799189	1361597
La Bendicion	800449	1362478
La Candelaria	801745	1362279
El Pera	800916	1361504
El Porvenir	798991	1362122
Los Naranjos	798161	1361884
La Bendicion	798134	1361197
Las Palmas	798120	1360597
El Coco	797925	1360254
Los cocos 2	798235	1360543
El Coco	798274	1360631
Los Cocos	798821	1361081
El Rosario	799563	1360005
Las Delicias	799969	1358787
Los Angeles	799421	1358668
El abandono	798807	1358327
Linda Flor	798524	1357991
La Fortuna	798397	1359173
Buena Vista	798840	1359009
Las Maravillas	798131	1358485

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
P1	Químico	Manual	Mejorada	Químico y orgánico	Química y manual	Química y manual
P2	Químico	Manual	Mejorada y cosecha anterior	Orgánico	Químico y manual	Química
P3	Químico	Manual	Cosecha anterior	Orgánico	Química	Química y manual
P4	Química	Manual	Cosecha anterior	Químico	Quema Y manual	Química
P5	Química	Manual	Cosecha anterior	Químico	Química y manual	Química y manual
		Manual	Cosecha anterior	Químico	Química	
P6	Químico					
P7	Química	Manual	Cosecha anterior	Químico	Química y manual	Química
P8	Química	Manual	Cosecha anterior	Químico	Manual y química	Química

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
P1	Químico, manual y quema	Manual	Mejorada y cosecha anterior	No fertiliza	Química y manual	Química manual
P2	Químico	Manual	cosecha anterior	No fertiliza	Manual	Química
P3	Químico	Manual	Cosecha anterior	No fertiliza	Química y manual	Química y manual
P4	Química y manual	Manual	Mejorada y Cosecha anterior	Químico y orgánico	Química Y manual	Química
P5	Química	Manual	Cosecha anterior	Orgánico y Químico	Química y manual	Química
P6	Químico	Manual	Mejorado y Cosecha anterior	Orgánico y Químico	Químico	Química y manual
P7	Químico	Manual	Mejorada y Cosecha anterior	Químico	Química y manual	Química
P8	Químico Manual	Manual	Cosecha Anterior	Químico	Químico	Química
P9	Químico y Manual	Manual	Cosecha anterior	Químico	Químico	Química

P10	Manual y Químico	Manual	Mejorada	No fertiliza	Manual	Química
P11	Químico	Manual	Cosecha anterior	No fertiliza	Químico y manual	Químico
P12	Químico	Manual	Cosecha anterior	Químico	Químico	Químico
P13	Químico	Manual	Cosecha anterior	No fertiliza	Manual	Químico

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

Productor	Preparación de terreno	Forma de siembra	Semilla	Fertilización del cultivo	Control de malezas	Control de plagas
P1	Químico	Manual	Mejorada	Químico orgánico	y Química;	Química
P2	Químico manual	Manual	Cosecha anterior	Químico	Químico	Química
P3	Químico	Manual	Mejorada Cosecha anterior	Químico Orgánico	y Química	Química
P4	Química Manual	y Manual	Mejorada Cosecha anterior	Orgánico	Química	Química
P5	Química manual	y Manual	Cosecha anterior	Orgánico	Química	Química
	Química manual	y Manual	Mejorada Cosecha anterior	Orgánico	Química	Química
P6						
P7	Química manual	y Manual	Cosecha anterior	Químico orgánico	y Química	Química
P8	Química manual	y Manual	Cosecha Anterior	Químico orgánico	y Química	Química
P9	Química manual	y Manual	Mejorada Cosecha Anterior	Químico y orgánico	Química	Química

Anexo 8. Vulnerabilidad de los sistemas de producción de los productores de la comunidad Calderón

No	Nombre y apellidos	1	2	3	4	5	6	7	Conservación de suelo							Compo nente	Uso del agua						Compo nente	Pastos Suplementa Mejorados cion		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 MD	No quema		Drenaje	Riego	Reservorio de agua	Aplica Mulch	Cosecha uso domestico	Cosecha uso animal		Si	Si			
		Compo nente	Compo nente	Compo nente	Compo nente	Compo nente	Compo nente	Compo nente	Compo nente	Compo nente	Compo nente	Compo nente	Compo nente	Compo nente	Compo nente		Compo nente	Compo nente	Compo nente	Compo nente	Compo nente	Compo nente		Compo nente	Compo nente			
1	Antony Carlos Urbina	2	2	1	2	1	3	1	1.71	2	1	2	1	2	1	3	1.71	1	1	2	1	3	2	1.67	2	2	2	1.77
2	Pedro Ramirez Medina	2	2	2	2	1	2	1	1.71	2	1	2	1	1	1	2	1.43	1	1	2	1	2	2	1.50	2	2	2	1.66
3	Sebastiana Baez Medina	1	2	1	2	1	2	1	1.43	2	1	1	1	1	2	2	1.43	1	1	1	1	2	2	1.33	2	2	2	1.55
4	Saturdina Huet Gonzalez	1	1	1	1	1	1	1	1.00	1	1	1	1	1	1	1	1.00	1	1	1	1	2	1	1.17	1	1	1	1.04
5	Juan Evangelista Ramirez	1	2	1	2	2	2	1	1.57	2	1	2	1	2	1	3	1.71	1	1	2	1	2	1	1.33	2	2	2	1.65
6	Pablo Uvencio Toruño	1	2	1	2	1	2	1	1.43	2	1	1	1	1	1	2	1.29	1	1	1	1	3	1	1.33	2	2	2	1.51
7	Vaneza Duarte	3	2	1	3	1	2	1	1.86	2	1	2	1	4	1	2	1.86	1	1	2	1	2	1	1.33	1	2	1.5	1.64
8	Carlos Geovani Zambrana	1	2	2	3	1	2	1	1.71	2	1	2	1	1	1	2	1.43	1	1	1	1	3	1	1.33	2	1	1.5	1.49
9	Carmen Toruño	1	2	1	2	1	2	1	1.43	2	1	2	1	1	2	3	1.71	1	1	2	1	2	1	1.33	2	2	2	1.62
10	Everto Toruño	2	2	1	3	1	2	1	1.71	2	1	2	1	1	2	2	1.57	1	1	2	1	2	2	1.50	1	2	1.5	1.57
11	Victor silva	2	1	2	1	1	2	1	1.43	2	1	2	1	1	2	2	1.57	1	1	1	1	2	1	1.17	2	2	2	1.54
12	Elena Silva	1	1	1	2	1	2	1	1.29	2	1	1	1	1	1	3	1.43	1	1	1	1	2	1	1.17	2	2	2	1.47
13	Alejandro Ramirez	2	1	1	1	2	2	1	1.43	2	1	1	1	1	1	2	1.29	1	1	1	1	2	1	1.17	2	2	2	1.47
14	Carlos Zambrana	1	2	1	2	1	2	1	1.43	2	1	1	1	1	1	2	1.29	1	1	2	1	2	1	1.33	1	1	1	1.26
15	Pablo Antonio Zambrana	3	2	2	3	2	2	1	2.14	3	1	3	1	2	1	2	1.86	1	1	2	1	3	2	1.67	3	2	2.5	2.04
16	David Vandaño Canales	1	1	1	2	1	2	1	1.29	2	1	1	1	1	1	2	1.29	1	1	2	1	2	1	1.33	1	2	1.5	1.35
17	Francisco Espinoza	1	1	2	2	1	3	1	1.57	2	1	1	1	2	1	3	1.57	1	1	1	1	1	1	1.00	2	2	2	1.54
18	Jose Espinoza Gonzalez	2	2	1	1	1	2	1	1.43	2	1	2	1	1	1	1	1.29	1	1	1	1	2	1	1.17	2	2	2	1.47
19	Isidora Rodriguez	1	2	1	2	1	3	1	1.57	2	1	1	1	1	1	2	1.29	1	1	1	1	2	1	1.17	1	1	1	1.26
20	Feliciano Centeno	1	2	1	1	1	2	1	1.29	2	1	2	1	2	1	1	1.43	1	1	1	1	2	1	1.17	1	1	1	1.22
21	Sobeyda Lopez	1	2	1	2	1	2	1	1.43	2	1	1	1	1	1	1	1.14	1	1	2	1	2	1	1.33	2	2	2	1.48
22	Teodoro Espinoza	2	2	2	2	1	2	1	1.71	1	1	1	1	2	1	1	1.14	1	1	1	1	2	1	1.17	2	2	2	1.51
23	Manuel Zelaya Menezes	3	2	1	2	1	3	1	1.86	3	1	3	1	2	1	3	2.00	1	1	1	1	3	1	1.33	3	3	3	2.05
24	Odel Fernandez	2	1	1	2	1	2	1	1.43	1	1	2	1	1	1	2	1.29	1	1	2	1	2	1	1.33	1	2	1.5	1.39
25	Celso Fernandez	2	1	1	1	1	2	1	1.29	2	1	2	1	2	1	2	1.57	1	1	1	1	2	1	1.17	1	2	1.5	1.38
26	Jairo Sevilla	1	1	1	2	1	2	1	1.29	2	1	1	1	1	1	2	1.29	1	1	2	1	2	1	1.33	2	2	2	1.48
27	Santos Martinez	1	2	1	2	1	2	1	1.43	1	1	1	1	1	1	2	1.14	1	1	2	1	2	1	1.33	2	2	2	1.48
28	Santos Oporta	2	1	1	1	1	2	1	1.29	2	1	2	1	1	1	2	1.43	1	1	1	1	3	1	1.33	1	2	1.5	1.39
29	Lianzo Delgadillo	2	2	1	1	1	2	1	1.43	2	1	2	1	1	1	2	1.43	1	1	2	1	2	1	1.33	1	2	1.5	1.42
30	Blanca Fernandez	1	1	1	1	1	1	1	1.00	1	1	1	1	1	1	3	1.29	1	1	2	1	2	1	1.33	2	2	2	1.40
		1.57	1.63	1.20	1.83	1.10	2.07	1.00	1.49	1.90	1.00	1.60	1.00	1.37	1.13	2.07	1.44	1.00	1.00	1.50	1.00	2.17	1.17	1.31	1.70	1.87	1.78333	1.50
TOTAL		3.82	3.98	2.93	4.47	2.68	5.04	2.44	3.62	4.63	2.44	3.90	2.44	3.33	2.76	5.04	3.51	2.44	2.44	3.66	2.44	5.28	2.85	3.18	4.15	4.55	4.35	3.67