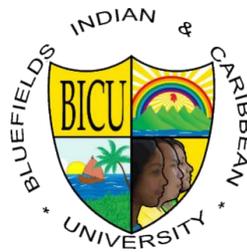


**BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY
BICU**



**ÁREA DEL CONOCIMIENTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
INFORME DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL**

Vulnerabilidad de los Sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática en el municipio de El Rama, RACCS, Nicaragua, 2022 – 2024

Autores:

José Andrés Duarte Borge ¹

Carlos Iván Ramírez Castillo ²

German Domingo Calero González ³

Raymel Martín Medina ³

Daitza Omari Urbina Mendoza ³

El Rama, RACCS, Nicaragua
JUNIO, 2024

“La Educación es la Mejor Opción para el Desarrollo de los Pueblos”

¹ Líder de la investigación

² Líder de la investigación

³ Líder de la investigación

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INFORMACIÓN GENERAL	1
1.1.	Recepción y resolución	1
1.2.	Objetivo de desarrollo sostenible (ODS).....	1
1.3.	Datos generales del investigador principal.....	1
1.4.	Identificación del Proyecto de Investigación.....	2
II.	RESUMEN	3
III.	SUMARY	4
IV.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	5
4.1.	Antecedentes y contexto del Problema.....	5
4.2.	Pregunta de Investigación	6
4.3.	OBJETIVOS	7
a.	General	7
b.	Específicos	7
4.4.	Justificación.....	8
4.5.	Limitaciones y riesgos	11
V.	ESTADO DE ARTE	12
3.1	CONCEPTOS INTRODUCTORIOS	12
3.2	ANÁLISIS DE ESTUDIO.....	20
3.3	REFLEXIÓN FINAL.....	35
VI.	DISEÑO METODOLÓGICO	43
6.1.	Área de localización del estudio.....	43
6.2.	Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o periodo	43
6.3.	Población y muestra	44
6.3.1.	Tipo de muestra y muestreo	44
6.3.2.	Técnica e instrumento de la investigación.	44
6.4.	Diseño Experimental	45
6.4.1.	Técnica de Recolección de Datos.....	45
6.5.	Operacionalización de las variables.....	45
6.6.	Análisis de datos	46
VII.	RESULTADOS OBTENIDOS	48
VIII.	CONCLUSIONES	70
IX.	RECOMENDACIONES	71
X.	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS	72
10.1.	Cronograma de actividades del proceso investigativo, municipio El Rama.	72
10.2.	Presupuesto del desarrollo de la investigación, municipio El Rama.	72
XI.	REFERENCIAS.....	73
XII.	ANEXOS.....	82

I. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Recepción y resolución

Uso interno de la Dirección de Investigación y Postgrado

Fecha de recepción	Resolución	Fecha de resolución	Inicio del proyecto
--------------------	------------	---------------------	---------------------

1.2. Objetivo de desarrollo sostenible (ODS)

Objetivo de desarrollo Sostenible (ODS)	Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos
Meta del ODS	Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países
Indicador	Proporción de gobiernos locales que adoptan y aplican estrategias locales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con las estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres

La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, Organización de las Naciones Unidas

1.3. Datos generales del investigador principal

Datos Generales del Investigador Principal

Nombres y Apellidos: José Andrés Duarte Borge

Facultad/Departamento/Escuela: Área del Conocimiento de Ciencias y Tecnología

Número de Teléfono:

Número de Celular: (+505) 83620347

Correo electrónico institucional: jose.borge@bicu.edu.ni

ORCID (obligatorio): 0009-0001-7360-3377

Formación Académica: Ingeniero Agroforestal

1.4. Identificación del Proyecto de Investigación

Título del Proyecto de Investigación: Vulnerabilidad de los Sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática en el municipio de El Rama, RACCS, Nicaragua, 2022 – 2024

Fecha de Inicio:
Mayo 2022

Fecha de Finalización:
Noviembre 2024

Duración (en meses):
30 meses

Área estratégica de Investigación	Ciencia y Tecnología	
Áreas del Conocimiento adoptadas por el Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación (CNEA)	Educación Humanidades y Arte Ciencias Sociales, Educación Comercial y Derecho Ciencias Ingeniería, Industria y Construcción Agricultura Salud y Servicios Sociales Servicios	X

Línea (s) de Investigación: Agricultura Sostenible

II. RESUMEN

Las consecuencias de la variabilidad climática son más que evidentes en los distintos agroecosistemas del municipio El Rama y nuestro país. La agricultura y la ganadería constituyen dos sectores de la producción y economía campesina muy importantes y a la vez vulnerables ante este fenómeno, debido a que enfrentan cambios en las variables climáticas que condicionan su desarrollo: la temperatura y la precipitación. El presente trabajo tuvo como objetivo analizar el grado de vulnerabilidad de los Sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática en el municipio de El Rama. Se identifican las siguientes tipologías entre los 177 productores muestreados en el municipio siendo las siguientes: mediano productor con un área de finca entre el rango de 21-100 mz, con el 54.8 % de los productores muestreados. La tipología de pequeño productor (0-20 mz) son el 26.55% y el restante 18.64% está representado por grande productor (más de 100 mz). En el análisis del grado de vulnerabilidad de los sistemas productos, de 177 fincas muestreadas el 100% reflejó que sus sistemas productivos poseen una alta vulnerabilidad con un índice de 2.08, lo que manifiesta la baja resiliencia en los distintos modelos de actividades emprendidas. Durante el periodo evaluado la variable de precipitación anual registro una tendencia decreciente, donde la precipitación anual máxima se registró en el año 2017 con 3,719.0 mm y la mínima en el año 2023 con 2,352.3 mm. Así mismo, las temperaturas reflejan una tendencia a incrementos constantes, pasando de temperaturas máximas de 28.9°C en el 2017 a 29.9°C en el año 2023. Así mismo, las temperaturas mínimas muestran tendencia creciente con rangos de 27.2 °C en el año 2016 a 27.8°C en el año 2023. Por componente de los sistemas productivos, el componente diversificación agrícola muestran una vulnerabilidad alta (índice de 2.33). El componente de conservación de suelo muestra una vulnerabilidad alta (índice de 1.59). El componente de uso y manejo de agua refleja una vulnerabilidad alta (índice de 2.09). Así como el componente alimentación bovina, mostró una vulnerabilidad alta (índice de 2.32) en promedio de los elementos considerados. Con este análisis, el estudio contribuye al conocimiento de vulnerabilidad agrícola a nivel local y su pertinencia para la elaboración de planes de acción y proponer las medidas de adaptación a fin de que los productores se preparen para enfrentar las nuevas condiciones impuestas por el cambio climático.

Palabras claves: variabilidad climática, resiliencia, tipología, diversificación, tendencia.

III. SUMARY

The consequences of climate variability are more than evident in the different agroecosystems of the El Rama municipality and our country. In the regions of the municipality, agriculture and livestock constitute two very important sectors of peasant production and economy and at the same time vulnerable to this phenomenon, because they face changes in the climatic variables that condition their development: temperature and precipitation. The objective of this work was to analyze the degree of vulnerability of agricultural production systems to climate variability in the municipality of El Rama, RACCS, Nicaragua, 2022 - 2023. The following typologies are identified among the 177 producers sampled in the municipality, being the following: medium producer with a farm area between the range of 21-100 mz, with 54.8% of the producers sampled. The typology of small producers (0-20 mz) is 26.55% and the remaining 18.64% is represented by large producers (more than 100 mz). In the analysis of the degree of vulnerability of the product systems, of 177 farms sampled, 100% reflected that their productive systems have a high vulnerability with an index of 2.08, which shows the low resilience in the different models of activities undertaken. During the evaluated period, the annual precipitation variable registered a decreasing trend, where the maximum annual precipitation was recorded in the year 2017 with 3,719.0 mm and the minimum in the year 2023 with 2,352.3 mm. Likewise, temperatures reflect a trend of constant increases, going from maximum temperatures of 28.9°C in 2017 to 29.9°C in 2023. Likewise, minimum temperatures show an increasing trend with ranges of 27.2°C throughout the year. 2016 to 27.8°C in the year 2023. By component of the productive systems, the agricultural diversification component shows a high vulnerability (index of 2.33). The soil conservation component shows a high vulnerability (index of 1.59). The water use and management component reflects a high vulnerability (index of 2.09). As well as the bovine feed component, it showed a high vulnerability (index of 2.32) on average of the elements considered. With this analysis, the study contributes to the knowledge of agricultural vulnerability at the local level and its relevance for the development of action plans and proposing adaptation measures so that producers prepare to face the new conditions imposed by climate change.

Keywords: climate variability, resilience, typology, diversification, trend.

IV. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

4.1. Antecedentes y contexto del Problema

Desde aproximadamente 1950 se han observado cambios en muchos fenómenos meteorológicos y climáticos extremos, “estos cambios del clima han causado impactos en los sistemas naturales” (Grupo Intergubernamental de Expertos de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [IPCC], p.6), “impactos que ponen de relieve una importante vulnerabilidad y exposición de algunos ecosistemas a la actual variabilidad climática” (IPCC, 2014, p.8). En ese contexto global, El Rama es un municipio especialmente vulnerable a los efectos del cambio climático, tanto por su situación geográfica como por sus características socioeconómicas.

En el municipio de El Rama el 68% de la población vive en extrema pobreza y el índice de desarrollo humano es bajo: 0,471 contra un promedio en la RACCS de 0,506, la tercera más baja en el país después de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN) y el departamento de Jinotega (Informe de Desarrollo Humano, [PNUD], 2002 citado por Instituto para el Desarrollo y la Democracia [IPADE], 2010, p.7).

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 a los efectos del cambio climático (Huracanes, irregularidad de las precipitaciones ya sea el establecimiento de sequías o el exceso de precipitaciones), fenómenos que cada vez tienen una mayor frecuencia e incidencia en la Costa Caribe y en el municipio de El Rama con impactos negativos sobre el medio ambiente y 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 (*Elaeis guineensis*; Jacq. 1897), además, los sistemas de producción ganadero se encuentran con deficiencias de pasturas mejoradas, deficiencia de agua en los potreros, y los bovinos sufren de estrés térmico por efecto de despalle en las comunidades, lo que aumenta la vulnerabilidad de los sistemas agropecuarios ante la variabilidad climática.

La variabilidad climática presenta una gran obstáculo para la seguridad alimentaria, la creciente variación tanto de la temperatura como de la precipitación esta desembocando en una inseguridad alimentaria y disminución de condiciones favorables de vida para la población en general.

En el municipio de El Rama hay un desconocimiento del grado de vulnerabilidad de los sistemas de producción agrícola y ganadero, así como de la implementación o no de prácticas agroecológicas que ayuden a mitigar los efectos del cambio climático.

4.2. Pregunta de Investigación

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad de los Sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática en el municipio de El Rama, RACCS, Nicaragua, 2022 – 2024?

4.3. OBJETIVOS

a. General

Analizar el grado de vulnerabilidad de los Sistemas de producción agropecuarios ante la variabilidad climática en el municipio de El Rama, RACCS, Nicaragua, 2022 – 2024.

b. Específicos

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

4.4. Justificación

La justificación de esta investigación se enmarca en cuatro aspectos esenciales.

1. **Conveniencia:** Se considera “indispensable la elaboración de estrategias de adaptación ante la variabilidad climática, haciendo énfasis en las comunidades más vulnerables en las que se identifica sensibilidad en los sistemas de producción agrícola” (Organización Meteorológica Mundial [OMM], 2001 citado por Lezcano Muñoz, 2016, p.1). “Identificar el grado de vulnerabilidad de una comunidad contribuye a los planes nacionales de adaptación porque permite que la asignación de los recursos llegue a quienes más lo necesitan” (Dazé, Ambrose, y Ehrhart, 2010, como se citó en Lezcano, 2016, p.1). En este contexto los principales beneficiarios serán los productores del municipio de El Rama e instituciones relacionadas a la producción agropecuaria y de carácter social, quienes podrán contar con información que les permita elaborar y ejecutar estrategias de adaptación ante la variabilidad climática. Otros beneficiarios serán los estudiantes de las Carreras de Ingeniería Agroforestal, Agronomía y Zootecnia con mención en Veterinaria, quienes serán vinculados como tesisistas, ellos después de haber obtenido la información de campo identificarán, describirán, valorarán y estimarán el grado de vulnerabilidad de cada comunidad en estudio, además, su incorporación en este proyecto vendría a mejorar el indicador de Graduados de las carreras del Area del Conocimiento de Ciencias y Tecnologías y de la misma Universidad.
2. **Relevancia social Ambiental:** A fin de reducir vulnerabilidades de los ecosistemas agrícolas y pecuarios ante los efectos de la variabilidad climática, es importante desarrollar procesos investigativos participativos que generen información para la toma de decisiones con miras a enfrentar los desafíos de la variabilidad climática global, principalmente en el municipio de El Rama en la Costa Caribe de Nicaragua. Bajo esta perspectiva, se justifica el desarrollo de esta investigación que involucra a la Bluefields Indian & Caribbean University en procesos que fortalezcan la integración entre ésta y los actores locales, a fin de analizar la situación actual y contribuir con la generación de información relevante en cuanto a la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios del municipio de El Rama.

3. Implicaciones prácticas: El esfuerzo de realizar la presente investigación en el municipio de El Rama, es precisamente como un compromiso que tiene la Universidad con la sociedad ya que uno de los acuerdos del Consejo Universitario de la BICU, es apoyar las iniciativas de protección del medio ambiente sobre todo en áreas y sistemas vulnerables de la Costa Caribe de Nicaragua.

En este contexto, se priorizarán rubros por su importancia económica y su vulnerabilidad a la variabilidad climática. Los criterios utilizados para la selección de los rubros afectados por la variabilidad climática en el municipio se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1. Criterios para la selección de los rubros

Criterios	Frijol	Maíz	Arroz	Café	Cacao	Musa ceas que	Quequis	Yuca	Bovino	Porcino	Aves
Importancia para la SAN a nivel de pequeños y medianos productores/as	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Superficie (representativo en función del área del municipio)	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1	-1
Peso relativo del rubro en la economía local	1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
Dependencia de la variabilidad climática	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Interés de parte del gobierno local	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
Valoración	3	3	1	3	3	-1	-1	-1	5	-1	-1

Valoración; 1 Cumple, -1 No Cumple, según CIDEA – UCA citado por Córdoba Salinas & Ribalaygua (2014) .

Los rubros priorizados por cumplir con los criterios que aparecen fueron; frijoles, maíz, arroz, Café, cacao, musáceas y ganadería (bovinos). En la tabla 2, se muestran los efectos que la variabilidad climática puede tener sobre los rubros priorizados.

Tabla 2. Rubros más importantes de la zona e influencia del clima

Rubros más importantes afectados por CC	¿Por qué?
Maíz y frijol	Siembra para autoconsumo y comercio. El régimen de las lluvias incide en sus rendimientos. Es muy propenso a la sequía y la humedad. Las fuertes lluvias o sequías impiden su desarrollo
Café	Altas temperaturas afectan la madurez de frutos, el llenado de granos, y favorecen la proliferación de ciertas plagas y enfermedades. Las fuertes lluvias durante la floración rompen el proceso de floración
Cacao	El aumento de temperatura inhibe la floración, e incrementa la incidencia de plagas, el exceso de lluvia o aumento en su intensidad propicia la incidencia de enfermedades, ocasiona pérdida de floración, y por ende se presenta una disminución de la producción.
Ganadería (bovinos)	<p>Las fuertes lluvias impiden que el ganado salga a alimentarse (áreas de pastizales inundadas), provocando mala alimentación, pérdida de peso y disminución de la producción de leche.</p> <p>Los animales se estresan con las inundaciones, no se alimentan y la producción baja.</p> <p>Con inviernos de lluvias intensas se incrementa la presencia de enfermedades, principalmente podales y respiratorias.</p> <p>Periodos de sequías influyen en la capacidad de rebrote y por ende en el crecimiento de los pastos, limitando la disponibilidad de pasto, ocasionando al animal reducción de la condición corporal, de la producción y reducción de la fertilidad.</p>

Fuente: Córdoba Salinas & Ribalaygua (2014)

Valor teórico: A partir de esta investigación se pretende ampliar el conocimiento previo sobre las practicas agroecológicas de resiliencia ante variabilidad climática implementadas por los productores del municipio de El Rama ya que actualmente no hay estudios que anteceda a este trabajo donde se encontrarán las pautas necesarias para tratar de minimizar los daños que provoca la variabilidad climática.

4.5. Limitaciones y riesgos

Tabla 3. 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.
Acceso: Lejanía de algunas comunidades que serán parte de la muestra.	Seleccionar estudiantes que provengan de esas comunidades o de comunidades vecinas.
Falta de datos confiables: Información fidedigna difícil de obtener	Concientizar al productor para que brinde información veraz.

V.ESTADO DE ARTE

5.1 CONCEPTOS INTRODUCTORIOS

5.1.1. 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.

5.1.2. 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”.

5.1.3. 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 Milan & Martinez, (2010). (p.16)

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

Ningún otro sector es más sensible al cambio climático que la agricultura. El sector agropecuario, que incluye los cultivos, el ganado, las pesquerías y la silvicultura, absorbe aproximadamente el 22% de las consecuencias económicas causadas por las amenazas naturales y desastres de mediana y gran escala en los países en desarrollo. Teniendo en cuenta el papel vital de estos sectores para la producción mundial de alimentos y medios de subsistencia, es fundamental integrar la agricultura dentro de los esfuerzos de adaptación y financiación. (p.10)

5.1.4. Agroecología

De la Rosa Velasquez, (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)

5.1.5. Diversificación

Veguera et al., (2017) dice que:

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

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

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

5.1.6. Sistema policultivos

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

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

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

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

5.1.7. 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)

5.1.8. Sistema agrosilvopastoril:

Oficina Nacional Forestal, (2013) dice que:

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

5.1.9. 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)

5.1.10. Rotación de cultivos

Sebastian, (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)

5.1.11. 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)

5.1.12. 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)

5.1.13. Uso y manejo de los suelos

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

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

5.1.14. 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)

5.1.15. Cultivos de cobertura:

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

La utilización de cultivos de cobertura constituye una práctica muy antigua en la agricultura. Su empleo hasta los años 50 antes de la introducción de los agroquímicos, estaba muy difundido en los sistemas de producción agrícola. El uso de cultivos de coberturas en sistemas perennes está mucho más ampliamente distribuido y reconocido que su uso en los cultivos anuales. Se considera a Indonesia como un pionero en el uso de cultivos de

cobertura en palma aceitera, cocos, plantaciones de goma y sisal, en los cuales proporcionan un método de control de malezas que ahorra mano de obra, reducen la erosión del suelo y proveen nutrientes al suelo. En sistemas silvopastoriles, la cobertura podría también proveer forraje para el ganado. (p.5)

Según la Universidad Nacional Agraria, (2004) dice que:

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

5.1.16. Barreras vivas:

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

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

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

Las barreras vivas constituyen parte de diversas actividades y técnicas dentro del manejo integrado de plagas (MIP) que tienen como principal función el control de plagas. Estas son obstáculos físicos, que además de esa función, protegen los cultivos contra la acción del viento. En zonas de ladera, sirven de barreras físicas para el control de la erosión del suelo. (p.20)

5.1.17. 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)

5.1.18. Materia orgánica

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

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

5.1.19. Las quemas:

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

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

5.1.20. Quemias agrícolas

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

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

tiempo sin fertilizar el suelo. La productividad del suelo se recupera dejando que la parcela descanse por varios años, con la ventaja de no usar agroquímicos que representen un riesgo a la salud o al ambiente. El uso del fuego para la agricultura es responsable de un importante número de incendios forestales. Resultado de ello, el suelo de la selva se degrada y numerosas especies típicas de la vegetación madura son incapaces de sobrevivir bajo un régimen de incendios constante. (p32)

5.1.21. 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)

5.1.22. Riego por goteo

Fley Vado (2020), expresa que:

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

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

Un sistema de riego por goteo es aquel donde se aplica agua filtrada (y fertilizante) dentro o sobre el suelo directamente a cada planta en forma individual. En los árboles sembrados en huertas y otros cultivos ampliamente espaciados, esto se realiza utilizando líneas

laterales que corren a lo largo de cada hilera del cultivo. Los “emisores” que son anexados a la línea lateral suministran las necesidades de agua a cada planta. (p.4)

5.1.23. 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)

5.2 ANALISIS DE ESTUDIO

1. En su publicación Brenda, (2007) titulada: El manejo agroforestal como estrategia adaptativa frente a posibles extremos microclimáticos en la caficultura, Los patrones actuales de cambio climático pueden causar climas más extremos y variables en el futuro, amenazando la productividad agrícola en muchas áreas del mundo. Debido a que muchos pequeños agricultores rurales dependen de la agricultura de subsistencia y de secano, las prioridades deben centrarse en mecanismos de supervivencia que protejan a estos agricultores de futuras vulnerabilidades. Los agricultores de esta región han notado cambios en el clima, observando que las lluvias comienzan más tarde, al final de la estación seca y en menor cantidad, lo que amenaza la supervivencia de las plantas y retrasa la floración anual, los estudios regionales respaldan estas percepciones, mostrando una disminución constante de las precipitaciones durante el período 1920-1990; Además, los modelos climáticos para México predicen un aumento de la temperatura y un cambio en las precipitaciones para el futuro, lo que potencialmente amenaza a los agroecosistemas (Magaña et al., 1997, Villers, 1997). Las variaciones actuales en el clima debido a El Niño Oscilaciones del Sur (ENOS) han estimulado la discusión sobre el desarrollo de planes de protección agrícola para los agricultores rurales mexicanos (Eakin, 2000). Investigaciones recientes han sugerido que los agricultores se preparan para el cambio climático mediante un mayor uso de la predicción climática, la selección de variedades tolerantes a la sequía (Adams et al., 2003) o la vuelta a los sistemas naturales para proteger las funciones ecológicas (Gregory e Ingram, 2000). Estas sugerencias son especialmente importantes para los pequeños propietarios que no tienen los medios financieros para proteger sus cultivos del estrés hídrico a través de métodos tecnológicos, como el riego. Las predicciones son que los niveles más altos de cobertura de sombra crearán microclimas

con medias estacionales más bajas en la temperatura ambiente, la humedad relativa, la radiación solar y la humedad del suelo, así como fluctuaciones más pequeñas en estos factores a lo largo del día y el año. e 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 concluyo en este estudio muestra que el uso de árboles de sombra en los sistemas agroforestales puede ofrecer un mecanismo de afrontamiento eficaz para implementar en áreas agrícolas que sufren de extremos climáticos. Ejemplos recientes de clima extremo en muchas zonas de América Latina, como las temporadas prolongadas de El Niño, apuntan a la necesidad de tales adaptaciones frente a los cambios climáticos. Ya sea para planes a corto o largo plazo de la agricultura del café en esta región, la idea de Gregory e Ingram (2000) de mover la agricultura hacia la agricultura natural.

2. En trabajo de D, Sacks, & C, (2011), titulado “Simulación de los efectos del clima y las prácticas de gestión agrícola en el rendimiento mundial de los cultivos” Se espera que el cambio climático tenga un impacto significativo en la producción mundial de alimentos, y es importante comprender la distribución geográfica potencial de las pérdidas de rendimiento y los medios para aliviarlas. Este estudio presenta un nuevo modelo global de cultivos, PEGASUS 1.0 (Predicting Ecosystem Goods And Services Using Scenarios) que integra, además del clima, el efecto de las fechas de siembra y las opciones de cultivares, el riego y la aplicación de fertilizantes en el rendimiento de los cultivos de maíz, soja y trigo de primavera. PEGASUS combina la dinámica del carbono para los cultivos con un modelo de energía superficial y balance hídrico del suelo. También se beneficia

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

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

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

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

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

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

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

Los resultados piloto demuestran el papel de AgMIP en la evaluación de los impactos climáticos con una representación explícita de las incertidumbres en los escenarios climáticos y simulaciones utilizando modelos económicos y de cultivos. Una comparación de simulaciones de modelos de trigo cerca de Obregón, México, revela diferencias entre modelos en la sensibilidad del rendimiento a [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 intercomparación de modelos económicos globales demuestra que las mejoras en la comprensión de los futuros de la agricultura surgen de la integración del rango de incertidumbre en los resultados de los modelos de cultivos, clima y economía en las evaluaciones de modelos múltiples.

6. En el trabajo de Altieri, (2015), titulado “La agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático” Con el 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 dudas, la inestabilidad inducida por el clima y el tiempo afectará los niveles y el acceso al suministro de alimentos, alterando la estabilidad social y económica y la competitividad regional. La adaptación se considera un factor clave que determinará la gravedad futura de los impactos del cambio climático en la producción de alimentos. Los cambios que no modifiquen radicalmente la naturaleza de

monocultivo de los agroecosistemas dominantes pueden moderar temporalmente los impactos negativos. Es probable que los beneficios más grandes y duraderos sean el resultado de medidas agroecológicas más radicales que fortalezcan la resiliencia de los agricultores y las comunidades rurales, como la diversificación de los agroecosistemas en forma de policultivos, sistemas agroforestales y sistemas mixtos de cultivo y ganadería, acompañados de la gestión orgánica del suelo, la conservación y cosecha del agua, y la mejora general de la agrobiodiversidad. Los sistemas agrícolas tradicionales son depositarios de una gran cantidad de principios y medidas que pueden ayudar a los sistemas agrícolas modernos a ser más resistentes a los extremos climáticos. Muchas de estas estrategias agroecológicas que reducen la vulnerabilidad a la variabilidad climática incluyen la diversificación de cultivos, el mantenimiento de la diversidad genética local, la integración animal, el manejo orgánico del suelo, la conservación y cosecha del agua, etc. Comprender las características agroecológicas que subyacen a la resiliencia de los agroecosistemas tradicionales es un asunto urgente, ya que pueden servir de base para el diseño de sistemas agrícolas adaptados. Las observaciones del desempeño agrícola después de eventos climáticos extremos (huracanes y sequías) en las últimas dos décadas han revelado que la resiliencia a los desastres climáticos está estrechamente relacionada con las explotaciones agrícolas con mayores niveles de biodiversidad. Los estudios de campo y los resultados reportados en la literatura sugieren que los agroecosistemas son más resilientes cuando se insertan en una matriz de paisaje compleja, con germoplasma local adaptado desplegado en sistemas de cultivo diversificados manejados con suelos ricos en materia orgánica y técnicas de conservación y cosecha de agua. La identificación de los sistemas que han resistido eventos climáticos recientemente o en el pasado y la comprensión de las características agroecológicas de dichos sistemas que les permitieron resistir y/o recuperarse de eventos extremos es de mayor urgencia, ya que los principios y prácticas de resiliencia derivados que subyacen a las explotaciones agrícolas exitosas pueden difundirse a miles de agricultores a través de Campesino a Campesino para ampliar las prácticas agroecológicas que mejoren la resiliencia de los agroecosistemas. La difusión efectiva de las tecnologías agroecológicas determinará en gran medida qué tan bien y qué tan rápido se adaptarán los agricultores al cambio climático. Como conclusión afirma que, los sectores agrícolas de todos los países tendrán que hacer frente a cierto grado de cambio climático, lo que hará que la adaptación sea imperativa (Howden et al. 2007). Es esencial que se tomen medidas para apoyar a los agricultores y a los hogares que se dedican a la agricultura a hacer frente tanto a la amenaza de la variabilidad climática como a los

desafíos que el cambio climático planteará a las futuras oportunidades de subsistencia. El lanzamiento de la Alianza Mundial para la Agricultura Climáticamente Inteligente en la Cumbre del Clima celebrada recientemente en Nueva York, en septiembre de 2014, reconoce el imperativo de la adaptación, pero su enfoque en las mejoras sostenibles de la productividad y la creación de resiliencia hace hincapié principalmente en las nuevas innovaciones, como la identificación y el desarrollo de genes climáticamente inteligentes para el mejoramiento de cultivos. con poca atención a la agricultura tradicional o a los enfoques basados en la agroecología.

7. Según Jiménez, Soto, Pérez, Kú, Ayala, y Villanueva et al. (2015) dice que el sureste de México (SM) no está exento de los efectos del cambio climático (CC), de aquí deriva la importancia de buscar alternativas de mitigación y promover estrategias participativas de adopción y adaptación. El presente trabajo tiene como objetivo revisar los avances en mitigación y adaptación al CC en el sector ganadero en el SM, y resaltar las contribuciones de los sistemas agroforestales-silvopastoriles (SS) y las buenas prácticas ganaderas (BPG). En las últimas décadas, en el SM el principal sector emisor de gases de efecto invernadero (GEI) ha sido el cambio de uso de suelo y la silvicultura (USCUSS), con más de 50% de emisiones ocasionadas por la deforestación y transformación en áreas de agricultura para granos básicos, cultivos comerciales y pastizales para ganadería bovina. El segundo sector, en el rango de emisiones, ha sido el agrícola (incluyendo al ganadero), emitiendo entre 18-20%. De este sector, la ganadería bovina ha contribuido con más de 80% de las emisiones de GEI, las cuales son ocasionadas por la fermentación entérica. En este contexto, los SS y las BPG son una estratégica opción para mitigar y adaptarse el CC. En una revisión de investigaciones previas y proyectos de desarrollo en el sureste de México, se ha encontrado que los sistemas agroforestales, las BPG y el uso de prácticas silvopastoriles tienen alto potencial para capturar carbono y mitigar los GEI, dependiendo de la complejidad de determinado sistema. Respecto al metano entérico, se observa que las estrategias de mitigación más viables son aquellas que consideran la manipulación de la dieta animal con recursos arbóreos forrajeros locales y sistemas silvopastoriles, ya que son más accesibles al productor ganadero y son de bajo costo. Respecto a estudios de mitigación de óxido nítrico, en el SM, no hay estudios realizados. Se requiere fomentar la construcción de alianzas sociales y estrategias técnico-sociales que fortalezcan las capacidades locales de la población y permitan la masificación de SS y adaptarse al CC, en el contexto de la agenda global, y por una ganadería sustentable. (P.51-52)

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

9. En Colombia en el municipio de Pacho, localizado al Nor-occidente del departamento de Cundinamarca Hidalgo (2016) realizó una investigación en la que estimó el grado de vulnerabilidad a partir de indicadores multidimensionales e identificó estrategias de adaptación a la variabilidad climática en sistemas productivos de café. Se desarrolló en 15 familias caficultoras, en cuatro fases: a) evaluación histórica de la fluctuación del clima e información de las percepciones de las familias caficultoras a la variabilidad climática, para determinar el grado de exposición a la variabilidad climática; b) cálculo de la sensibilidad y capacidad de adaptación a través de indicadores multidimensionales; evaluó 9 indicadores para sensibilidad y 8 para capacidad de adaptación c) estimación de la vulnerabilidad a partir de la ecuación definida por el IPCC en el 2001, donde la vulnerabilidad está en función de la exposición más sensibilidad menos la capacidad de adaptación

y d) identificación de estrategias de adaptación a la variabilidad climática. La exposición total varía de acuerdo con los efectos percibidos por los caficultores sobre los sistemas productivos tras la ocurrencia de fenómenos de variabilidad climática, al calcular la vulnerabilidad los sistemas productivos la tipología sombra baja presenta mayor vulnerabilidad a la variabilidad climática que las fincas con tipología sombra alta y media. La conservación de bosques, diversificación del sistema productivo, protección de la biodiversidad funcional, aplicación de prácticas sostenibles de producción, participación de capacitaciones, adecuación de la infraestructura postcosecha, diversificación de ingresos, programas y políticas de apoyo a cafeteros con asistencia técnica; son estrategias utilizadas para minimizar los efectos de la variabilidad climática.

10. En Honduras en el municipio de San Antonio de Oriente ubicado en el departamento de Francisco Morazán, Lezcano (2016) realizó un análisis de las iniciativas de adaptación agrícola y prácticas agroecológicas de sistemas agrícolas impactados por la variabilidad climática. Se estudió un grupo de 30 pequeños agricultores de 17 aldeas. Realizó reuniones-talleres, se analizó sus parcelas, y mediante recorridos guiados se identificaron las iniciativas de adaptación agrícola y prácticas agroecológicas. Los agricultores señalaron el año 2015 como el más seco. Las iniciativas para enfrentar la sequía fueron el riego y la cosecha de aguas lluvias, sin embargo, sólo dos poseen riego por goteo y cinco productores cosechan aguas lluvias. Los granos básicos predominantes son el maíz y el frijol, de los cuales todos lo destinan para el consumo. Entre las prácticas agroecológicas predominantes se destacan la mezcla de variedades locales, los policultivos y la no quema. Estas prácticas responden a criterios como; menor costo, menor demanda de mano de obra y menor exigencia de área. El estudio reportó una vulnerabilidad promedio 2.46 (alta vulnerabilidad). El 70% de los agricultores, es decir, 21 se encuentran con alta vulnerabilidad y el 30% restante presentan vulnerabilidad media.

11. En su investigación, Gloria Isabel Reyes Anistro, (2018), titulada “Vulnerabilidad ante la variabilidad climática en los cultivos de maíz *Zea mays*” la cual presentó como principal objetivo evaluar la vulnerabilidad ante la variabilidad climática en los cultivos de maíz de temporal en el Distrito de Desarrollo Rural 073-Toluca, México. Para lograr el objetivo del presente estudio se establecieron tres fases metodológicas, la primera consistió en caracterizar el medio físico de la zona de estudio incluyendo las características fisiográficas y climatológicas. En la segunda fase se elaboró un diagnóstico por medio de un análisis retrospectivo de las características climatológicas

de 1980 a 2014, para lo cual se seleccionaron 18 estaciones meteorológicas de la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) y se utilizaron las variables de temperatura máxima, mínima y precipitación durante el periodo establecido con el uso del software Eric 3.2. Para el estudio del comportamiento del maíz se utilizaron datos del anuario estadístico sobre producción agrícola del SIAP (Sistema de Información Agrícola y Pecuaria, 2013) de la SAGARPA. Finalmente, se realizó la evaluación de la vulnerabilidad de los cultivos de maíz bajo condiciones de cambio climático considerando las características socioeconómicas de la población que se dedica a esta actividad para cada municipio a través del método de pesos iguales. Obteniendo como resultado el análisis longitudinal de temperatura y precipitación, la temperatura máxima promedio para el Distrito se mantuvo entre 19.6 y 20.8 °C, sin embargo, algunos municipios muestran temperaturas de hasta 28 °C, como Temoaya y Lerma. Si bien durante el periodo de estudio no se presentan fluctuaciones significativas, entre 1980 y 1990 se muestra un incremento en este parámetro y posteriormente entre 1990 a 1995 la temperatura máxima 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, Oztolotepec, Tenango del Valle, Texcalyacac, Tianguistenco, Xonacatlán y Zinacantepec. Estas áreas son de alto valor ecológico ya que ayudan a disminuir la concentración de gases de efecto invernadero que son los principales causantes de la variabilidad climática. La severidad de la vulnerabilidad se estableció a través de los valores obtenidos de los subíndices de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación, considerando que a mayor exposición y sensibilidad mayor será la

vulnerabilidad, al contrario de la capacidad de adaptación que cuando presenta valores más altos disminuye la condición de ésta. Como discusión y conclusiones se encontró que la variabilidad climática, en cuanto a la precipitación, está afectando algunas zonas de cultivo, especialmente donde se presentan lluvias y granizadas intensas. La alteración de la precipitación condiciona la temporada de riego y esto implica un problema en los cultivos y en la población que se dedica a la actividad. El aumento en la temperatura resulta beneficioso para los cultivos de maíz en algunas regiones, sin embargo, la disminución en la misma también ha sido evidente, sobre todo en temporadas de invierno, lo que favorece el incremento en la intensidad de las heladas, especialmente en las partes más altas del Distrito. Por otro lado, algunas investigaciones -como la de Velázquez (2011)- afirman que los escenarios para la actividad agrícola a partir del año 2030 en adelante se podrían ver en riesgo debido a los aumentos en la temperatura, sobre todo bajo condiciones de temporal, por lo que es importante mejorar las condiciones de la población rural permitiendo la creación de programas de apoyo al campo que vayan de la mano con una buena planificación del ciclo agrícola, los sistemas de riego, la tecnología y la mejora genética del grano.

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

12. La presente investigación de Medina (2019) tiene datos relevantes de los “Efectos de variabilidad climática y sus amenazas para los medios de vida y la seguridad alimentaria en 12 comunidades rurales del municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí, 2017-2018”. Para realizar el estudio se abordaron las variables siguientes: Variabilidades climáticas en la zona de estudio, capitales de los medios de vida y situación actual de la seguridad alimentaria. La información se recopiló mediante entrevistas, encuestas, grupos focales, bases de datos como la del CENAGRO, así también se obtuvo acceso a bases de datos en ArcGIS del INETER, para diseñar mapas. La variabilidad climática generalmente en el municipio de Limay varía entre 21 °C

a 36°C y rara vez baja a menos de 18°C o sube a más de 38°C, existen 72 personas que han cursado la universidad de los cuales 47 (61.84%) han completado los estudios universitarios. Existen 439 adultos que no completaron la educación primaria, En el capital financiero, 656 hogares encuestadas, en 235 de ellas obtuvieron ingresos adicionales por venta de excedentes agrícolas, con promedio de C\$ 3,615.82 y valores que oscilaron entre 15 a 45,000 córdobas, con una suma total de ingresos por excedentes de agrícolas de 849,720.00 córdobas. 7.5% de los hogares tienen como fuente de ingresos la actividad pecuaria y el 5.9% las remesas, capital físico, El 56.11% de los hogares dispone de tierra, el hombre (32.61%) es el que más dispone de tierra con respecto a la mujer que solamente el 23.51% posee tierra. tenencia de la tierra 33.79% la posee escritura en derecho reales, 10.2% posee título, 11.20% en documento, 14.54% alquila y 22.79% prestan tierra para poder sembrar, El capital natural, el 49.31% de las familias obtiene el agua de pozo, seguido de poza de agua con 41.01%. Cabe mencionar que 50.69% de las familias obtienen el agua de sitios abiertos los cuales tienen riesgo de inocuidad. La situación actual de la seguridad alimentaria, el 51.7% de las familias encuestadas pasan por un periodo de escases de alimentos, que puede oscilar entre un mes a 4 meses. La investigación realizada determina que las variabilidades climáticas extremas tanto en precipitaciones o en temperaturas, contribuyen a la vulnerabilidad de los capitales de vida. Esto hace que los hogares rurales sean sensibles ante amenazas climáticas, esto último evidenció que las vulnerabilidades de los capitales de vida contribuyen a un deterioro de la seguridad alimentaria. Lo anterior permite dar respuesta a la pregunta de investigación planteada, ya que las variabilidades climáticas extremas contribuyen altamente al deterioro de los capitales de los medios de vida y a la seguridad alimentaria de las 12 comunidades en estudio. (P. ix)

13. Para Ali Raza 1, (2019) en su investigación titulada “Impacto del cambio climático en la adaptación de los cultivos y estrategias para abordar sus resultados: una revisión”. La agricultura y 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 CO² atmosférico o el nivel de ozono, y las fluctuaciones en el nivel del mar. Los cambios climáticos están alarmando al mundo al obstaculizar la agricultura y sus

productos. La industrialización y los gases venenosos causan el calentamiento global, que en última instancia perturba el medio ambiente del mundo. El cambio climático tiene efectos devastadores en el crecimiento y el rendimiento de las plantas. El estrés abiótico es el principal tipo de estrés que sufren las plantas. Para comprender las respuestas de las plantas en diferentes condiciones abióticas, la necesidad actual más apremiante es explorar las bases genéticas que subyacen a estos mecanismos. Algunos cuellos de botella, desafíos moleculares y fisiológicos presentes en las plantas deben resolverse para una mejor adaptación de las plantas en condiciones abióticas. Las fluctuaciones de temperatura y las variaciones en los períodos de lluvia son indicadores muy importantes del estrés ambiental. Las variaciones climáticas colectivamente tienen resultados positivos y negativos, pero los efectos negativos son más estimulantes. Es muy difícil superar el desequilibrio en la agricultura por el cambio climático. Cómo abordar este problema y qué estrategias debemos aplicar siguen siendo ambiguas. Por lo tanto, los investigadores deben centrarse en optimizar el crecimiento y el desarrollo de las plantas en situaciones de estrés abiótico. Para la resistencia de los cultivos contra el estrés biótico y abiótico, se adoptarán métodos culturales novedosos, la implementación de varios esquemas de cultivo y diferentes enfoques convencionales y no convencionales para salvar la agricultura en el futuro. Los enfoques de mejoramiento ayudarán a desarrollar cultivos resilientes al clima con una mejor adaptabilidad a la sequía y el calor. Los estudios de asociación del genoma completo (GWAS), la selección genómica (GS) con fenotipado de alto rendimiento y las estrategias de genotipado son importantes para identificar los diferentes genes para el mejoramiento de cultivos bajo el cambio climático. Los enfoques de ingeniería genética se han aplicado significativamente para desarrollar plantas transgénicas con mayor resistencia contra diferentes respuestas de estrés biótico y abiótico. En el futuro, tenemos que hacer cultivos ecológicos con edición genómica a través de una edición genómica mediada por CRISPR/Cas9 para luchar contra el cambio climático.

14. Según, Chavez & Jenny, (2021) en su trabajo titulado: Impacto del cambio climático en la agricultura en los sistemas de producción agroecológico, orgánico y convencional en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo. En su investigación estudiaron la interacción entre los sistemas agroalimentarios agroecológico, orgánico y convencional frente al Cambio Climático. Se contó con la colaboración de productores agroecológicos que forman parte del Sistema de Garantías Participativas (SPG), productores orgánicos y convencionales que trabajan de manera

independiente. La investigación de estos sistemas agrícolas se la realizó a partir de la construcción de una matriz FODA y el análisis multicriterio de los tres sistemas agroalimentarios, La información base se la obtuvo de los Planes de Ordenamiento Territorial de los cantones en mención y de encuestas personales en campo a los productores. En el análisis multicriterio, se establecieron 35 criterios distribuidos en 5 dimensiones: económica, social, ambiental, institucional y productiva. Como resultado del análisis multicriterio, se muestra que la mejor alternativa de producción agrícola es el sistema agroecológico, seguido del orgánico y convencional. El sistema agroecológico alcanza las mayores valoraciones en las dimensiones ambiental, institucional y productiva, en tanto que su evaluación en las dimensiones social y económica es baja. El sistema orgánico presenta en las dimensiones económica y social las mejores valoraciones en contraste con las dimensiones ambiental, institucional y productiva donde tiene una calificación baja. Finalmente, el sistema convencional es el que alcanza la peor valoración en la evaluación general, solamente en las dimensiones económica y social tiene una valoración media – baja, a la vez que en las demás dimensiones su evaluación es la más baja. En conclusión, los sistemas agroalimentarios evaluados que coexisten en la zona de estudio, debido a sus prácticas productivas, son afectados de manera distinta por el cambio climático y su contribución a este también es diferenciada. Sin embargo, este estudio muestra que el sistema mejor preparado ante estos eventos es el agroecológico, debido a que sus actividades generan el menor impacto a los recursos naturales a su vez que su contribución al Cambio Climático es mínima, haciendo de este sistema menos vulnerable y más resiliente en términos generales.

15. Betancourt et al, (2021) La investigación se desarrolló en una finca agropecuaria del municipio de Consolación del Sur. El problema fundamental fue: “Insuficientes medidas de adaptación para el enfrentamiento al cambio climático”. El objetivo general fue diversificar la producción agrícola. El proceso investigativo se fundamentó en el cumplimiento de tres etapas, en cada una de ellas, se utilizaron los métodos teóricos y empíricos. Los principales resultados fueron: la caracterización agro productiva de la finca, un resumen descriptivo del agro ecosistema antes del paso del huracán de elevada intensidad por la localidad, los resultados de la entrevista semi estructurada a ocho productores con experiencia durante el estudio exploratorio, evaluación de indicadores básicos para el enfrentamiento al cambio climático, comportamiento de las condiciones climáticas, los riesgos y vulnerabilidades para el enfrentamiento al cambio climático, desarrollo de un programa de

capacitación y la propuesta y aplicación de un conjunto de alternativas vinculadas a la adaptación y mitigación. Las conclusiones fueron: el procedimiento metodológico utilizado en la investigación permitió llegar a la determinación de los riesgos y vulnerabilidades de la finca para el enfrentamiento al cambio climático, ya partir, de la baja capacidad de resistencia a eventos climatológicos de la finca se procedió a la propuesta y aplicación de un conjunto de alternativas vinculadas a la adaptación y mitigación. Estas contribuyeron a un rediseño y a la vez, a la diversificación de la producción agrícola.

5.3 REFLEXIÓN FINAL

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

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

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

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

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

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

Es crucial considerar la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas al cambio climático y desarrollar estrategias de adaptación para proteger la producción agrícola y los medios de vida de las comunidades rurales.

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

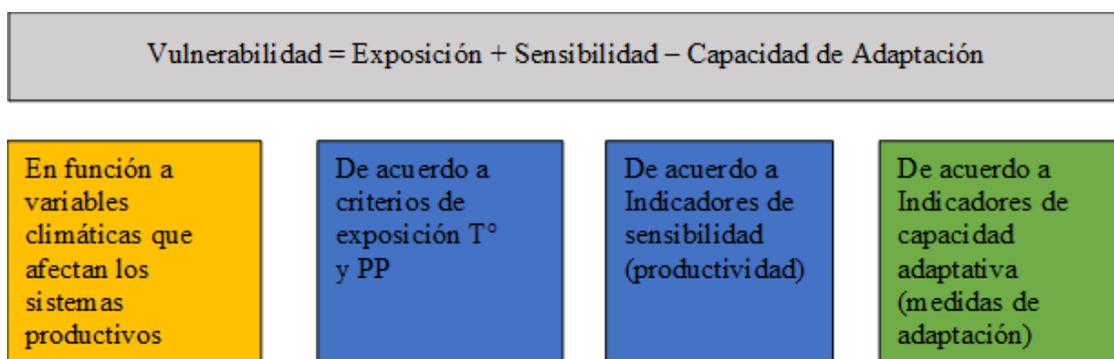
En síntesis, la investigación científica sobre la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas al cambio climático es esencial para informar políticas y prácticas que promuevan la resiliencia y la sostenibilidad en la agricultura.

5.4. Metodología para evaluar la vulnerabilidad de los sistemas agropecuarios

Para el análisis de vulnerabilidad de los sistemas de producción agrícola y ganadero, se utilizará 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 1).

Figura 1. 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 elaborará un diagnóstico por medio de un análisis retrospectivo de las características climatológicas de dos años (2022-2023), para lo cual se seleccionará la estación meteorológica del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria “Augusto C. Sandino” (INTA-ACS) y se utilizarán las variables de temperatura máxima, mínima y precipitación durante el periodo establecido con el uso del software Infostat v 2020.

3.4.1 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 al 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 4)

Tabla 4. 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 aplicamos la fórmula de vulnerabilidad y obtenemos un valor cuantitativo para cada familia, el cual definimos como índice de vulnerabilidad.

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

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

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

Siendo la exposición y sensibilidad bajas y la capacidad de adaptación alta (Tabla 4), según el índice la vulnerabilidad es baja (Tabla 5).

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

Si la exposición y sensibilidad son bajos, la capacidad de adaptación es media (Tabla 1), la vulnerabilidad es baja (Tabla 5).

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

Si la exposición es baja y la sensibilidad y la capacidad de adaptación son altas (Tabla 4), la vulnerabilidad es media (Tabla 5).

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

Si la exposición es media y la sensibilidad y la capacidad de adaptación son altas (Tabla 4), la vulnerabilidad es media (Tabla 5).

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

Si la exposición, sensibilidad y la capacidad de adaptación son altas (Tabla 4), la vulnerabilidad es media (Tabla 5).

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

Si la exposición, sensibilidad son altas y la capacidad de adaptación es media (Tabla 4), la vulnerabilidad es alta (Tabla 5).

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

Si la exposición, sensibilidad son altas y la capacidad de adaptación es baja (Tabla 4), la vulnerabilidad es alta (Tabla 5).

Al mismo tiempo agrupamos los índices en tres niveles (alta, media, baja), identificando así tres rangos de vulnerabilidad (alto, medio y bajo) (Tabla 5).

Tabla 5. Niveles de vulnerabilidad.

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

Fuente; Baca, 2011.

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

En la tabla 6, se describen a detalle los indicadores definidos para el análisis de cada dimensión de la sensibilidad, justificación y rangos asignados:

Tabla 6. Indicadores para medir la sensibilidad de los sistemas de producción agrícolas

Dimensión	Indicadores	Justificación	Rangos de sensibilidad
Exposición	Temperatura	Las sequías impiden el desarrollo de las plantas, inciden en el desarrollo foliar, raíces y absorción de nutrientes, reduciendo el vigor de las plantas hasta llegar a su muerte	Alta (3): entre 0.41°C y 0.6°C superior o inferior al promedio anual Media (2): entre 0,2°C y 0,4°C superior o inferior al promedio anual Baja (1): 0,2°C superior o inferior al promedio anual
	Precipitación	El régimen de las lluvias incide en los rendimientos del cultivo, ocasiona pérdidas o bajas de productividad, escasez de alimento, deterioro de la calidad de vida	El Índice de Precipitación Estandarizada (SPI; McKee 1993) Ver Anexo 1
Sensibilidad	Agro diversidad	Diversidad vegetal cultivada	Alto (1): Monocultivo a 2 cultivos. Medio (2): de 3 a 4 cultivos. Baja (3): Mas de 4 cultivos
	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

Dimensión	Indicadores	Justificación	Rangos de sensibilidad
Capacidad de adaptación	Prácticas agroecológicas	Prácticas que contribuyen a mitigar los efectos de la variabilidad climática	(1) Aplica la iniciativa de adaptación o práctica agroecológica (2) Aplica parcialmente la iniciativa de adaptación o práctica agroecológica (3) No aplica la iniciativa de adaptación o práctica agroecológica.
	Combinación de agricultura y ganadería	La agricultura y la ganadería puede funcionar como fuente de emisión de gases contaminantes.	(1) Mas del 60% de los productores se dedican a la agricultura y la ganadería (2) Entre 30 y 60% de los productores se dedican a la agricultura y ganadería (3) Los productores se dedican solamente a la agricultura o a la ganadería

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1. Área de localización del estudio

El municipio de El Rama se localiza entre las coordenadas $11^{\circ}43'12''$ y $12^{\circ}44'00''$ latitud norte y $83^{\circ}58'15''$ y $85^{\circ}00'00''$ longitud oeste (Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense [URACCAN, 2021, p.1). Limita al norte con los municipios El Ayote y Tortuguero; al sur con los municipios de Nueva Guinea y Bluefields; al este con los municipios de Kukra Hill y Bluefields; y al oeste con los municipios de Muelle de los Bueyes y Nueva Guinea (Alcaldía El Rama, 2017, p.7).

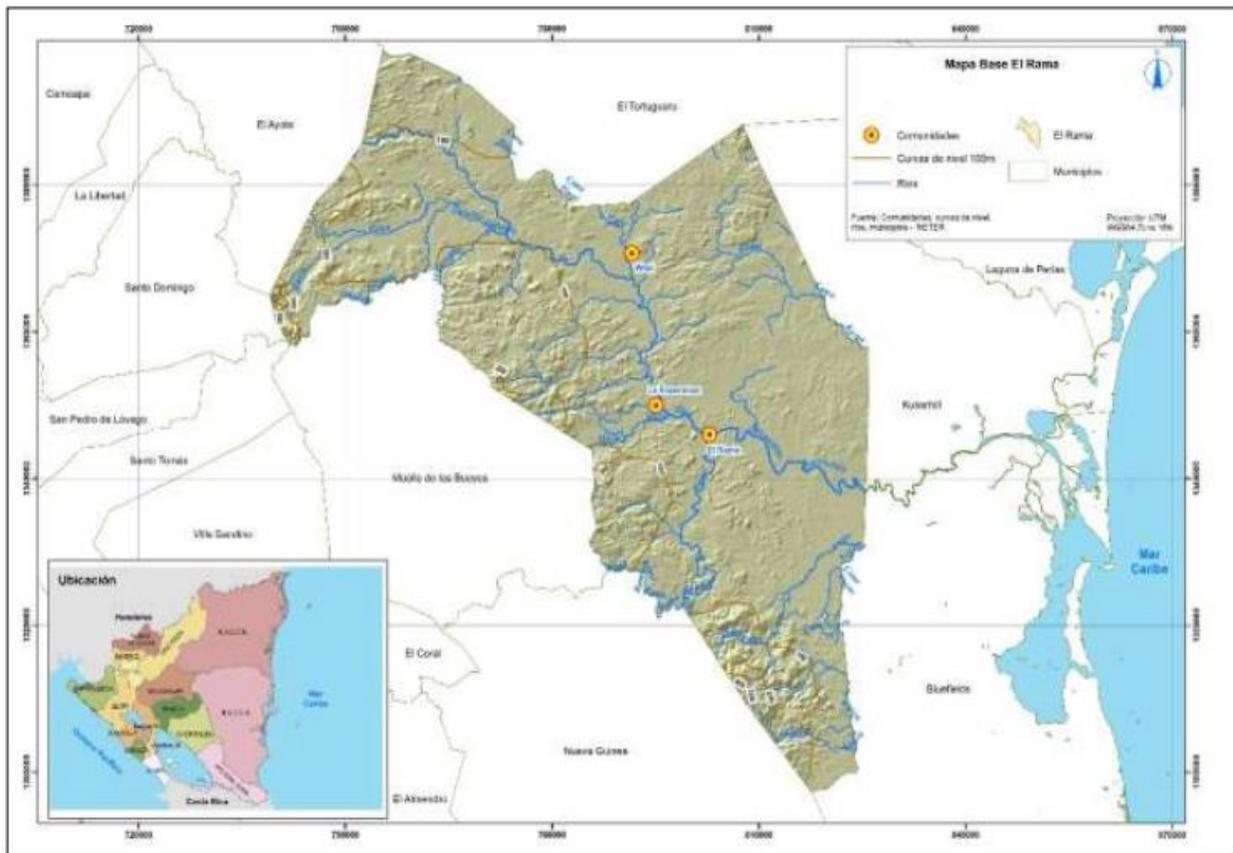


Figura 2. Ubicación espacial el municipio El Rama

6.2. Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o periodo

El presente estudio tiene un enfoque cualitativo, ya que se recopilieron datos provenientes de las descripciones de los productores sobre sus prácticas agroecológicas según su sistema de producción agropecuario.

Según su amplitud, el estudio se considera como un estudio transeccional o transversal, ya que el estudio se realizó en un período de tiempo de 24 meses, para describir variables relacionadas con las condiciones que determinan la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuarios en el municipio de El Rama.

6.3. Población y muestra

La Población de estudio fue constituida por las 119 comunidades distribuidas en seis sectores que componen el municipio de El Rama, y la muestra se conformó de 7 comunidades distribuidas en los seis sectores, comunidades en las que se analizó el 100% de los productores de cada comarca, mismas que fueron georreferenciadas para su representación cartográfica, el criterio de selección utilizado fue al azar.

6.3.1. Tipo de muestra y muestreo

Se usó un muestreo no probabilístico por conveniencia, se determinó el tamaño de la muestra del 100% de los productores en cada comarca.

6.3.2. Técnica e instrumento de la investigación.

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

Revisión documental. Es una técnica que contribuyó en el proceso de recolección de la información, como parte fundamental, tomado en cuenta aspectos sobre; cambio climático y sus medidas de mitigación, vulnerabilidad de los sistemas de producción y prácticas agroecológicas ante variabilidad climática implementadas por los productores.

Encuesta. En el cuestionario se consideraron las variables, características productivas y las prácticas agroecológicas ante la variabilidad climática implementadas como medidas de adaptación en las fincas por los productores del municipio de El Rama. Las preguntas abordaron diferentes temas de medios de vida sostenibles. Esto con la finalidad de obtener un análisis orientado a conocer la situación actual de la comunidad. Dentro de este instrumento se agruparon las prácticas

agroecológicas en tres componentes: 1) diversidad agrícola, 2) uso y manejo del suelo y 3) uso y manejo del agua.

6.4. Diseño Experimental

El propósito de la investigación tuvo como fin responder a las preguntas de investigación y cumplir con los objetivos del estudio.

6.4.1. Técnica de Recolección de Datos

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

6.5. Operacionalización de las variables

Variables	Instrumento de medición	Unidades	Frecuencia de monitoreo
Identificar las prácticas agroecológicas de adaptación a la variabilidad climática, implementadas por los productores agropecuarios, en el municipio de El Rama.			
Área			
Cultivo			
Manejo	Encuesta		
Rendimiento			
Hato bovino			
Manejo			
Nivel de producción			
Valorar el grado de exposición actual de los sistemas de producción agrícolas y ganaderos en el municipio de El Rama			
Temperatura	Escala Adaptada de: Baca, 2011.		
Precipitación			
Estimar el grado de vulnerabilidad de los sistemas de producción agrícolas y ganaderos ante variabilidad climática en el municipio El Rama.			
Exposición	Ecuación definida por el (IPCC, 2001). $(V) = [(E) + (S)] - (CA)$;		
Sensibilidad			
Capacidad de adaptación	Escala Adaptada de: Baca, 2011.		
Identificar las prácticas agroecológicas y de adaptación a la variabilidad climática implementadas por los productores agrícolas y ganaderos			
Diversificación agrícola	Encuesta		
Uso y manejo del suelo	Observación directa		

Variables	Instrumento de medición	Unidades	Frecuencia de monitoreo
Identificar las prácticas agroecológicas de adaptación a la variabilidad climática, implementadas por los productores agropecuarios, en el municipio de El Rama.			
Uso y manejo del agua			

6.6. Análisis de datos

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

Para determinar el grado de exposición, se realizó una descripción retrospectiva de los años (año 2016 al año 2023), en que se aplica la investigación de las variables; temperatura máxima, mínima y precipitación, con el uso del software Infostat versión 2020. Una vez realizada la descripción se procedió a la categorización del factor de exposición: Alta, Media y Baja (tabla 4).

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

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

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

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

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

Tabla 13. 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					

VII. RESULTADOS OBTENIDOS

➤ Los sistemas productivos agropecuarios en el área de estudio

El municipio El Rama y sus comarcas, poseen diversas dinámicas en cuanto a los aspectos de tenencia y distribución de la tierra, actividades económicas, prácticas y técnicas de producción, comercialización y empleos. Esta complejidad hace de un territorio muy difícil para implementar un proceso de investigación de los sistemas productivos implementados y muy seguramente para trazar líneas y acciones de trabajo en una estrategia

integral para hacerle frente a la vulnerabilidad climática de los sistemas de producción agropecuario.

En la siguiente tabla descriptiva se describe las áreas principales en las cuales se divide cada unidad de producción dentro de la comunidad en el municipio El Rama. La muestra realizada corresponde a 177 productores y productoras de 7 comunidades del municipio en el periodo junio 2022 al diciembre 2023.

Tabla 7.1. División del área de terreno de los sistemas de producción, municipio El Rama.

Área de la finca o SP.	Área (mz)	Porcentaje
Infraestructura	37.3	0.34
Área agrícola	629.5	5.37
Área pecuaria	11,537.7	94.29
Total	12,204.5	100.00

En las comarcas rurales del municipio El Rama, se identifica una distribución orientada hacia el rubro pecuario. Esta es una particularidad del ámbito rural del municipio en el cual las familias poseen una ideología arraigada que la producción pecuaria es la opción para la rentabilidad del sistema agropecuario. Se obtuvo un estimado del 94.29% del total (11,537.7 manzanas) destinadas hacia el rubro pecuario (ganadería mayor), el área agrícola (cultivos anuales, bienales y perennes) representa un 5.37% (629.5 manzanas), y la infraestructura ocupa el 0.34% (37.30 manzanas),

donde podemos encontrar área de viviendas, carrales, galeras, bodegas, predios asociados a viviendas.

Este resultado nos muestra la alta vulnerabilidad de los sistemas productivos en las fincas del municipio al estar concentrados mayoritariamente en el rubro pecuario y muy particular a la producción bovina.

➤ **Implementación de prácticas agroecológicas de los productores**

De acuerdo a la información generada de las encuestas, se identifican claramente la implementación de prácticas agroecológicas asociadas a los rubros en los cuales los productores tienen mayor interés en desarrollarlos, siendo estos principalmente en el componente pecuario o actividades asociadas.

Como resultado del trabajo de campo se presenta en la siguiente tabla las principales practicas agroecológicas identificadas, reconocidas y desarrolladas por los productores en la diversas fincas y comarcas del municipio El Rama.

Tabla 7.2. Prácticas agroecológicas implementadas por los productores en las fincas.

Prácticas agroecológicas aplicada en finca	Número de productores que las aplican	Representación %
a. Diversificación productiva		
Monocultivos	35	20
Diversificados	130	73
Sistema agroforestal	66	37
Sistema silvopastoril	86	49
Rotación de cultivos	102	58
Cultivo intercalado	74	42
Cercas vivas	114	64
Semillas criollas	142	80
b. Conservación de suelo		
Curvas a nivel	44	25

Cultivo de cobertura	0	0
Barreras vivas	65	37
Terrazas	0	0
No quema	122	69
Siembra en contra de la pendiente	66	37
Siembra a favor de la pendiente	43	24
c. Uso y manejo de agua		
Drenaje	43	24
Riego	33	19
Reservorio de agua	42	24
Usa mulch	0	0
Cosecha uso doméstico	76	43
Cosecha de uso animal	27	15
d. Pasturas y suplementación		
Implementación de pasto mejorado	68	38
Suplementan	102	58
No suplementan	81	46

Nota: resultados porcentuales (%) estimados con referencia a 177 productores.

La implementación de prácticas agroecológicas por los productores en el municipio El Rama, van desde aquellas actividades y acciones tradicionales y ancestrales que de forma espontánea y apegadas a conocimientos empíricos son implementadas en algunos rubros de interés para las familias. Otras técnicas son el resultado de intervenciones y externalidades que los productores impulsan para mejorar los rubros en las parcelas y han contribuido a una mejor adaptación a la variabilidad climática. En general podemos destacar algunas prácticas más destacadas y que revisten de mayor importancia entre las familias del municipio, tenemos las siguientes:

Se reporta que el 80% de los productores emplean semillas criollas para el establecimiento de sus cultivos, lo que hace disponer de sistemas productivos poco intervenidos y de alta dependencia de agentes externos

El 73% de los productores (130 fincas) refieren que en sus fincas hay rubros diversificados, esto relacionado a asocio de cultivos, diversos rubros anuales y perennes, frutales diversos.

Así mismo, el 58 % de los productores (102 fincas) realizan la práctica de hacer rotación de cultivos lo que contribuye a mantener la fertilidad y capacidad productiva del suelo.

La práctica tradicional de “quema agrícola” es una actividad que viene en desuso, el 69% de las fincas no la aplican (122 productores), sin embargo, los productores refieren que emplean el uso de algunos herbicidas químicos para el control de malezas durante la preparación del suelo previo a la siembra.

En el uso de agua mayormente para 43 % (76 productores) es un recurso muy valioso y por tanto es aprovechado tanto para uso doméstico como para almacenamiento y consumo animal en periodos secos.

Las prácticas de pasturas mejoradas (pastos mejorados y de corte) son realizadas por el 38% de los finqueros (68 productores) y es importante destacar que la suplementación del consumo de pasturas es realizada por el 58% de los finqueros (102 productores).

Las otras prácticas del diagnóstico son menos representativas debido al poco uso, el desconocimiento técnico y el enfoque cortoplacista de las actividades agropecuarias implementadas.

➤ **Tipología de los sistemas de producción**

La tipología de los productores es realizada tomando en cuenta la metodología planteada por Solorzano y Umaña (2005) donde los clasifican de la siguiente manera “pequeño productor (tipo I) 0 a 20 mz, mediano productor (tipo II) 21 a 100 mz, grande productor (tipo III) 100 mz a más” (p. 29)

La información obtenida refleja que en el municipio la tipología de productores predominantemente es de: mediano productor con un área de finca o parcela entre el rango de 21-100 mz, con el 54.8 % de los productores muestreados. La tipología de pequeño productor (0-20 mz) son el 26.55% y el restante 18.64% está representado por grande productor (más de 100 mz).

Tabla 7.3. Identificación y clasificación de los sistemas de producción en el municipio El Rama.

Tipología	Denominación del productor	Área de finca en Mz.	Cantidad productores	Representación %
I	Pequeño productor	0-20 mz	47	26.55
II	Mediano productor	21-100 mz	97	54.80
III	Productor grande	100 mz a más	33	18.64

Nota: resultados porcentuales (%) estimados con referencia a 177 productores.

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

Atendiendo la clasificación de los productores según el tamaño o extensión de las unidades de producción, es posible estratificar los rendimientos promedios de la producción agrícola. El estudio abarcado los cultivos de mayor relevancia en cuanto a la seguridad alimentaria y nutricional de las familias, incluye rubros anuales, bienales y perennes.

A continuación, se describen los resultados productivos (rubros agrícolas) para las tres tipologías de productivos en el estudio.

- **Para el pequeño productor (tipo I):**

Tabla 7.4. Cultivos y rendimientos de la producción agrícola entre los productores tipo I.

Rubro	Área total (Mz) cultivadas	Unidad de medida	Rendimiento total	Promedio qq / mz
Maíz	36.87	qq	258	7.00
Frijol	24.62	qq	173	7.03
Arroz	2.75	qq	19	6.91
Yuca	24.62	qq	514	20.88
Malanga	9.5	qq	153	16.11
Quequisque	4	qq	180	45.00
Plátano	9.87	qq	153	15.50

Guineo	17.3	qq	951	54.97
Café	0	qq	0	0.00
Cacao	0	qq	0	0.00
Coco	0.25	qq	0	0.00

Nota: resultado de 47 productores bajo esta tipología.

Entre los productores del tipo I, describen rubros de mayor relevancia en sus índices de áreas cultivadas y rendimientos productivos:

- El cultivo de maíz representa el rubro de mayor importancia el cual es básico en la alimentación humana y animal. Entre los productores de esta tipología, cultivan 36.87 mz, con producción total de 258 quintales (qq), obteniendo un promedio de 7 qq /mz de maíz.

- El cultivo de frijol es el segundo rubro de importancia el cual es básico junto al arroz (cereal) en la alimentación humana. Se cultivan 24.62 mz, con producción total de 173 quintales (qq), obteniendo un promedio de 7.03 qq /mz de frijol.

- El cultivo de yuca se perfila como el tercer rubro de importancia y empleado como bastimento en la alimentación humana. A la vez, es un rubro usado en la alimentación animal. Se cultivan 24.62 mz, con producción total de 514 quintales (qq), obteniendo un promedio de 20.88 qq /mz de raíz de yuca. Algo importante destacar, que el rendimiento reflejado es bajo debido a que los productores realizan la cosecha de manera esporádica y no llevan un registro de productos.

- Otros rubros complementarios son el plátano y guineos, sembrados para complementar los productos de consumo familiar y animal. Las cosechas de rubros son esporádicas y la finalidad es cultivar este rubro para satisfacer la demanda de alimentos a nivel familiar.

Los rubros perennes, en esta tipología no existen y sus rubros son básicamente para la seguridad alimentaria familiar.

- **Para el mediano productor (tipo II):**

Tabla 7.5. Cultivos y rendimientos de la producción agrícola entre los productores tipo II.

Rubro	Área promedio (Mz) cultivadas	Unidad medida	de Rendimiento total	Promedio qq/mz
Maíz	89.5	qq	661	7.39
Frijol	64	qq	311	4.86
Arroz	7.5	qq	172	22.93
Yuca	56.25	qq	1102	19.59
Malanga	10	qq	268	26.80
Quequisque	4	qq	420	105.00
Plátano	29.25	qq	286	9.78
Guineo	17.13	qq	192	11.21
Café	24	qq	60	2.50
Cacao	9.38	qq	30	3.20
Coco	14	qq	12	0.86

En esta categoría del mediano productor (tipo II), en la tabla podemos observar los rubros de mayor relevancia, sus áreas cultivadas y rendimientos productivos:

- El cultivo de maíz representa el principal rubro dentro de esta tipología de productores. La importancia radica en que el grano de maíz, es un producto básico en la alimentación humana y animal. Entre los productores de esta tipología, cultivan 89.50 mz, con producción total de 661 quintales (qq), obteniendo un promedio de 7.39 qq /mz de maíz.

- El cultivo de frijol es el segundo rubro de importancia el cual es básico junto al arroz (cereal) en la alimentación humana. Se cultivan 64 mz, con producción total de 311 quintales (qq), obteniendo un promedio de 4.86 qq /mz de frijol.

- El cultivo de yuca también es el tercer rubro de importancia y empleado como bastimento en la alimentación humana. A la vez, es un rubro usado en la alimentación animal. Se cultivan 56.25 mz, con producción total de 1102 quintales (qq), obteniendo un promedio de 19.59 qq /mz de raíz de

yuca. Algo importante destacar, que el rendimiento reflejado es bajo debido a que los productores realizan la cosecha de manera esporádica y no llevan un registro de acumulados de productos.

- Otros rubros agrícolas complementarios son el plátano y guineos, sembrados para complementar los productos de consumo familiar y animal.

Entre rubros perennes cultivados entre las familias, se destacan 24 mz de café robusta. 14 mz de coco y 9.38 mz de cacao. Las cosechas de estos rubros se presentan de forma estacional, son esporádicas y la finalidad es cultivar este rubro para satisfacer la demanda de alimentos a nivel familiar.

- **Para el grande productor (tipo III):**

Tabla 7.6. Cultivos y rendimientos de la producción agrícola entre los productores tipo III.

Rubro	Área promedio (Mz)	UM	Rendimiento total	Promedio / mz (área)
Maíz	56.5	qq	537	9.50
Frijol	38.75	qq	323	8.34
Arroz	6.25	qq	165	26.40
Yuca	29	qq	813	28.03
Malanga	9.5	qq	295	31.05
Quequisque	6.5	qq	332	51.08
Plátano	12.75	qq	120	9.41
Guineo	2	qq	50	25.00
Café	0.5	qq	0	0.00
Cacao	5.75	qq	25	4.35
Coco	102.5	qq	4	0.04

Los sistemas de producción en la categoría de grande productor (tipo III) presentan similares características a los anteriores, es posible observar un decrecimiento en cuanto a las áreas cultivadas respecto a la tipología de “mediano productor”, pero mayor incremento en los

rendimientos productivos. Este tipo de productores está asociado al uso de tecnologías como variedades y semillas mejoradas e insumos para la producción.

- El cultivo de maíz representa el principal rubro dentro de esta tipología de productores. La importancia radica en que el grano de maíz, es un producto básico en la alimentación humana y animal. Entre los productores de esta tipología, cultivan 89.50 mz, con producción total de 661 quintales (qq), obteniendo un promedio de 9.5 qq /mz de maíz.

- El cultivo de frijol es el segundo rubro de importancia el cual es básico junto al arroz (cereal) en la alimentación humana. Se cultivan 38.75 mz, con producción total de 323 quintales (qq), obteniendo un promedio de 8.34 qq /mz de frijol.

- El cultivo de yuca también es el tercer rubro de importancia y empleado como bastimento en la alimentación humana. A la vez, es un rubro usado en la alimentación animal. Se cultivan 29 mz, con producción total de 813 quintales (qq), obteniendo un promedio de 28.03 qq /mz de raíz de yuca. Algo importante destacar, que el rendimiento reflejado es bajo debido a que los productores realizan la cosecha de manera esporádica y no llevan un registro de acumulados de productos.

- Otros rubros agrícolas complementarios son el malanga, plátano y guineos, sembrados para complementar los productos de consumo familiar y animal.

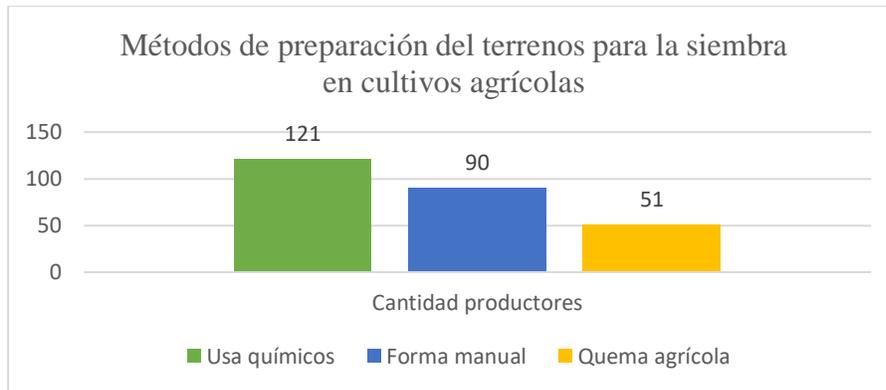
Entre rubros perennes cultivados entre las familias, se destacan 102.5 mz de coco y 5.75 mz de cacao. Las cosechas de estos rubros se presentan de forma estacional, para el cacao se estiman rendimientos de aproximadamente 4.35 qq / mz. En coco aún se encuentra en fase de desarrollo.

➤ **Prácticas agronómicas que realizan los productores en el establecimiento y manejo de los cultivos agrícolas**

En cuanto a las prácticas de manejo aplicadas por los productores en los sistemas de producción identificados en el municipio y que influyen en la capacidad de producción, manejo de rubros y sus rendimientos productivos, podemos señalar las siguientes.

- **Preparación del terreno para la siembra**

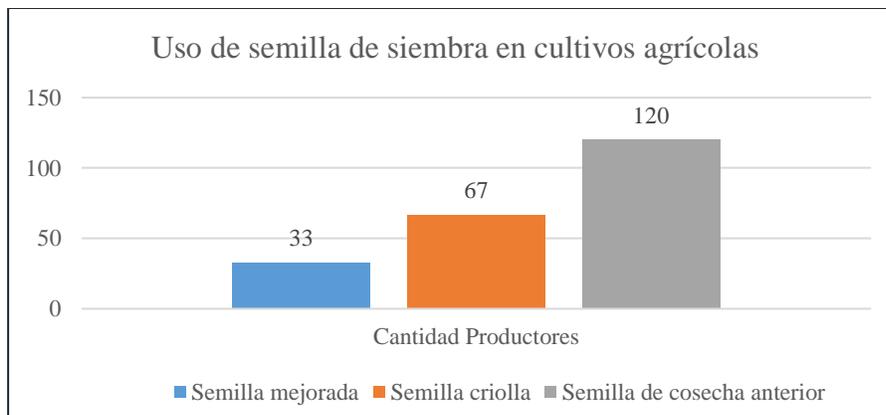
Gráfico 7.1. Principales métodos de preparación de suelos empleados por los productores en el municipio El Rama.



En las diferentes tipologías de productores (Tipo I, II y III) las prácticas de preparación de terrenos para la siembra son realizada atendiendo las experiencias tradicionales (capia manual y quema agrícola) es aplicada por 141 productores y basado en conocimientos y recursos para el uso de agroquímicos como herbicidas es realizada por 121 productores de la muestra, que en los últimos años se ha difundido como alternativa en la preparación de terrenos y manejo de malezas persistentes e invasivas en los cultivos (retana, grama, coyolillo, rodilla, mozotes, etc.).

- **Semillas de siembra**

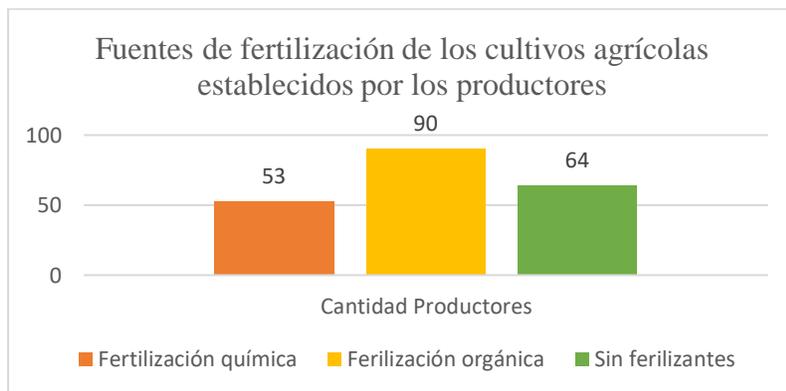
Gráfico 7.2. Tipo de semillas utilizadas para la siembra de rubros agrícolas por los productores en el municipio El Rama.



En cuanto al empleo de semilla de siembra comúnmente es usada la semilla procedente de la cosecha anterior, esto como una práctica tradicional de manejo de los materiales genéticos de origen criollo y naturalizado, sustentado en el potencial genético y productivo de las variedades. El uso de semillas mejoradas es solamente empleado por 33 productores (18% de agricultores de la muestra). Es así, que el uso de variedades criollas y naturalizadas, si bien es cierto están mas adaptadas a los factores de suelo y clima del municipio, gradualmente se van degenerando entre siembra y siembra, afectando los rendimientos productivos.

- **Fertilización en los cultivos agrícolas**

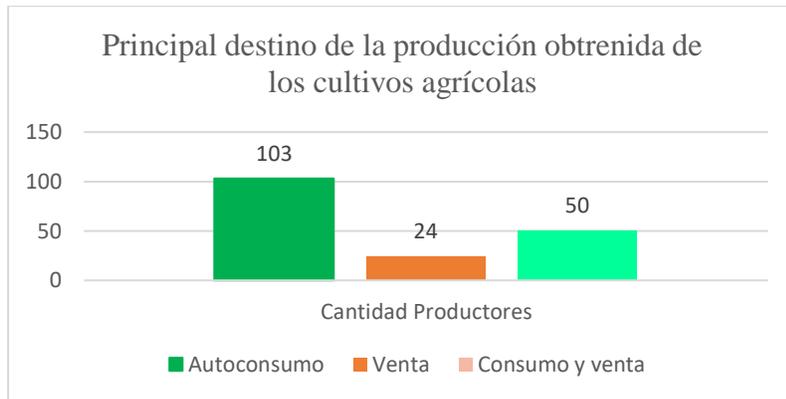
Gráfico 7.3. Fuentes de fertilizantes empleadas en la siembra de rubros agrícolas por los productores en el municipio El Rama.



Otro factor evaluado en el manejo de los cultivos agrícolas, es el uso de fertilizantes en la nutrición de los cultivos. Se refleja que el uso de fertilizantes químicos (sintéticos) es común en 53 fincas (30% de la muestra), el 33 %, es decir 60 productores de la muestra utilizan algún tipo de producto de origen orgánico como abono y el restante 64 productores (representan el 36%) no utiliza ninguna práctica de abonamiento en el manejo de los rubros, principalmente donde no se realizo establecimiento de cultivos.

- **Destino de la producción agrícola**

Gráfico 7.4. El destino de la producción agrícolas en las fincas de los productores en el municipio El Rama.



La cosecha tiene como principal destino el autoconsumo familiar, donde 103 productores (59% de la muestra) es utilizada la totalidad de la cosecha para satisfacer la demanda del hogar. Así 40 productores (28%) señala que destina la producción al consumo y venta de los rubros cosechados. El restante 14% de las familias tiene como finalidad principal la venta de la cosecha.

En general con el estudio se ha identificado múltiples factores incidentes en los sistemas de producción agrícola, sus prácticas agroecológicas y actividades de establecimiento y manejo de los rubros. Es importante señalar lo típico en el municipio en cuanto al uso de prácticas tradicionales y mayoritariamente aplicadas en las actividades productivas, la preparación del suelo con métodos manuales y con quema agrícola, uso de semillas criollas y acriolladas en la siembra, poco uso de fertilizantes debido a sus altos costos y el autoconsumo como principal destino de la producción obtenida, estos factores conllevan registrar rendimientos bajos en los rubros, altos niveles de inseguridad alimentaria y por ende alta vulnerabilidad de los sistemas productivos.

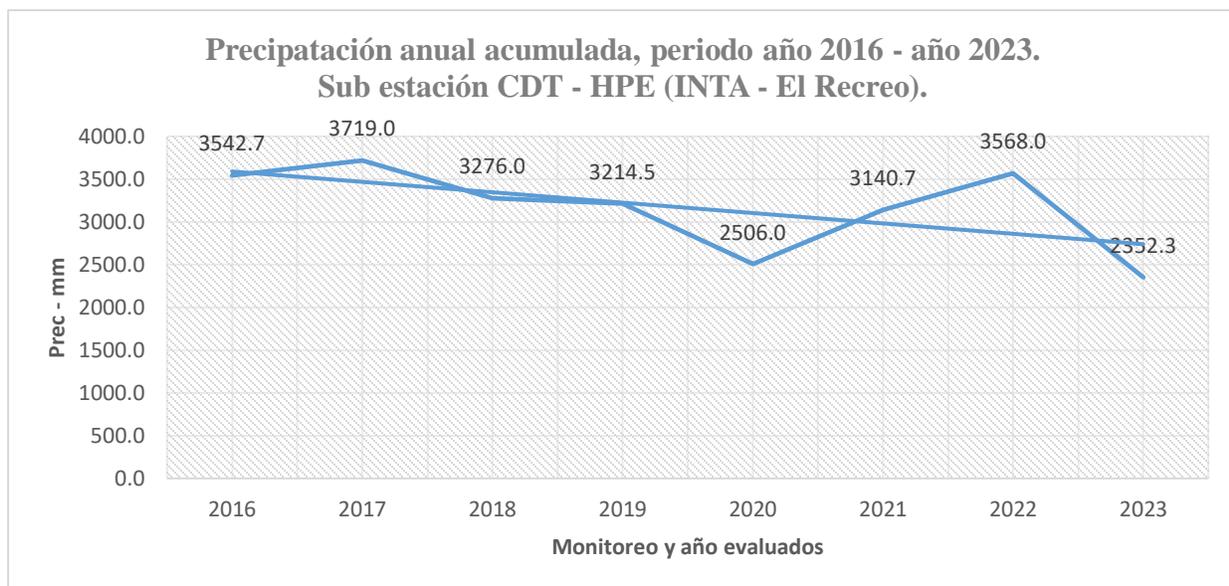
➤ **Afectaciones climáticas en el municipio de El Rama**

El registro de indicadores de precipitaciones y temperaturas requeridas para el análisis de la variabilidad climática y sus interacciones en los sistemas de producción agropecuarios es tomado a partir de la subestación de monitoreo climático localizada en el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) (2024), Centro de Desarrollo de Tecnologías Agropecuarias

“Hermanos Pinales Estrada” (CDTA – HPE) en El Rama, RACCS. Para las evaluaciones reflejadas y sus interacciones se reflejan comportamientos climáticos del periodo año 2016 hasta año 2023.

- **El sistema de precipitaciones en el municipio El Rama**

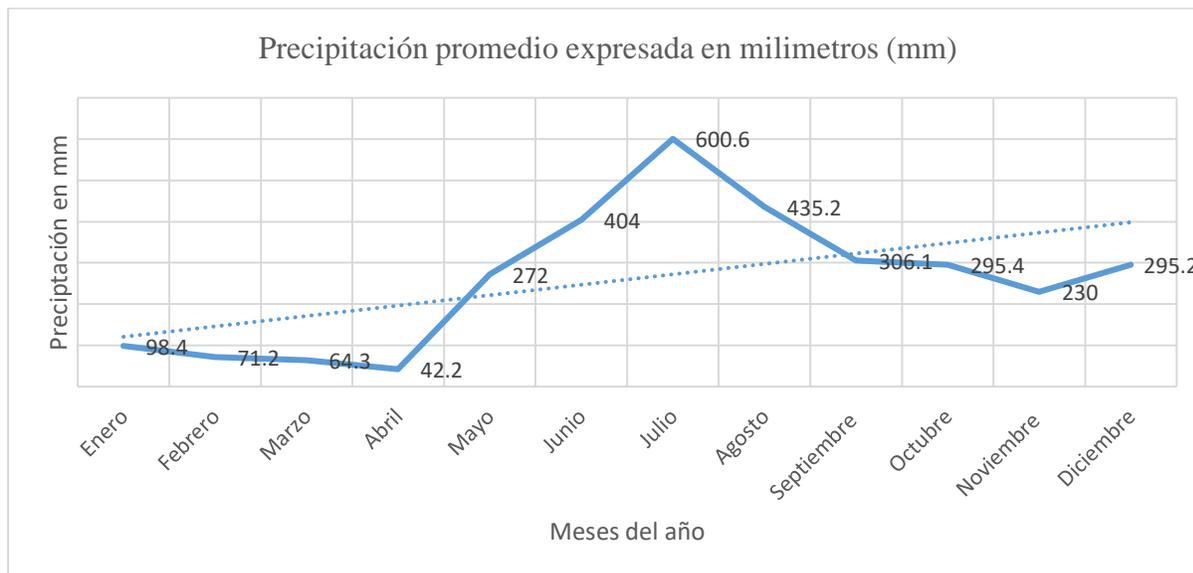
Gráfico 7.5. Resultados de los índices de precipitación anual acumulada (mm) en el periodo año 2016 al 2023 en el municipio El Rama, basado en reporte de la estación pluviométrica del CDT - HPE (INTA – El Recreo).



En el periodo sistematizado, es posible observar 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. Durante el año 2022, se observa un repunte en la tendencia de disminución. Esto se debe a la afectación (incidencia) del huracán Julia en el cual tuvo gran potencial hídrico y aportó grandes volúmenes de agua durante el paso en el municipio. Sin embargo, de forma anual en este periodo reflejado se observó consistentemente resultados con tendencia disminutiva en los ciclos monitoreados.

Basado en las estadísticas y registro mensuales, el trimestre comprendido entre los meses de junio, julio y agosto en los años sistematizados, muestran mayor regularidad e intensidad en las precipitaciones respecto a los demás meses del año; aun en comparación a los demás meses de invierno. Los meses del año con menores índices de precipitación son marzo y abril.

Gráfico7.6. Resultados de los índices de precipitación forma promedio mensual (mm) en el periodo año 2016 al 2023 en el municipio El Rama, basado en reporte de la estación pluviométrica del CDT - HPE (INTA – El Recreo).



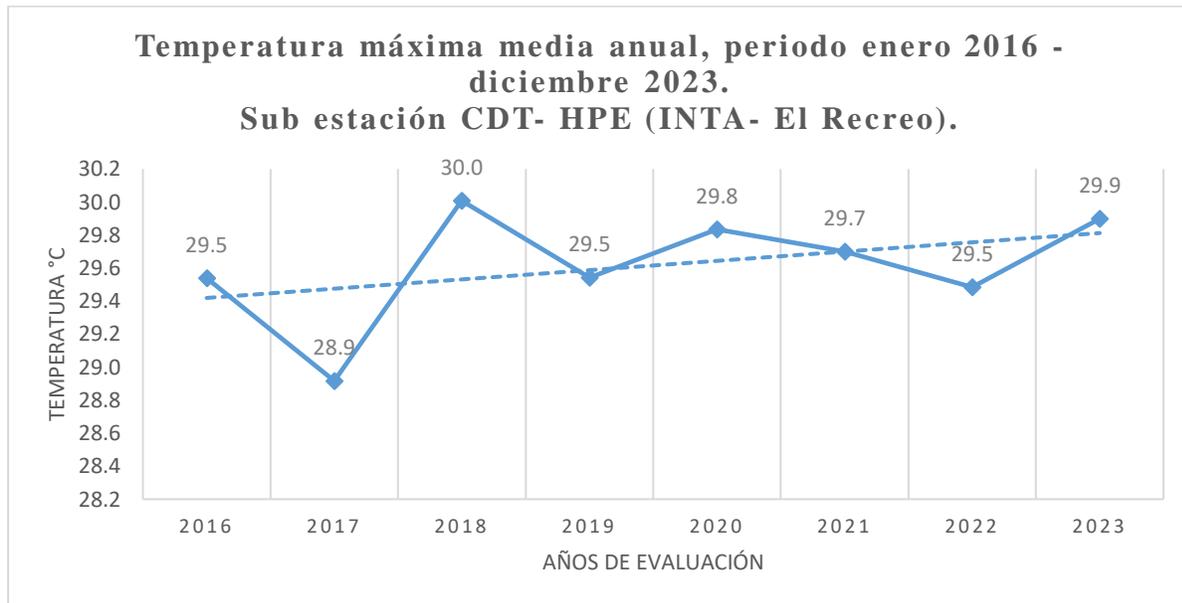
El comportamiento de las precipitaciones es un indicador importante en la planificación de los ciclos agrícolas y en los rendimientos esperados de la producción agrícola. En los meses de mayo cuando debe hacerse la siembra de rubros agrícolas el comportamiento ha sido pocas precipitaciones, lo que afecta el inicio de los cultivos del ciclo de primera. A la vez, escasas de lluvias en los meses de noviembre y diciembre provocan la irregularidad siembra en época de apante.

Esta constante de periodos de cultivos: extremos en la precipitación y la sequía esporádica afectan los ciclos de producción agrícola y otras actividades económicas relacionadas a la ganadería.

- **Sistema de temperaturas en el municipio El Rama**

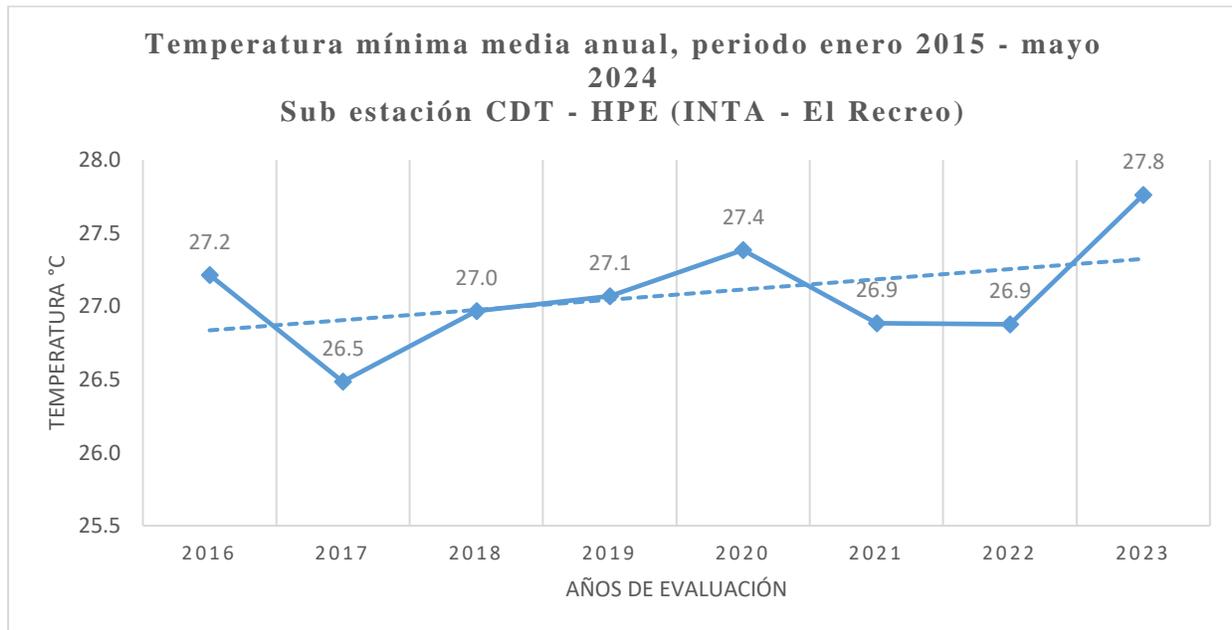
En cuanto a la temperatura del municipio de El Rama en el período comprendido de enero 2016 a diciembre 2023, INTA (2024) revela una tendencia general de incremento en las temperaturas.

Gráfico 7.7. Resultados del monitoreo de los índices acumulados de los grados de temperatura máxima media anual (t°) en el periodo año 2016 a 2023, reporte de la estación pluviométrica del CDT - HPE (INTA – El Recreo).



Las temperaturas máximas, aunque presentan ligeras fluctuaciones anuales (año 2017 y año 2022), muestran una clara tendencia al incremento sostenido de la temperatura media anual. Los valores sostenidos hacia mayor temperatura anual siguiere un aumento de los índices de calor y un posible impacto del calentamiento global en las actividades agropecuarias del municipio. Cada vez, es de vital importancia el monitoreo sistemático y ampliar en las micro zonas del municipio con estaciones de monitoreo de estos indicadores para tomar medidas locales e inmediatas para entender los efectos y definir medidas para ante la vulnerabilidad climática de los sistemas productivos.

Gráfico 7.8. Resultados del monitoreo de los índices acumulados de los grados de temperatura mínima media anual (t°) en el periodo año 2016 a 2023, reporte de la estación pluviométrica del CDT - HPE (INTA – El Recreo).



Podemos afirmar que la temperatura mínima media anual muestra una tendencia ascendente al incremento durante el mismo periodo evaluado. Basado en el registro es posible observar periodos anuales con descenso respecto a la media (año 2017 con 26.5°C) y los siguientes años son incrementos constantes, pasando de temperaturas mínimas 27.2 °C en el año 2016 a 27.8°C en el año 2023.

Estos cambios en las temperaturas máximas y mínimas, marcadas hacia un incremento sostenido en el cual junto a índices de precipitaciones con ciclos anormales tienen diversas implicaciones negativas para los sistemas productivos agropecuarios y los medios de vida de las familias productoras de este municipio. La actividad agricultura y otras actividades conexas muestran alta sensibilidad a la variabilidad climática, por tanto, cada vez más los desafíos de otras técnicas y tecnologías de planificación y adaptación a estos factores revisten de gran importancia.

En los últimos años, la vulnerabilidad de los sistemas productivos a la variabilidad climática se asocia a los fenómenos climáticos denominados como “El Niño” y “La Niña” que han incidido en mayor o menor grados en los distintos factores del clima e incidiendo en los sistemas productivos.

➤ **Determinación de afectaciones climáticas en el municipio El Rama**

Durante el periodo evaluado año 2022 y 2023, las condiciones y afectaciones climáticas en las comarcas del municipio El Rama, son diversas y variadas en cuanto a la presencia y determinación por las familias rurales. Si hay acuerdo en cuanto al impacto negativo y sistémico de las incidencias y afectaciones que los productores agropecuarios de identifican y reportan de diversas maneras.

Entre los fenómenos que coinciden en la valoración de las familias tenemos la presencia de sequía e inundaciones (lluvias prologadas) con un 44% de los productores señalan estas dos causas frecuentes en este periodo (año 2022 y 2023) en su finca y comarca. En este sentido estos eventos están asociados a períodos extremos y externalidades a los ciclos ordinarios de verano e invierno definidos por los meses (estaciones) en el municipio. Tal es el caso de los periodos caniculares no definidos (periodo irregular de presencia de sol y lluvia durante los meses que comprenden del 15 de julio al 15al 15 de agosto), periodos de sequias inusual en meses de invierno, lo que afectan los ciclos de siembra y manejo de cultivos.

Los productores refieren a un aumento de temperatura, el cual es señalado por un 37.29%, lo cual es un parámetro nuevo para productores en el ámbito rural. Esta información generada sobre el comportamiento de ciertas variables del clima en el municipio brinda nuevas pautas sobre el conocimiento empírico de las familias, el comportamiento en los ámbitos rurales y los múltiples desafíos para enfrentar y tomar acciones ante la variabilidad climática. A lo cual los sistemas productivos (cultivos y ganados) y las familias productoras deben enfrentar para asegurar la producción agropecuaria, la seguridad alimentaria familias y abastecimientos a los mercados.

Tabla 7.7. Afectaciones climáticas identificadas por productores en sus fincas, Municipio El Rama.

Afectaciones climáticas	N° de productores	Porcentaje
Inundación	79	44.63
Sequía	78	44.07
Aumento de temperatura	66	37.29
Huracán	34	19.21
Deslizamiento de tierra	4	2.26

Otras afectaciones están relacionadas a eventos poco usuales, donde los productores reportan daños recibidos en la infraestructura y áreas productivas, siendo huracán (34 productores) y deslizamiento de tierra (4 4 productores). Estos casos señalados están asociados al paso del huracán Julia en el mes de octubre del año 2022, en donde sectores rurales tuvieron algunos daños considerables en cuanto: vientos fuertes que provocaron caída de cultivos, inundaciones de áreas bajo cultivos por desborde de ríos y derrumbes en comarcas con terrenos susceptibles a remisión debido a la alta carga de agua en el suelo.

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

La vulnerabilidad global del componente de diversificación agrícola, en referencia a la propuesta por (Altieri y Nicholls, 2013), los resultados muestran una vulnerabilidad alta (índice de 2.33) en promedio de los 7 elementos agrícolas del conjunto evaluado.

En el componente los elementos que reflejan una baja resiliencia con valores de 1.62 son los sistemas agroforestales y los cultivos intercalados con 1.79, estos se deben a la complejidad de los cultivos a coexistir de forma asociada en el mismo espacio y ambiente. A la vez, el sistema en la mayoría de los casos locales está constituidos por rubros frágiles a la variabilidad climática y no compatibles en las diversas funciones biológicas dentro del agroecosistema.

Los otros subsistemas del componente tales como; cercas vivas con 2.89, las variedades locales y policultivos (diversas asociaciones de cultivos agrícolas en la misma área) con 2.61, rotación de cultivos (2.51) y rotación de cultivos (2.27), reflejan ser subsistemas también de alta vulnerabilidad. Estos modelos de siembra y cultivos, ya implementados muestran mayor tolerancia a los factores climáticos que provocan la vulnerabilidad de los sistemas productivos.

Por tanto, estos valores en promedio indican una baja resiliencia

que los sistemas de producción agrícola son altamente vulnerables ante la variabilidad climática, lo que sugiere una necesidad crítica de fortalecer las prácticas agroecológicas y diversificar los sistemas de producción para reducir esta vulnerabilidad.

Tabla 7.8. Vulnerabilidad resultante de la evaluación del componente de diversificación agrícola.

Componente	Vulnerabilidad
Diversificación agrícola	2.33
Cercas vivas	2.89
Variedades locales	2.61
Policultivos	2.61
Rotación de cultivos	2.51
Sistema silvopastoril	2.27
Cultivos intercalados	1.79
Sistema agroforestal	1.62

- **Conservación de suelos**

La vulnerabilidad del componente de conservación de suelo, en referencia a la propuesta por (Altieri y Nicholls, 2013), los resultados muestran una vulnerabilidad alta (índice de 1.59) en promedio de ellos 7 elementos del conjunto evaluado.

La mayoría de los elementos en evaluación como acciones de conservación de suelos, tienen una alta vulnerabilidad, siendo con un mínimo el uso de terrazas y zanjas con 1.06 hasta un valor de 1.34 en la implementación de barreras vivas. Estas prácticas comúnmente son poco usadas por los productores ya que las precipitaciones son distribuidas en los 12 meses, y muy pocas iniciativas de aplicación de estas prácticas. La actividad de quema agrícola, de no quema muestra una baja vulnerabilidad con un índice de 1.48. Podemos aseverar con estos resultados que las técnicas y prácticas de conservación del suelo no están siendo implementadas de forma que contribuyen a la mitigación de los efectos negativos de la practicas tradicionales de “tala, raza y quema”, los monocultivos, usos continuos de químicos en la agricultura, el pastoreo extensivo y afectación del agroecosistema en su conjunto. La “no quema” refleja un 4.30, lo que indica alta resiliencia entre los productores que han venido aplicando practicas alternativas y se ha disminuido significativamente las quemas y áreas quemadas con fines agropecuarios.

Tabla 7.9. Vulnerabilidad resultante de la evaluación del componente conservación de suelo.

Componente	Vulnerabilidad
Uso y manejo de suelos	1.59
No quema	4.30
Barreras vivas	1.34
Uso de materia orgánica	1.27
Curvas a nivel	1.08
Cultivos de cobertura	1.06
Terrazas	1.06
Zanjas	1.055

- **Uso y manejo de agua**

La vulnerabilidad del componente de uso y manejo del agua, en referencia a la propuesta por (Altieri y Nicholls, 2013), los resultados muestran una vulnerabilidad alta (índice de 2.09) en promedio de ellos 6 elementos del conjunto evaluado.

La práctica conocida cosecha de agua, posee una vulnerabilidad media de 3.08, esto reviste importancia para las familias por el uso del recurso procedente de lluvias y usado con fines domésticos. Los otros elementos como reservorio de agua alcanzan el 2.63, la cosecha de agua con fines de consumo animal tiene una vulnerabilidad alta de 2.54. los restante factores tienen alta con rangos de 2.31 para actividades como el drenaje y 1.00 para aplicaciones de mulch. Estas prácticas de arrojado de suelos para retener agua no son aplicables en nuestras condiciones de los productores. Se aplica muy sutilmente en algunos rubros frutales y cultivos durante el verano.

Tabla 7.10. Vulnerabilidad resultante de la evaluación del componente uso y manejo de agua.

Componente	Vulnerabilidad
Uso y manejo de agua	2.09
Cosecha uso domestico	3.08
Reservorio de agua	2.63

Cosecha uso animal	2.54
Drenaje	2.31
Riego	1.01
Aplica mulch	1.00

- **Alimentación bovina**

La vulnerabilidad del componente alimentación bovina, en referencia a la propuesta por (Altieri y Nicholls, 2013), los resultados muestran una vulnerabilidad alta (índice de 2.32) en promedio de ellos 6 elementos del conjunto evaluado.

Los sistemas productivos pecuarios a base de pastos mejorados tienen una vulnerabilidad media con 3.08 y la práctica de uso de productos pecuarios para la suplementación alimenticia indica un 2.54 siendo un indicador de alta vulnerabilidad.

Como actividad económica prioritaria en un 100% de las familias del estudio, en general la ganadería es un rubro muy expuesto a la variabilidad climática, lo cual va afectar la capacidad de producción de los productores agropecuarios, las fincas y comarcas del municipio. Como se visualizó en las variables climáticas reportadas en el municipio, existe una tendencia creciente en la disparidad de las temperaturas máximas y mínimas en el periodo evaluado. A la vez, la variable de precipitaciones muestra una tendencia decreciente con alta inestabilidad. Ambos factores son claves para el éxito o fracaso de las actividades productivas de pasturas requeridas para una productividad del sistema pecuarios y el bienestar de las familias.

Tabla 7.11. Alimentación bovina

Componente	Vulnerabilidad
Alimentación bovina (ganadería)	2.32
Usos de pastos mejorados	3.08
Uso de suplementación alimenticia	2.54

- **Grado de vulnerabilidad de los productores en el municipio**

En el municipio la vulnerabilidad de los sistemas de producción entre los 177 productores muestra que el 100% se encuentra bajo una condición de alta vulnerabilidad, con un valor promedio de 2.08 entre la muestra del estudio.

La expansión de las áreas para la siembra de granos básicos, la ganadería extensiva y la expansión de cultivos agroindustriales (monocultivos) como la palma de aceite y el café, entre otros rubros deforestadores en el cual se hace drásticamente un cambio de uso de suelos, en los dos últimos años hace que, de continuar con este proceso, en el futuro cercano la producción alimentaria de las familias se sustentará en un alto costo para el medio ambiente y la biodiversidad.

Tabla 7.12. Productores con vulnerabilidad alta, media y baja

Vulnerabilidad	N° de productores	Vulnerabilidad	Porcentaje
Alta vulnerabilidad de 1 a 2.99	177	2.08	100%
Vulnerabilidad media de 3 a 4.99	0	-	0%
Vulnerabilidad baja = 5	0	-	0%

VIII. CONCLUSIONES

- Los efectos de la vulnerabilidad con los distintos factores que orbitan en torno a ella, tienen sumida a la mayor parte de las familias productoras del municipio en un círculo vicioso vulnerabilidad, pobreza generalizada e inseguridad alimentaria y nutricional. La población rural y sus condiciones de vida generadas a partir de la producción agropecuaria padecen los principales efectos, principalmente por el riesgo climático que afectan directamente los medios de vida.
- Los productores en el municipio continúan desarrollando sus actividades agropecuarias con sus niveles tecnológicos de bajo rendimiento (insuficientes insumos, carencia de bienes de capital, reducido sistema de servicios de asistencia técnica y capacitación, deficiente comercialización, restricciones crediticias y altos costos, etc.), lo que coloca al gremio de productores agropecuarios con muy pocas posibilidades de superar su nivel de vida en el corto y mediano plazo.
- Los sistemas productivos son muy vulnerables y están sujetos a sufrir los efectos del cambio climático condicionado por las amplias fluctuaciones de las precipitaciones y temperatura. Como ha sido posible verificar los efectos de las inundaciones y sequías en los sistemas agropecuarios.
- Los resultados globales de la investigación indican que los sistemas de producción agropecuarios del municipio El Rama poseen alta vulnerabilidad con un índice de 2.08 condición promedia estimada de la totalidad de 177 familias muestreadas (100%). Esto pone en manifiesto los requerimientos de acciones estratégicas que permitan a las familias enfrentar de una mejor manera los desafíos climáticos ya identificados entre las familias productoras.

IX. RECOMENDACIONES

- Es estudio se realizó en 7 comarcas rurales del municipio El Rama, por lo que para una mayor información se debe ampliar a más comarcas donde podrán darse hallazgos importantes debido a diversidad de factores y condiciones del territorio.
- A corto- mediano plazo resulta importante divulgar los resultados del estudio entre las instituciones y entidades públicas y privadas que contribuyan a conocer la dinámica socioambiental del municipio El Rama y promover estrategias de acompañamiento técnico a los productores con alta vulnerabilidad climática.
- Gestionar ante entidades gubernamentales el apoyo a los productores en la adopción de prácticas agrícolas con capacidad de adaptación, esto puede incluir subvenciones, créditos blandos y otros mecanismos financieros que faciliten la inversión en tecnologías y prácticas de adaptación climática.

X. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

10.1. Cronograma de actividades del proceso investigativo, municipio El Rama.

Actividades	Año 1				Año 2			
	Trimestre				Trimestre			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Elaboración de protocolo	X							
Aprobación del proyecto Encuesta piloto	X	X						
Identificación y selección de fincas		X	X	X	X	X		
Aplicación de encuesta		X	X	X	X	X		
Análisis de datos		X	X	X	X	X	X	
Informe final								X

10.2. Presupuesto del desarrollo de la investigación, municipio El Rama.

Nº	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
PRIMERA FASE					
Equipos e Insumos de Campo					
1	Tabla de campo	Unidad	12.00	50.00	C\$ 600.00
2	GPS	Unidad	2.00	19,500.00	C\$39,000.00
Sub-Total					C\$39,600.00
SEGUNDA FASE					
Informe Final					
3	Informe Final	Unidad	1.00	1,200.00	C\$1,200.00
Sub-Total					C\$1,200.00
INVERSIÓN FINAL					
Total					C\$40,800.00

XI. REFERENCIAS

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

- Blandón, L. C. (2018). Influencia del uso de suelo en la dinámica hidrológica de las aguas superficiales en la Microcuenca río Pire, Municipio de Condega, Departamento de Estelí. Managua.
- Brenda, L. (2007). El manejo agroforestal como estrategia adaptativa frente a posibles extremos micro climáticos en la cafcultura. ELSEVIER, 85 - 94.
- C. Rosenzweig un b, J. J. (2013). El Proyecto de Inter comparación y Mejora de Modelos Agrícolas (AgMIP): Protocolos y estudios piloto. sciencedirect, 166 - 182.
- Carlos, U. (2016). Manejos integrados de suelos para una agricultura resiliente al cambio climático. Uruguay: Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura (IICA).
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (2015). La construcción de estrategias locales de adaptación al cambio climático: una propuesta desde el enfoque de medios de vida. Serie técnica Informe técnico no. 405, 39p. Turrialba, Costa Rica.
- Chávez, C., & Jenny, p. (2021). Impacto del cambio climático en la agricultura en los sistemas de producción agroecológico, orgánico y convencional en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo. Quito.
- D, D., Sacks, W. J., & C, B. C. (2011). Simulación de los efectos del clima y las prácticas de gestión agrícola en el rendimiento mundial de los cultivos. Global Biogeochemical Cycles.
- Dazé, A., Ambrose, K, y Ehrhart, C. (2010). Manual para el análisis de capacidad y vulnerabilidad climática. In Manual para el análisis de capacidad y vulnerabilidad climática. CARE Perú.
- De la Rosa Velásquez, J. (2019). La agroecología: un estudio de caso en el municipio de Ahualulco. Veracruz.
- De Loma, E., García, A., Córdoba, M., & Ribalaygua, j. (2015). Estrategias de adaptación al cambio climático en municipios del Golfo de Fonseca en Nicaragua.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., González L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Downing, T.E., Butterfield, R., Cohen, S., Huq, S., Moss, R., Rahman, A., Sokona, Y, y Stephen, L. (2001). Climate Change Vulnerability: Linking Impacts and Adaptation. University of Oxford, Oxford.

- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR). (2009). “Terminología sobre reducción del riesgo de desastres”. Suiza: UNISDR. https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- FAO, (2018). Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales. Bogotá.
- FAO, (s.f.). Agricultura, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Obtenido de Fortalecimiento de capacidades: <https://www.fao.org/capacity-development/resources/good-practices/resiliencia/es/#:~:text=La%20FAO%20define%20la%20resiliencia,las%20amenazas%20que%20afectan%20a>
- FAO, (s.f.). Sistema de producción agropecuaria y pobreza. Obtenido de <https://www.fao.org/3/y1860s/y1860s03.htm>
- Felipe, L. A. (2021). EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL INTERCALADO DE CULTIVOS DE CICLO CORTO AL INTERIOR DEL CULTIVO DE PALMA DE ACEITE HÍBRIDO OXG Y SU APORTE EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DURANTE EL PERIODO IMPRODUCTIVO DEL PALMAR, EN EL URABÁ ANTIOQUEÑO. Bogotá.
- Fley Vado, P. F. (2020). Análisis de los parámetros hidráulicos para conocer la uniformidad de riego en una unidad de riego por goteo, en la finca El Plantel, UNA, 2020. Managua.
- García Araiza, M. (2011). REHABILITACION DE UN SUELO CON BAJO PERFIL DE NUTRIENTES APLICANDO BIOSOLIDOS COMO FERTILIZANTE. México.
- Geilfus, F. (1997). 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. 208
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A, y Tempio, G. (2013). Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. Roma: FAO. <http://www.fao.org/3/i3437s/i3437s.pdf>.
- Gloria Isabel Reyes Anistro, S. A. (2018). Vulnerabilidad ante la variabilidad climática en los cultivos de maíz *Zea mays*. Scielo, 1 - 5.
- Gonzales Roberto, P. D. (2018). Adopción de tecnologías y Practicas Agropecuarias en sistema de producción en Jinotega Nicaragua. Managua: Universidad Nacional Agraria.

- González Miraslova, F. M. (2022). Manual de capacitación diversificación productiva. San José Costa Rica: Instituto Internacional de cooperación para la agricultura.
- González Roberto, P. D. (2018). Adopción de tecnología y Practicas Agropecuarias en sistema de producción en Jinotega Nicaragua. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Granados, H., & Tatiana, X. (2021). Producción de maíz y haba en tres sistemas de siembra intercalado mediante el uso eficiente de la tierra (LER). El Mantaro.
- GRUPO CONSULTOR DE EXPERTOS EN COMUNICACIONES NACIONALES DE LOS PAÍSES NOINCLUIDOS EN EL ANEXO I DE LA CONVENCIÓN(GCE). (s.f.). Manual sobre Evaluaciones de Vulnerabilidad y Adaptación.
- Guamán Pachar, M. C., & Macas Pacheco, B. (2016). “Evaluación de la eficiencia productiva del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en asocio con lechuga (*Lactucasativa* L.), rábano (*Raphanus sativus* L.) y cilantro (*Coriandrum sativum* L.) bajo invernadero”. cuenca Ecuador.
- Gutiérrez, P., & Obregón, R. (2015). Estrategias de adaptación ante el cambio climático en granos básicos: maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) en cinco comunidades de San Ramón, Matagalpa 2014. Matagalpa.
- Herrera, J. L., & Miranda, X. (1980-2018). Diversificación de la producción agropecuaria en Nicaragua 1980 - 2018. En M. Herrera, Diversificación de la producción agropecuaria en Nicaragua 1980 - 2018 (pág. 10).
- Hidalgo, J. A. (2016). Vulnerabilidad y adaptabilidad a la variabilidad climática en diversos sistemas cafetaleros en Pacho - Cundinamarca. Tesis para optar al grado de Máster en Agroforesteal Tropical, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A Facultad de Ingeniería. Bogotá, Colombia.
- Hodgson, A. M., & 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.
- Instituto para el Desarrollo y la Democracia (IPADE). (2010). Proyecto “Fortalecimiento de un sector cacaoero campesino eficiente y sostenible en la Región Autónoma del Atlántico Sur”.

- IPCC. (2007). México ante el cambio climático. Obtenido de México ante el cambio climático: [https://cambioclimatico.gob.mx/vulnerabilidad-al-cambio-climatico/#:~:text=Vulnerabilidad%20al%20cambio%20clim%C3%A1tico%20\(IPCC%202007%2C%20LGCC%202012\)&text=IPCC%2C%202007%3A%20E2%80%9CEs%20el,variability%20y%20los%20extremos%20clim%C3%A1ticos](https://cambioclimatico.gob.mx/vulnerabilidad-al-cambio-climatico/#:~:text=Vulnerabilidad%20al%20cambio%20clim%C3%A1tico%20(IPCC%202007%2C%20LGCC%202012)&text=IPCC%2C%202007%3A%20E2%80%9CEs%20el,variability%20y%20los%20extremos%20clim%C3%A1ticos).
- (2014). Cambio climático: Impactos, adaptación y vulnerabilidad-Resumen para responsables de políticas. Quinto informe de evaluación del Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Ginebra, Suiza. 34.
- Jiménez Ferrer, G., Soto Pinto, L., Pérez Luna, E., Kú Vera, J. C., Ayala Burgos, A., & Villanueva López, G. (2015). Ganadería y cambio climático: Avances y retos de la mitigación y la adaptación en la frontera sur de México (Vol. 15). Coyoacán, México.
- Kaly, U., Pratt, C, y Howorth, R., (2002). A framework for managing environmental vulnerability in Small Island Developing States. *Development Bulletin* 58, 33–38.
- Lezcano, A. K. (2016). Análisis de vulnerabilidad de sistemas agrícolas ante variabilidad climática en San Antonio de Oriente, F M, Honduras. Honduras.
- Lezcano, A.K. (2016). Análisis de vulnerabilidad de sistemas agrícolas ante variabilidad climática en San Antonio de Oriente, F.M., Honduras. Tesis para optar al título de Ingeniera en Ambiente y desarrollo en el Grado Académico de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras
- López, A., & Vega, I. (2004). Cultivos de cobertura para sistemas de cultivos perennes. UNA. Managua.
- Luers A, Lobell, D., Sklar, L., Addams, C, & Matson, P. (2003). A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico. *Global Environmental Change* 13. 255–267.
- Magrin, G. (2015). Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Santiago de Chile: CEPAL. <https://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 Cruz, D. (2019). Efectos de la variabilidad climática en los medios de vida y la seguridad alimentaria en doce comunidades rurales del municipio de San Juan de Limay, periodo 2017- 2018. Managua, Nicaragua.
- Medina, F. (2015): Impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en el sector agrario: Aproximación al conocimiento y prácticas de gestión en España. Oficina Española de Cambio Climático. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- Mendoza, A. (2018). Utilización de abonos verdes Canavalia, como alternativa de manejo ecológico del suelo para el establecimiento de un banco de semilla de maíz criollo (*Zea mays L.*) en la comunidad del Caño Central municipio de Él Cuá, Jinotega. Managua.
- Mercado, Y. (2018). Análisis de la vulnerabilidad a la variabilidad climática de los medios de vida productivos agrícolas de los pequeños productores en el municipio de Tisma, corredor seco de Nicaragua. Tesis para optar al agrado de Magister Scientiae en Economía, Desarrollo y Cambio Climático. Turrialba, Costa Rica 2018.
- Milán, J. A, & Martínez, A. (2010). Impacto del Cambio Climático en la Región Autónoma del Atlántico Norte, RAAN, estudio de caso, Puerto Cabezas. Managua, Nicaragua.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG]. (2003). Primer Informe sobre recursos zoo genéticos - Ecuador. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería. <http://www.fao.org/3/a1250e/annexes/CountryReports/Ecuador.pdf>.
- Moss, R.H., Malone, E.L, y Brenkert, A.L. (2001). Vulnerability to climate change: A quantitative approach. Pacific North West National Laboratory. United States Department of Energy. USA.
- Mundo Campo. (julio de 2018). estructura del suelo. Obtenido de <https://mundocampo.com.co/que-es-la-estructura-del-suelo/>
- Nicholls, M. A. (2013). El potencial de adaptación y mitigación de la agricultura tradicional en un clima cambiante. Springer link, 33 - 45. doi:10.1007/s10584-013-0909-y
- Noguera Talavera Álvaro, & Reyes Sánchez Nadir. (2016). Producción de forraje de dos especies, Marango (*Moringa oleifera Lam.*) y Leucaena (*Leucaena leucocephala Lam. De Wit.*), en un sistema de cercas vivas durante la época seca en la Finca Santa Rosa, UNA- Managua. Managua.
- Oficina Nacional Forestal. (2013). Guía Técnica SAF para la implementación de Sistemas Agroforestales (SAF) con árboles forestales maderables.

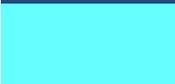
- Olivia Serdeczny, M. A.-F. (2024, enero). Riesgos climáticos para la capacidad de adaptación. Springer. link. doi:10.1007/s11027-023-10103-3
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (PNUD). (2012). Estudio de caracterización del Corredor Seco Centroamericano (Países CA-4). Honduras.
- organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. (2018). TRANSFORMAR LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA PARA ALCANZAR LOS ODS. Roma.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2021). “Producción pecuaria en América Latina y el Caribe”. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/americas/prioridades/produccion-pecuaria/es/>.
- organización de las naciones unidas para la alimentación. (2021). Estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. Roma.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2001). Tiempo, clima y seguridad alimentaria. Ginebra, Suiza. 24 p.
- Organización para las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). EL TRABAJO DE LA FAO SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO.
- Padilla, J. (2018). Diagnóstico agro socioeconómico para aplicar la metodología Saemaul Undong en la comunidad El Verdún, El Paraíso, Honduras. Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Ambiente y Desarrollo en el Grado Académico de Licenciatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.
- Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático [IPCC]. (2001). Cambio Climático 2001: Impactos, Adaptación, y Vulnerabilidad: Contribución del Grupo de Trabajo II al Tercer Informe de Evaluación de la Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ciudad, Países, Cambridge University Press. 150 p.
- Pastos y Forraje. (enero de 2020). Pastos y Forraje. Obtenido de <https://infopastosyforrajes.com/tipo-de-sistema-silvopastoril/cercas-vivas/>
- por Ali Raza 1, *. R. (2019). Impacto del cambio climático en la adaptación de los cultivos y estrategias para abordar sus resultados: una revisión. Plants, 15.

- Portillo, L. (2010). MANUAL DE SISTEMAS AGROFORESTALES PARA EL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLE. San Lorenzo, Paraguay.
- Proyecto para el apoyo a pequeños productores en la zona oriental. (s.f.). Barreras vivas. El Salvador.
- Rayda, L., & Cotrina, T. (2022). Efecto de las quemas agrícolas en la cantidad de los macroinvertebrados del suelo en el distrito de Aco, Concepción 2021. Huancayo.
- Red de Conocimiento sobre Clima y Desarrollo (CDKN). (2013). Análisis interinstitucional y multisectorial de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático para el sector agrícola de la Cuenca Alta del Río Cauca impactando políticas de adaptación. Colombia: CDKN / AVA. <https://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosiste>
- Reid, H., Alam, M., Berger, R., Huq, S, y Milligan, A. (2009). Adaptación al clima basada en la comunidad cambio: una visión general. Participación Aprendizaje y Acción 60:11-38.
- Roberts, E., Van der Geest, K., Warner, K., and Andrei, S. (2014). Pérdidas y Daños: Cuando la Adaptación no es suficiente. http://na.unep.net/geas/getUNEPPPageWithArticleIDScript.php?article_id=111
- Rodríguez, M., & Rodríguez, M. (2016). Centroamérica, Agua, Cultura y Territorio, Actas del I Congreso Internacional. Heredia.
- Salazar, A. H., Altieri, M. Á, & Estrada, N. (2017). Herramienta Didáctica para la Planificación de Fincas Resilientes. Medellín, Colombia.
- Sebastián, A. B. (2015). Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de Posgrado como requisito para optar al grado de Magister Scientiae en Sistemas Agrícolas Sostenibles. Turrialba.
- Sociedad de agricultores de Colombia. (2011). Prácticas culturales y manejo de los Suelos. Colombia.
- Solano, J y otros. (2003). El docente rural en Costa Rica. Heredia: EUNA
- Ulloa, A. (2013). “Estrategias culturales y políticas de manejo de las transformaciones ambientales y climáticas”. En Culturas, conocimientos, políticas y ciudadanías en torno al cambio climático, 71-105. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia / Colciencias.
- Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe de Nicaragua [URACCAN] (2021). Observatorio de la Autonomía Regional Multiétnica. [Observatorio.uraccan.edu.ni](http://observatorio.uraccan.edu.ni)

- Velozo, R. (2018). Diagnóstico del Sector Forestal en Nicaragua Movilizando el Sector Forestal y Atrayendo Inversiones
- Viguera, B., Martínez, M. R., Donatti, C. I., Harvey, C. A, & 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.
- Vivas Escobar., Y. M., & Solís Taleno, R. M. (2017). Principales Afectaciones provocadas por el Cambio Climático en las comunidades Rurales de Nicaragua. Juigalpa.
- Yader Mercedes Vivas Escobar, R. M. (2017).: Principales Afectaciones provocadas por el Cambio Climático en las. Juigalpa, Chontales: UNAN- FAREM- CHONTALES.

XII. 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 “ACS”



Anexo 3. Encuesta

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

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

I. Información General

Nombre del productor[a] _____

Coordenadas de la finca: _____

Nombre de la finca: _____

Edad: _____ Escolaridad: _____

II. Información Agrícola

Área de la finca en manzanas: _____ Área total que dedica a la agricultura en manzanas _____
¿Cuáles son los principales cultivos que siembra en su parcela, rendimientos obtenidos en el último año y el área que siembra de cada uno?

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

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

¿Cómo controla las plagas en sus cultivos?

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

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

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__ Nacadero__

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? _____



INFORME DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL



- ¿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. Estadística de la precipitación (mm) en promedio mensual y anual en el periodo año 2016 al año 2023 en el municipio El Rama. Estación CDT- HPE (INTA 2024).

CDTA - HPE
Cuadro comparativo de precipitaciones enero 2016 - mayo 2024

Mes Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total Anual
2016	39.5	58.9	18.5	39.8	208.6	437.0	633.0	630.1	362.1	310.8	169.6	634.8	3542.7
2017	215.0	22.0	118.0	86.0	443.0	265.0	786.0	439.0	239.0	279.0	186.0	641.0	3719.0
2018	121.0	248.7	27.2	54.3	221.3	446.6	473.9	478.0	529.9	320.5	173.1	181.5	3276.0
2019	44.9	52.3	116.1	7.1	539.5	417.3	475.5	406.6	289.0	417.6	254.7	193.9	3214.5
2020	157.1	66.2	73.5	6.7	184.8	396.1	312.9	413.7	137.3	433.6	221.2	102.9	2506.0
2021	128.6	104.7	93.8	61.4	278.2	387.3	745.5	327.2	387.0	187.3	189.8	249.9	3140.7
2022	26.0	69.0	90.1	84.1	441.8	430.6	824.8	458.4	347.0	310.4	313.1	172.7	3568.0
2023	136.4	11.1	34.5	6.2	51.1	451.7	552.8	328.5	157.8	104.2	332.8	185.2	2352.3
2024	17.2	7.7	7.0	34.4	79.6								145.9
Promedio	98.4	71.2	64.3	42.2	272.0	404.0	600.6	435.2	306.1	295.4	230.0	295.2	3164.9
S	65.0	69.3	40.6	29.9	159.7	56.7	167.1	89.9	120.8	102.2	59.8	201.3	
Suma	885.7	640.6	578.7	380.0	2447.9	3231.6	4804.4	3481.5	2449.1	2363.4	1840.3	2361.9	25465.1



Anexo 5. Estadística de la temperatura (°C) en promedio mensual y anual en el periodo año 2016 al año 2023. Estación CDT- HPE (INTA 2024).

Centro de Desarrollo de Tecnologías Agropecuaria - Hermanos Parrales Estrada
CDTA -HPE

1. CUADRO COMPARATIVO DE TEMPERATURA MÁXIMA, ENERO 2015 - MAYO 2024.

Mes Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Anual
2016	28.7	28.9	30.5	32.1	31.9	28.9	28.8	29.5	28.8	29.5	30.2	26.7	29.5
2017	27.6	29.4	27.6	30.7	29.5	28.9	28.1	29.2	28.9	29.5	29.5	28.1	28.9
2018	28.2	28.3	29.5	30.0	30.0	28.7	29.1	29.1	32.5	32.2	33.7	28.8	30.0
2019	27.2	29.6	29.9	31.1	30.5	29.9	29.2	29.7	30.8	29.6	28.7	28.3	29.5
2020	28.4	29.5	29.3	31.8	31.7	29.5	29.4	29.9	30.3	30.2	29.4	28.6	29.8
2021	28.2	29.4	29.9	29.7	30.1	29.5	29.5	31.1	29.7	30.6	29.7	29.0	29.7
2022	28.3	29.0	30.0	31.1	30.2	29.8	29.4	28.2	30.1	30.1	29.2	28.4	29.5
2023	28.4	27.7	29.2	31.0	32.4	31.3	29.9	30.2	30.4	29.9	29.5	28.8	29.9
2024	28.3	28.0	32.5	33.0	33.2								31.0



Anexo 6. Estadística de la temperatura (°C) en promedio mensual y anual en el periodo año 2016 al año 2023. Estación CDT- HPE (INTA 2024).

Centro de Desarrollo de Tecnologías Agropecuaria - Hermanos Parrales Estrada
CDTA -HPE

2. CUADRO COMPARATIVO DE TEMPERATURA MÍNIMA, ENERO 2016 - MAYO 2024.

Mes Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Promedio Anual
2016	26.5	26.9	27.7	29.3	29.5	26.9	26.8	27.6	26.5	27.2	26.1	25.7	27.2
2017	25.3	26.4	25.3	27.3	27.3	26.5	26.3	27.0	26.5	27.4	26.9	25.8	26.5
2018	25.8	25.6	26.9	27.2	27.8	26.9	26.9	26.9	27.4	30.0	26.6	25.6	27.0
2019	25.4	25.5	26.4	28.3	28.0	27.8	27.4	27.8	28.4	27.1	26.5	26.2	27.1
2020	26.2	27.0	26.6	28.8	29.3	27.5	27.3	27.5	28.0	27.6	26.6	26.2	27.4
2021	25.9	26.2	26.0	26.9	28.0	27.3	27.1	27.4	27.0	27.4	27.4	26.0	26.9
2022	25.7	26.4	26.9	28.1	27.4	27.0	26.3	26.9	27.4	27.7	26.7	26.0	26.9
2023	26.2	26.8	26.4	28.4	31.0	28.6	27.2	28.0	27.6	27.6	28.1	27.2	27.8
2024	26.4	27.0	32.0	32.1	32.1								29.9

Anexo 7. Consolidado de los índices de vulnerabilidad de los sistemas productivos en municipio El Rama.

Comarca	Policu- ltivos	SAF	SSP	Rotaci- on de cultivos	Cultivo intercal- ado	Cercas vivas	Varied- ades locales	Comp- onente	Conservacion de suelo							Comp- onente	Uso del agua						Pastos Suplem- Mejora entacio- dos n		Compon- ente	IRC	
									Curvas a nivel	Cultivos de cobertu- ra	Barrera s vivas	Terraz- as	Zanjas	Usa MO	No quema		Drenaj- e	Riego	Reseer- vorio de agua	Aplica- Mulch	Cosech- a uso domes- tico	Cosecha uso animal	Compo- nente	Si			Si
1 Chalmeca arriba	2.23	1.00	1.00	2.61	1.90	2.29	2.32	1.91	1.03226	1.03226	1.3871	1	1	1.258	4.87097	1.6544	1.6129	1.032	1.29032	1	1	1.25806452	1.1871	2.35484	1.8065	2.08065	1.708641
2 Julio Buitrago	2.24	2.24	1.84	2.00	1.04	1.92	1.12	1.77	1.00	1.00	1.04	1.40	1.12	1.04	1.48	1.15	1.12	1.00	3.00	1.00	5.00	1.00	2.02	1.48	2.52	2.00	1.74
3 Ksilala 2	3.08	2.41	2.46	2.79	1.23	3.36	1.00	2.33	1.00	1.00	1.49	1.00	1.00	1.97	4.49	1.71	1.08	1.00	2.05	1.00	2.15	2.08	1.56	2.69	2.97	2.83	2.09
4 Chalmeca abajo	2.75	1.06	3.25	2.63	2.75	3.13	4.00	2.79	1.19	1.13	1.50	1.00	1.00	1.00	5.00	1.69	5.00	1.00	3.69	1.00	3.81	4.00	3.08	2.50	2.75	2.63	2.55
5 Movil	2.05	1.43	1.14	2.14	1.00	3.10	3.05	1.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.19	4.71	1.56	1.00	1.00	1.57	1.00	2.52	2.14	1.54	1.19	2.38	1.79	1.72
6 Mosquitia	2.80	1.00	3.53	2.40	2.07	3.33	4.07	2.74	1.00	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.59	5.00	1.00	3.60	1.00	3.67	3.87	3.02	1.87	2.93	2.40	2.44
7 Calderon	3.13	2.17	2.67	3.00	2.53	3.13	2.73	2.77	1.33	1.13	1.97	1.00	1.27	1.40	4.53	1.80	1.37	1.07	3.20	1.00	3.43	3.47	2.26	2.53	2.50	2.52	2.34
Total	2.611	1.615	2.271	2.5108	1.7891	2.8937	2.6129	2.33	1.07901	1.06056	1.34013	1.0571	1.0552	1.266	4.29797	1.5937	2.3109	1.014	2.62865	1	3.0843	2.54445401	2.0954	2.08823	2.5522	2.32019	2.08148



INFORME DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

