

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**SUSCEPTIBILIDAD CLIMÁTICA Y MEDIOS DE VIDA EN LA CUENCA DEL
LAGO DE YOJOA, HONDURAS.**

**POR
JOSUÉ DAVID CASTILLO VILLEDA**

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

SEPTIEMBRE, 2024

**SUSCEPTIBILIDAD CLIMATICA Y MEDIOS DE VIDA EN LA CUENCA DEL
LAGO DE YOJOA, HONDURAS.**

**POR
JOSUE DAVID CASTILLO VILLEDA**

**M.sc JORGE LUIS ESCOBAR
Director de tesis**

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS
NATURALES**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A

SEPTIEMBRE, 2024

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO JEHOVÁ de los ejércitos, **DIOS** de Israel en el cual yo creo porque ha sido **ÉL** que ha ido delante de mí.

A mi amado padre **WILMER IGNACIO CASTILLO GIRÓN** y mi amada madre **CLAUDIA YAMILETH VILLEDA CÁRCAMO** porque siempre han confiado en mí y me han alentado a ser mejor cada día.

A mis bellas abuelas **ALBA LUZ GIRÓN ZALDIVAR** y **NARCISA ANTONIA CARCAMO**, también a mi amado abuelo **HUMBERTO VILLEDA ÁVILA** y a mi hermosa hermana **MARIA FERNANDA CASTILLO VILLEDA** por su apoyo incondicional.

A mi alma mater la UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA por darme la oportunidad de formarme académicamente y ser mi casa por 4 años.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi **DIOS** porqué a manifestado su bella **GRACIA** en mi vida y me ha dado la sabiduría e inteligencia para poder terminar con éxito este trabajo de investigación.

A MIS PADRES por el amor que me han dado, por sus esfuerzos, paciencia y apoyo los cuales me han impulsado a seguir mejorando día con día y que mi más grande anhelo es que siempre estén orgullos de mí como persona y como su hijo.

A MIS FAMILIARES principalmente a mis abuelas **ALBA LUZ GIRÓN ZALDIVAR** y **NARCISA ANTONIA CARCAMO** las cuales siempre han creído en mí y me han dado su apoyo, a mi abuelo **HUMBERTO V'ILLEDA ÁVILA**, a mi hermana **MARÍA FERNANDA CASTILLO**, a mi tía **CAROLINA CASTILLO GIRÓN** por su apoyo y a mis demás familiares que han creído en mí.

A mis asesores **M.Sc JORGE LUIS ESCOBAR, M.Sc JORGE ORBIN CARDONA HERNANDEZ** y a la **M.Sc ANA MIREYA SUAZO SUAZO** por sus asesorías y ayudas.

A mis compañeros y amigos en especial a **KELIN CONCEPCIÓN PAZ CALDERÓN, MARÍA RUBÍ ALVARADO HERNANDEZ** e **IXCHEL MADRID CELESTE** y a mis compañeros del cuarto 45 de H-5 **ERLIN ESPINAL CUADRA, DIEGO GALLEGOS, JONATHAN CUELLO, PABLO FLORES, OSCAR AGUIRRE** y **ALAN LOVO** porque juntos estamos logrando la meta.

CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivos General.....	4
2.2 Objetivos Específicos	4
III. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	5
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
4.1 Clima.....	6
4.1.1 Factores que afectan el clima	6
4.1.2 Microclima.....	8
4.2 Cambio Climático	8
4.2.1 Variabilidad Climática	9
4.2.2 Efectos del cambio climático	10
4.3 Susceptibilidad.....	12
4.4 Vulnerabilidad	13
4.5 Medios de Vida	13
4.6.2 Medios de vida sostenible.....	14
4.7 Adaptación al cambio climático	15
V. MATERIALES Y METODOS.....	16
5.1 Ubicación del área de Estudio	16
5.2 Materiales Equipos	17
5.3 Enfoque Metodológico.....	17
5.4 Muestreo	17
5.5 Procedimiento Metodológico	18
5.5.1 Fase 1. Caracterización de los medios de vida.	18
5.5.2 Fase 2 Efectos de la variabilidad climática.....	21
5.5.3 Fase 3. Capacidad de adaptación de los medios de vida ante la variabilidad climática.	25

VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
6.1 Medios de vida agropecuarios en el Lago de Yojoa.	29
6.1.2 Caracterización de los medios de vida pecuarios.....	35
6.1.3 Análisis Financiero de los medios de vida agrícolas.....	36
6.1.4 Análisis Financiero Ganado Vacuno.....	37
6.2 Exposición del Lago de Yojoa ante la variabilidad climática.....	39
6.2.1 Precipitación.....	40
6.2.2 Temperatura.....	41
6.2.3 Percepción de la población ante la variabilidad climática.....	42
6.2.4 Sensibilidad de las familias ante la variabilidad climática	48
6.2.5 Índice de sensibilidad de los medios de vida agropecuarios	53
6.3 Capacidad Adaptativa	53
6.3.1 Capacidad de adaptación de las familias en la periferia del Lago de Yojoa, Honduras.	53
6.3.2 Limitantes de la capacidad adaptativa	59
VII CONCLUSIONES	61
IX REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	63

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 1. Objetivos específicos y preguntas de investigación.	5
Cuadro 2. Índice de exposición climática	22
Cuadro 3. Clasificación de los niveles para determinar el grado de sensibilidad	24
Cuadro 4. Índice de efectividad de las medidas de adaptación	26
Cuadro 5. Correlaciones con los indicadores de los componentes principales para los grupos de sensibilidad.....	50
Cuadro 6. Correlaciones con los indicadores, análisis de componentes principales para los grupos de capacidad de adaptación.	55

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Variables para caracterizar los medios de vida.....	19
Tabla 2. Indicadores para evaluar los efectos de la variabilidad climática	23
Tabla 3. Variables para evaluar medidas de adaptación.....	25
Tabla 4. Indicadores productivos de los principales Medios de Vida Agrícolas.	31
Tabla 5. Análisis financiero de los medios de vida agrícolas.....	37
Tabla 6. Análisis financiero del ganado vacuno.	38
Tabla 7. Exposición climática de la población en la Cuenca del Lago de Yojoa.	45
Tabla 8. Índice sensibilidad de indicadores de la producción de café.	50
Tabla 9. Índice sensibilidad de indicadores de la producción de frutales.	51
Tabla 10. Índice sensibilidad de indicadores de la producción de hortalizas.....	52
Tabla 11. Índice de Sensibilidad.....	53
Tabla 12. Índice de adaptación para indicadores en producción de café.....	56
Tabla 13. Índice de adaptación para indicadores en producción de frutales.....	57
Tabla 14. Índice de adaptación para indicadores en producción de hortalizas.....	58
Tabla 15. Capacidad de adaptación de los medios de vida agrícolas	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del Lago de Yojoa.....	16
Figura 2. Marco para la evaluación de la capacidad adaptativa en medios de vida agrícola Imbach y Prado (2013).....	27
Figura 3. Principales Medios de Vida Agropecuarios.....	29
Figura 4. Limitantes de los medios de vida agrícolas.....	32
Figura 5. Principales cultivos frutales.....	34
Figura 6. Perfil temporal de precipitación en la Cuenca del Lago de Yojoa, Honduras.	41
Figura 7. Perfil temporal de temperatura en la Cuenca del Lago de Yojoa, Honduras.	42
Figura 8. Percepción de la población a fenómenos climáticos.....	43
Figura 9. Exposición climática de la producción de café en el Lago de Yojoa.	46
Figura 10. Exposición climática de la producción de frutales en el Lago de Yojoa.	47
Figura 11. Exposición climática de la producción de hortaliza en el Lago de Yojoa.	47
Figura 12. Componentes principales relacionados a los indicadores de sensibilidad	49
Figura 13. Sensibilidad de las familias de los medios de vida agrícolas en la cuenca del Lago de Yojoa, Honduras.	52
Figura 14. Índice de adaptación de las familias de la zona noreste del Lago de Yojoa, Honduras.	54
Figura 15. Componentes principales que asocian los grupos e indicadores de capacidad de adaptación.	55
Figura 16. Limitantes de la capacidad adaptativa.....	59

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento Informado	70
Anexo 2. Protocolo de entrevista semiestructuradas que se aplicara en campo a los productores.....	71
Anexo 3. Caracterización de los medios de vida.....	72
Anexo 4. Efectos de la variabilidad climática en los medios de vida.....	76
Anexo 5. Formato de entrevista para identificar capacidad de adaptación.....	78
Anexo 6. Levantamiento de entrevistas a productores.....	81

CASTILLO VILLEDA, J. D. (2024). Susceptibilidad climática y medios de vida en la Cuenca del Lago de Yojoa, Honduras. Universidad Nacional de Agricultura, Olancho, Honduras. Tesis. Ing. En Gestión Integral de los Recursos Naturales. Catacamas, Olancho, Honduras, C.A. 95 p.

RESUMEN

El trabajo se realizó en las periferias del Lago de Yojoa Honduras. Precisamente en el lado noroeste de la cuenca con el objetivo de analizar la susceptibilidad climática de los medios de vida agropecuarios de la zona. Utilizando un enfoque metodológico mixto que combina análisis cuantitativos y cualitativos, el estudio caracterizó los principales medios de vida, incluyendo la producción de café, frutales, hortalizas, y ganadería. Los resultados revelan que la variabilidad climática ha incrementado la frecuencia e intensidad de eventos extremos como lluvias torrenciales y olas de calor, afectando significativamente la productividad agrícola y, en consecuencia, la estabilidad económica de las comunidades. La investigación subraya que la producción de café, en particular, ha visto una disminución en su rentabilidad debido a estos cambios climáticos, exacerbados por la falta de asesoría técnica y recursos financieros.

Ante estos desafíos, la capacidad de adaptación de los productores locales ha demostrado ser limitada. A pesar de la implementación de algunas medidas adaptativas, como la diversificación de cultivos y el uso de sistemas de riego, la efectividad de estas acciones se ve comprometida por la falta de infraestructura adecuada y el escaso apoyo técnico. La investigación concluye que es crucial desarrollar políticas públicas que fortalezcan la resiliencia de las comunidades locales, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles y mejorando el acceso a recursos que permitan mitigar los efectos adversos del cambio climático. Este enfoque integral es esencial para asegurar la viabilidad económica y la sostenibilidad de los medios de vida agropecuarios en la Cuenca del Lago de Yojoa.

Palabras claves: Susceptibilidad climática, medios de vida agropecuarios, Cuenca del Lago de Yojoa, variabilidad climática, capacidad de adaptación, cambio climático, producción agrícola, vulnerabilidad, exposición climática, sensibilidad.

I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es definido como un cambio en el clima que persiste durante décadas o períodos más prolongados y que surge ya sea de una causa natural o de las actividades humanas (UNICEF 2016). Ya que se cuenta con dos factores que son el Tiempo y el Clima, el cual el Clima es la variación del tiempo promediado a lo largo de varias décadas. Por esto IPCC (2021) determina qué; El cambio climático se produce cuando estas condiciones promedio empiezan a cambiar, y las causas de este cambio pueden ser naturales o provocadas por las actividades humanas.

En los últimos años el cambio climático ha sido un tema que ha tenido mucha importancia ya que ha causado una gran cantidad de impactos sobre la tierra. (Thompson y Kuo 2012) Habla sobre que el hábitat paradisiaco del que teníamos referencias va desapareciendo a una velocidad dañina para la sobrevivencia humana. La temperatura ha aumentado drásticamente con el paso del tiempo, la temperatura de la superficie global fue de alrededor de 1,1 °C por encima de 1850-1900 en 2011-2020 (1,09 [0,95 a 1,20] °C), con aumentos mayores en la tierra (1,59 [1,34 a 1,83] °C) que sobre el océano (0,88 [0,68 a 1,01] °C) (IPCC 2023). En 2022, la temperatura media mundial anual se situó en torno a $1,15 \pm 0,13$ °C por encima del promedio preindustrial de 1850-1900 y en América Latina en 2022, la temperatura media se situó entre $-0,06$ °C y $0,10$ °C con respecto al promedio de 1991-2020 (OMM 2022).

El calentamiento observado es causado por el hombre, y el calentamiento se debe a los gases de efecto invernadero (GEI), dominados por el CO₂ y el metano (CH₄), parcialmente enmascarado por el enfriamiento de los aerosoles (IPCC 2023). Los gases de efecto invernadero, o gases de invernadero, son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que adsorben y emiten radiación (Invernadero s. f.). El efecto Invernadero se refiere a un mecanismo por medio del cual la

atmósfera de la Tierra se calienta lo que provoca el aumento de la temperatura superficial (Seiler *et al.* 2006).

El cambio climático ha afectado a diferentes zonas del planeta con el aumento de las temperaturas, siendo América Central unos de los más afectados en las últimas décadas se ha registrado el aumento de temperatura en la zona. Viguera *et al.*, (2017) Predice que la temperatura va a continuar aumentando en toda la región; Guatemala, El Salvador y Honduras pueden experimentar un aumento de temperatura de 1.7 a 2.1 °C y el resto de la región de 1.4 a 1.7°C para el año 2050. Lo cual tendrá un efecto negativo en las temporadas secas y lluviosas, ya que, se proyecta que el nivel de precipitación en Centroamérica se modificará entre el -22% y el 7% hacia fines del siglo XXI (CEPAL, 2020).

Por supuesto Honduras ha sido afectado por estos cambios climáticos. En los últimos años el país ha experimentado un aumento paulatino de las temperaturas, un descenso de las lluvias y una mayor variabilidad de los fenómenos meteorológicos (UNICEF, 2016). Lo cual lo hace el país más vulnerable ante estos impactos negativos afectando su producción en sistemas agropecuarios, ya que existe evidencia de que hay efectos en las actividades agropecuarias, el agua, la biodiversidad, el nivel del mar, los bosques, el turismo, la salud y las áreas urbanas (CEPAL, 2010).

En Honduras, el sector agropecuario ha constituido, tradicionalmente, uno de los pilares fundamentales de la economía, siendo la agricultura, la actividad económica insigne de este (En y Escolarizada 2023). Aproximadamente el 28 por ciento de la superficie del país es tierra agrícola, y el sector de la agricultura emplea aproximadamente al 39 por ciento de la población (Zonas y Vida 2014).

Es un reto para los sistemas agropecuarios poder adaptarse antes los efectos negativos del cambio climático que se estiman para nuestro país. Para reducir el alcance y gravedad de los impactos del cambio climático, debemos reducir la vulnerabilidad de las poblaciones al Cambio climático (Viguera *et al.* 2017). Sin embargo, el sector agropecuario es contribuyente a la generación de gases de efecto invernadero (GEI), Este hecho, hace que

no solo deba el sector adaptarse a los cambios esperados del clima; sino que se deben revisar sus procesos productivos de manera que se identifiquen ajustes en las actividades para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (Baetghen 2009).

Por lo anterior, este estudio tiene como objetivo principal Analizar la susceptibilidad climática y los medios de vida en la Cuenca del Lago de Yojoa, Honduras.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivos General

- Analizar la susceptibilidad climática en los medios de vida en la Cuenca del Lago de Yojoa, Honduras

2.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar los medios de vida agropecuarios en la cuenca del Lago de Yojoa, Honduras.
2. Determinar los efectos de la variabilidad climática en los medios de vida agropecuarios.
3. Diagnosticar la capacidad de adaptación de los medios de vida agropecuarios ante la variabilidad climática.

III. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Cuadro 1. Objetivos específicos y preguntas de investigación.

Objetivo	Preguntas
Caracterizar los medios de vida agropecuarios en la cuenca del Lago de Yojoa, Honduras.	¿Cómo se caracterizan los medios de vida agropecuarios?
Determinar los efectos de la variabilidad climática en los medios de vida agropecuarios.	¿Cuáles han sido los efectos de la variabilidad climática que han afectado los medios de vida agropecuarios de la zona?
Diagnosticar la capacidad de adaptación de los medios de vida agropecuarios ante la variabilidad climática.	¿Cuál es la capacidad que tienen los medios de vida agropecuarios a los efectos de la variabilidad climática?

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Clima

Clima es el conjunto fluctuante de condiciones atmosféricas caracterizado por los estados y la evolución del tiempo, en el curso de un periodo suficientemente largo y en un dominio espacial determinado. (De Elvira 2001) El clima de un lugar es el tiempo que hace normalmente en ese lugar a lo largo de los meses y los años. (Helwig et al. s. f.) La organización Meteorológica Mundial (OMM) en la conferencia de Varsovia (1935) definió como clima las condiciones meteorológicas medias para el mes y el año, calculadas sobre un periodo de 30 años.

Cualquier definición de clima, debería contemplar básicamente el hecho de que la fisonomía de la atmósfera, sus características físicas, su variación estacional, y los 2 valores de parámetros tales como la temperatura, la precipitación, la nubosidad y el viento, por citar algunos, deben ser resultantes de las interacciones del sistema atmósfera, suelo y mares, sistema alimentado por la radiación solar. En la medida en que evaluemos esas interacciones, estudiemos la descripción de los procesos físicos involucrados, y mejor si podemos modelizarlos, estaremos desarrollando la Climatología. Tal vez el resultado de este razonamiento es que sabemos lo que es la Climatología, pero no sabemos lo que es el clima. No debería alarmarnos esta aparente paradoja que, por otra parte, se da en muchos aspectos de la vida. Todos sabemos lo que es una clínica de oncología, pero no sabemos lo que es el cáncer (De Elvira 2001).

4.1.1 Factores que afectan el clima

Según Rivas (2018) En nuestro planeta existen varios climas diferentes por cada espacio geográfico que hay; esto se puede dar debido a una serie de factores que pueden afectar

toda condición sobre la temperatura, humedad, presión, viento, precipitación, etc. Aquellos son los factores geográficos.

- a) **Humedad:** La humedad, definida como la cantidad de vapor de agua presente en el aire o en una sustancia, es un parámetro crucial en diversas disciplinas, ya que influye en procesos físicos, biológicos y químicos (Monteith & Unsworth, 2013). En el contexto agrícola, por ejemplo, la humedad del suelo afecta la disponibilidad de agua para las plantas, mientras que, en la conservación de alimentos, la humedad relativa del ambiente es determinante para evitar el crecimiento de microorganismos.
- b) **Presión:** La atmósfera ejerce un enorme peso sobre la superficie terrestre, aun cuando para nosotros este hecho pase inadvertido. Este peso se compara con el que ejercen los océanos sobre los fondos marino, y así “estaríamos en el fondo de un océano gaseoso” dicha presión que se da en atmósfera; se puede medir toda altura que pueda alcanzar una columna de mercurio, la presión atmosférica se mide con un aparato nombrado barómetro. Al nivel del mar, su valor medio es de 760 mm o 1013 milibares (mb), equivalente aproximadamente a 1 kg por cm² (Rivas 2018).
- c) **Viento:** El viento es definido como el movimiento del aire a través de la atmósfera, provocado por las diferencias en la presión atmosférica entre dos puntos, las cuales a su vez son originadas por variaciones en la temperatura. Este desplazamiento del aire es un fenómeno constante en la atmósfera terrestre, influenciado por factores como la rotación de la Tierra, la topografía y las variaciones térmicas diurnas y estacionales (Martínez y García, 2010; Pérez *et al.*, 2015).
- d) **Precipitación:** Se definen como la caída de agua procedente de las nubes, en forma de gotitas o de partículas sólidas. Las pequeñas gotitas de las nubes (de 10 a 30 micras de diámetro) se unen y forman gotas más grandes (de 2000 micras de diámetro), que vencen la resistencia del aire y caen. Las precipitaciones tienen

gran importancia en la vida humana y en las demás condiciones geográficas. Por ejemplo, los campesinos aprovechan directamente el agua de las lluvias en el cultivo de las plantas. Por otro lado, el agua de las lluvias o la nieve alimentan los nevados, lagos y ríos, constituyendo parte del ciclo hidrológico (Rivas 2018).

4.1.2 Microclima

El microclima se refiere a las condiciones climáticas específicas que prevalecen en un área relativamente pequeña y que pueden diferir significativamente del clima general de la región circundante. Estas variaciones se deben a factores locales como la topografía, la vegetación, la proximidad al agua y las actividades humanas, que modifican elementos como la temperatura, la humedad y el viento. En la agricultura y la ecología, el estudio del microclima es esencial para entender el crecimiento de las plantas y la distribución de especies en ecosistemas específicos (Baldocchi *et al.*, 2020).

A pesar de los microclimas característicos, existen microclimas falsificados, que se fabrican predominantemente en las regiones metropolitanas debido a las enormes emanaciones de calorías y sustancias que agotan la capa de ozono de ellos. Idea clave: el macro clima se comunica con la escena para ofrecer variedades micro climático, un macro clima se puede abordar mediante un esquema climático. Es el medio ambiente el que afecta a una enorme región se estima por estaciones climáticas, un microclima debe resolverse en un tamaño más limitado es el medio ambiente el que afecta a una pequeña región se estima con mejores instrumentos “macro clima” y “microclima” son términos relativos.(Soong *et al.* 2010)

4.2 Cambio Climático

El cambio climático se refiere a las alteraciones significativas y duraderas en los patrones del clima global, que incluyen el aumento de la temperatura promedio de la Tierra, cambios en la precipitación, y un aumento en la frecuencia de eventos climáticos extremos. Estas modificaciones son principalmente el resultado de las actividades humanas, especialmente la quema de combustibles fósiles, la deforestación y otras prácticas que aumentan la

concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera (IPCC, 2021). El cambio climático es una alteración de las condiciones ambientales y en especial del sistema climático que se da a nivel global y cuyos efectos ya están afectando a todos los sistemas y comunidades. Por esto, es muy importante comprender sus causas, impactos potenciales y los cambios esperados en el futuro, además de cómo hacer frente a sus consecuencias a nivel local, nacional y regional, para poder tomar las medidas adecuadas. (Viguera *et al.* 2017)

4.2.1 Variabilidad Climática

La variabilidad climática se refiere a las fluctuaciones naturales en el clima, que pueden ocurrir en escalas temporales que van desde meses hasta décadas. Estas variaciones incluyen fenómenos como El Niño y La Niña, que influyen en los patrones de temperatura y precipitación a nivel global. Según el IPCC, la variabilidad climática puede interactuar con el cambio climático antropogénico, exacerbando o atenuando sus efectos en diferentes regiones del mundo (IPCC, 2021).

La variabilidad climática se evidencia en períodos de tiempo relativamente cortos, lo cual la diferencia del cambio climático, y se manifiesta en valores de variables climatológicas como la temperatura y la precipitación, las cuales son comparadas con un valor normal⁷. La secuencia de estas oscilaciones alrededor de los valores normales, se conoce como variabilidad climática y su valoración se logra mediante la determinación de las anomalías (Montealegre y Pabón, 2000).

Diferencia entre CC y VC.

Hoy en día es muy común que se confundan los términos de cambio climático con variabilidad climática o creer que son sinónimos el uno del otro, sin embargo, la variabilidad climática según Gastel (2012) se refiere a variaciones en las condiciones climáticas medias, y otras estadísticas del clima (como las desviaciones típicas y los fenómenos extremos, entre otras), en todas las escalas temporales y espaciales que se extienden más allá de la escala de un fenómeno meteorológico en particular. Y el cambio

climático Es la variación del estado del clima, identificable (por ejemplo, con pruebas estadísticas) en la variación del valor medio o en las variaciones de las características del clima que persisten durante decenios o periodos más largo (Burta 2018).

Eventos climáticos extremos

Sequías, ondas de calor, tormentas severas, heladas entre otros eventos extremos dejan a su paso un escenario que solo refleja nuestra vulnerabilidad a los impactos de estos eventos; estación tras estación. La OMM (2022) destaca que con un calentamiento global de 1,5 °C (2,7 °F), el mundo deberá encarar múltiples peligros climáticos inevitables en las próximas dos décadas. La existencia de los eventos extremos está asociada a las interacciones entre el océano y la atmósfera. Estos eventos pueden ocurrir a un nivel local o a una escala global (Maturana *et al.* 2004).

4.2.2 Efectos del cambio climático

Unos de los efectos más preocupante de los cambios que la Tierra experimenta por el cambio climático es el aumento en 1.1 grados centígrados en la temperatura global. Aunque no parece mucho, la realidad es que se traduce como un cambio en los filtros biológicos de nuestro planeta, que había gozado de estabilidad durante millones de años. (IPCC, 2023)

La ONU creó un listado de los efectos más sobresalientes del cambio climático estos son:

Elevación de las temperaturas

A medida que se eleva la concentración de gases de efecto invernadero, también lo hace la temperatura de la superficie del planeta. La temperatura media de la superficie terrestre entre 2011 y 2020 fue 1.1°C (2°F) más alta que la temperatura promedio del siglo XIX (IPCC 2021). La tendencia lineal a cien años (1906-2005), que es de 0.7 [entre 0.56° C y

0.92° C] es más acentuada que la indicada por el TIE, que era de 0.6 [entre 0.4° C y 0.8° C] (1901-2000) (Thompson y Kuo 2012).

Tormentas más potentes

Las tormentas destructivas se han vuelto más intensas y más frecuentes en muchas regiones. A medida que se elevan las temperaturas se evapora mayor humedad, lo que causa inundaciones y precipitaciones extremas, provocando más tormentas destructivas. El calentamiento del océano también afecta a la frecuencia y magnitud de las tormentas tropicales.

Aumento de las sequías

El cambio climático está modificando la disponibilidad de agua, al hacerla más escasa en más regiones. El calentamiento global genera escasez de agua en regiones ya de por sí secas, y está incrementando el riesgo de sequías agrícolas que afectan a cultivos y sequías ecológicas que aumentan la vulnerabilidad de los ecosistemas.

Aumento del nivel del océano y calentamiento del agua

El océano absorbe la mayor parte del calor generado por el calentamiento global. El ritmo al que se ha elevado el calentamiento del océano ha aumentado considerablemente durante las últimas dos décadas a todas las profundidades. A medida que se calienta el océano, su volumen aumenta porque el agua se expande. El deshielo de las placas de hielo y los icebergs hace que se eleve el nivel del mar amenazando a las comunidades litorales e insulares.

Desaparición de especies

El cambio climático pone en riesgo la supervivencia de las especies terrestres y oceánicas. Estos riesgos aumentan a medida que ascienden las temperaturas. Debido a la potencia del

cambio climático exacerbado, en el mundo se extinguen especies a un ritmo 1000 veces mayor que en cualquier otra época de la que se tenga constancia en la historia humana.

Escasez de alimentos

Los cambios en el clima y el aumento de condiciones meteorológicas extremas son algunos de los motivos que provocan un aumento global en la desnutrición en las poblaciones más pobres. Los recursos pesqueros, los cultivos y el ganado pueden desaparecer o volverse menos productivos. Debido a una continua acidificación oceánica, los recursos marinos que dan alimento a miles de millones de personas se encuentran en riesgo.

Pobreza y desplazamiento

El cambio climático aumenta los factores que llevan y mantienen a la gente en la pobreza. Las inundaciones pueden arrasar barrios marginales, destruyendo hogares y comunidades. El calor dificulta la ejecución de trabajos en el exterior. La escasez de agua puede afectar a los cultivos. Durante la última década (2010-2019), los sucesos relacionados con el clima desplazaron a un total aproximado de 23,1 millones de personas de media al año, aumentando sus probabilidades de caer en la pobreza.

4.3 Susceptibilidad

La Unión Europea determina la susceptibilidad como la probabilidad de producir una respuesta significativamente superior a la media a una exposición específica a una sustancia (CEE, 2020)

- **La susceptibilidad innata** puede deberse a una predisposición genética o a un desarrollo incompleto de las funciones psicológicas normales (de un adulto). Un niño puede ser susceptible a una sustancia determinada debido a que los procesos de desintoxicación no se han desarrollado por completo. Dicha susceptibilidad es transitoria y desaparece con la edad y el crecimiento.

- **La susceptibilidad adquirida** puede deberse a una enfermedad, al estado socioeconómico o a la edad.

4.4 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad se refiere a la susceptibilidad de un sistema, comunidad o individuo para experimentar daños cuando se enfrenta a amenazas o perturbaciones. Esta condición está influenciada por factores como la exposición al riesgo, la capacidad de adaptación, y las características socioeconómicas y ambientales que determinan la capacidad de respuesta. Según Adger (2006), la vulnerabilidad es un concepto clave en la evaluación de los impactos del cambio climático, ya que no solo depende de la magnitud del fenómeno, sino también de la capacidad de las comunidades para adaptarse. En este sentido, Cardona *et al.* (2012) destacan que la vulnerabilidad no es una característica estática, sino que puede cambiar con el tiempo a medida que evolucionan los factores de exposición y adaptación. Por otro lado, Gallopín (2006) sugiere que la comprensión de la vulnerabilidad requiere un enfoque integrado que considere tanto las dimensiones sociales como las ambientales, para desarrollar estrategias efectivas de mitigación y adaptación.

4.5 Medios de Vida

La teoría de medios de vida se le hace atribución a Robert Chambers la cual tiene un fin de lograr un mayor entendimiento de la pobreza colocando a los pobres y a todos los aspectos de sus vidas y sus medios de subsistencia en el centro del desarrollo. Según Carlos (2015), el enfoque de medios de vida y seguridad alimentaria en la gestión de riesgo de desastres se originó a finales de 1980, a raíz de las hambrunas en África causadas por sequías y conflictos; en ese momento, las respuestas humanitarias se activaron después que las personas ya se encontraban en una situación de colapso de su economía familiar, desnutridas y tenían que migrar o ser acogidas en campos humanitarios especiales.

El término medio de vida, adaptado del inglés livelihood, puede utilizarse con connotaciones muy distintas. La definición propuesta por Chambers y Conway (1991) señala que «un medio de vida comprende las posibilidades, activos (que incluyen recursos tanto materiales como sociales) y actividades necesarias para ganarse la vida. Un medio de vida es sostenible cuando puede soportar tensiones y choques y recuperarse de los mismos, y a la vez mantener y mejorar sus posibilidades y activos, tanto en el presente como de cara al futuro, sin dañar la base de recursos naturales existente.

4.6.2 Medios de vida sostenible

La teoría o enfoque de medios de vida sostenibles (MVS) representa una manera de concebir los objetivos, el alcance y las prioridades del desarrollo (DFID, 1991). Es un enfoque del desarrollo holístico que provee un marco para comprender las causas y dimensiones de la pobreza sin caer en la trampa de enfocar únicamente unos cuantos factores. Trata de apreciar las relaciones entre los diversos aspectos de la pobreza, sus causas y manifestaciones, y permite realizar una priorización más acertada en los planes de operaciones. Es importante resaltar qué no es el enfoque de MVS: no es una receta, no es una metodología, no es un proceso. (Rural y Cajamarca s. f.)

La teoría de MVS reconoce las múltiples dimensiones de la pobreza. Su meta es contribuir a que las poblaciones menos favorecidas obtengan mejoras duraderas. Aunque es amplia y de gran alcance, puede resumirse en seis objetivos primordiales (DFID, 1999):

- Un mayor acceso a la educación, la información, las tecnologías y la formación de calidad, así como una mejora de la nutrición y la sanidad.
- Un entorno social más cohesivo y que ofrezca mayor apoyo
- Un acceso más seguro a los recursos naturales y una mejor gestión de estos.
- Una mejora en el acceso a las infraestructuras básicas que facilitan otra serie de logros.
- Un acceso más seguro a los recursos financieros.

- Una política y un entorno institucional que apoyen distintas estrategias en materia de medios de vida y promuevan un acceso equitativo a los mercados competitivos.

4.7 Adaptación al cambio climático

La adaptación al cambio climático se refiere a la capacidad de acomodarse de los sistemas naturales o humanos como respuesta a estímulos climáticos reales o esperados o a sus efectos. Esa capacidad de acomodarse mitiga el daño o aprovecha las oportunidades beneficiosas. Las acciones adaptativas tratan de responder a los cambios y anticiparse a los efectos.(Viguera *et al.* 2017). El informe de IPCC, (2011) define la resiliencia como la capacidad de un sistema para anticipar, absorber, acomodarse o recuperarse de los efectos de un evento peligroso de una manera oportuna y eficiente, incluyendo el aseguramiento de la preservación, la restauración o la mejora de sus estructuras y funciones básicas esenciales

Dator-Bercilla (2020) afirma que la resiliencia necesita de la capacidad tanto de los seres humanos como de los ecosistemas de anticipar, resistir, absorber, acomodar, adaptarse a, transformar o recuperarse de los peligros de una manera oportuna y eficiente

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Ubicación del área de Estudio

Esta investigación se realizó en el Lago de Yojoa, ubicado en el sector centro-occidental de Honduras, aproximadamente a 125 km al noreste de la capital, Tegucigalpa, y a 75 km al sur de la ciudad de San Pedro Sula (Figura 1).

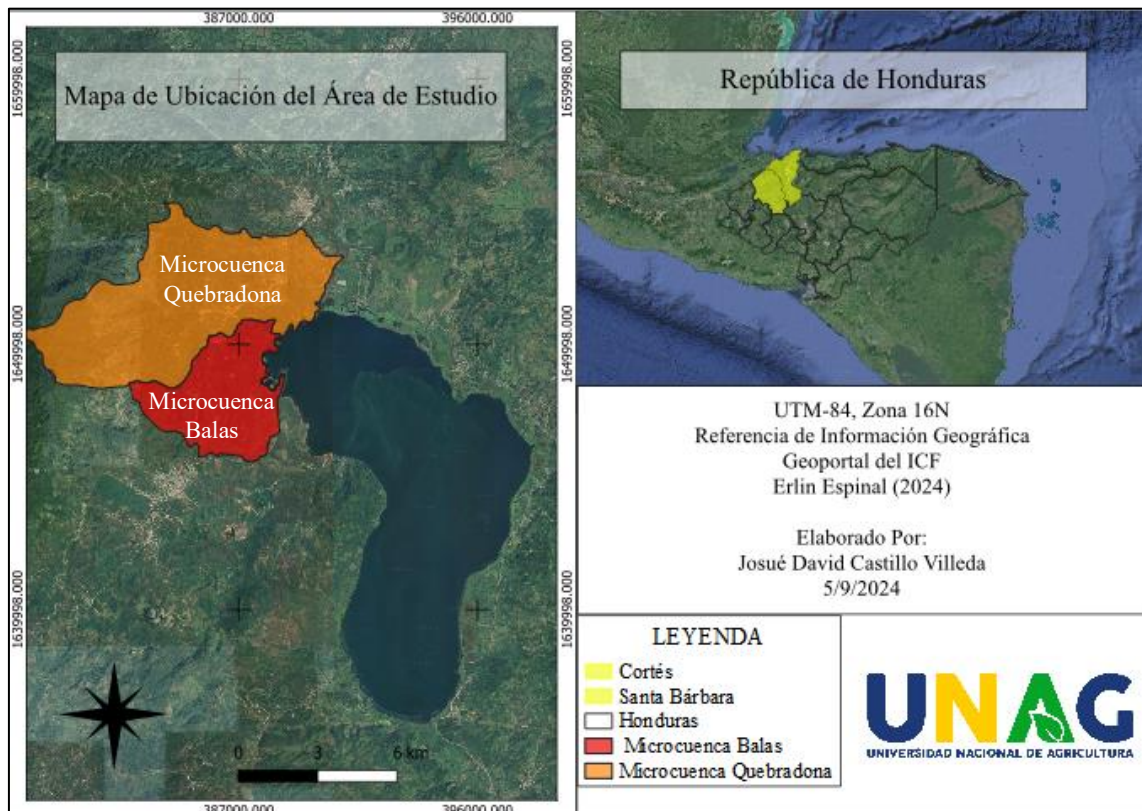


Figura 1. Ubicación geográfica del Lago de Yojoa.

Fuente: Josué David Castillo Villeda

5.2 Materiales Equipos

Los materiales y herramientas utilizados en la investigación incluyeron computadora, marcadores, impresora, cámara fotográfica, lápices tinta y grafito, cartulina, papel bond tamaño carta, grapadora, tablero y grabadora de audio. También se emplearon el Sistema de Información Geográfica QGIS y Google Earth, y para tabular y analizar datos se usaron Microsoft Excel e InfoStat.

5.3 Enfoque Metodológico

Esta investigación adoptó un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos. El análisis cuantitativo se centró en examinar la variabilidad climática histórica en la zona de estudio, utilizando datos y estadísticas para comprender patrones y tendencias climáticas. Este enfoque proporcionó una base sólida para evaluar objetivamente los cambios climáticos en la región.

Por otro lado, el enfoque cualitativo exploró la percepción de las comunidades frente a estos antecedentes climatológicos. A través de entrevistas, grupos focales y encuestas abiertas, se buscó comprender las experiencias, opiniones y adaptaciones que las poblaciones locales habían desarrollado en respuesta a la variabilidad climática. La combinación de estos enfoques permitió una comprensión integral, enriqueciendo la investigación con datos cuantitativos y cualitativos para una evaluación más completa y contextualizada de la dinámica climática y su impacto en las comunidades.

5.4 Muestreo

Se optó por un enfoque de muestreo no probabilístico debido a la variabilidad en la población de cada comunidad. Específicamente, se aplicó la técnica de bola de nieve, identificando actores clave en la comunidad que señalaron y conectaron con otros productores involucrados en diversos medios de vida agropecuarios. Este enfoque permitió una exploración ágil y completa de la diversidad de prácticas agrícolas en la región, utilizando conexiones personales y conocimientos locales para expandir la muestra de participantes de manera orgánica y representativa.

5.5 Procedimiento Metodológico

5.5.1 Fase 1. Caracterización de los medios de vida.

Paso 1, Entrevista a actores claves.

Se realizaron entrevistas a actores claves, como patronatos, técnicos de la municipalidad y técnicos de la ONG AMUPROLAGO. Se enlistaron e identificaron los diferentes medios de vida existentes, y también se recaudó información de informes, libros y documentos ya existentes en la institución, lo cual sirvió para la identificación de los medios de vida en la zona. Esto permitió obtener un mejor panorama de lo que se podría encontrar al momento de ir a las comunidades y facilitó la identificación de las preguntas más importantes que ayudarían a recaudar la información necesaria.

Paso 2. Entrevista a productores

Una vez obtenido un reconocimiento general, se llevó a cabo una entrevista semiestructurada con diversas familias que participaban en los medios de vida previamente identificados. Durante dicha entrevista, se exploraron las variables tanto para la producción animal como para la producción vegetal (Tabla 1), con el propósito de caracterizar y analizar de manera integral las prácticas laborales y las estrategias de subsistencia de estas comunidades. Estas variables proporcionaron un marco completo para evaluar la interacción entre las dinámicas culturales, económicas y medioambientales que influían en los medios de vida de cada familia entrevistada.

Tabla 1. Variables para caracterizar los medios de vida.

N	MV Producción animal		MV producción vegetal	
	Variables a Medir	Unidad de Medida	Variables a Medir	Unidad de Medida
1	Área de Producción	Ha	Área de Producción	Ha
2	Cantidad de Producción	Libras	Cantidad de Producción	qq/Año
3	Cantidad de Consumo		Cantidad de Producción de Venta	
4	Cantidad de Venta		Cantidad de Producción Consumo propio	
5	Costos de producción Anual	Lps/Año	Disponibilidad de Agua	SI/NO
6	Ingresos de Producción Anual		Sistema de Riego	
7	Cantidad de Especie	Cantidad	Capacitaciones	
8	Número de Individuos Por Especie		Accesibilidad de distribución	
9	Destinados para producción de carne		Infraestructura de almacenamiento (Silos)	
10	Destinada para producción de (Leche, huevo, etc)		Maquinaria	
11	Disponibilidad de Agua	Si/No	Accesibilidad de préstamo	Lps/Año
13	Maquinaria		Ingresos de Producción	
14	Infraestructura para los animales		Costos de producción	
15	Capacitaciones y Apoyo de Instituciones		Pérdidas Anuales (Por fenómenos climáticos)	

Paso 3. Análisis Financiero

Para fortalecer la caracterización de los medios de vida agropecuarios, se implementó un análisis financiero exhaustivo. Este análisis, centrado en aspectos financieros clave como los ingresos totales y los costos de producción, empleó una evaluación detallada de las variables pertinentes. El objetivo fue obtener una visión más precisa sobre la rentabilidad

y la sustentabilidad de estos medios de vida, proporcionando así información crucial para la toma de decisiones estratégicas. Al destacar los indicadores financieros, el análisis permitió identificar áreas de vulnerabilidad y determinar qué factores impactan más significativamente en la viabilidad económica de las actividades agropecuarias.

Ingresos Netos

Para calcular los ingresos netos anuales sin considerar el impacto del cambio climático, se restó el total de costos del total de ingresos. Esta operación financiera fue esencial para evaluar la viabilidad económica de cualquier proyecto agrícola, ya que proporcionó una visión clara de los beneficios generados exclusivamente por la actividad productiva, sin la interferencia de factores externos como el clima. La fórmula utilizada para este cálculo fue una práctica estándar en el análisis financiero de proyectos agrícolas y ha sido ampliamente documentada en la literatura económica. Según Gittinger (1982), este enfoque permitió a los productores y analistas obtener una medida precisa de la eficiencia operativa del negocio agrícola.

Evaluación del Impacto del Cambio Climático

El impacto del cambio climático en los ingresos se reflejó directamente en las pérdidas reportadas por los agricultores. Estas pérdidas pudieron deberse a una variedad de factores relacionados con el clima, como sequías prolongadas, inundaciones, cambios en los patrones de precipitación y temperaturas extremas, los cuales afectaron negativamente la producción agrícola. Para entender plenamente el efecto del cambio climático en la viabilidad económica de una operación agrícola, fue esencial restar las pérdidas atribuibles al cambio climático de los ingresos netos. Este ajuste permitió obtener una visión clara y precisa de cómo las condiciones climáticas adversas estaban afectando la rentabilidad del negocio, según el IPCC (2019).

Cálculo de Pérdidas Totales

Para obtener un análisis financiero integral, fue crucial sumar las pérdidas por cambio climático y cualquier otro factor que causara pérdidas en el negocio agrícola. Estos

factores adicionales pudieron incluir plagas, enfermedades, fluctuaciones en los precios de insumos y cambios en las políticas gubernamentales. Al integrar todas estas pérdidas, se logró una comprensión completa de la situación financiera. Esta práctica aseguró que todas las fuentes de pérdida fueran consideradas, proporcionando una imagen precisa de la viabilidad económica. La fórmula utilizada para este propósito fue fundamental en el análisis financiero, permitiendo identificar y cuantificar todas las áreas problemáticas que afectaban la rentabilidad (Norton *et al.* 2010).

Este análisis financiero proporcionó una mejor perspectiva sobre los medios de vida más afectados, ofreciendo una comprensión más clara de su dinámica económica. Al considerar variables como la eficiencia en la gestión de costos y la variabilidad de ingresos, se estableció una base sólida para abordar los desafíos identificados y optimizar la resiliencia de los medios de vida. La información obtenida se convirtió en una valiosa herramienta para la toma de decisiones, permitiendo a los actores relevantes adoptar enfoques más informados y estratégicos para mejorar la sostenibilidad y la viabilidad económica de estos medios de vida.

5.5.2 Fase 2 Efectos de la variabilidad climática.

Paso 1. Ocurrencia de la variabilidad climática

Recopilación de datos de estaciones meteorológicas.

Para conocer la exposición de los medios de vida ante la variabilidad climática, se utilizaron los datos satelitales de bases de datos internacionales, como la interfaz web de la NASA DAVE. Se recopilieron datos de los puntos más cercanos y se tomaron en cuenta los datos de los últimos 30 años para poder identificar la variación climática que ha ocurrido con el paso del tiempo, identificando variables como la precipitación y la temperatura. Con ello, se buscó comprender cómo se ha comportado el clima en las diferentes épocas.

Para analizar los datos recopilados, se utilizó el programa R, empleando paquetes y códigos especializados con el objetivo de identificar de manera precisa las tendencias

climáticas a lo largo del tiempo y la variación estacional. Esta aproximación técnica permitió profundizar en la comprensión de los patrones climáticos que impactaron los medios de vida agropecuarios.

Percepción de la Población sobre la Ocurrencia de la Variabilidad Climática

Para conocer cómo la población local percibió los diferentes impactos climáticos, se llevó a cabo una entrevista semiestructurada con familias seleccionadas previamente, considerando siete variables: olas de calor, cambios de temperatura, olas de frío, inundaciones, lluvias extremas, vientos fuertes, sequías y cambios en la precipitación. Este enfoque proporcionó datos detallados sobre los fenómenos climáticos que tuvieron un mayor impacto en los distintos medios de vida.

En el análisis de las variables, se empleó un enfoque basado en el rango de frecuencia e intensidad. Para la evaluación de la frecuencia e intensidad, se utilizaron seis niveles de afectación del 0 al 5, siendo 0 nada, 1 muy poco, 2 poco, 3 medio, 4 alto y 5 muy alto. Estos rangos se agruparon en tres niveles (1, 2 y 3), donde 1 representó un nivel de afectación bajo, 2 un nivel moderado y 3 un nivel de afectación alto. Al diferenciar entre la frecuencia y la intensidad en estos tres niveles, se obtuvo una comprensión más completa y matizada de la influencia de los fenómenos climáticos en la vida de la comunidad (Cuadro 2).

Cuadro 2. Índice de exposición climática

Rango		Nivel
0	Nada	1
1	Muy Poco	
2	Poco	2
3	Medio	
4	Alto	3
5	Muy Alto	

Paso 2. Efectos de la variabilidad climática en los medios de vida.

Ya identificadas las amenazas, se realizó una entrevista semiestructurada a los jefes de familias que desarrollan los medios de vida. La evaluación se centró en cuatro capitales fundamentales (físico, financiero, humano y natural), utilizando 9 indicadores para todos los capitales en producción animal y 10 para producción agrícola (Tabla 2) para cada amenaza identificada. Esto permitió obtener un porcentaje preciso que reflejó la afectación de cada amenaza identificada en los diversos medios de vida.

Tabla 2. Indicadores para evaluar los efectos de la variabilidad climática

MV	Indicador	Rango de afectación		
		Alta	Media	Baja
M.V Producción animal	Producción anual Leche			
	Producción anual carne			
	Pasturas			
	Enfermedades			
	Plagas			
	Disponibilidad de Agua			
	Reproducción			
	Crías			
	Desplazamiento			
M.V Producción Vegetal	Producción anual			
	Degradación del suelo			
	Disponibilidad de Agua			
	Enfermedades			
	Plagas			
	Cambio en el ciclo vegetativo			
	Calidad de producto			
	Mano de obra			
	Precio de venta			
	Adopción de semillas mejoradas			

Se procedió a calcular el grado de afectación mediante una escala de desempeño de cinco niveles (0, 1, 2, 3, 4 y 5), cada uno asociado con su respectiva evaluación de impacto: 0 (Nada), 1 (Muy Poco), 2 (Poco), 3 (Medio), 4 (Alto) y 5 (Muy Alto). Posteriormente, se consolidaron estas calificaciones en tres niveles generales, donde las puntuaciones 0 y 1 indicaron un nivel bajo de sensibilidad, 2 y 3 señalaron un nivel medio, y las puntuaciones 4 y 5 reflejaron un nivel alto de sensibilidad. Este enfoque estratificado permitió una evaluación más refinada de la afectación, proporcionando una comprensión detallada de los diferentes niveles de sensibilidad frente a las amenazas identificadas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Clasificación de los niveles para determinar el grado de sensibilidad

Sensibilidad		Nivel
0	Nada	1
1	Muy Poco	
2	Poco	2
3	Medio	
4	Alto	3
5	Muy Alto	

Para una mayor comprensión visual, se asignaron tres colores distintos para identificar los niveles de sensibilidad. El color verde se empleó para representar una baja sensibilidad, el amarillo indicó una sensibilidad moderada, y el rojo representó una alta sensibilidad. Esto proporcionó una rápida y clara visualización de la evaluación, permitiendo que los resultados fueran fácilmente interpretados, lo que facilitó la toma de decisiones informadas y la implementación de medidas pertinentes en respuesta a los niveles identificados de sensibilidad ante las amenazas.

5.5.3 Fase 3. Capacidad de adaptación de los medios de vida ante la variabilidad climática.

Paso 1. Percepción Local de capacidad de adaptación

Por medio de la entrevista semiestructurada, se buscó reconocer las medidas adaptativas que los productores utilizaban en sus diferentes medios de vida para poder adaptarse ante los efectos de la variabilidad climática. Para caracterizar estas medidas de adaptación, se usaron 10 indicadores (Tabla 3), los cuales reflejaron las acciones implementadas ante las diferentes amenazas climáticas presentes en la zona.

Tabla 3. Variables para evaluar medidas de adaptación

N	MV producción vegetal				N	MV producción animal			
	Indicador	Baja	Media	Alta		Indicador	Baja	Media	Alta
1	Conservación de suelo				1	Cosecha de Agua			
2	Reservorio de Agua				2	Mejoramiento de Razas			
3	Sistema de Riego				3	Gestión del Agua			
4	Uso de Fertilizantes				4	Manejo del Pastoreo			
5	Semillas Mejoradas				5	Inseminación artificial			
6	Semillas Criollas				6	Suplementación Nutricional			
7	Integración de Tecnología				7	Desarrollo de Sistemas Agroforestales			
8	Desarrollo de Sistemas Agroforestales				8	Integración de Tecnología			
9	Policultivos				9	Mejora de infraestructura			
10	Capacitaciones				10	Indicador de salud animal			
11	otros				11	otros			

Paso 2. Índice de capacidad

Para elaborar el índice de capacidad de los medios de vida ante los efectos climáticos mediante las medidas de adaptación, se llevó a cabo una evaluación de variables con clasificaciones de efectividad en los niveles de Nada, Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto y Muy Alto. Cada nivel recibió una asignación numérica: 0 para Nada, 1 para Muy Bajo, 2 para Bajo, 3 para Medio, 4 para Alto y 5 para Muy Alto. Estos valores (0, 1, 2, 3, 4 y 5) se agruparon en tres niveles, donde las puntuaciones 0 y 1 indicaron un nivel bajo de efectividad, 2 y 3 señalaron un nivel medio, y las puntuaciones 4 y 5 reflejaron un nivel alto de efectividad (Cuadro 4).

Cuadro 4. Índice de efectividad de las medidas de adaptación

Nivel de efectividad		Nivel
0	Nada	1
1	Muy Bajo	
2	Bajo	2
3	Medio	
4	Alto	3
5	Muy Alto	

Paso 3. Análisis Del índice de capacidad.

Paso 4. Limitantes de adaptación en los medios de vida

Con el propósito de identificar las limitaciones que enfrentó la comunidad para lograr una adaptación efectiva a la variabilidad climática en sus medios de vida, se llevó a cabo una entrevista semiestructurada a los productores. Esta entrevista permitió identificar tanto las debilidades como las amenazas presentes en la situación. A través de este proceso, se logró discernir las limitantes específicas que afectaron la capacidad de adaptación de los medios de vida en la comunidad.

Análisis Cuello de Botella

Mediante el análisis de cuello de botella, se identificaron de manera detallada todas aquellas limitaciones que afectaron la capacidad de adaptación de los medios de vida agropecuarios en la cuenca del Lago de Yojoa. Este enfoque permitió examinar los obstáculos específicos que impedían a los agricultores implementar estrategias efectivas para enfrentar la variabilidad climática, incluyendo factores como la falta de acceso a recursos financieros, infraestructura inadecuada, y la escasa transferencia de conocimientos técnicos. Además, el análisis de cuello de botella también ayudó a resaltar las áreas críticas donde se requería intervención urgente, permitiendo priorizar las acciones necesarias para mejorar la resiliencia de estos medios de vida. A través de este análisis, se desarrollaron recomendaciones más precisas y contextualizadas que pudieron ser implementadas por los agricultores y las instituciones locales para fortalecer su capacidad de adaptación frente a los desafíos climáticos actuales y futuros. (Figura 2)

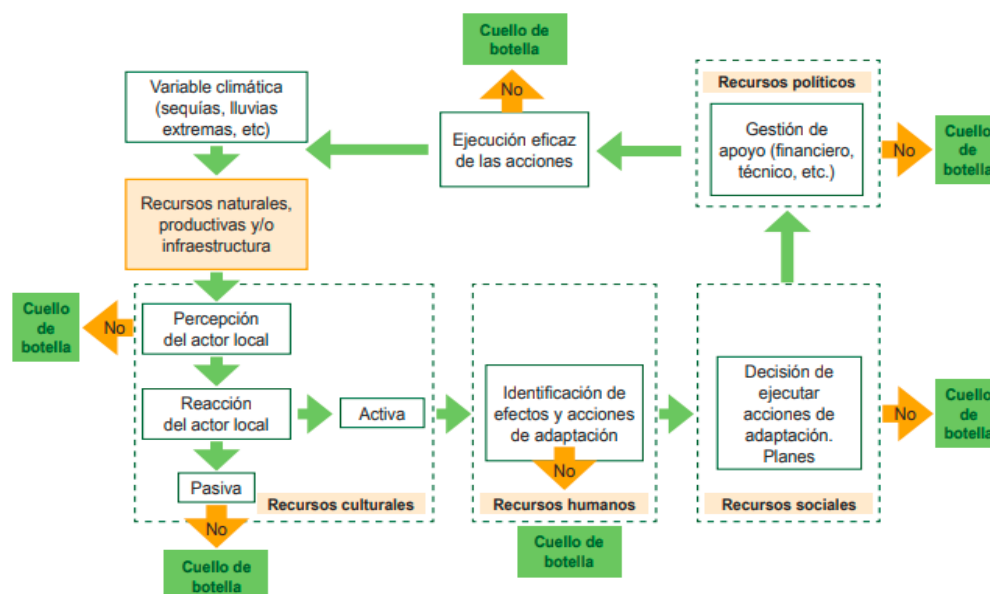


Figura 2. Marco para la evaluación de la capacidad adaptativa en medios de vida agrícola Imbach y Prado (2013).

5.5.4 Análisis de Resultado

Se implementó un análisis de componentes principales (PCA) para explorar y comprender las correlaciones existentes entre los medios de vida y las variables asociadas con los efectos de la variabilidad climática. Este enfoque permitió identificar patrones subyacentes y evaluar la magnitud de la influencia de diversas variables climáticas en los medios de vida. Este análisis se llevó a cabo con el objetivo de obtener una comprensión más holística de las relaciones entre los factores climáticos y los impactos en los medios de vida, proporcionando así información valiosa para la toma de decisiones. Así mismo se utilizó análisis descriptivos para las diferentes respuestas por parte de los productores.

VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Medios de vida agropecuarios en el Lago de Yojoa.

En la zona noroeste del Lago de Yojoa, se observó una predominancia de los medios de vida agrícolas sobre los pecuarios. La región se caracteriza por una diversidad significativa de cultivos frutales, incluyendo (guanábana, cítricos, cacao, aguacate y rambután) que cubre el 41.18 %, el café se encuentra 35.29 % de actividad, además, se cultivan diversas hortalizas como (repollo, zanahoria, remolacha, culantro y zapallo) que equivale al 17.65% y la ganadería con un 5.88% (Figura 3).

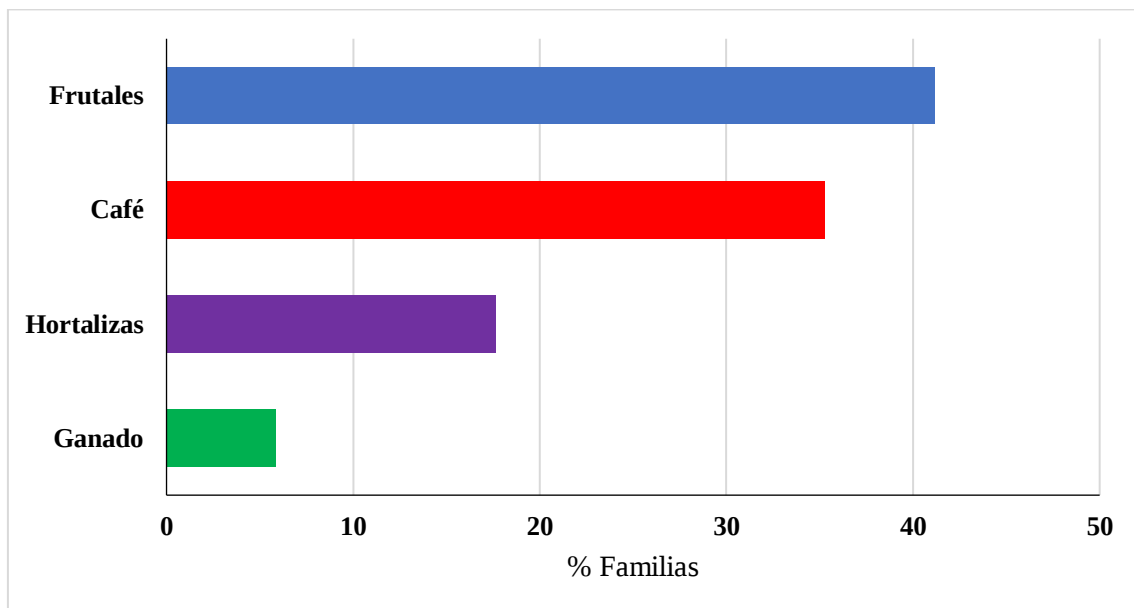


Figura 3. Principales Medios de Vida Agropecuarios

De acuerdo con Romonti y Peretti (2007), en las últimas décadas han surgido nuevos medios de vida que se han adaptado a las condiciones del clima cambiante de la zona entre los principales cultivos comerciales predominan la yuca, el café, la caña de azúcar, la piña y los viveros industriales. Actualmente, Se observa un crecimiento notable en la producción de hortalizas y cultivos frutales. Estos cultivos emergentes han empezado a

establecerse de manera significativa en el mercado, ofreciendo nuevas oportunidades comerciales para los agricultores locales.

Según SAG-MARENA (2006), el tipo de actividad agropecuaria está influenciado por el relieve de la zona. En las áreas más elevadas predominan la agricultura tradicional, como el cultivo de café y frutal como ser el aguacate y hortalizas como repollo, zanahoria, remolacha, culantro y zapallo cultivándose en menor escala. En contraste, en las zonas bajas se practica una agricultura más tecnificada, con un énfasis notable en los cultivos frutales.

Asimismo, el tipo de actividad agropecuaria que se llevará a cabo está influenciado por su propósito, ya sea de subsistencia o comercial (Romonti y Peretti 2007). Más del 75% de la población de la zona noreste del Lago de Yojoa Honduras en especial en Santa Bárbara hacen uso de la actividad agropecuaria como subsistencia (MFEWS 2005). Sin embargo, en el caso del cultivo de café, hortalizas y frutales en la zona noroeste del Lago de Yojoa, la mayor parte de la producción se destina al comercio, dejando una mínima porción para la subsistencia de las familias (Tabla 1).

En las zonas altas, los productores de café complementan su actividad con el cultivo de hortalizas, generalmente cerca de sus casas, y a menudo asocian el aguacate con las hortalizas como cultivo frutal. Estas estrategias diversificadas les permiten fortalecer la seguridad alimentaria en sus hogares. En contraste, en las zonas bajas, la mayoría de los agricultores se dedican principalmente a la producción de frutales, con una pequeña parte dedicada a la ganadería.

6.1.1 Caracterización de los medios de vida agrícolas

Los principales medios de vida agrícolas en la zona noroeste de la cuenca del Lago de Yojoa se limitan a la producción de frutales (guanábana, cítricos, cacao, aguacate y rambután) y hortalizas (repollo, zanahoria, remolacha, culantro y zapallo). Sin embargo, varían en función de la condición climatológica. Es preciso mencionar que en esta zona ha predominado por muchas décadas el cultivo de café y es considerado un medio de vida

tradicional de las familias, no obstante, las condiciones climáticas cambiantes han incentivado al desarrollo de nuevos cultivos como en frutales (Aguacate, guanábana, cítricos, cacao, aguacate y rambután) y hortalizas (repollo, zanahoria, remolacha, culantro y zapallo).

Para obtener los promedios de anuales de los ingresos totales, los costos y sus pérdidas se realizó mediante la percepción de las personas entrevistadas obteniendo así los diferentes precios de venta, sus costos anuales en producción total y lo que ellos estiman que pierden en un año por las diferentes causas de la variabilidad climática que afectan los diferentes indicadores a estudiar. Es importante aclarar que las pérdidas van guiadas a causas de la variabilidad climática tanto de manera natural y de manera antropogénica.

a) Producción de café

El cultivo de café es una actividad clave en la zona noreste de la periferia del Lago de Yojoa, donde es trabajado por el 35.2% de la población. En promedio, cada productor dispone de 2.36 hectáreas de terreno, con una producción media de 45.58 quintales al año, alcanzando máximos de 100 quintales y mínimos de 6 quintales por año. La mayor parte de la producción total que representa el 99% se destina al comercio y apenas un 1% se reservan para el consumo propio (Tabla 4).

Tabla 4. Indicadores productivos de los principales Medios de Vida Agrícolas.

Indicadores	Medios de vida		
	Café	Hortalizas	Frutales
Área Total/ Ha	2.36	1.5	5.80
Producción/ qq	45.58	29.83	142.85
Venta/qq	45	29.5	116.47
Consumo/ qq	0.58	0.33	26.35
Ingreso Anual/ L	L309,016.67	L40,666.67	L645,461.08
Costos/ L	L80,000.00	L12,000.00	L79,942.86
Pérdidas/ L	L85,833.33	L8,833.33	L97,114.29

La seguridad alimentaria de la zona está muy relacionada con la comercialización del café, si el precio internacional del café es bueno, habrá riqueza y abundancia de alimentos en la zona, si es malo sucederá lo contrario (MFEWS 2005). Se identificó una variación en los precios de venta del café en el mercado, con un promedio de L6,955.56 por quintal. Sin embargo, en algunas épocas, el precio puede bajar hasta L4,000.00 por quintal y, en su mejor momento, alcanzar hasta L9,000.00 por quintal. Además, el precio del café está vinculado a su calidad, siendo el café de altura el mejor remunerado.

Cabe destacar que, a pesar de ser el café uno de los principales medios de comercio en la zona, su cultivo ha disminuido significativamente. Los productores señalan la falta de asesoría técnica especializada para implementar prácticas agrícolas sostenibles y los efectos del cambio climático como las principales responsables de estas reducciones en la producción. No obstante, también mencionan que carecen de acceso a financiamiento, poca infraestructura para el procesamiento y la transformación del café, escasez de recursos hídricos limitando la capacidad de mantener la calidad óptima del cultivo, agravando aún más la situación socioeconómica de las familias en el Lago de Yojoa (Figura 4).

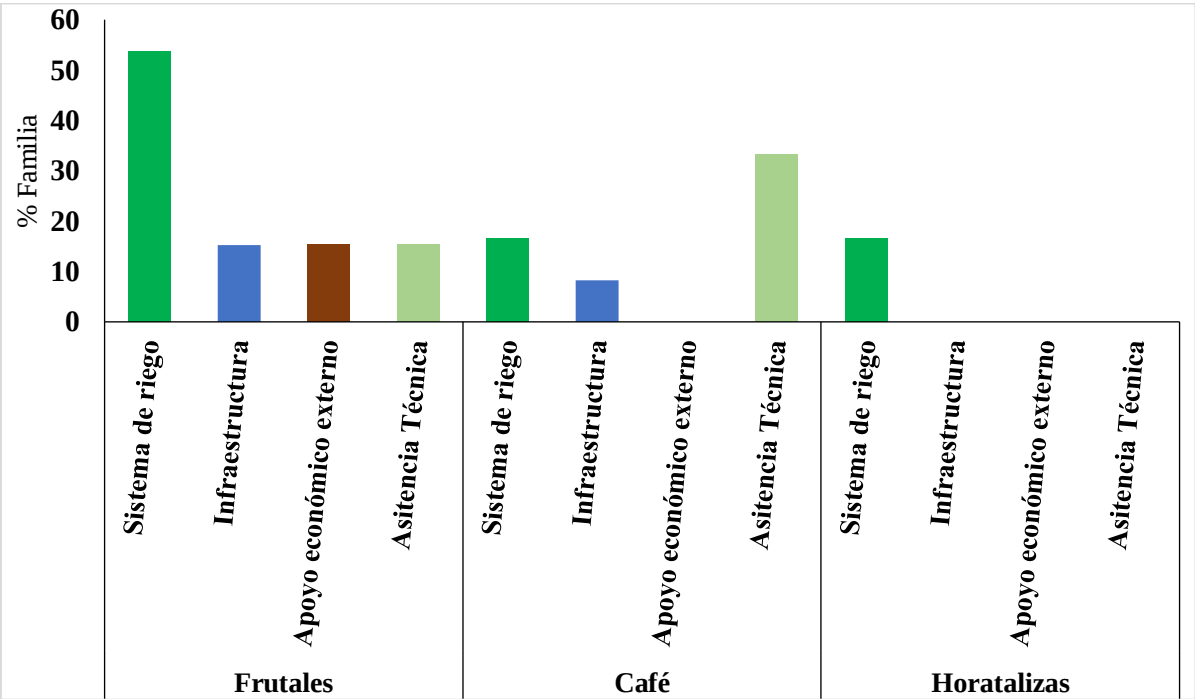


Figura 4. Limitantes de los medios de vida agrícolas.

b) Producción de hortalizas

Las hortalizas representan otro cultivo fundamental para el comercio y la subsistencia en la zona. Según (MFEWS 2005), este cultivo contribuye con el 42% de la producción nacional de alimentos, lo cual es crucial para el consumo interno. De acuerdo con AMUPROLAGO (2003), la actividad hortícola se concentra predominantemente en la zona norte y noreste de la cuenca del Lago de Yojoa. La producción de hortalizas no solo apoya la seguridad alimentaria, sino que también genera ingresos significativos para los agricultores locales. La concentración de esta actividad en las áreas mencionadas resalta su importancia económica y social en la región.

El cultivo de hortalizas se realiza en un promedio de 1.5 hectáreas de tierra por productor, con una producción anual de 29.83 quintales (Tabla 1). De esta producción, el 98% se destina a la venta, mientras que solo el 2% se consume a nivel doméstico, lo que destaca la alta orientación comercial de este cultivo. Entre las hortalizas cultivadas en la región se encuentran el repollo, el culantro, la zanahoria, la remolacha y el rábano. Estos cultivos no solo contribuyen a la seguridad alimentaria local, sino que también representan una fuente importante de ingresos para los agricultores.

A pesar de la relevancia comercial de las hortalizas, los productores evitan intensificar su cultivo debido al temor de perder cosechas, ya que no cuentan con la capacitación necesaria (Figura 2). Argumentan que un mayor apoyo económico les permitiría asumir más riesgos en esta actividad. Por lo tanto, aunque las hortalizas son importantes, su rol es secundario en comparación con el cultivo de café, que sigue siendo la principal prioridad para los agricultores.

c) Producción de frutales

Los cultivos de frutas desempeñan un papel crucial en la economía del país. Entre 2016 y 2020, el valor de las exportaciones de frutas aumentó en un 2.8%, pasando de US\$

599.8 millones en 2016 a US\$ 668.8 millones en 2020 (UPEG-SAG 2021). Este crecimiento refleja la capacidad del sector frutal para satisfacer la creciente demanda de alimentos, impulsada tanto por el aumento de la población como por los cambios en las dietas globales que elevan la demanda de ciertos productos (CEPAL *et al.* 2012). Además, la producción de frutas puede adaptarse para responder a las tendencias emergentes en el consumo alimentario.

En la zona noroeste de la periferia del Lago de Yojoa, la fruticultura es una actividad destacada, representando el 41.18% de la producción agropecuaria en la región (Figura 1). Entre los cultivos frutales predominan el rambután, con un 36% de participación, los cítricos con un 29%, el aguacate con un 21%, y el cacao y la guanábana con un 7% (Figura 5). Los productores manejan en promedio 5.80 hectáreas de terreno para cultivos perennes, logrando una producción anual promedio de 142.85 quintales. De esta producción, el 81.5% se destina a la venta y el 18.4% se utiliza para consumo doméstico (Tabla 5).

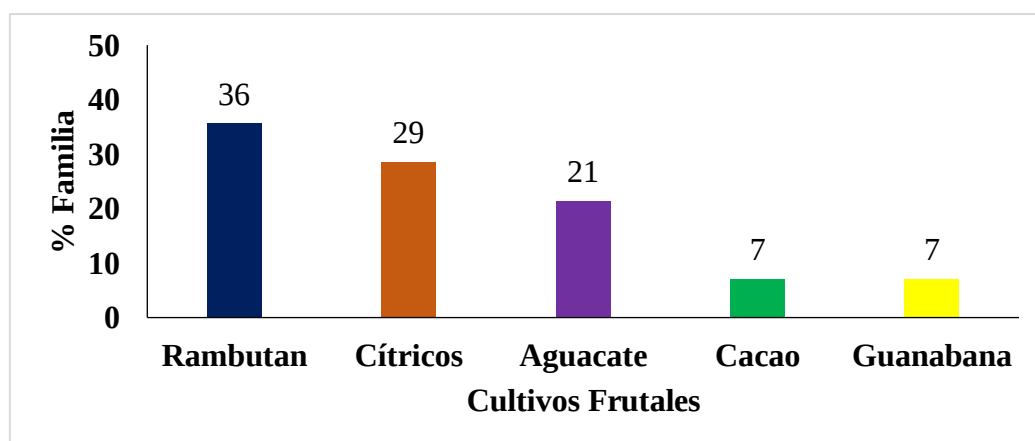


Figura 5. Principales cultivos frutales.

El cultivo de frutales en la zona suele contar con sistemas de riego adecuados y disponibilidad de agua para la siembra. Los productores emplean métodos de producción sostenibles, como el uso de abonos orgánicos, la cobertura del suelo con materia orgánica y la diversificación de cultivos en las parcelas. Sin embargo, muchos carecen de la maquinaria e infraestructura necesarias para optimizar sus actividades agrícolas. Además,

la falta de apoyo externo y capacitación técnica limita su capacidad para aumentar la producción más allá de los niveles actualmente establecidos (Figura 2).

6.1.2 Caracterización de los medios de vida pecuarios

Los medios de vida pecuarios representan un pilar fundamental para el sustento económico y la seguridad alimentaria de las comunidades rurales, especialmente en áreas de alta vulnerabilidad social y ambiental. En la zona noroeste del Lago de Yojoa, Honduras, esta actividad se desarrolla con mayor influencia en las zonas bajas que han presentado una reducción, influenciada por la presión sobre los recursos naturales y el cambio en los usos del suelo. Esta disminución no solo afecta la capacidad de generación de ingresos, sino que también compromete la sostenibilidad ecológica y la resiliencia de las familias agropecuarias. Según Hernández y López (2021), la disminución de actividades pecuarias en estas áreas está vinculada a la expansión de cultivos comerciales y el aumento en la urbanización, lo que ha llevado a una transformación del paisaje y a la pérdida de pastizales tradicionales.

Ganadería bovina

La ganadería es una actividad pecuaria de gran importancia para la economía del país, y se encuentra distribuida en los 18 departamentos, siendo uno de los principales medios de vida para muchas familias hondureñas (Catie s. f.). En términos de comercio exterior, hasta octubre de 2019, se registraron exportaciones de animales vivos de la especie bovina. Además, en el mismo período, se exportaron aproximadamente 20,502 toneladas métricas de leche y sus derivados (UPEG-SAG, Trimestre 2019).

Si bien, existe actividad ganadera en las periferias del Lago de Yojoa, no se considera un medio de vida predominante, ya que solo unas pocas familias participan en ella. Los productores poseen en promedio 10.13 hectáreas, con más del 96% destinadas a potreros y el 4% a zacate de corta, sin áreas boscosas debido al uso de terrenos alquilados. Su principal ingreso proviene de la venta de leche, pero la ganadería ha disminuido porque

la comercialización es limitada debido a los bajos precios de la leche y los altos costos de mantenimiento del ganado. Predominan las razas Holstein y cruces de Brahman y Pardo, alimentadas con zacate estrella, Cuba 22 y pasto natural. Con un promedio de 39 cabezas de ganado, de las cuales 9 se dedican a la producción lechera, los productores enfrentan desafíos sanitarios como el control de la anaplasmosis y la reducción de infestaciones de garrapatas y tórsalos, especialmente durante la temporada seca.

Es importante destacar que el 100% de la actividad ganadera se localiza en las zonas bajas de la cuenca, donde los productores no enfrentan problemas de disponibilidad hídrica y cuentan con suplementos alimenticios para el ganado. No obstante, la insuficiente transferencia de conocimientos sobre prácticas sostenibles y la falta de capacitación técnica especializada convierten esta actividad en un medio de vida difícil de sostener. Además, los precios extremadamente bajos de compra de la leche limitan el crecimiento y desarrollo de los productores en este sector (Figura 6).

6.1.3 Análisis Financiero de los medios de vida agrícolas

Hacer un análisis financiero para medios de vida agropecuarios es esencial para evaluar la viabilidad y sostenibilidad económica de las actividades agrícolas. Este análisis permite a los agricultores entender sus costos, ingresos y ganancias netas, facilitando decisiones informadas sobre inversiones y estrategias de producción (Jones & Thornton, 2003). Además, identifica áreas para reducir costos y mejorar la eficiencia, maximizando los beneficios económicos (Perfecto *et al.*, 2014). Evaluar el impacto de factores externos, como el cambio climático, en la rentabilidad es crucial para implementar estrategias de mitigación y adaptación (Läderach *et al.*, 2013).

El análisis financiero realizado en la zona noroeste de la Cuenca del Lago de Yojoa, Honduras, se realizó desde la perspectiva de la población productora como ellos han percibido sus pérdidas que pueden o no pueden ser por causa de la variabilidad climática. Los cultivos de café, hortalizas y frutales, que representan los principales medios de vida en esta región, experimentan una reducción notable en sus ingresos netos debido a las

pérdidas ocasionadas por factores climáticos adversos. El impacto del cambio climático es más pronunciado en el cultivo del café, seguido por el de los frutales y las hortalizas, lo que refleja la vulnerabilidad de estos sistemas productivos a las condiciones del clima cambiante (Tabla 5).

Tabla 5. Análisis financiero de los medios de vida agrícolas

	Café	Hortalizas	Frutales
Ingresos/ Año	L309,016.67	L40,666.67	L645,461.08
Costos/ Año	L80,000.00	L12,000.00	L79,942.86
Ingresos Netos Sin Cambio Climático/ Año	L229,016.67	L28,666.67	L565,518.22
Pérdidas relacionadas al Cambio Climático	L85,833.33	L8,833.33	L97,114.29
Ingresos Netos con cambio climático	L143,183.33	L19,833.33	L468,403.94

Los resultados muestran que, sin la influencia del cambio climático, los ingresos netos de los productores serían considerablemente más altos, permitiendo una mayor estabilidad económica y sostenibilidad en la región. Sin embargo, las pérdidas relacionadas con el cambio climático, que incluyen desde eventos extremos como sequías e inundaciones hasta la proliferación de plagas y enfermedades, han reducido drásticamente los ingresos, afectando la capacidad de los productores para mantener su nivel de vida y continuar invirtiendo en sus tierras.

Este análisis, evidencia la urgente necesidad de implementar políticas públicas y estrategias de manejo para reducir las pérdidas causadas por el cambio climático en Honduras. Según IHCAFE (2021), las pérdidas en la producción de café han superado el 20% en los últimos años debido a factores climáticos adversos, mientras que Boletín Agroestadísticas de Honduras (2020) reporta que cultivos como los frutales han visto reducciones de hasta un 15% en sus rendimientos anuales.

6.1.4 Análisis Financiero Ganado Vacuno

El análisis de los ingresos netos de la producción ganadera en la zona del Lago de Yojoa refleja una realidad preocupante para los productores locales. Con ingresos anuales de L274,875.00 y costos de L105,250.00, los ganaderos obtienen ingresos netos sin la influencia del cambio climático de L169,625.00. Sin embargo, cuando se consideran las pérdidas atribuibles al cambio climático, que ascienden a L54,560.46, los ingresos netos se reducen drásticamente a L115,064.54. Este impacto significativo muestra cómo el cambio climático puede erosionar la rentabilidad de las actividades agropecuarias, poniendo en riesgo la sostenibilidad económica de los pequeños y medianos productores (Magaña, 2013; FAO, 2020) (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis financiero del ganado vacuno.

Ganado	
Ingresos/ Año	L274,875.00
Costos/ Año	L105,250.00
Ingresos Netos Sin Cambio Climático/ Año	L169,625.00
Pérdidas relacionadas al Cambio Climático	L54,560.46
Ingresos Netos con cambio climático	L115,064.54

Para mitigar estos impactos, es crucial que los productores adopten estrategias de adaptación como la diversificación de cultivos y la gestión sostenible de los recursos hídricos. Según López y Martínez (2023), la implementación de prácticas resilientes al clima puede ayudar a los productores a reducir las pérdidas y mantener la estabilidad económica en tiempos de incertidumbre climática. Asimismo, la (FAO, 2023) enfatiza la importancia de la innovación tecnológica y el acceso a información **climática precisa** para mejorar la capacidad de respuesta de los sistemas agropecuarios frente a los desafíos que plantea el cambio climático.

6.2 Exposición del Lago de Yojoa ante la variabilidad climática

La variabilidad climática, caracterizada por cambios en los patrones de precipitación, ha comenzado a ejercer una influencia notable en la región del Lago de Yojoa. Entre los años 2000 y 2020, se ha observado un aumento tanto en la frecuencia como en la intensidad de eventos climáticos extremos, destacándose las lluvias torrenciales seguidas de prolongadas sequías. Estos fenómenos han afectado gravemente la estabilidad hídrica del Lago y, en consecuencia, la productividad agrícola en la zona (Martínez *et al.*, 2020). Estos cambios climáticos han provocado un considerable estrés hídrico, disminuyendo la capacidad de los agricultores para anticipar y gestionar sus cultivos de manera eficiente, lo cual ha tenido un impacto directo en la seguridad alimentaria y en la economía de las comunidades que dependen de estos recursos (FAO, 2019).

La presión por adaptarse a las nuevas condiciones climáticas ha llevado a muchos productores a cambiar sus prácticas agrícolas, algunas veces recurriendo a métodos más intensivos que deterioran la calidad del suelo. Este cambio ha resultado en una mayor deforestación en áreas cercanas al lago, exacerbando la erosión y contribuyendo a la sedimentación del lago. Estos procesos reducen la capacidad del Lago de Yojoa para sostener las actividades agropecuarias, ya que disminuyen la calidad del agua y la fertilidad del suelo (Martínez *et al.*, 2019).

Se realizó un análisis detallado del perfil de temperatura y precipitación en la zona del Lago de Yojoa, Honduras. Utilizando datos satelitales a 30 años (1994 a 2024) con un periodo de frecuencia diarios, proporcionados por la interfase web NASA POWER Dave, con coordenadas específicas de latitud 14.86 y longitud -87.9951. Para el análisis de temperatura, se emplearon datos promedio anuales a 2 metros de altura sobre la superficie, mientras que para la precipitación se consideró el total anual. Los datos obtenidos fueron procesados utilizando el programa R, lo que permitió descomponer la serie temporal en sus componentes observados, tendencia, estacionalidad y ruido aleatorio, brindando así un perfil climatológico completo de la región.

6.2.1 Precipitación

La serie observada muestra una notable variabilidad en la precipitación a lo largo de los años, destacando picos significativos que indican eventos de lluvias extremas, especialmente alrededor del año 2000 y en los años siguientes. Según Navarro Racines *et al.* (2018), los escenarios climáticos plantean aumentos de precipitación para la región R01 Valle de Sula hasta de un 5% para el año 2050 y disminuciones de hasta el 12% para fin de siglo. Se proyectan disminuciones en gran parte de la época lluviosa (Jun-Sep) y aumentos finalizando esta (Oct-Nov), lo que coincide con la tendencia observada, que muestra un aumento en la precipitación desde mediados de la década de 1990 hasta aproximadamente 2010, seguido de una leve disminución. Este patrón sugiere que la región experimentó un periodo de intensificación de las lluvias, alineado con las proyecciones climáticas para la zona (Figura 6).

La componente estacional muestra un claro patrón típico de las zonas tropicales, con picos de precipitación durante la temporada lluviosa, que generalmente ocurre entre mayo y octubre. Este comportamiento coincide con las observaciones históricas de la región, donde la temporada de lluvias es predecible y regular. El gráfico de ruido aleatorio revela variabilidad que no se explica por la tendencia o estacionalidad, indicando la presencia de factores aleatorios o eventos extremos sin un patrón definido. Entender estos patrones es esencial para planificar y gestionar los recursos hídricos, lo cual es fundamental para la sostenibilidad de los medios de vida agropecuarios en la cuenca del Lago de Yojoa.

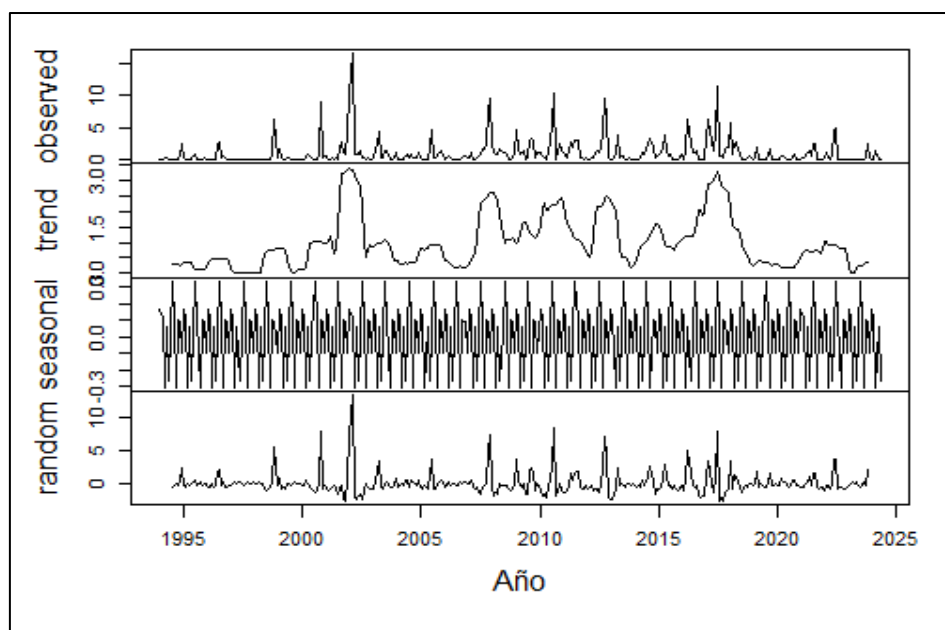


Figura 6. Perfil temporal de precipitación en la Cuenca del Lago de Yojoa, Honduras.

6.2.2 Temperatura

El análisis muestra la temperatura media observada se mantiene cercana a los 22.26 °C, pero se observan fluctuaciones que responden a variaciones tanto estacionales como a largo plazo (Figura 7). La tendencia muestra un aumento gradual de la temperatura por encima de la media en los años 2000 hasta aproximadamente 2020, seguido de una ligera disminución en los años posteriores, lo cual podría estar relacionado con cambios en los patrones climáticos regionales. Cambios en la temperatura del agua y del aire pueden influir en la productividad de los cultivos y la salud del ganado, lo que repercute en los ingresos de las familias que dependen de estas actividades para su sustento (Argeñal, 2010).

En el componente estacional, se aprecia una marcada oscilación anual, que es consistente con las variaciones estacionales típicas del clima en Honduras, donde se experimentan periodos de lluvia y sequía bien definidos. Este patrón estacional refleja la influencia de factores como la radiación solar y las variaciones en la nubosidad, que afectan la temperatura del Lago de manera predecible cada año. Además, la fluctuación anual sugiere que, aunque la temperatura promedio se mantenga estable, hay variaciones

significativas durante el año que podrían afectar la dinámica ecológica del Lago (Pérez y Soto, 2015).

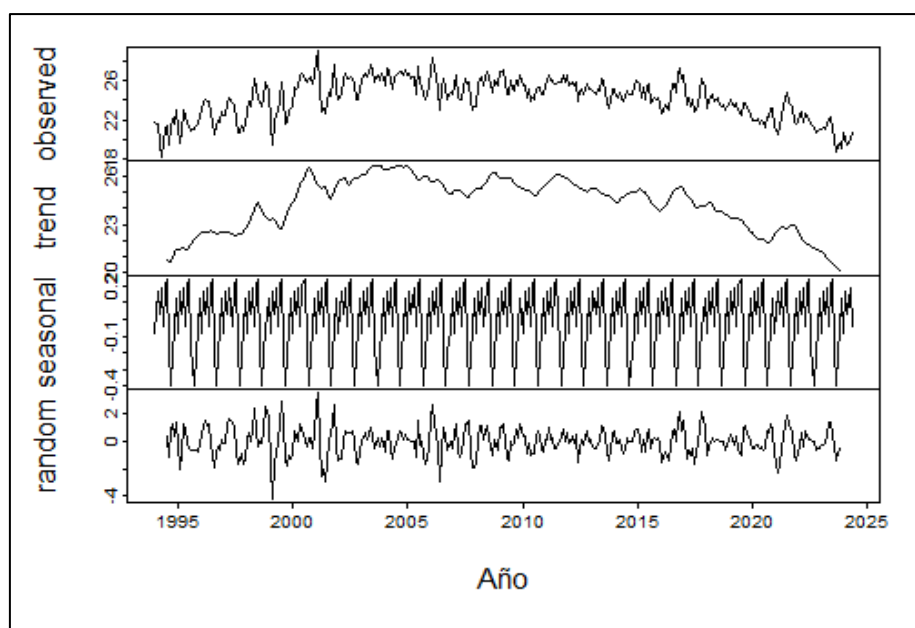


Figura 7. Perfil temporal de temperatura en la Cuenca del Lago de Yojoa, Honduras.

Argeñal y Méndez (2010) subrayan que las variaciones en la tendencia de la temperatura, como las observadas en el Lago de Yojoa, son indicativas de cambios climáticos más amplios que pueden tener repercusiones significativas en los medios de vida agropecuarios. Estos cambios no solo afectan los ciclos productivos y la disponibilidad de recursos, sino que también aumentan la vulnerabilidad de las comunidades rurales frente a fenómenos climáticos extremos como sequías o inundaciones.

6.2.3 Percepción de la población ante la variabilidad climática

La percepción de las familias en la zona noroeste del Lago de Yojoa, Honduras, sobre la intensidad de diversos eventos climáticos extremos, muestra que las olas de calor y las lluvias extremas son los eventos más intensos. Esto sugiere que estos fenómenos no solo son frecuentes, sino también severos, con un impacto significativo en la región. Las olas de frío también se presentan con una intensidad considerable, aunque ligeramente menor.

Los vientos fuertes y las sequías siguen en la lista, con intensidades moderadas. Las inundaciones, por otro lado, muestran la menor intensidad, sugiriendo que, aunque pueden ser eventos críticos, su severidad no es tan alta como la de otros fenómenos (Figura 8).

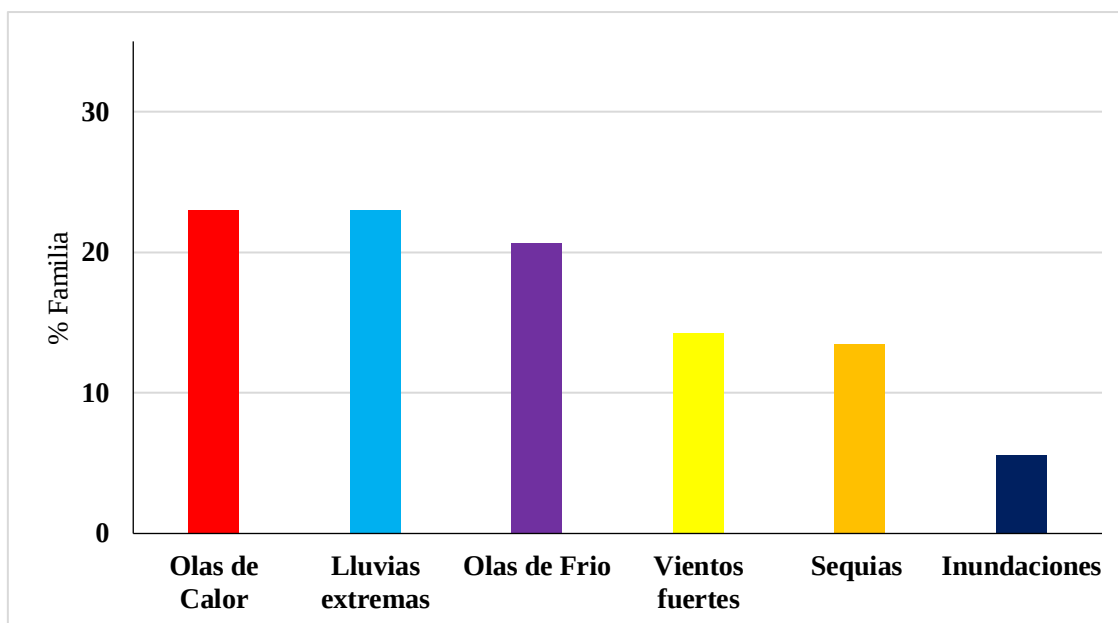


Figura 8. Percepción de la población a fenómenos climáticos

Olas de calor

Las olas de calor son períodos prolongados de temperaturas extremadamente altas que superan los valores normales para una región durante varios días o semanas. En la zona noroeste del Lago de Yojoa, estas olas de calor han sido percibidas con una alta intensidad, lo que afecta de manera directa los medios de vida agrícolas. Las temperaturas elevadas incrementan la evaporación del agua del suelo y provocan estrés en los cultivos, disminuyendo su capacidad de crecimiento y producción. Este fenómeno obliga a los agricultores a intensificar el riego, aumentando los costos y agotando las fuentes de agua disponibles, lo que pone en riesgo tanto las cosechas como la seguridad alimentaria de las familias que dependen de la agricultura (IPCC, 2021).

Lluvias extremas

Se refieren a episodios de precipitaciones intensas que ocurren en un corto período de tiempo, superando la capacidad del suelo y la infraestructura para manejar el exceso de agua. En la región del Lago de Yojoa, estas lluvias son percibidas como uno de los fenómenos climáticos más intensos, afectando gravemente los medios de vida agrícolas. Este fenómeno también puede dificultar la labor agrícola al encharcar los campos y hacerlos intransitables, afectando tanto la siembra como la cosecha (Martínez & López, 2018).

La población percibe que los meses con incremento de lluvias extremas se concentran desde inicios de mayo hasta octubre. Esta percepción se alinea con los datos meteorológicos que evidencian un aumento significativo en la precipitación durante el mes de mayo, marcando el inicio de la temporada lluviosa en la región. Este patrón es consistente con las observaciones climatológicas históricas, que indican una tendencia a la intensificación de las lluvias en este periodo, reflejando una correspondencia entre la percepción local y los registros de precipitación.

Índice de exposición climática de las familias en la Cuenca del Lago de Yojoa

De acuerdo con García et al. (2022), el cambio en los patrones climáticos ha intensificado y aumentado la frecuencia de eventos como las olas de calor y las lluvias extremas, impactando de manera directa los medios de vida agrícolas y la seguridad alimentaria de la población local. Este estudio identifica que las olas de calor y las lluvias extremas son los fenómenos climáticos con un nivel de afectación Alto en el área de estudio, que subraya la percepción de que estos eventos son los más devastadores. Los fenómenos con un nivel de afectación Moderado, como las olas de frío, los vientos fuertes, las sequías y las inundaciones, aunque menos severos, no deben ser subestimados (Tabla 7).

Tabla 7. Exposición climática de la población en la Cuenca del Lago de Yojoa.

Indicador	(0-1) Baja	(1-2) Media	(2-3) Alta
Sequías	1.8		
Olas de Calor	2.7		
Olas de Frio	1.3		
Vientos Fuertes	1.7		
Inundaciones	1.1		
Lluvias Extremas	2.5		

Índice de exposición climática de los medios de vida en la Cuenca del Lago de Yojoa

La identificación de los eventos climáticos extremos que afectan los medios de vida agrícolas es esencial para la planificación y adaptación en Honduras. Según el índice de exposición climática (Tabla 8), las sequías, combinadas con olas de calor, y en la época lluviosa las lluvias extremas, son los factores que más dañan los cultivos de café, frutales y hortalizas, reflejando una alta vulnerabilidad de estos sistemas ante condiciones adversas. Navarro Racines et al, (2018) subraya que la variabilidad climática proyectada para las próximas décadas exacerbará estos riesgos, afectando particularmente a las regiones productoras de café y otros cultivos sensibles a la temperatura y a la disponibilidad hídrica.

En contraste, las olas de frío y los vientos fuertes, aunque presentes, se identifican en el estudio como factores de afectación media, coincidiendo con el índice de exposición climática que mantiene estos eventos en una categoría de impacto moderado. Debido a la topografía montañosa de gran parte del país, la probabilidad de que estas áreas se vean gravemente afectadas por inundaciones es baja, lo que refuerza la necesidad de focalizar las estrategias de mitigación en la adaptación a sequías y lluvias extremas, que son los factores de mayor riesgo en estos escenarios climáticos proyectados

La producción de café está particularmente amenazada por las olas de calor y las sequías durante la temporada seca, y por las lluvias extremas en la temporada lluviosa. Estas condiciones climáticas adversas pueden reducir tanto la calidad como la cantidad de la cosecha, y, por lo tanto, representan un desafío importante para los productores de café en áreas afectadas por estos fenómenos (Figura 9).

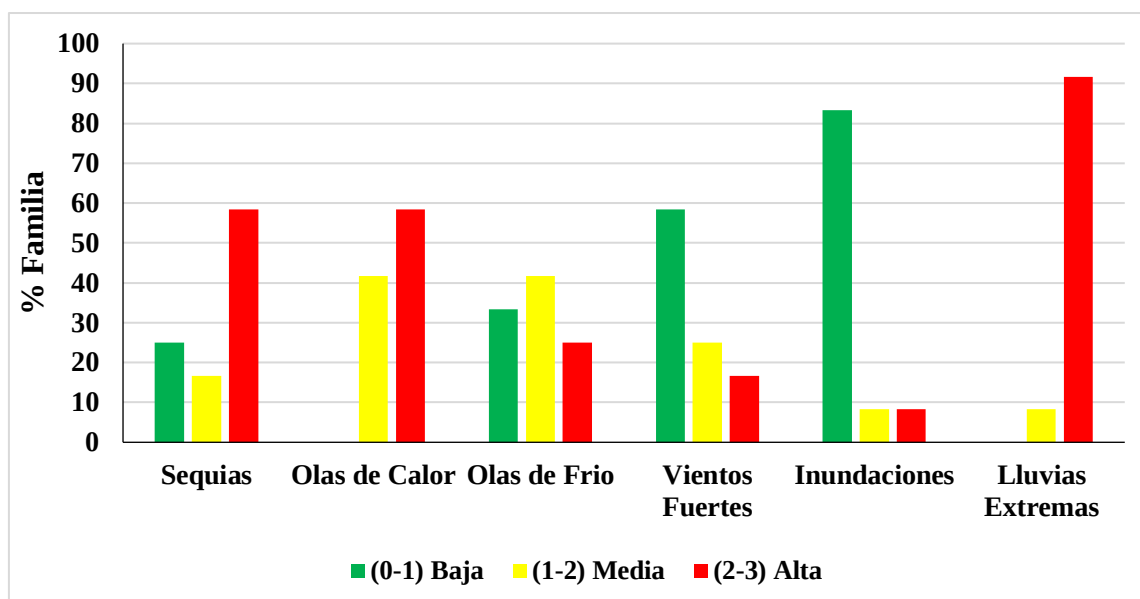


Figura 9. Exposición climática de la producción de café en el Lago de Yojoa.

Las lluvias extremas y las sequías presentan patrones de exposición diferentes, pero igualmente preocupantes para la producción de frutales. Mientras que las lluvias extremas muestran una alta exposición en una proporción significativa, acompañada de una representación menor pero importante en la categoría media y mínima en la baja, lo cual indica un riesgo considerable y una marcada vulnerabilidad en ciertas áreas, las sequías, por otro lado, presentan una mayor parte de su exposición en la categoría baja, seguida por una proporción significativa en la categoría alta, y con la exposición media siendo la menos representada (Figura 10). Esto sugiere que, aunque la mayoría de las áreas tiene una baja exposición a las sequías, existe también una notable vulnerabilidad en ciertas regiones.

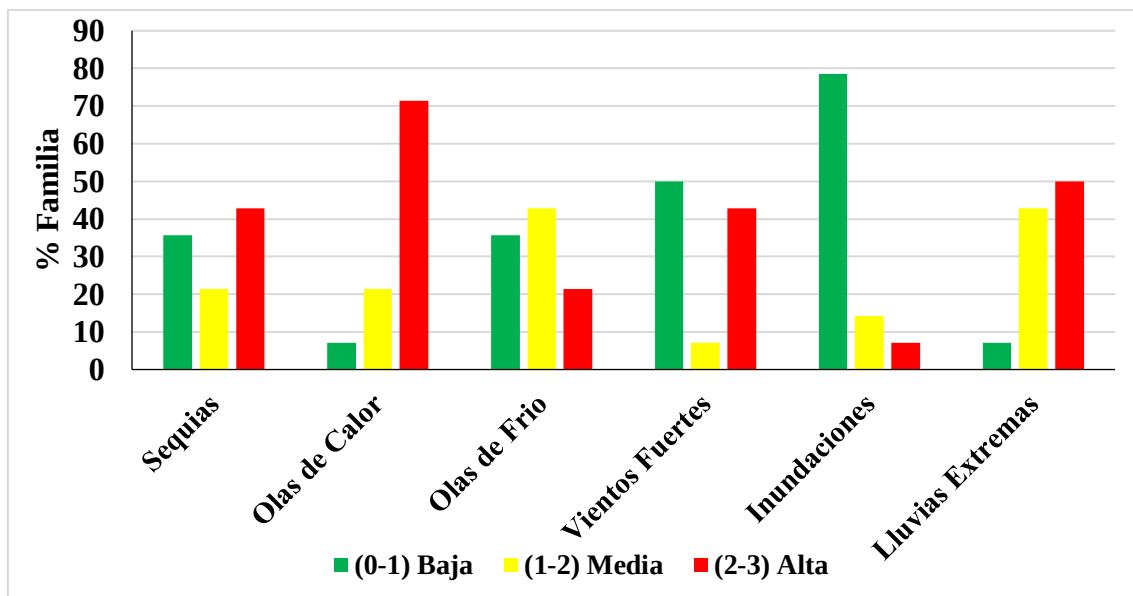


Figura 10. Exposición climática de la producción de frutales en el Lago de Yojoa.

Las olas de calor y de frío muestran una predominancia de alta exposición, seguidas por representaciones medias y mínimas en la categoría baja, lo que indica que ambas son riesgos considerables para la producción de hortalizas, con una gran vulnerabilidad en varias áreas. Las lluvias extremas también presentan una alta exposición significativa, con una representación media y mínima en la categoría baja, reflejando un riesgo notable y una vulnerabilidad marcada en ciertas regiones (Figura12).

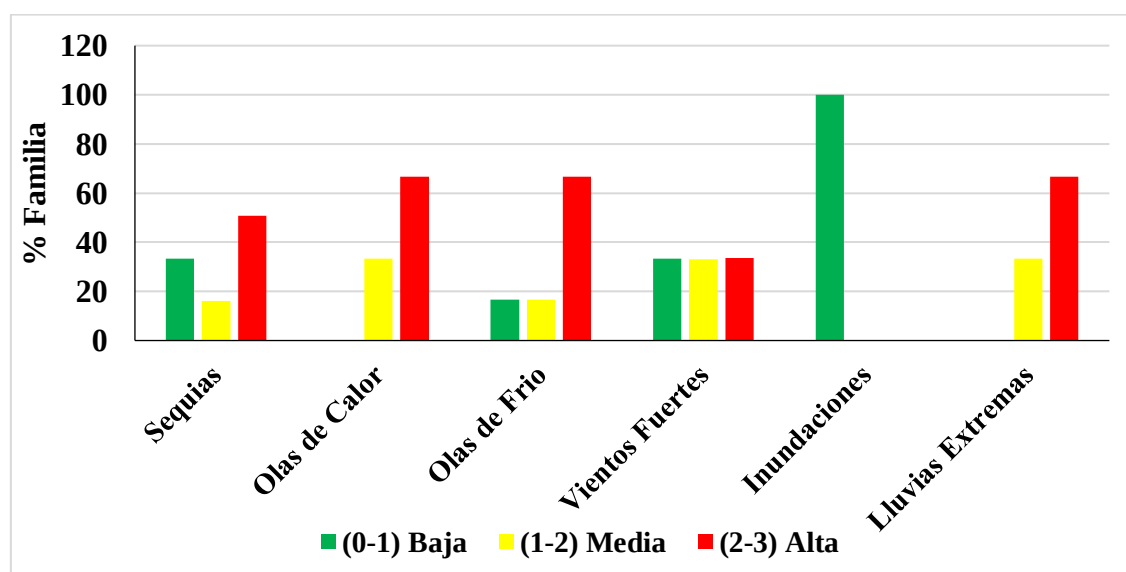


Figura 11. Exposición climática de la producción de hortaliza en el Lago de Yojoa.

6.2.4 Sensibilidad de las familias ante la variabilidad climática

Los impactos de la variabilidad climática sobre los medios de vida agrícolas están asociados principalmente a Olas de calor, sequías y lluvias intensas, No obstante, hay otros eventos climáticos como olas de frío, vientos fuertes e inundaciones que también afecta de manera negativa los medios de vida que las familias realizan en la zona. Los daños se manifiestan de manera distinta según el tipo de cultivo. En los cultivos de café, frutales y hortalizas, se destaca un nivel de afectación mayoritariamente medio, lo que refleja la preocupación generalizada por los efectos del clima sobre la producción. Este patrón es consistente con estudios que evidencian cómo los fenómenos climáticos tales como sequías prolongadas, precipitaciones intensas y temperaturas extremas afectan de manera desigual a los sistemas productivos, dependiendo de su vulnerabilidad y capacidad de adaptación (IPCC, 2021).

Posteriormente se realizó el análisis de componentes principales que muestra la distribución de diferentes indicadores de sensibilidad ante la variabilidad climática, agrupados en tres categorías principales: Baja Sensibilidad, Media Sensibilidad y Alta Sensibilidad. El primer componente principal (CP1), que explica el 69.2% de la variabilidad total, está fuertemente relacionado con indicadores como la disponibilidad de agua, la calidad de la producción, y factores como el ciclo vegetativo y la degradación del suelo. Estos factores parecen estar alineados en una misma dirección, sugiriendo que son determinantes clave en la diferenciación de los medios de vida, especialmente para cultivos como hortalizas y café. La proximidad de los vectores de "disminución de la producción" y "aumento de enfermedades" al café indica que este cultivo es particularmente sensible a estos problemas (Figura 12).

Por otro lado, el segundo componente principal (CP2), que explica el 30.8% de la variabilidad, muestra una clara separación de los frutales, que se asocian más estrechamente con la mano de obra y la incidencia de plagas, situándose en un cuadrante diferente al de los demás indicadores. Esto sugiere que la dinámica de producción y los desafíos enfrentados por los frutales son distintos en comparación con los otros medios de vida.

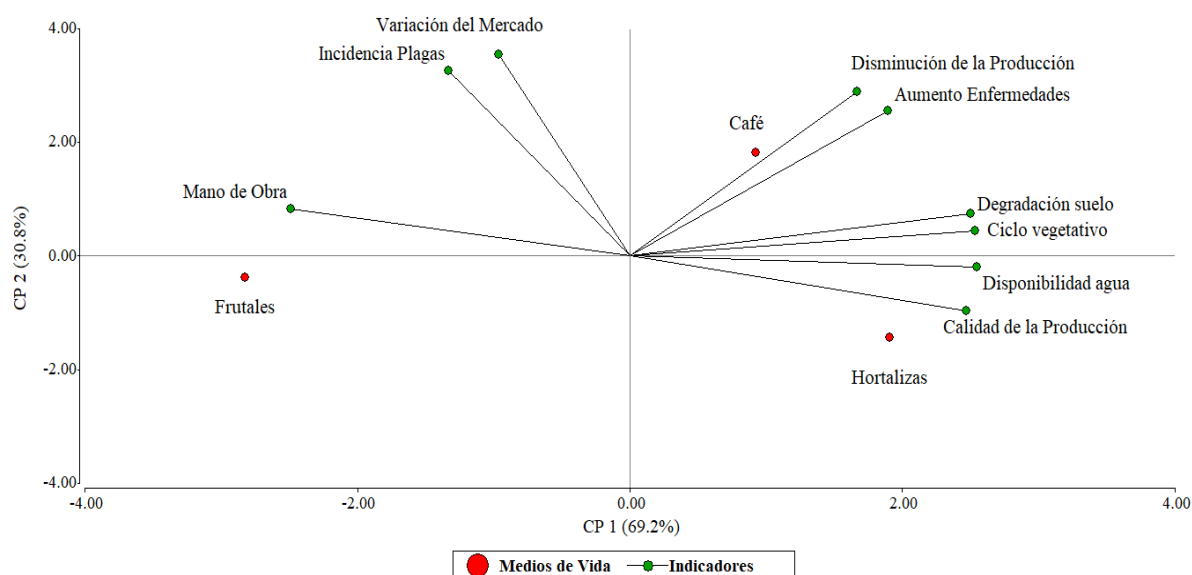


Figura 12. Componentes principales relacionados a los indicadores de sensibilidad

Los ángulos entre los vectores (indicadores) pueden dar una idea sobre la relación entre las variables. Indicadores que están alineados en ángulos pequeños o se superponen (como disminución de la producción y aumento de enfermedades) sugieren una fuerte correlación positiva entre ellos. Indicadores en ángulos más grandes, como variación del mercado en relación con disminución de la producción, sugieren que estos factores están menos relacionados y pueden influir de manera diferente en los medios de vida.

Además, se observa (Cuadro 5) las cargas de las variables en los dos primeros componentes principales, destacando que el primer componente (e1) está influenciado principalmente por la disponibilidad de agua, el ciclo vegetativo, la calidad y la degradación del suelo, mientras que la mano de obra y las plagas tienen una influencia negativa. En contraste, el segundo componente (e2) resalta la importancia del mercado, las plagas y la producción, sugiriendo que este componente refleja la interacción entre las condiciones de mercado y los factores biológicos.

Cuadro 5. Correlaciones con los indicadores de los componentes principales para los grupos de sensibilidad.

Variables	e1	e2
Producción	0.26	0.45
Degradación suelo	0.39	0.12
Disponibilidad agua	0.40	-0.03
Enfermedades	0.30	0.40
Plaga	-0.21	0.51
Ciclo vegetativo	0.40	0.07
Calidad	0.39	-0.15
Mano de Obra	-0.39	0.13
Mercado	-0.15	0.56

A) Sensibilidad producción de café

La producción de café se ven afectados por los fenómenos climáticos de sequías, olas de calor, y lluvias extremas (Figura 10). La exposición es mayormente alta para el rendimiento del cultivo y la salud de las plantas, especialmente bajo olas de calor, mientras que la calidad y la estabilidad de los ingresos presentan una exposición media. En el caso de las lluvias extremas, la vulnerabilidad es alta para la estabilidad del suelo y la infraestructura agrícola, mientras que la exposición a sequías tiene un impacto mayormente moderado, con algunas áreas mostrando una baja exposición, principalmente en términos de disponibilidad de agua (Tabla 8).

Tabla 8. Índice sensibilidad de indicadores de la producción de café.

	Índice Sensibilidad Indicadores Café	
	Nivel	Sensibilidad
Producción	3	Alta
Degradación suelo	2	Media
Disponibilidad agua	2	Media
Enfermedades	2	Media
Plaga	3	Alta
Ciclo vegetativo	1	Baja
Calidad	2	Media
Mano de Obra	2	Media
Mercado	3	Alta

B) Sensibilidad producción de frutales

Los resultados indican que la producción, la degradación del suelo, la disponibilidad de agua y las enfermedades presentan una sensibilidad media, lo que sugiere que estos aspectos son moderadamente vulnerables a las variaciones climáticas. Por otro lado, las plagas, la mano de obra y el mercado muestran una sensibilidad alta, evidenciando que estos factores son críticos y podrían verse severamente afectados por condiciones adversas, poniendo en riesgo la estabilidad y viabilidad de la producción frutícola. En contraste, el ciclo vegetativo y la calidad de los frutos presentan una sensibilidad baja, lo que indica una mayor resistencia relativa frente a las variaciones climáticas. (Tabla 9).

Tabla 9. Índice sensibilidad de indicadores de la producción de frutales.

	Índice Sensibilidad Indicadores Frutales	
	Nivel	Sensibilidad
Producción	2	Media
Degradación suelo	2	Media
Disponibilidad agua	2	Media
Enfermedades	2	Media
Plaga	3	Alta
Ciclo vegetativo	1	Baja
Calidad	1	Baja
Mano de Obra	3	Alta
Mercado	3	Alta

C) Sensibilidad producción de hortalizas

La mayoría de los indicadores, como la producción, la degradación del suelo, las enfermedades, las plagas, el ciclo vegetativo, la calidad, la mano de obra y el mercado, muestran una sensibilidad media, lo que indica una vulnerabilidad moderada ante cambios en las condiciones ambientales. Sin embargo, la disponibilidad de agua destaca con una sensibilidad alta, subrayando su importancia crítica en la producción de hortalizas y la fuerte dependencia de este recurso. La alta sensibilidad en este indicador sugiere que cualquier alteración en el suministro de agua podría tener efectos drásticos en el rendimiento y la sostenibilidad de la producción (Tabla 10).

Tabla 10. Índice sensibilidad de indicadores de la producción de hortalizas.

	Índice Sensibilidad Indicadores Hortalizas	
	Nivel	Sensibilidad
Producción	2	Media
Degradación suelo	2	Media
Disponibilidad agua	3	Alta
Enfermedades	2	Media
Plaga	2	Media
Ciclo vegetativo	2	Media
Calidad	2	Media
Mano de Obra	2	Media
Mercado	2	Media

Sensibilidad de las familias de los medios de vida agrícolas

En el caso del cultivo de café, el 8% de las familias perciben una baja sensibilidad, mientras que el 58% considera que existe una afectación media y el 34% reporta una alta afectación. Para los frutales, el 29% de los productores se percibe en un grado de afectación bajo, el 57% en un grado medio, y el 14% indica estar en un grado de afectación alto. En cuanto a las hortalizas, el 17% de las familias manifiestan que su grado de afectación es bajo, el 66% señala una afectación media, y otro 17% reporta una alta afectación. (Figura 13).

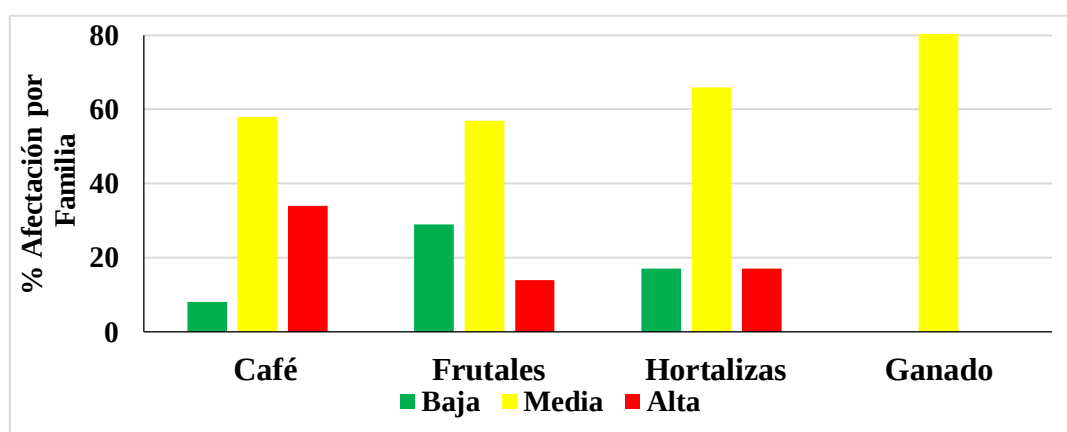


Figura 13. Sensibilidad de las familias de los medios de vida agrícolas en la cuenca del Lago de Yojoa, Honduras.

6.2.5 Índice de sensibilidad de los medios de vida agropecuarios

Altieri y Nicholls (2017) subrayan la vulnerabilidad de los sistemas agrícolas en regiones tropicales frente al cambio climático, un aspecto que se confirma en este estudio. En la zona noroeste del Lago de Yojoa, los medios de vida agrícolas muestran una alta sensibilidad a la variabilidad climática (Tabla 11). Esta sensibilidad se refleja en la disminución de la calidad y la producción anual, la degradación del suelo, y la escasez de agua, así como en un incremento en la incidencia de plagas y enfermedades. Además, la disponibilidad de mano de obra se ha visto reducida y los precios en el mercado presentan una alta inestabilidad, lo que incrementa la vulnerabilidad de estos sistemas agrícolas en la región.

Tabla 11. Índice de Sensibilidad

MV	(0-1) Baja	(1-2) Media	(2-3) Alta
Frutales	2.9		
Café	2.1		
Hortalizas	2.6		

6.3 Capacidad Adaptativa

6.3.1 Capacidad de adaptación de las familias en la periferia del Lago de Yojoa, Honduras.

Con el análisis de la información recolectada a través de los indicadores de capacidad de adaptación, se ha identificado cómo las familias de la zona noreste del Lago de Yojoa perciben su capacidad de adaptación ante la variabilidad climática. De las familias dedicadas al cultivo de café y hortalizas, el 17% se percibe con una capacidad de adaptación baja, mientras que el 83% se considera con una capacidad de adaptación media. En cuanto a los frutales, el 36% de las familias se clasifican con una baja capacidad de adaptación, y el 64% se sitúan en una capacidad de adaptación media (Figura 14).

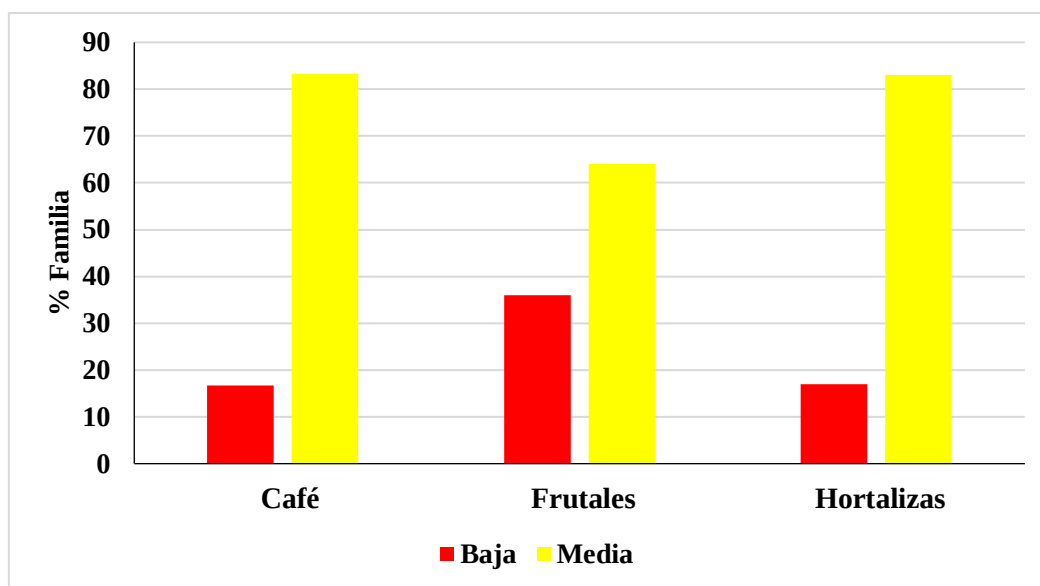


Figura 14. Índice de adaptación de las familias de la zona noreste del Lago de Yojoa, Honduras.

Seguidamente se realizó el análisis de componentes principales con sus respectivas agrupaciones. Muestra una clara diferenciación entre los medios de vida y las medidas de adaptación. El primer componente principal (CP1), que explica el 81.9% de la variabilidad, está fuertemente asociado con medidas de adaptación como el uso de semillas criollas, semillas mejoradas y prácticas de conservación, las cuales están más alineadas con el cultivo de café. El segundo componente principal (CP2), que explica el 18.1% de la variabilidad, destaca la diversificación de cultivos y el uso de fertilizantes agroforestales, que se relacionan estrechamente con las hortalizas y frutales. Estos medios de vida dependen más de la asistencia técnica, el uso de tecnología y la disponibilidad de reservorios de agua, indicando que la diversificación y el manejo integrado son esenciales para aumentar la resiliencia de estos sistemas ante la variabilidad climática (Figura 13).

Los ángulos pequeños entre las medidas de adaptación (por ejemplo, semillas criollas y semillas mejoradas o asistencia técnica y fertilizantes agroforestales) sugieren una alta correlación entre estas variables, lo que significa que tienden a actuar juntas para mejorar la resiliencia de los medios de vida. En cambio, los ángulos grandes, como los que hay entre conservación y asistencia técnica, sugieren una menor correlación, indicando que son medidas que tienen un impacto diferente sobre los medios de vida.

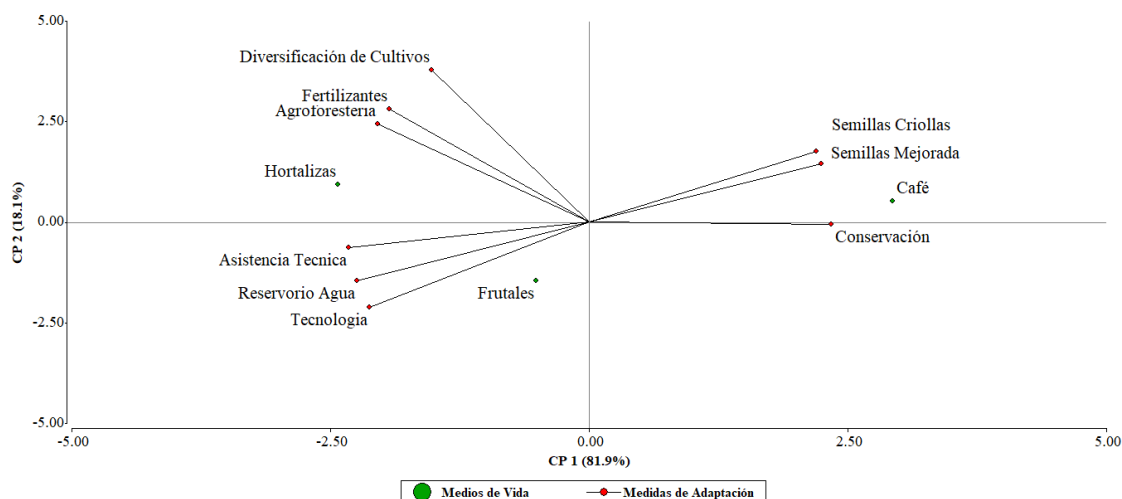


Figura 15. Componentes principales que asocian los grupos e indicadores de capacidad de adaptación.

Además, se observa (Cuadro 6) que el primer componente principal (e1) está fuertemente influenciado por prácticas como la conservación y el uso de semillas mejoradas y criollas, indicando su importancia en la adaptación de ciertos cultivos, como el café, frente a la variabilidad climática. En contraste, el segundo componente (e2) destaca la relevancia de la diversificación de cultivos, el uso de fertilizantes y la agroforestería, lo que sugiere que estas estrategias son clave para la resiliencia de sistemas productivos como hortalizas y frutales.

Cuadro 6. Correlaciones con los indicadores, análisis de componentes principales para los grupos de capacidad de adaptación.

Variables	e1	e2
Conservación	0.37	-0.01
Reservorio Agua	-0.35	-0.23
Agroforesteria	-0.32	0.38
Fertilizantes	-0.30	0.44
Semillas Mejorada	0.35	0.23
Semillas Criollas	0.34	0.28
Tecnología	-0.33	-0.33
Asistencia Técnica	-0.37	-0.10
"Diversificación de	-0.24	0.60

a) Adaptación producción de café

La mayoría de estos indicadores para la producción de café como ser la conservación, la agroforestería, los fertilizantes, las semillas mejoradas y la diversificación de cultivos, presentan un nivel de adaptación medio, lo que sugiere que estos sistemas tienen una capacidad moderada para enfrentar desafíos, pero aún existe margen para mejorar su efectividad. Destaca el uso de semillas criollas, que muestra un alto nivel de adaptación, indicativo de su robustez y eficacia en la producción sostenible de café. Sin embargo, se identifican áreas críticas con baja adaptación, como la gestión de los reservorios de agua, la tecnología y la asistencia técnica, las cuales requieren intervenciones urgentes para fortalecer la resiliencia y asegurar la sostenibilidad del cultivo de café en contextos cambiantes (Tabla 12).

Tabla 12. Índice de adaptación para indicadores en producción de café

	Nivel	Adaptación
Conservación	2	Media
Reservorio Agua	1	Baja
Agroforestería	2	Media
Fertilizantes	2	Media
Semillas Mejorada	2	Media
Semillas Criollas	3	Alta
Tecnología	4	Baja
Asistencia Técnica	1	Baja
Diversificación de Cultivos	2	Media

b) Adaptación producción de frutales

Para la producción en los frutales se observa que la conservación, las semillas mejoradas y las semillas criollas presentan una adaptación baja, lo que sugiere vulnerabilidad en estos aspectos cruciales de la producción de frutales. Por otro lado, los indicadores relacionados con la agroforestería, el uso de fertilizantes, la tecnología y la asistencia técnica muestran una adaptación alta, lo que indica una sólida capacidad de estos sistemas para enfrentar desafíos y mantener la productividad. La gestión de los reservorios de agua y la diversificación de cultivos se encuentran en un nivel de adaptación medio, lo que

sugiere que, aunque son moderadamente eficaces, podrían beneficiarse de mejoras adicionales (Tabla 13).

Tabla 13. Índice de adaptación para indicadores en producción de frutales

	Nivel	Adaptación
Conservación	1	Baja
Reservorio Agua	2	Media
Agroforestería	3	Alta
Fertilizantes	3	Alta
Semillas Mejorada	1	Baja
Semillas Criollas	1	Baja
Tecnología	3	Alta
Asistencia Técnica	3	Alta
Diversificación de Cultivos	2	Media

c) Adaptación producción de hortalizas

En la producción de hortalizas los resultados muestran que la conservación, las tecnologías, las semillas mejoradas, el uso de reservorios de agua y las semillas criollas tienen una baja adaptación, lo que indica una significativa vulnerabilidad en estos componentes críticos para el cultivo de hortalizas. Por otro lado, la agroforestería y la asistencia técnica destacan con una alta adaptación, reflejando una sólida capacidad para sostener la productividad y superar retos en estos ámbitos. En cuanto al uso de fertilizantes y la diversificación de cultivos, estos presentan una adaptación media, sugiriendo que, si bien son moderadamente efectivos, existen oportunidades para mejoras adicionales (Tabla 14).

Tabla 14. Índice de adaptación para indicadores en producción de hortalizas

	Nivel	Adaptación
Conservación	1	Baja
Reservorio Agua	1	Baja
Agroforestería	3	Alta
Fertilizantes	2	Media
Semillas Mejorada	1	Baja
Semillas Criollas	1	Baja
Tecnología	1	Baja
Asistencia Técnica	3	Alta
Diversificación de Cultivos	2	Media

Índice de capacidad de adaptación de los medios de vida agrícolas.

Se realizó el índice de capacidad de adaptación de los medios de vida agrícolas en la zona del Lago de Yojoa, Honduras, refleja una evaluación integral de cómo los medios de vida agrícolas en esta región enfrentan la variabilidad climática y otros desafíos ambientales. Este índice se construye a partir de varios indicadores clave que miden diferentes aspectos de la adaptación agrícola, como la diversificación de cultivos, la implementación de tecnologías adaptativas, y el acceso a recursos naturales y apoyo técnico (Tabla 15).

Los valores entre "1-2" en las categorías del índice sugieren que los medios de vida agrícolas en esta región han alcanzado un nivel medio de capacidad de adaptación. Este nivel medio indica que, aunque las prácticas adoptadas por los agricultores les permiten mitigar algunos de los efectos negativos del cambio climático, todavía existe un margen considerable para mejorar su resiliencia. Este resultado puede estar relacionado con la adopción de ciertas prácticas sostenibles, como el uso de sistemas de riego y la conservación de suelos, que han demostrado ser efectivos en la región, pero que aún no son suficientes para elevar la capacidad de adaptación a un nivel alto (González-Ramírez *et al.*, 2021).

Tabla 15. Capacidad de adaptación de los medios de vida agrícolas

MV	(0-1) Baja	(1-2) Media	(2-3) Alta
Frutales	1.7		
Café	1.6		
Hortalizas	1.5		

6.3.2 Limitantes de la capacidad adaptativa

Uno de los aspectos más cruciales en la adaptación al cambio climático es la percepción y reacción de la población ante los eventos climáticos extremos. La falta de una percepción activa y una respuesta adecuada limita la implementación de medidas de adaptación, agravada por el hecho de que más del 80% de las familias no cuentan con estrategias efectivas. Esta inadecuada identificación de medidas adaptativas resulta en una capacitación insuficiente para las familias. Además, la ausencia de un seguimiento efectivo y el apoyo continuo comprometen la sostenibilidad de las medidas adoptadas. Finalmente, la gestión de apoyo externo, que incluye financiamiento y asistencia técnica, se ve obstaculizada por el insuficiente respaldo del gobierno local y estatal (Figura 14).

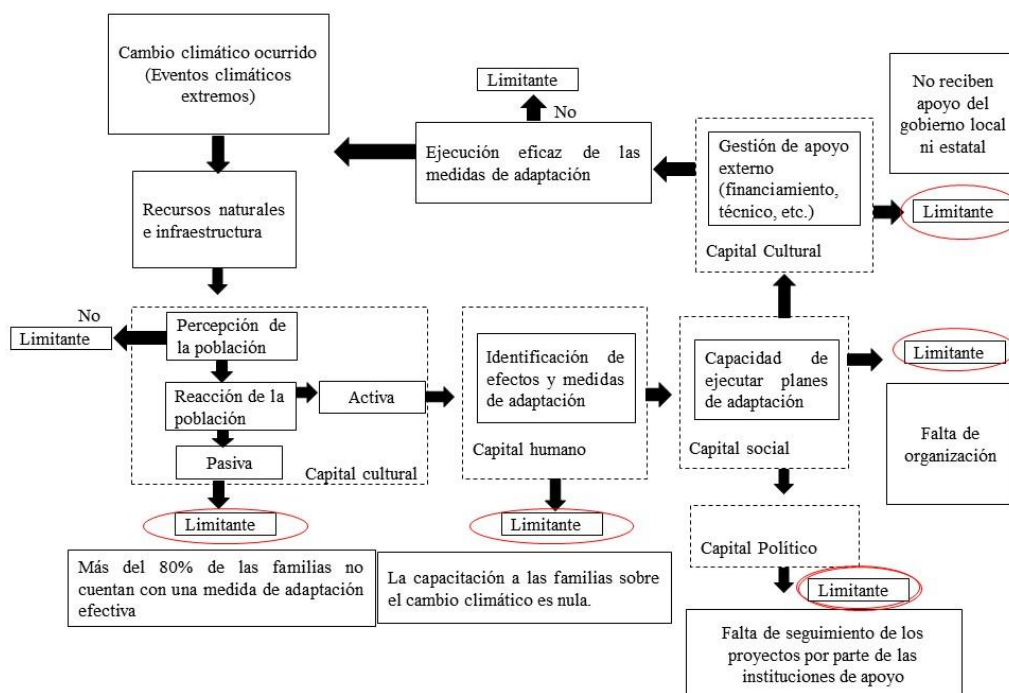


Figura 16. Limitantes de la capacidad adaptativa

Adger *et al.* (2009) señalan que la percepción del riesgo climático está profundamente influenciada por factores socioeconómicos y culturales, lo que a su vez impacta la adopción de medidas de adaptación. En este contexto, Moser y Ekstrom (2010) destacan que la capacitación y la educación son fundamentales para empoderar a las comunidades, permitiéndoles tomar decisiones informadas y ejecutar prácticas adaptativas de manera efectiva.

Pelling (2011) resalta que la cohesión social y las redes comunitarias son clave para lograr una implementación efectiva de las estrategias de adaptación al cambio climático. Igualmente, Bennett *et al.* (2021) indican que el éxito del apoyo externo no solo radica en la provisión de recursos financieros y técnicos, sino también en la integración de las necesidades y conocimientos locales en los programas de adaptación. Si este apoyo no se ajusta a las realidades locales o falta el compromiso de las autoridades, la efectividad y sostenibilidad de las medidas adoptadas pueden verse seriamente comprometidas.

VII CONCLUSIONES

Los medios de vida agropecuarios en la cuenca del Lago de Yojoa se caracterizan por una notable diversidad, con una predominancia de cultivos agrícolas, como frutales y café, sobre las actividades pecuarias, que se limitan principalmente a la ganadería bovina.

La variabilidad climática ha tenido un impacto significativo en la producción agrícola y pecuaria, con fenómenos extremos como olas de calor y lluvias intensas que han causado pérdidas importantes en cultivos clave y afectado negativamente la viabilidad económica de las familias.

La capacidad de adaptación de los medios de vida agropecuarios es limitada debido a factores como la falta de acceso a recursos financieros, infraestructura inadecuada, y la falta de conocimientos técnicos sobre prácticas agrícolas resilientes al clima.

A pesar de que algunos agricultores han adoptado medidas como la diversificación de cultivos y la implementación de sistemas de riego, estas acciones han demostrado ser insuficientes para contrarrestar los impactos negativos de la variabilidad climática en la región.

La falta de apoyo institucional y la escasa disponibilidad de programas de capacitación especializados han dificultado la adopción de medidas adaptativas más efectivas, incrementando la vulnerabilidad de los medios de vida agropecuarios frente a los desafíos climáticos.

Las comunidades en la cuenca del Lago de Yojoa enfrentan una creciente vulnerabilidad ante los riesgos climáticos debido a la limitada capacidad de adaptación, lo que compromete su bienestar y sostenibilidad a largo plazo.

VIII RECOMENDACIONES

Fortalecer la capacitación técnica en prácticas agrícolas sostenibles es esencial implementar programas de capacitación dirigidos a los productores locales, enfocándose en técnicas agrícolas sostenibles que mejoren la productividad y reduzcan la vulnerabilidad frente al cambio climático. Esto incluye la diversificación de cultivos, el uso eficiente del agua, la adopción de tecnologías de bajo costo, y el manejo integrado de plagas y enfermedades.

Promover el acceso a financiamiento y recursos para la adaptación se recomienda establecer mecanismos de financiamiento accesibles para los productores agropecuarios, que les permitan invertir en infraestructura y tecnologías necesarias para adaptar sus sistemas productivos a las condiciones climáticas cambiantes. Esto incluye el acceso a créditos blandos, subvenciones y fondos específicos para la mitigación y adaptación al cambio climático.

Desarrollar políticas públicas que fomenten la resiliencia climática es crucial que el gobierno y las instituciones locales diseñen e implementen políticas públicas que apoyen la resiliencia de los medios de vida agropecuarios. Estas políticas deben incluir incentivos para la adopción de prácticas agrícolas sostenibles, la conservación de recursos naturales, y la implementación de sistemas de alerta temprana para fenómenos climáticos extremos.

Fomentar la investigación y monitoreo continuo del clima para enfrentar de manera efectiva la variabilidad climática, es necesario fortalecer las capacidades locales para la investigación y el monitoreo climático. Esto incluye la creación de sistemas de recopilación de datos climáticos en tiempo real y el desarrollo de modelos predictivos que ayuden a anticipar eventos extremos, permitiendo a los agricultores tomar decisiones informadas y oportunas en la gestión de sus actividades productivas.

IX REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

Adger, W. N., Dessai, S., Goulden, M., Hulme, M., Lorenzoni, I., Nelson, D. R., ... & Wreford, A. (2009). Are there social limits to adaptation to climate change? *Climatic Change*, 93(3-4), 335-354.

Adger, W. N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268-281.

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2017). Agroecología: únicos enfoques para la resiliencia del sistema agroalimentario. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41(9), 907-910.

AMUPROLAGO. (2003). Plan de manejo Cuenca del Lago de Yojoa 2003-2008. Carla Riveras, ESA.

Argeñal, F. J. (2010). Variabilidad climática y cambio climático en Honduras: Impactos y adaptación. Comisión Permanente de Contingencias (COPECO).

Argeñal, F. J., & Méndez, M. (2010). Estudio de eventos climáticos extremos en Honduras: Impactos y estrategias de mitigación. Comisión Permanente de Contingencias (COPECO).

Baetghen, W. E. (2009). La adaptación al cambio climático en el sector agropecuario. *Revista ARROZ*, 58:24-32.

Baldocchi, D., Ryu, Y., & Keenan, T. (2020). Terrestrial Carbon Cycle Variability Driven by Changes in Climate and Management. *Nature Geoscience*, 13(7), 527-531.

Bennett, N. J., Blythe, J., Tyler, S., & Ban, N. C. (2021). Communities and change in the anthropocene: Understanding social-ecological vulnerability and planning adaptations to multiple interacting exposures. *Regional Environmental Change*, 21(1), 52.

Boletín Agroestadísticas de Honduras. (2020). :0-54.

Caborn, J. M. (1927). Microclimas.

Cardona, O. D., van Aalst, M. K., Birkmann, J., Fordham, M., McGregor, G., Perez, R., ... & Sinh, B. T. (2012). Determinants of Risk: Exposure and Vulnerability. In: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* (pp. 65-108). A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press.

Carlos, M. D. S. (2015). FACULTAD DE DESARROLLO RURAL Trabajo de Graduación Trabajo de Graduación.

Catie, G. s. f. Entregando Múltiples Beneficios Ambientales Globales Mediante el Manejo Sostenible de los Paisajes Productivos 1:1-46.

Dator-Bercilla, J. (2020). Medios de vida resilientes al clima, de bajas emisiones y sostenibles. Actalianza.

De Elvira, A. R. (2001). Clima y cambio climático. *Ecosistemas*, 10(3), 1-12.

- Famine Early Warning Systems Network (FEWS NET). 2014. *Zonas de Medios de Vida en Honduras y Descripción*. Washington, DC: USAID. 28 p.
- FAO. (2019). Análisis de la seguridad alimentaria en las zonas rurales de Honduras. Roma: FAO.
- FAO. (2020). El impacto del cambio climático en la agricultura de América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2023). Impacto del cambio climático en la agricultura y la seguridad alimentaria. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Gallopín, G. C. (2006). Linkages between Vulnerability, Resilience, and Adaptive Capacity. *Global Environmental Change*, 16(3), 293-303.
- García, L., et al. (2022). Estrategias de adaptación al cambio climático en América Latina. *Revista de Climatología*, 12(3), 45-61.
- Gastel, B. (2012). Contaminacion del Rio Misisipi.
- González-Ramírez, A., Pérez-Mendoza, J., & Rodríguez-López, M. (2021). Prácticas agroecológicas para la conservación de suelos en la región del Lago de Yojoa, Honduras. Tegucigalpa: Instituto Nacional de Investigación Agraria.
- House, P. R. 2002. *Diagnóstico Ambiental del Lago de Yojoa, Honduras*. Tegucigalpa, Honduras: The Nature Conservancy y AMUPROLAGO. 95 p

IHCAGE. (2021). Informe Estadístico 2020-2021 (en línea). Poder Judicial del Estado de Nuevo León: 50-55. Disponible en <https://www.pjenl.gob.mx/InformeLabores/>.

Invernadero, E. s. f. Gases de Efecto Invernadero: Conceptos.

IPCC. (2021). Cambio Climático 2021: Un resumen para todo el mundo. IPCC.

IPCC. (2021). Sixth Assessment Report: Climate Change 2021. Intergovernmental Panel on Climate Change.

Jones, P. G., & Thornton, P. K. (2003). The potential impacts of climate change on maize production in Africa and Latin America in 2055. *Global Environmental Change*, 13(1), 51-59.

Läderach, P., Oberthür, T., & Schroth, G. (2013). Predicting the future climatic suitability for cocoa farming of the world's leading producer countries, Ghana and Côte d'Ivoire. *Climatic Change*, 119(3-4), 841-854.

L, E. M. s. f. Definiciones de humedad y su equivalencia: 1-5.

López, J., & Martínez, P. (2023). Adaptación al cambio climático en la agricultura y ganadería en América Central. *Revista de Agricultura Sostenible*, 19(1), 12-25.

Magaña, V. (2013). Adaptación al cambio climático en la producción agropecuaria. Editorial UADY.

- Martínez, J. & García, A. (2010). *Meteorología y Climatología Básica*. Editorial Universitaria.
- Martínez, J., López, M., & Rivas, C. (2020). Impactos de la variabilidad climática en la cuenca del Lago de Yojoa. Tegucigalpa: Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
- Martínez, L., Torres, F., & Morales, C. (2019). Deforestación y erosión en la cuenca del Lago de Yojoa: Implicaciones para la sostenibilidad agropecuaria. Comayagua: Centro de Estudios Ambientales.
- Maturana, J., Bello, M., & Manley, M. (2004). Antecedentes históricos y descripción del fenómeno El Niño, Oscilación del Sur. El Niño y la Niña 1997 - 2000. Sus efectos en Chile, 13-27.
- MFEWS. (2005). Perfiles de Medios de Vida de Guatemala 2005: 124.
- Monteith, J. L., & Unsworth, M. H. (2013). *Principios de Climatología Agrícola*. 3ra ed. Editorial Limusa. pp. 28-30.
- Moser, S. C., & Ekstrom, J. A. (2010). A framework to diagnose barriers to climate change adaptation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(51), 22026-22031.
- Navarro-Racines, C., Monserrate, F., Llanos-Herrera, L, Obando, D. Córdoba, J. (2018) Desarrollo de los Escenarios Climáticos de Honduras y Módulo Académico de Capacitación.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); Dirección Nacional de Cambio Climático de MiAmbiente. 140p.

Pérez, R., Gómez, M. & Sánchez, L. (2015). *Fundamentos de Meteorología*. Editorial Científica.

Perfecto, I., Vandermeer, J., & Philpott, S. M. (2014). Complex ecological interactions in the coffee agroecosystem. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45, 137-158.

Pelling, M. (2011). *Adaptation to climate change: From resilience to transformation*. Routledge.

Rivas, D. (2018). *Climáticas. Aplicación didáctica* Rivas Cárdenas, Daniel (en línea). Facultad De Ciencias Sociales Y Humanidades: 84. Disponible en <http://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/UNE/4103/El%20clima,%20caracteres,%20causas,%20clasificación.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Rural, D., & Cajamarca, E. N. s. f. *Desarrollo rural en Cajamarca*.

SAG-MARENA. (2006). *Plan De Manejo Integrado De Los Recursos Hídricos De La Subcuenca Del Lago De Yojoa, ESA, (PMI RRHH LY)*.

Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). 2019. *Análisis de coyuntura del rubro bovino en Honduras. IV Trimestre 2019*. Tegucigalpa, Honduras: Secretaría de Agricultura y Ganadería, Unidad de Planeamiento y Evaluación de la Gestión (UPEG), Área de Estadísticas, Análisis y Estudios Económicos. 24 p.

Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG). 2021. *Análisis de coyuntura del rubro de frutas en Honduras. III Trimestre 2021*. Tegucigalpa, Honduras: Secretaría de Agricultura y Ganadería, Unidad de Planeamiento y Evaluación de la Gestión (UPEG), Área de Estadísticas, Análisis y Estudios Económicos. 23 p.

Seiler, R. L., Sheppard, P. R., Speakman, R. J., Ridenour, G., & Witten, M. L. (2006). Comment on «Elevated tungsten and cobalt in airborne particulates in Fallon, Nevada: Possible implications for the childhood leukemia cluster» by P.R. Sheppard, G. Ridenour, R.J. Speakman and M.L. Witten. *Applied Geochemistry*, 21(4), 713-714. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2006.02.001>.

Soong, R., Smith, P. E. S., Xu, J., Yamamoto, K., Im, S., Waskell, L., & Ramamoorthy, A. (2010). Clima: concepto, climas ecológicos: macroclima, microclima y mesoclima: 1-88.

Thompson, L. G., & Kuo, G. (2012). Climate Change. *World Futures Review*, 4(2), 114-122. DOI: <https://doi.org/10.1177/194675671200400215>.

Translated, M. (2023). Cambio Climático Informe de. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6>.

Viguera, B., Rodríguez, M. R., Donatti, C., Harvey, C., & Alpízar, F. (2017). El clima, el cambio climático, la vulnerabilidad y acciones contra el cambio climático: Conceptos Básicos (en línea). Disponible en www.conservation.org/cascade-espanol.

X ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento Informado

Susceptibilidad climática y medios de vida en la cuenca del lago de Yojoa, Honduras.

Este documento tiene como objetivo informarte sobre los detalles de la entrevista que se llevará a cabo como parte del proyecto de investigación académica mencionado anteriormente. Antes de participar, es importante que leas y comprendas la información proporcionada y que tengas la oportunidad de hacer preguntas si es necesario.

Buen día, soy estudiante de IV año de la carrera de Ingeniería en Gestión Integral de los Recursos Naturales de la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG). El objetivo de esta investigación tiene por objetivo Analizar la susceptibilidad climática en los medios de vida en la Cuenca del Lago de Yojoa, Honduras.

La entrevista consistirá en una conversación abierta sobre tus experiencias como productor agropecuario. Se explorarán temas relacionados con tus medios de vida, desafíos enfrentados y prácticas que hayas encontrado exitosas. Toda la información proporcionada durante la entrevista será tratada con estricta confidencialidad. Los datos recopilados se utilizarán únicamente con fines académicos y se manejarán de acuerdo con las normativas éticas y legales.

Al participar en la entrevista, confirmas que has leído y comprendido la información proporcionada anteriormente. Aceptas participar voluntariamente en la entrevista y otorgas tu consentimiento para el uso de la información recopilada con fines académicos.

De ante mano Muchas Gracias por su tiempo.

Anexo 2. Protocolo de entrevista semiestructuradas que se aplicara en campo a los productores.

Datos del entrevistador:

Nombre del productor: _____ Fecha _____

Edad: _____ Comunidad: _____

Cargo que ocupa en la comunidad _____

Nivel Educativo: _____ Número telefónico: _____

Nombre (opcional) _____

Anexo 3. Caracterización de los medios de vida

¿Con cuanta área cuenta para producir?

R _____

¿Cuánto produce al año?

R _____

¿Cuánto Produce para vender y cuanto produce para consumir?

R Venta _____ Consumo propio _____

¿Cuánto dinero necesita para producir?

R _____ Lps

¿Cuánto es el ingreso anual de esa producción?

R _____ Lps

¿Cuáles son sus pérdidas anuales?

R _____ Lps

¿Cuál es el numero de especie con la que produce? Y ¿Cual es el numero de individuos por especie?

R Especie _____ Individuos por especie _____

¿Cuál es la cantidad en M3 de agua que necesita para producir?

R _____

¿Cuánto con infraestructura y/o maquinaria?

R Si ☐ No ☐

¿Recibe apoyo de instituciones externas?

R Si ☐ No ☐

¿Recibe capacitaciones?

R Si ☐ No ☐

¿Con que grado de educación cuenta?

R _____

¿Cuenta con accesibilidad de a préstamos?

R Si ☐ No ☐

¿Tiene conocimientos de prácticas de producción sostenibles?

R Si ☐ No ☐

la percepción local ante la variabilidad climática

1. ¿Ha vivido sequias?

Si ☐ No ☐

Con que frecuencia

☐ Poco
☐ Moderado
☐ Mucho

Con cuanta intensidad

☐ Baja
☐ Media
☐ Alta

2. ¿Ha experimentado olas de calor?

Si ☐ No ☐

Con que frecuencia

☐ Poco
☐ Moderado
☐ Mucho

Con cuanta intensidad

☐ Baja
☐ Media
☐ Alta

3. ¿Ha experimentado olas de frio?

Si ☐ No ☐

Con que frecuencia

☐ Poco
☐ Moderado
☐ Mucho

Con cuanta intensidad

☐ Baja
☐ Media
☐ Alta

4. ¿Considera que ha habido un aumento de temperatura?

Si ☐ No ☐

Con que frecuencia

☐ Poco

☐ Moderado

☐ Mucho

Con cuanta intensidad

☐ Baja

☐ Media

☐ Alta

5. ¿Ha experimentado el fenómeno del niño?

Si ☐ No ☐

Con que frecuencia

☐ Poco

☐ Moderado

☐ Mucho

Con cuanta intensidad

☐ Baja

☐ Media

☐ Alta

6. ¿Ha experimentado el fenómeno de la niña?

Si ☐ No ☐

Con que frecuencia

☐ Poco

☐ Moderado

☐ Mucho

Con cuanta intensidad

☐ Baja

☐ Media

☐ Alta

7. ¿Ha enfrentado inundaciones?

Si ☐ No ☐

Con que frecuencia

☐ Poco

☐ Moderado

☐ Mucho

Con cuanta intensidad

☐ Baja

☐ Media

☐ Alta

8. ¿Ha sufrido lluvias extremas?

Si ☐ No ☐

Con que frecuencia

- ☐ Poco
☐ Moderado
☐ Mucho

Con cuanta intensidad

- ☐ Baja
☐ Media
☐ Alta

9.. ¿Ha atravesado por huracanes?

Si ☐ No ☐

Con que frecuencia

- ☐ Poco
☐ Moderado
☐ Mucho

Con cuanta intensidad

- ☐ Baja
☐ Media
☐ Alta

10. ¿Ha experimentado vientos fuertes?

Si ☐ No ☐

Con que frecuencia

- ☐ Poco
☐ Moderado
☐ Mucho

Con cuanta intensidad

- ☐ Baja
☐ Media
☐ Alta

Anexo 4. Efectos de la variabilidad climática en los medios de vida

Por causa de los efectos climáticos...

1 ¿Ha percibido la pérdida del suelo?

Si _____ No _____

Si su respuesta es sí, cuanto cree que le ha afectado en los sistemas agrícolas

(0) Nada _____ (1) Muy poco _____ (2) Poco _____ (3) Medio _____ (4) Alto _____ (5)
Muy Alto _____

2 ¿Por eventos climáticos las vías de acceso de han destruido o bloqueado?

Si _____ No _____

Si su respuesta es sí, cuanto cree que le ha afectado en los sistemas agrícolas

(0) Nada _____ (1) Muy poco _____ (2) Poco _____ (3) Medio _____ (4) Alto _____ (5)
Muy Alto _____

3 ¿La fertilidad del suelo ha bajado su rendimiento?

Si _____ No _____

Si su respuesta es sí, cuanto cree que le ha afectado en los sistemas agrícolas

(0) Nada _____ (1) Muy poco _____ (2) Poco _____ (3) Medio _____ (4) Alto _____ (5)
Muy Alto _____

4 ¿Se ha recibido daños a la infraestructura o maquinaria?

Si _____ No _____

Si su respuesta es sí, cuanto cree que le ha afectado en los sistemas agrícolas

(0) Nada _____ (1) Muy poco _____ (2) Poco _____ (3) Medio _____ (4) Alto _____ (5)
Muy Alto _____

5 ¿Se ha tenido problemas con los servicios públicos (Energía, agua potable, comunicación)?

Si _____ No _____

Si su respuesta es sí, cuanto cree que le ha afectado en los sistemas agrícolas

(0) Nada _____ (1) Muy poco _____ (2) Poco _____ (3) Medio _____ (4) Alto _____ (5)
Muy Alto _____

6 ¿Ha afectado los días de trabajo?

Si _____ No _____

Si su respuesta es sí, cuanto cree que le ha afectado en los sistemas agrícolas

(0) Nada _____ (1) Muy poco _____ (2) Poco _____ (3) Medio _____ (4) Alto _____ (5)
Muy Alto _____

7 ¿Ha afectado su salud y ha impedido que pueda ir a trabajar?

Si _____ No _____

Si su respuesta es sí, cuanto cree que le ha afectado en los sistemas agrícolas

(0) Nada _____ (1) Muy poco _____ (2) Poco _____ (3) Medio _____ (4) Alto _____ (5)
Muy Alto _____

8 ¿Ha tenido que reinvertir en su producción?

Si _____ No _____

Si su respuesta es sí, cuanto cree que le ha afectado en los sistemas agrícolas

(0) Nada _____ (1) Muy poco _____ (2) Poco _____ (3) Medio _____ (4) Alto _____ (5)
Muy Alto _____

9 ¿Ha tenido pérdidas económicas?

Si _____ No _____

Si su respuesta es sí, cuanto cree que le ha afectado en los sistemas agrícolas

(0) Nada _____ (1) Muy poco _____ (2) Poco _____ (3) Medio _____ (4) Alto _____ (5)
Muy Alto _____

10 ¿La disponibilidad de agua para producción se escasea?

Si _____ No _____

Si su respuesta es sí, cuanto cree que le ha afectado en los sistemas agrícolas

(0) Nada _____ (1) Muy poco _____ (2) Poco _____ (3) Medio _____ (4) Alto _____ (5)
Muy Alto _____

11 ¿La productividad baja (Calidad y cantidad)?

Si _____ No _____

Si su respuesta es sí, cuanto cree que le ha afectado en los sistemas agrícolas

(0) Nada____ (1) Muy poco____ (2) Poco _____ (3) Medio _____ (4) Alto____ (5)
Muy Alto____

12 ¿Las plagas aumentan por los efectos climáticos?

Si _____ No _____

Si su respuesta es sí, cuanto cree que le ha afectado en los sistemas agrícolas

(0) Nada____ (1) Muy poco____ (2) Poco _____ (3) Medio _____ (4) Alto____ (5)
Muy Alto____

13 ¿Percibe baja biodiversidad (Flora y Fauna)?

Si _____ No _____

Si su respuesta es sí, cuanto cree que le ha afectado en los sistemas agrícolas

(0) Nada____ (1) Muy poco____ (2) Poco _____ (3) Medio _____ (4) Alto____ (5)
Muy Alto____

14 ¿La calidad del agua disminuye (Agua contaminada)?

Si _____ No _____

Si su respuesta es sí, cuanto cree que le ha afectado en los sistemas agrícolas

(0) Nada____ (1) Muy poco____ (2) Poco _____ (3) Medio _____ (4) Alto____ (5)
Muy Alto____

Anexo 5. Formato de entrevista para identificar capacidad de adaptación

1. ¿Utiliza usted algún reservorio de agua?

Si _____ No _____

Rango de actividad

☐ Baja

☐ Media

☐ Alta

2. ¿Hace uso de algún sistema de riego?

Si _____ No _____

Rango de actividad

- ☐ Baja
☐ Media
☐ Alta

3. ¿Implementa usted algún tipo de barreras vivas?

Si _____ No _____

Rango de actividad

- ☐ Baja
☐ Media
☐ Alta

4. ¿Ha recibido algún tipo de capacitaciones?

Si _____ No _____

Rango de actividad

- ☐ Baja
☐ Media
☐ Alta

5. ¿Recibe usted apoyo de alguna institución?

Si _____ No _____

Rango de actividad

- ☐ Baja
☐ Media
☐ Alta

6. ¿Recorre usted a la utilización de semillas mejoradas?

Si _____ No _____

Rango de actividad

- ☐ Baja
☐ Media

☐ Alta

7. ¿Realiza la práctica de rotación de cultivos?

Si _____ No _____

Rango de actividad

☐ Baja

☐ Media

☐ Alta

8. ¿Hace uso de algún tipo de energía renovable?

Si _____ No _____

Rango de actividad

☐ Baja

☐ Media

☐ Alta

9. ¿Realiza usted algún tipo de práctica forestal?

Si _____ No _____

Rango de actividad

☐ Baja

☐ Media

☐ Alta

10. ¿Implementa usted algún tipo de siembra estratégica?

Si _____ No _____

Rango de actividad

☐ Baja

☐ Media

☐ Alta

Anexo 6. Levantamiento de entrevistas a productores







