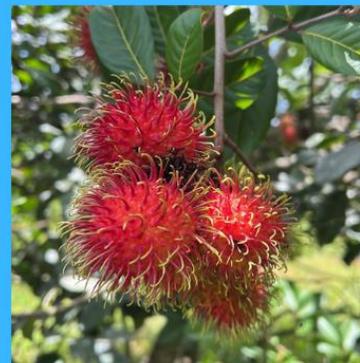
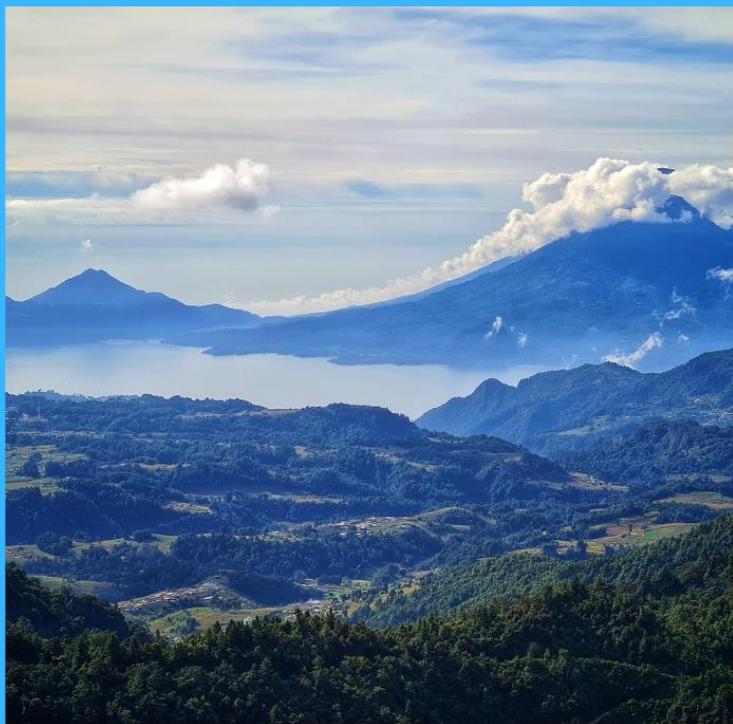
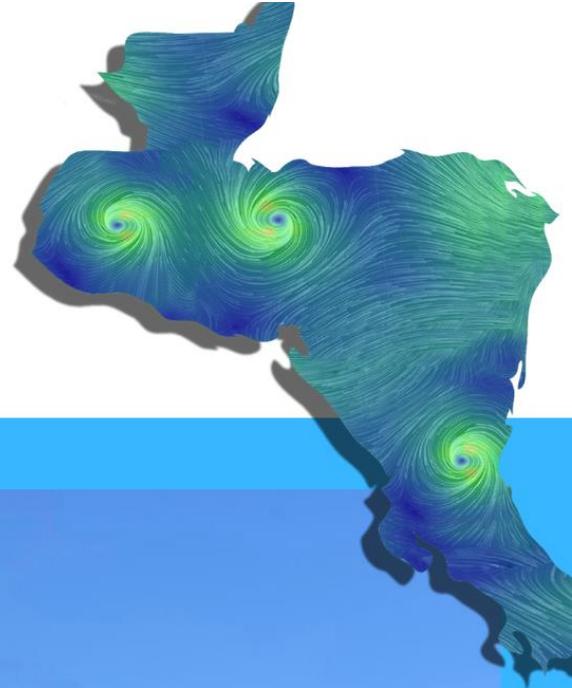


MONITOREO AGROBIOCLIMÁTICO EN CENTROAMÉRICA



**MONITOREO AGROCLIMÁTICO DE LOS PRINCIPALES
CULTIVOS DE DOS ÁREAS PROTEGIDAS EN
CENTROAMÉRICA**

vivamos mejor

Mejores condiciones de vida para América Latina

SISTEMATIZACIÓN DEL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE MONITOREO AGROCLIMÁTICO PARA CUATRO CULTIVOS DE PRIORIDAD SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL EN DOS ÁREAS PROTEGIDAS DE CENTROAMÉRICA

Hacia un monitoreo agroclimático en un contexto de cambio climático

- agosto 2023 -

En el marco del Programa Regional **“Modelaje agrobioclimático en Áreas Protegidas”**, la Fundación Vivamos Mejor Suiza (VMS) y sus socios locales Asociación Vivamos Mejor de Guatemala (VMG) y la Fundación Parque Nacional Pico Bonito (FUPNAPIB) de Honduras desarrollan un sistema de monitoreo agroclimático para los cultivos de maíz y café para Guatemala, rambután y cacao para Honduras.

Autora:

Msc. Ing. Estefani Anayté González-García

Revisores:

Joachim Jung – Encargado de programa Agua y Nutrición Centroamérica, VMS

Dr. Eduardo Secaira – director VMG

Phd. Fabio Cresto Aleina – Climatólogo VMG

Ing. José Fidel Ruiz – Coordinador de proyectos VMG

Ing. Luz Gonzales – Coordinadora del Área de Seguridad y Soberanía Alimentaria FUPNAPIB

Mapas:

Juan Matheo Queché

Edición y diagramación:

José Zelada

Fotos de portada:

José Ruiz, Luz González, Ciro Navarro, Abraham Martínez, Estefani González

Este documento fue construido gracias al trabajo del equipo de FUPNAPIB y AVM.



CONTENIDO

Tabla de abreviaturas	4
Resumen	5
1. Problemática	6
2. Antecedentes	7
3. Contexto	
3.1 Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago Atitlán	8
3.2 Parque Nacional Pico Bonito	9
4. Objetivo	10
5. Fases metodológicas	10
5.1. Fase I: Diseño del Sistema de Monitoreo	11
5.1.1. Principales resultados del diagnóstico	
A) Maíz	11
B) Café	12
C) Cacao	14
D) Rambután	15
5.1.2. Variables a monitorear	
5.1.2.1. Variables agrícolas	17
5.1.2.2. Variables climáticas	18
5.1.3. Recolección de datos	
5.1.3.1. Variables agrícolas	19
A) Maíz	19
B) Café	20
C) Cacao	21
D) Rambután	22
5.1.3.2. Variables climáticas	
A) Observadores climáticos	23
B) Estaciones automatizadas	23
5.1.4. Puntos de monitoreo	
5.1.4.1. Parcelas agrícolas de monitoreo	23
5.1.4.2. Puntos de monitoreo climático	24
5.1.4.3. Mapeo de parcelas y red de monitoreo climático	25
A) Mapeo de parcelas - RUMCLA	25
B) Mapeo de parcelas - PNPB	26
5.2. Fase II: Implementación y monitoreo	27
6. Lecciones aprendidas	28
7. Retos	29
Referencias	30

TABLA DE ABREVIACIONES

ABC Sistema de Monitoreo Agrobioclimático

ANACAFÉ Asociación Nacional del Café

APRAA Asociación de Productores Agrícolas de Atlántida

APRACA Asociación de Productores Agrícolas del Centro de Atlántida

ASOPROCCAN Asociación de Productores de Cacao Cuenca Cangrejal

ASOPROPIB Asociación de Productores Pico Bonito de San Francisco

AVM Asociación Vivamos Mejor de Guatemala

bh-MBT Bosque húmedo montano bajo tropical

bh-PMT Bosque húmedo premontano tropical

bmh-PMT Bosque muy húmedo premontano tropical

CBCH Corredor Biológico del Caribe Hondureño

CBM Corredor Biológico Mesoamericano

COVID-19 Coronavirus Disease 2019

EE. UU. Estados Unidos de América

FUPNAPIB Fundación Parque Nacional Pico Bonito

IARNA-URL: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente- Universidad Rafael Landívar de Guatemala

MICH Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas

PNPB Parque Nacional Pico Bonito

RUMCLA Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán

SAF Sistemas Agroforestales

VMS Fundación Vivamos Mejor Suiza

RESUMEN

Los sistemas agrícolas de pequeños agricultores en Centroamérica son altamente vulnerables a los impactos de la variabilidad y cambio climático. Las estrategias de adaptación deben ser contextualizadas a las condiciones locales, por lo que conocer el impacto a nivel local se vuelve indispensable. Por esa razón en el marco del programa Regional de Vivamos Mejor Suiza, los socios locales Vivamos Mejor Guatemala y Fundación Parque Nacional Pico Bonito en Honduras, buscaron los mecanismos para diseñar e implementar un sistema de monitoreo agroclimático que evalué y monitoree los impactos de variables climáticas sobre variables agrícolas de dos de los principales cultivos socioeconómicos de ambos países.

El proceso de diseño, realizado en el 2022, se centró en profundizar en el conocimiento local de la cobertura, manejo y vulnerabilidad a la variabilidad y cambio climático de los cultivos de maíz y café para Guatemala, cacao y rambután para Honduras. Esto permitió definir las variables climáticas relacionadas a la variabilidad de la temperatura, variabilidad de la precipitación y vientos. Así como las variables agrícolas relacionadas al rendimiento, fenología, plagas y enfermedades, y calidad. La toma de datos de las variables se propone realizarlo a través de los puntos y parcelas de monitoreo. Los puntos corresponden a las estaciones pluviométricas comunitarias y las estaciones automatizadas. Las parcelas a las áreas establecidas para cada uno de los cultivos. Las variables serán recopiladas por familias campesinas con apoyo de los técnicos de campo de las organizaciones locales, quienes serán responsables del almacenamiento, procesamiento y análisis de la información.

El sistema de monitoreo agroclimático está siendo implementado en el transcurso del presente año, 2023, teniendo una proyección de 10 años como mínimo para el registro de datos climáticos y agrícolas de los cuatro cultivos. El proceso de articulación con otras organizaciones en los territorios permitirá contribuir a la sostenibilidad del sistema. Así como la implementación de estrategias de adaptación local derivadas de los productos obtenidos del Sistema de Monitoreo Agroclimático.

1. PROBLEMÁTICA

El Índice de Riesgo Climático Global 2000-2019 posiciona a Guatemala en la posición 16 y a Honduras en la posición 44 de los países más vulnerables al Cambio Climático.



El cambio climático está afectando gravemente a las comunidades vulnerables del Sur Global, especialmente en países centroamericanos como Guatemala y Honduras, debido a su exposición a fenómenos climáticos, la sensibilidad de la agricultura y su limitada capacidad de adaptación.

El aumento de la temperatura y la variación de los patrones de lluvia, como sequías, inundaciones y otros eventos extremos, ya están poniendo en riesgo los medios de vida de los agricultores. Se espera que estos eventos se vuelvan más frecuentes e intensos, lo que tendrá un impacto significativo en las prácticas agrícolas locales y en los medios de vida de las personas agricultoras, especialmente los de pequeña escala, subsistencia e infra subsistencia.

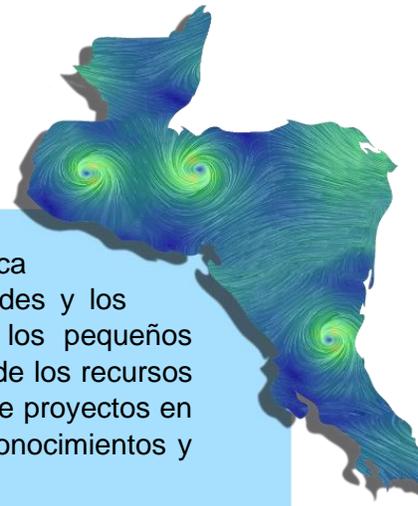
Los cultivos básicos como el maíz (*Zea mays*), así como los cultivos comerciales como el café (*Coffea arabica*), el rambután (*Nephelium lappaceum*) y el cacao (*Theobroma cacao*) se verán muy afectados por los efectos del cambio climático en América Central. La falta de aumento en la resiliencia de los agroecosistemas y la capacidad de adaptación de los agricultores resultará en rendimientos reducidos, mayor incidencia y severidad de plagas y enfermedades, y cambios no adecuados en el uso del suelo.

El impacto del cambio climático en los cultivos puede variar según el área micro climática y las prácticas agrícolas locales. Para priorizar acciones contextualizadas, es necesario conocer el impacto de la variabilidad y el cambio climático sobre las variables agrícolas, como los rendimientos, la fenología y la incidencia de plagas y enfermedades en cada uno de los cultivos y las áreas geográficas priorizadas.

Para desarrollar opciones de adaptación efectivas a largo plazo, es crucial monitorear datos climáticos y agrícolas para asegurar que las medidas se ajusten a las condiciones locales. La sostenibilidad requiere estructuras organizadas y capacitadas en niveles técnico-científicos, equipadas con instrumentos adecuados para recopilar y analizar dichos datos. Aunque lograr esto a nivel gubernamental en países latinoamericanos ha sido un desafío debido a estructuras sociopolíticas, la participación de agricultores, comunidades y organizaciones locales es esencial para alcanzar la sostenibilidad deseada.

Organizaciones como VMG y FUPNAPIB, con más de 25 años de experiencia en los territorios, buscan establecer un sistema de monitoreo agroclimático para anticipar cambios climáticos futuros, transferir conocimientos, fortalecer a agricultores y partes interesadas, y fomentar agroecosistemas resilientes. Sin embargo, el desafío radica en la incorporación del monitoreo a nivel institucional, la planificación estratégica con asignación de recursos para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de las medidas de adaptación, y la colaboración interinstitucional para integrar el sistema de monitoreo agroclimático en las prioridades territoriales

2. ANTECEDENTES



Vivamos Mejor Suiza (VMS) es una organización que trabaja en América Latina para el desarrollo sostenible y el fortalecimiento de las capacidades y los derechos de las comunidades rurales. VMS se enfoca en apoyar a los pequeños agricultores y las autoridades locales para promover el manejo sostenible de los recursos naturales. Durante más de 30 años, VMS ha apoyado la implementación de proyectos en Centroamérica, recientemente ha creado un espacio de intercambio de conocimientos y experiencias entre organizaciones implementadoras en la región.

En 2017, VMS crea el Programa Regional Centroamericano con el propósito de fortalecer a organizaciones locales en el diseño e implementación de estrategias que permitan aumentar el análisis territorial y la resiliencia frente al cambio climático. Tres organizaciones se identificaron y se integraron al programa: Asociación Vivamos Mejor -VMG- (Guatemala), Fundación Parque Nacional Pico Bonito -FUPNAPIB- (Honduras) y Centro Humboldt (Nicaragua), quienes tienen sus áreas de intervención en zonas de alta vulnerabilidad a la variabilidad y cambio climático, pero que aún conservan importantes recursos naturales y un alto valor biológico. El programa contempla el fortalecimiento técnico a través de talleres de formación, cursos especializados, intercambios y asesorías. Un espacio relevante es el encuentro anual denominado “Seminario Regional Centroamericano”, en el cual participan las organizaciones implementadoras y aliadas del programa, así como invitados especiales. El objetivo es compartir los conocimientos y experiencias adquiridos en el transcurso del año relacionado a la resiliencia climática. Así como elaborar una síntesis e identificar lecciones aprendidas que sirvan de base para mejorar las estrategias de adaptación en cada uno de los territorios.

En los seminarios se han abordado estrategias de adaptación como el Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas (MICH), Conservación y Restauración de la diversidad biológica y corredores, donde la observación de las variables meteorológicas, biológicas y agrícolas surgieron relevantes para el entendimiento del impacto de la variabilidad y cambio climático en cada territorio. Esto con el fin de contar con medidas de adaptación más contextualizadas y pertinentes a la realidad local. Puesto que la información actual como los escenarios e impactos del cambio climático son a gran escala, y no contemplan las particularidades de cada territorio.

De esta forma surge la iniciativa de desarrollar un Sistema de Monitoreo Agrobioclimático (ABC) que prioriza cultivos de mayor relevancia socioeconómica, servicios ecosistémicos y la biodiversidad de mayor contribución para las poblaciones dentro de dos áreas protegidas en los países socios: Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago Atitlán (RUMCLA) en Guatemala y Parque Nacional Pico Bonito en Honduras (PNPB).

SEMINARIO REGIONAL CENTROAMERICANO



2017



2019



2020



2021



2022

3. CONTEXTO

3.1 RUMCLA

Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago Atilán

La Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atilán (RUMCLA) es la zona protegida más grande del Altiplano central y del suroeste de Guatemala, cubriendo un área de 124,722 hectáreas. Está ubicada en la cadena volcánica del occidente guatemalteco y comprende cinco departamentos, cuatro cuencas hidrográficas, cuatro ecosistemas y seis zonas de vida, según la clasificación de Holdridge adaptada por el IARNA-URL. El 65.1% del territorio es apto para fines forestales y de conservación de bosques. Los bosques, la vegetación arbustiva baja y la agricultura anual son los usos predominantes en la RUMCLA.

El clima en la RUMCLA varía entre una precipitación anual de 1,021.8 a 2,715 mm en la parte media-norte y de 3,186 mm en la zona sur. La temperatura promedio anual oscila desde los 10°C en el extremo noroeste de Sololá hasta 25°C en el lado sur del volcán Atilán, donde las temperaturas alcanzan valores entre 17°C y 28°C en las faldas del volcán.

Desde tiempos prehispánicos, la RUMCLA ha sido habitada por tres grupos originarios: los pueblos K'iche', Kaqchikel y Tz'utujil. La población actual en la RUMCLA es de 1,179,429 habitantes, donde el 46% depende de la agricultura como fuente de ingresos. El cultivo de maíz y hortalizas al norte, y el café al sur, son las principales fuentes de ingresos para los pequeños productores en la región. Otros rubros de ingresos provienen del comercio, hoteles y restaurantes, vinculados a las actividades turísticas, dependiendo directamente de los recursos naturales y culturales del área.

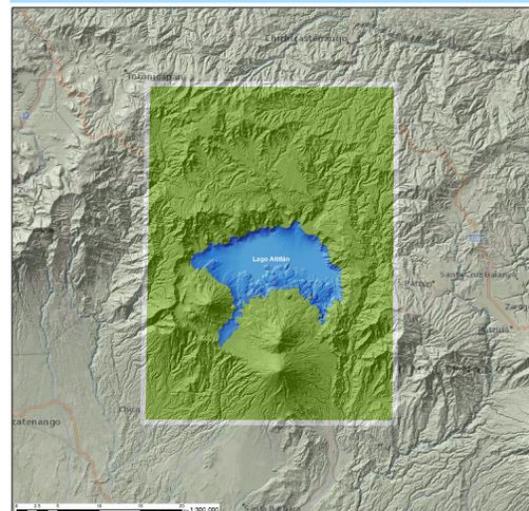
El cultivo de maíz representa la base de la soberanía y seguridad alimentaria de la población indígena en la RUMCLA, donde su cultivo es principalmente para el autoconsumo. El café es el segundo cultivo de mayor cobertura y está compuesto en su mayoría por pequeños productores, algunos trabajando de forma independiente y otros en cooperativas, asociaciones y grupos de amistad y trabajo. Los medianos y grandes productores también están presentes, pero en menor cantidad de familias productoras. La economía de los municipios productores de café se basa en diversas actividades, siendo el cultivo del café uno de los tres más importantes que generan trabajos permanentes y temporales a lo largo de la cadena de valor.



GUATEMALA



La **RUMCLA** es la zona protegida más grande del Altiplano central y del suroeste de Guatemala con un área de **124,722 hectáreas**.



Principales actividades agrícolas:

- Granos básicos
- Hortalizas
- Aguacate
- Café

3.2 PNPB

Parque Nacional Pico Bonito

El Parque Nacional Pico Bonito (PNPB) con 106,650.56 ha se localiza en el norte de Honduras, en la cordillera Nombre de Dios y al interior de los límites político-administrativos de los municipios de La Ceiba, El Porvenir, San Francisco y La Música, en el departamento de Atlántida, y el municipio de Olanchito en el Departamento de Yoro. Presenta ocho zonas de vida, y a excepción del sector sur del PNPB en donde predomina un clima seco, el resto del PNPB es considerado un clima lluvioso, noviembre y diciembre son los meses que mayor precipitación presentan; abril, julio y agosto los que menos lluvias presentan.

El PNPB tiene alta importancia ecológica por su gran riqueza biológica y por formar parte de regiones de conexión biológica como el Corredor Biológico Mesoamericano (CBM) y Corredor Biológico del Caribe Hondureño (CBCH). Además, su importancia resalta en ser una zona altamente productora de agua tanto para los ecosistemas como para las poblaciones aledañas.

En el área de amortiguamiento del PNPB habitan en su mayoría comunidades mestizas, y diez comunidades indígenas de la etnia Tolupán, las cuales se encuentran en la Zona Sur del Parque. La mayor parte del área de amortiguamiento tiene vocación forestal. Las principales fuentes económicas en esta área son aquellas enmarcadas en agricultura de subsistencia, agricultura tecnificada y ganadería, aprovechamiento y ecoturismo del bosque. En el sector norte del PNPB se desarrollan actividades ecoturísticas, ganadería, rambután y cacao, producción de piña de la empresa Dole, y producción de granos básicos. En el sur, gran parte de los pobladores también se desempeñan como jornales de haciendas ganaderas y en la empresa Dole en el cultivo de banano, el resto se dedican parcelas de menor escala de granos básicos (maíz, frijol, arroz) o cultivos más comerciales como cítricos, café y cacao.

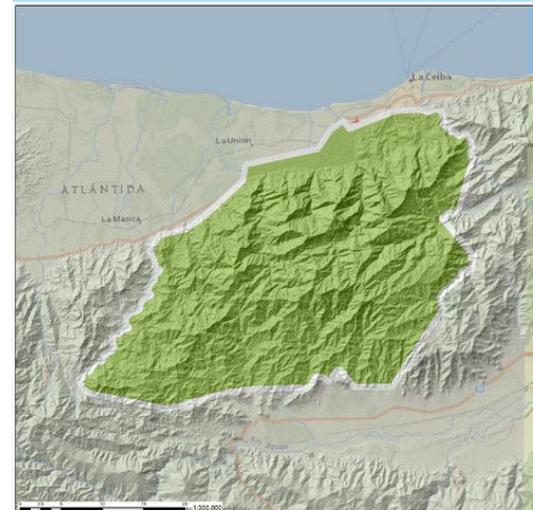
En el límite oeste del PNPB, específicamente hablando de la cuenca del río Cangrejal, sus pobladores obtienen sus ingresos por la cría de ganado vacuno principalmente, existe un comercio de ganado fuerte en la zona, y existe un centro de recolección de leche en la parte alta de la cuenca, manejado por la asociación de ganaderos de la zona, la cual compra la leche a los ganaderos.



HONDURAS



El PNPB con **106,650.56 hectáreas** forma parte del Corredor Biológico Mesoamericano y el Corredor Biológico del Caribe Hondureño.



Principales actividades agrícolas:

- Ganadería
- Banano
- Piña
- Granos básicos
- Cítricos
- Café
- Rambután
- Cacao.

4. OBJETIVO

El Sistema de Monitoreo Agroclimático tiene como objetivo el comprender y monitorear el impacto de la variabilidad del clima y el cambio climático en los cultivos de maíz y café dentro de la RUMCLA en Guatemala, así como en los cultivos de cacao y rambután en el Parque Nacional Pico Bonito en Honduras, a través de la utilización de modelos globales y datos recopilados localmente. Esto con el fin de desarrollar estrategias de adaptación contextualizadas y sostenibles, que beneficien la resiliencia de las comunidades y sus sistemas productivos.



Eduardo Saloj - Colectivo Awan Guatemala

EL MAÍZ: CULTIVO ANCESTRAL

"Esperamos que a través del Monitoreo Agrobioclimático se genere información útil para los agricultores, que pueda ser facilitada e interpretada de manera oportuna."

El Colectivo Awan, liderado por Eduardo Saloj, busca preservar y promover los conocimientos de los abuelos en el proceso de siembra y cultivo del maíz.

Actualmente forman parte de la Red de Observación Climática Comunitaria porque creen en la importancia de la generación de información climática oportuna para prepararse ante los efectos de la variación climática, especialmente lluvia y viento.

5. FASES METODOLÓGICAS

La sistematización resaltaré los principales resultados de la fase del diseño del sistema de monitoreo en los cuatro cultivos priorizados para las dos áreas protegidas de Centroamérica, realizado en el 2022. Actualmente durante el transcurso del 2023 el proceso se encuentra en la fase de implementación y monitoreo, la cual se contempla para una temporalidad mínima de 10 años.

FASE I: DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO

1. Diagnóstico del cultivo, énfasis en vulnerabilidad a la variabilidad y cambio climático.
2. Identificación de variables climáticas y agrícolas.
3. Validación de variables con expertos (agricultores o técnicos).
4. Desarrollo del marco metodológico del sistema de monitoreo.
5. Toma de datos: Quién, cómo, cuándo y dónde.
6. Elaboración de instrumentos de monitoreo.
7. Propuesta de análisis de información.
8. Estimación de recursos necesarios.
9. Propuesta de sostenibilidad a 10 años.

FASE II: IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO

1. Implementación/extensión de red de monitoreo climático.
2. Implementación de red de parcelas agrícolas.
3. Validación de instrumentos de monitoreo.
4. Registro de datos anual, monitoreo.
5. Análisis de datos.
6. Socialización y toma de decisiones locales.

Se contempla una temporalidad mínima de 10 años para la fase de implementación y monitoreo.

5.1 FASE I: DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO

5.1.1 PRINCIPALES RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO

Los agricultores que cultivan maíz y café en Guatemala, y quienes cultivan cacao y rambután en Honduras, se enfrentan a múltiples desafíos que incrementan su vulnerabilidad frente a la variabilidad y el cambio climático. Además, en los últimos años han tenido que afrontar dificultades relacionadas con la pandemia de COVID-19 y al aumento en los precios de los fertilizantes. Estos eventos adicionales agravan la situación y dificultan la capacidad de los agricultores para adaptarse a los impactos de la variabilidad y cambio climático.



A) MAÍZ

El cultivo de maíz en la RUMCLA abarca un **17% del territorio**, principalmente en la zona de vida Bosque húmedo-montano bajo tropical, representando el 84% de su cobertura total.



Este cultivo cuenta con una amplia adaptación agroclimática, con la mayoría de la superficie cultivada entre los 1,800 y 3,000 msnm, con precipitaciones que oscilan entre 1,500 y 2,500 mm anuales, temperaturas de 12-18°C y pendientes que en su mayoría varían de 0-25%. Además, las precipitaciones y temperaturas se encuentran dentro de los rangos óptimos de producción, una variación en el promedio de estas variables no afectaría significativamente su productividad. En los últimos 17 años ha disminuido la superficie cultivada del maíz en la RUMCLA (-2,87%), esto se debe principalmente a factores socioeconómicos, como el cambio a cultivos comerciales para el mercado nacional y de exportación.

La mayoría de los cultivos de maíz en la RUMCLA tienen un ciclo de producción promedio de 250 días (cosecha de noviembre a enero) y dependen de la temporada de lluvias para su producción. Se utilizan principalmente variedades criollas, adaptadas a las condiciones específicas de cada localidad, el manejo es manual, familiar-jornalero. Aunque se depende en gran medida de fertilizantes sintéticos para la nutrición (generalmente la formulación 20 nitrógeno -20 Fosforo - 0 Potasio), se usan pocos o nulos productos para el control de arvenses, plagas y enfermedades. Las fechas de las diferentes prácticas de manejo parecen estar más relacionadas con la ubicación específica de la parcela, su pendiente y el tipo de semilla. Los rendimientos son altamente variables, oscilando entre 22 y 128 qq/ha (1.0 - 5.8 ton/ha). Según la percepción de los agricultores, la variación en los rendimientos está más relacionada al manejo del cultivo (prácticas culturales y de nutrición) y a eventos climáticos extremos, no tanto al tipo de suelo.



El maíz se cultiva dentro del sistema milpa, un sistema diversificado de producción de alimentos que ha existido por siglos. Sin embargo, la simplificación de sus componentes podría disminuir su resiliencia ante la variabilidad y el cambio climático. A pesar de su importancia en la seguridad alimentaria del territorio, no existen organizaciones de productores de maíz en la RUMCLA. Sin embargo, existen colectivos e instituciones que trabajan para fortalecer el sistema milpa. Aun así, se necesita una mayor intervención para intensificar ecológicamente la milpa y hacerla más resiliente ante los impactos de la variación y cambio climático.

25 a 75%

Las pérdidas causadas por fenómenos de sequía y exceso de lluvias.

Las principales variables climáticas que afectan al cultivo de maíz en la RUMCLA están relacionadas con condiciones extremas, como periodos de sequía, excesos de lluvias, fuertes vientos y heladas. Los fenómenos pasados de sequía y exceso de lluvias (por tormentas y huracanes tropicales) han causado pérdidas de 25 a 75% en el rendimiento, disminuyendo las reservas de alimentos para las familias.



B) CAFÉ

El cultivo de café es uno de los más importantes dentro de la RUMCLA, con una cobertura del **16% del territorio**, principalmente en la zona de vida Bosque muy húmedo premontano tropical.



Dado que el maíz depende de la temporada de lluvias, cualquier déficit de lluvia durante la germinación-emergencia, el crecimiento vegetativo inicial, la floración y el llenado de la mazorca tiene un gran impacto en su producción. La fase de floración y llenado de la mazorca coincide con la "canícula", un período de clima seco que puede extenderse y tener un impacto negativo severo en la productividad. Por otro lado, el exceso de lluvia en la etapa reproductiva, el llenado y maduración de la mazorca, puede afectar negativamente su producción. Por esto, el cultivo de maíz en la RUMCLA se considera moderadamente vulnerable a la variabilidad y cambio climático.

El segundo cultivo con mayor presencia en la zona, siendo el Bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PMT) el área con mayor cobertura (44%), compuesto principalmente por fincas grandes en la zona sur de la RUMCLA. Por su parte, el Bosque húmedo premontano tropical (bh-PMT) y el Bosque húmedo montano bajo tropical (bh-MBT) representan 27% y 25% de la cobertura respectivamente, y se componen en mayoría por pequeños productores.

El café se cultiva en altitudes que oscilan entre los 900 y los 2,000 metros sobre el nivel del mar, con precipitaciones anuales que varían entre los 1,000 y los 3,070 mm y temperaturas promedio anuales de 12 a 20°C. La humedad relativa en la zona se encuentra entre 82 y 88% de promedio anual, y las ráfagas de vientos promedio son menores a 5 km/hora/año.

Es importante destacar que el bh-MBT es la única zona de vida con zonas marginales máximas y mínimas de producción, según su rango ideal en temperatura, altura y humedad relativa. En los últimos 17 años se ha observado una variación en la cobertura del café, con una disminución de 3.21% en general. Se atribuye a condiciones socioeconómicas como el cambio de uso de suelo por cultivos más rentables, y a factores climáticos. En particular, el clima más cálido, las lluvias irregulares y la aparición de roya, una enfermedad foliar causada por el hongo *Hemileia vastatrix*, que desde 2012 ha afectado la productividad del café y su cobertura.

98%
Del sistema de manejo de café en la RUMCLA es bajo sombra.

La producción es convencional, poco tecnificada y sin riego. Solamente 4 organizaciones de pequeños caficultores se encuentran registradas como producción orgánica. En cuanto a las especies asociadas al café, se pueden encontrar árboles maderables, frutales (como el aguacate), musáceas, granos básicos, macadamia, cardamomo, entre otros. Las variedades de café más cultivadas, corresponde al 65% a la variedad Caturra, seguida del Catimor (8%) y el Bourbon (7%) de la especie *Coffea arábica*, mientras el restante 20% se distribuye en distintas variedades que han registrado un incremento, siendo estas: Sarchimor, Anacafé 14, Villa Sarchi, Catiguá MG2, esto como respuesta a la incidencia de la roya y problemas de sequía. También se observa un aumento en la producción de variedades de especialidad como Pacamara y Geisha, ligadas a la comercialización especial en micro y nano lotes.

La productividad del café varía significativamente en función del tipo de productor. Los grandes productores, en promedio, producen 16 quintales por hectárea de café pergamino, mientras que los medianos alcanzan los 14 quintales por hectárea, y los pequeños se encuentran por debajo de los 13 quintales por hectárea. Esta variación se debe a la capacidad de inversión y atención que cada productor puede brindar a su plantación.



En el caso de la RUMCLA, los pequeños productores obtuvieron en la cosecha 2020-2021 una producción de 13.51 quintales por hectárea de café pergamino, con una conversión de 4.73 de café maduro a pergamino seco. Esta producción se comercializa a través de intermediarios y exportadoras. Además, existen cooperativas, asociaciones y grupos de trabajo integrados para producir y comercializar con mejores características y oportunidades.

Sin embargo, el cultivo de café en la RUMCLA presenta una vulnerabilidad y una capacidad adaptativa crítica debido a las variables climáticas que impactan en su producción. La variabilidad de precipitación (exceso y falta de lluvia) y las altas y bajas temperaturas afectan las variables fisiológicas del café, como la irregularidad en la floración y el fruto, que influye negativamente en el rendimiento. Además, estas variables climáticas también influyen en la presencia de plagas y enfermedades como: roya, antracnosis y broca, que pueden disminuir aún más la producción. Por eso, es necesario implementar prácticas y medidas de resiliencia a corto y mediano plazo para reducir la vulnerabilidad del cultivo al cambio climático.



C) CACAO

El cultivo de cacao en el Parque Nacional Pico Bonito (PNPB) se desarrolla en un **75% bajo sistemas agroforestales (SAF)** promovidos por más de 30 años.



El cacao se cultiva en el área norte de la zona de amortiguamiento del PNPB en aproximadamente 840 ha en dos cuencas hidrográficas: Río Cuero y Río Cangrejal, entre los 80 y 1500 msnm. El cultivo se encuentra en dos de las ocho zonas de vida presentes en el área protegida: Bosque Húmedo Tropical y Bosque Muy Húmedo Subtropical. Las temperaturas anuales promedio oscilan entre 23 y 27°C, las precipitaciones entre 1400 y 2500 mm anuales, y las pendientes son del 65%. Algunas áreas del cultivo están en zonas marginales máximas de producción. Los suelos Tomala, Toyos y Aluviales están presentes en las zonas cultivadas, pero los suelos Toyos son los más favorables para el cultivo.

Algunos productores han asociado el cultivo de cacao con otros frutales comerciales. Sin embargo, la mayoría de los productores tienen dificultades para proporcionar la nutrición y el control de enfermedades principales, lo que dificulta alcanzar niveles altos de producción. En la actualidad, la producción de cacao en el PNPB está por debajo de los 500 kg/ha/año, aunque normalmente se espera producir entre 1,200 y 1,500 kg/ha/año. El cacao se cosecha durante todo el año, aunque la producción es baja o nula en julio y agosto.

500kg

Por hectárea al año es el rendimiento actual, cuando lo esperado es entre 1200 y 1500kg.

La mayoría de los productores en el PNPB venden su cacao en baba (grano de cacao con pulpa ligosa), el cual es trasladado en un tiempo no mayor de 2 horas a las plantas de fermentación de las cooperativas de cacao, como la Asociación de Productores de Cacao Cuenca Cangrejal (ASOPROCCAN) y la Asociación de Productores Pico Bonito de San Francisco (ASOPROPIB), quienes cuentan con la infraestructura mínima necesaria para su procesamiento. El cacao de mayor calidad se comercializa con Cholats Halba, Xoco Fine Cocoa y recientemente, Chocolates del Caribe.

En el marco del PNPB, varias organizaciones mejoran la cadena de valor del cacao con asistencia técnica, servicios empresariales y financiamiento, logrando cumplir con los estándares de calidad del mercado. No obstante, algunos productores aún tienen costos elevados por falta de infraestructura y organización del acopio y fermentado. El cacao de baja calidad es vendido a intermediarios y acopiado para el mercado centroamericano.



En el PNPB, los agricultores perciben que el aumento de temperaturas y poca precipitación causa estrés en el cultivo, aborto de frutos, defoliación y muerte de árboles, sobre todo en largos períodos de sequía. La intensidad de la luz también ha aumentado, generando estrés visible y aborto de frutos. Las humedades relativas bajas, inferiores al 60%, han generado un desequilibrio hídrico en las plantas. Las precipitaciones muy altas y frecuentes, concentradas en cortos períodos de tiempo, han aumentado la incidencia de enfermedades y el aborto de flores. Finalmente, los vientos intensos, superiores a 14.4 km/h, pueden quebrar ramas y árboles, especialmente en monocultivos durante los ciclones. Siendo vulnerable a la variabilidad del clima y el cambio climático, principalmente a eventos extremos.



D) RAMBUTÁN

Se estima que en toda la Cuenca del Río Cuero existen unas **1,700 hectáreas** cultivadas en diferentes estados de desarrollo y cerca de 280 productores asentados en 11 comunidades.



El cultivo del rambután se ha desarrollado principalmente en la cuenca del Río Cuero, en el municipio de La Música, dentro de la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Pico Bonito (PNPB). El cultivo se encuentra en dos de las ocho zonas de vida presentes en el área protegida: el bosque muy húmedo tropical y el bosque muy húmedo subtropical (cálido). La altitud del cultivo varía desde el nivel del mar hasta los 500 metros, con temperaturas anuales promedio entre 23 y 27°C, y precipitaciones que oscilan entre 1,400 y 2,500 mm anuales en promedio, con pendientes fuertes que van desde el 30% hasta el 100%. Algunas áreas del cultivo se encuentran en zonas marginales máximas de producción principalmente debido al rango ideal de pendientes. Las zonas cultivadas se encuentran en su mayoría en suelos Tomala, lo que dificulta el óptimo desarrollo del cultivo debido a la baja fertilidad, la poca profundidad y la materia orgánica.

Más del 90% de las plantaciones de rambután dentro del PNPB son monocultivos con variedades como la R134, R156, R162, R167 (Malasia), Binjai y Seelengkeng (Indonesia), y Jitlee (Singapur). El manejo es convencional y con niveles de fertilización bajos. Debido a que es un cultivo introducido hace menos de 80 años, aún no existen muchos registros de problemas fitosanitarios. Los problemas de plagas como zompopos y sinfilidos¹, y enfermedades como mildiu polvoso, oídio y cáncer del tallo, han sido reportados por los agricultores. Los rendimientos del rambután dentro del PNPB tienen un rango variable que depende de los suelos, la edad del árbol y el manejo, y oscilan entre 28,500 y 71,400 frutos por hectárea. Sin embargo, bajo un buen manejo agronómico, la productividad de una hectárea del cultivo puede alcanzar hasta 500,000 frutos. Desde la floración hasta la maduración del fruto transcurren aproximadamente de 120 a 126 días, siendo el color de la fruta el indicador que los productores usan para determinar su corte, independientemente de la variedad. La cosecha se da entre los meses de septiembre a enero, con un promedio de diez cortes durante esos meses.

¹ Pequeños artrópodos de color blanco, parecido a los ciempiés, con sistema bucal masticador.

28,500 a 71,400

Frutos por hectárea es el rango de rendimiento actual dentro del PNPB. Sin embargo, este puede llegar a 500,000 frutos/ha.

Los productores del PNPB se enfocan en la comercialización en fresco de la fruta, principalmente en el mercado nacional y local, concentrándose en Tela CA-13 entrada a Lancetilla, Santa Ana en Atlántida, San Pedro Sula y Tegucigalpa. Aunque también exportan al mercado de USA, Canadá, Japón y Centroamérica, el mal estado de los caminos y las deficiencias en los procesos de inocuidad, cadena de frío, personal, entre otros, son limitantes en la cadena de transporte y

logística.

Existen cuatro emparadoras (2 en Másica y 2 en El Porvenir) que cuentan con infraestructura de empaque y embalaje de fruta para los mercados de exportación más cercanos para los productores del PNPB. Sin embargo, el nivel de organización de los productores es bajo, con solo dos organizaciones presentes en el PNPB: APRAA (Asociación de Productores Agrícolas de Atlántida) y APRACA (Asociación de Productores Agrícolas del Centro de Atlántida). Es necesario organizar a los productores independientes para facilitar la búsqueda de oportunidades y estrategias productivas y de comercialización.

Actualmente, algunas organizaciones brindan apoyo técnico y financiero en diferentes eslabones de la cadena del rambután. Los bajos precios y el aumento de la oferta han llevado a esfuerzos para transformar y dar valor agregado al producto. Los productores del sector este, en la cuenca del Río Cangrejal, han realizado esfuerzos para el procesamiento de vinos artesanales.

El cultivo de rambután es sensible a estaciones secas muy pronunciadas, por lo que la variabilidad y el cambio climático dentro del PNPB han afectado la producción. Se han reportado problemas por deshidratación de la fruta debido a la falta de agua en las plantaciones, así como rajado y aborto de frutas con pérdidas considerables, afectando a unas variedades más que otras.



5.1.2 VARIABLES A MONITOREAR

A partir del diagnóstico realizado, se identificaron y priorizaron con expertos locales las variables climáticas y agrícolas que se monitorearán para evaluar el impacto de la variabilidad y el cambio climático.

5.1.2.1 VARIABLES AGRÍCOLAS

Las **variables agrícolas** que se han priorizado están relacionadas con la productividad, que es de mayor interés para los agricultores, así como las variables fenológicas que han demostrado ser sensibles a las variaciones climáticas, así como las variables relacionadas con plagas y enfermedades, que se han visto favorecidas por las modificaciones en la temperatura, humedad y otras condiciones climáticas.

VARIABLES AGRÍCOLAS	GUATEMALA		HONDURAS	
	MAÍZ	CAFÉ	CACAO	RAMBUTÁN
Rendimiento	Grano seco kg/ha	Maduro qq/ha	Kg/árbol/año febrero-	
	#hileras y granos por hilera de mazorca *	Pergamino qq/ha (humedad 10-12%)	# mazorcas sanas (separación)	# frutas que hacen un kg de fruta
	% llenado de mazorca	Conversión maduro a pergamino qq:qq	#mazorcas/Kg de cacao fermentado y seco	Peso promedio del fruto maduro
	Longitud y diámetro de mazorca	Conversión pergamin o a oro qq:qq	peso promedio del grano de cacao	# frutas por racimo
	Peso 100 granos secos		# semillas por mazorca	
Fenología	Fechas siembra* y cosecha	Fechas cosecha	Inicio y fin de cosechas	Fecha de inicio y fin de floración
	Fecha 75% flor masculina panoja (iniciando) febrero-mayo	Inicio, pico y fin de la floración	Fecha inicio y fin floración	Fechas: hojas nuevas, amarre fruto, fin del desarrollo y madurez para cosecha
	Fecha y % de acame		# pepinillos formados y desarrollados (fechas de inicio)	# frutos formados y desarrollados
P&E	% incidencia PP	% incidencia roya	% incidencia de mazorca negra	Cantidad de frutas y árboles infectadas
	% enfermedad PE	% incidencia broca	% incidencia Monilia	Cantidad de frutas y árboles atacados
Calidad		Análisis de catación		
		Perfil de taza		

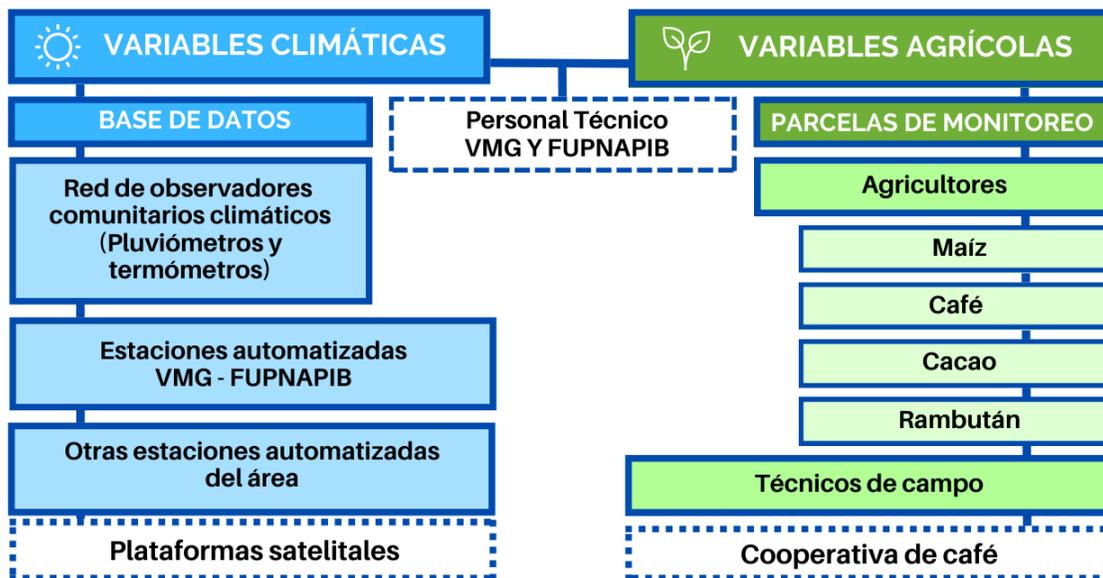
5.1.2.2 VARIABLES CLIMÁTICAS

Las variables climáticas prioritarias se centran en la temperatura, la precipitación y los vientos. Se recopilará información sobre las medias, pero se pondrá especial atención a los extremos, ya que son los que tendrán un mayor impacto en los cultivos.

VARIABLES CLIMÁTICAS	GUATEMALA		HONDURAS	
	MAÍZ	CAFÉ	CACAO	RAMBUTÁN
Variabilidad en Temperatura	°C	T°C promedio, máx y min (diarios / mensual)		
	Días	# días de calor y frío extremos (registros más altos y bajos)		
	Días	(>25°C) (<5°C)	(> 38°C) (<15°C)	
Variabilidad en Precipitación	mm	Registro diario, acumulado mensual y anual		
	Días	# días en época lluviosa <5mm		
	Días	# días <5mm feb-may		
	Días	# días y días seguidos mayor a >40mm		
Vientos Extremos	Km/h	Velocidad > 20 km/hora/día		
	Dir.	Dirección del Viento (N, S, E, O)		

5.1.3. RECOPIACIÓN DE DATOS

Los involucrados en la medición de datos será tanto el personal técnico de VMG y FUPNAPIB, los observadores comunitarios climáticos, y las familias agricultoras de las parcelas de monitoreo identificadas. Para ambos tipos de variables se definen metodologías de recolección, sistematización y análisis, el cual se pretende llevar a cabo en los próximos 10 años.





El personal técnico de AVM y FUPNAPIB tendrá la responsabilidad de velar por la descarga y consolidación de la información de las variables meteorológicas de los pluviómetros comunitarios y las estaciones automatizadas en bases de datos.

Además, el personal técnico complementará los vacíos de información a través de la ampliación de las redes de monitoreo climático. Para esto se considerará, la falta de información respecto a las zonas de vida, la topografía y la cercanía a las parcelas de monitoreo.



Los primeros 3 años, el personal técnico recolectará datos en conjunto con los agricultores, mientras se fortalecen las metodologías, instrumentos y habilidades de monitoreo. En años siguientes, el personal técnico brindará apoyo y continuará consolidando datos, participando en análisis de información agroclimática.

En la siguiente sección, se detallará el procedimiento de medición para cada una de las variables agrícolas priorizadas.

5.1.3.1 VARIABLES AGRÍCOLAS

A continuación, se describe la metodología que se utilizará para medir las variables agrícolas. Cada variable contará con su propio protocolo de medición y se utilizarán instrumentos de campo que el personal técnico, en colaboración con las personas agricultoras completarán.

A) MAÍZ



RENDIMIENTO

Variable	Forma de medición	Tiempo
Grano seco kg/ha	Luego de realizar el secado se pesarán los sacos obtenidos en mazorca. Se desgranará 10 mazorcas para estimar peso promedio de xilote para estimar peso real. Se llevará un registro del # de elotes consumidos de la parcela para estimar (usando variables con *).	Fin de cosecha noviembre-enero.
# hileras y granos por hilera de mazorca*	Seleccionar 10 mazorcas al azar, contar cuantas hileras, y granos por hilera en cada mazorca, y promediar.	
% llenado de mazorca	Seleccionar 10 mazorcas al azar y estimar % dividiendo la mazorca en cuadrantes. Según instrumento.	
Longitud y diámetro mazorca	Seleccionar 10 mazorcas al azar. Medir el largo desde la punta hasta la base y en la parte central medir diámetro y promediar.	
Peso 100 granos secos	Peso de 100 granos de maíz de la parte central de la mazorca seca.	

FENOLOGÍA

Variable	Forma de medición	Tiempo
% acame en parcel	Dividir la parcela en 4 cuadrantes y hacer estimación de porcentaje de terreno afectado por el acame.	Luego de evento ocurrido
Fecha de acame	Registrar fecha luego de afectación y etapa de planta.	
Fecha de siembra y cosecha	Registrar fecha luego de realizada la actividad.	Marzo-mayo Nov-enero
Fecha de floración	Día que observa 75% parcela con flor masculina (panoja iniciando)	Julio-sept.

PLAGAS Y ENFERMEDADES (P&E)*

Variable	Forma de medición	Tiempo
% Incidencia y grado de severidad de plagas y enfermedades	Recolectar hojas parte baja, media y alta de 10 plantas al azar. Identificar P&E (especie), de ser necesario llevar a laboratorio. Identificar grado de severidad, dividiendo en 4 cuadrantes la hoja (25%) y estimar el porcentaje de cobertura de la enfermedad.	Abril-junio (1) Sept-nov (2)
% Incidencia P&E	Seleccionar 10 mazorcas al azar y estimar incidencia	Nov-enero

Monitoreo de plagas y enfermedades los primeros tres años deberán llevarse a cabo por técnico VMG, para identificar y priorizar P&E de mayor relevancia para continuar su monitoreo por parte del agricultor.

B) CAFÉ



RENDIMIENTO

Variable	Forma de medición	Tiempo
Rendimiento en café maduro	En cada corte apuntar el peso del café maduro y al finalizar la cosecha se hace la sumatoria.	Fin de cosecha
Rendimiento en café pergamino (humedad de grano 10 -12%)	Con el resultado de beneficiado del café maduro, se estima el dato de café pergamino. Se tomará el dato sobre la partida que entregue el productor al beneficio.	
Conversión de café maduro a café pergamino (humedad de grano 10 -12%)	Se realizarán tres mediciones, una al inicio, en el pico y finales de cosecha. Se tomarán las muestras de la partida que entregue el productor en beneficio. De las tres mediciones, se sacará el promedio de los datos para el resultado final.	

FENOLOGÍA

Variable	Forma de medición	Tiempo
Fechas cosecha	Fecha de inicio de la primera cosecha, fecha del pico de cosecha y fecha cuando termina.	Cortes realizados
Floración	Fecha de inicio de floración y reportar de ocurrir aborto (fecha y severidad)	Al iniciar

PLAGAS Y ENFERMEDADES (P&E)

Variable	Forma de medición	Tiempo
% incidencia roya del café	<p>Se usará la aplicación de celular de ANACAFÉ Coffee Cloud para conocer la incidencia, siguiendo las recomendaciones de la aplicación.</p> <p>Y al menos dos veces por año se realizará el método de muestreo por sitios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ·Área máxima de muestreo: 1 cuerda ·Número de sitios: 1 de 14 plantas ·Seleccionar 14 plantas al azar en zig-zag ·Colectar 10 hojas por planta (tres estratos, cuatro puntos cardinales) ·Contar cuantas hojas tienen presencia de pústulas de roya y cuantas no tienen. <p>Determinar el porcentaje de incidencia: % de incidencia = (Hojas con roya /140) * 100</p>	Bi / tri mensual
% incidencia broca del café	<p>Se usará la aplicación de celular de ANACAFÉ Coffee Cloud para conocer la incidencia, siguiendo las recomendaciones de la aplicación.</p> <p>Y al menos dos veces por año se realizará el método de muestreo por sitios:</p> <ul style="list-style-type: none"> ·Área máxima de muestreo: 1 cuerda ·Número de sitios: 1 de 5 plantas ·Frutos extraídos al azar/sitio: 100 ·Se extraen 20 frutos por planta de la parte alta, media y baja. ·Se realiza el conteo de frutos perforados y sin perforar. ·Determinación % de infestación = frutos brocados 	

C) CACAO



RENDIMIENTO

Variable	Forma de medición	Tiempo
kg / año / árbol	De todos los árboles que estén dentro de la parcela de monitoreo se deberá llevar un registro de la producción en cada cosecha, al final del año hará la sumatoria y relación en base a la cantidad de árboles dentro del SAF.	Fin de cosecha anual
# mazorcas sanas (separación)	Se contabilizarán las mazorcas infectadas por enfermedades o plagas, estas se clasificarán y separarán de las sanas.	Durante la cosecha
# de mazorcas / kg de cacao fermentado y seco	Se tomará una muestra de X mazorcas de toda la parcela para obtener 8 libras de cacao en baba, con las cuales se podrá hacer el proceso de contabilización de cuantas mazorcas se requieren para obtener 1 kg de cacao fermentado y seco.	
Peso promedio del grano de cacao fermentado y seco	Con la misma muestra que se obtuvo para determinar el # de mazorcas /kg de cacao fermentado y seco, de estas mismas mazorcas se tomarán los granos para contabilizarlos.	
# semillas por mazorca	La misma muestra que se obtuvo para determinar el # de mazorcas /kg de cacao fermentado y seco, se contabilizarán las mismas mazorcas para determinar el número de semillas.	

FENOLOGÍA

Variable	Forma de medición	Tiempo
Fechas cosecha	Registrar fechas de cortes realizados dentro de la parcela.	Durante cosecha
Floración	Llevar el registro de los tiempos de floración.	Todo el año
# pepinillos formados y desarrollados	Se llevará el registro de las fechas en que los frutos dentro de la parcela de monitoreo comienzan a formarse y desarrollarse.	Antes de la cosecha

PLAGAS Y ENFERMEDADES (P&E)

Variable	Forma de medición	Tiempo
% incidencia mazorca negra	Durante la cosecha de cada árbol se clasificarán al pie del árbol las mazorcas; sanas y las infectadas por mazorca negra o monilia, deberán clasificarse y contabilizarse.	En la cosecha
% incidencia monilia		

D) RAMBUTÁN



RENDIMIENTO

Variable	Forma de medición	Tiempo
kg / año / árbol	Se deberá llevar contabilizada la cantidad de frutas que produce cada árbol según los cortes que haga el productor, y al final de la cosecha estimar cuantos son los kilogramos que fueron producidos por cada uno de los 12-14 árboles dentro de la parcela.	Durante y fin de la cosecha
# frutas que hacen un kilogramo de rambután.	Se hará una muestra por árbol, contabilizar la cantidad de frutos que hacen 1 kg, asimismo con los 14 árboles de la PPM, posteriormente se hará un cálculo para determinar el promedio de la cantidad de frutos que hacen 1 kilogramo en cada parcela.	Al momento de cada cosecha
Peso promedio del grano de cacao fermentado y seco	Se debe hacer muestreo para peso (seleccionar tres frutas en las cuatro ramas de la planta, sumarlos y calcular el peso promedio de la fruta por árbol, este procedimiento será para todos los árboles. Con los totales se realizará el cálculo para obtener el peso promedio de toda la PPM.	
# frutas por racimo	Conteo de frutas	

FENOLOGÍA

Variable	Forma de medición	Tiempo
Fechas cosecha	Anotar fecha desde que comienza la madurez en los primeros frutos de cada árbol, hasta que haya frutos maduros en todos los árboles.	Inicio de la cosecha
Fecha de inicio y fin de la floración	Anotar la fecha que comienza la floración en un árbol, así como la fecha en que termina el periodo de floración, también la fecha en que la mitad de los árboles están en floración.	Al iniciar, hasta finalizar
# frutos formados y desarrollados	Se obtendrá una muestra de cada árbol, y llevar el registro de los frutos desde el inicio, sazonomiento y finalización del periodo de desarrollo.	Antes de la cosecha

PLAGAS Y ENFERMEDADES (P&E)

Variable	Forma de medición	Tiempo
% incidencia frutas infestadas	-Se debe contabilizar los frutos que tengan hongos (manchas irregulares). Si hay marchitamiento de hojas se recomienda tomar muestras y llevarlas al laboratorio para identificar posibles plagas o enfermedades. -Llevar registro de árboles atacados por insectos.	En la cosecha
% incidencia árboles atacados		

5.1.3.2 VARIABLES CLIMÁTICAS

A) OBSERVADORES COMUNITARIOS



Precipitación: será medida en milímetros (mm) a través del uso de un pluviómetro que mida la cantidad de agua de lluvia caída en las últimas 24 horas (1 mm= 1 lt/m²). El observador deberá medir diariamente entre 6:00 - 7:00 am, apuntando los mm acumulados y el tipo de lluvia (llovizna, normal, fuerte, etc). Finalmente deberá vaciar el pluviómetro y dejar de nuevo en su sitio. Los datos serán enviados mensualmente al técnico de ambas organizaciones, quien será responsable de su procesamiento y análisis.

B) ESTACIONES AUTOMATIZADAS



Las estaciones automatizadas, recolectan 8 variables meteorológicas cada media hora y se almacenan en un servidor físico dentro de la misma estación. La descarga de los datos se realiza de forma mensual, donde se extraerán las variables climáticas priorizadas para el monitoreo agroclimático.

5.1.4. PUNTOS DE MONITOREO

Las parcelas de monitoreo agroclimático son áreas específicas donde se registrará de manera sistemática información climática y agrícola para evaluar el impacto del clima en los cultivos y prácticas agrícolas. Estos lugares estratégicamente seleccionados permitirán obtener datos sobre temperatura, precipitación, etapas fenológicas, rendimientos de cultivo y más, a lo largo del tiempo. Y así mejorar la comprensión de las relaciones entre el clima y la agricultura, facilitando decisiones informadas para adaptar prácticas agrícolas y reducir los impactos del cambio climático, promoviendo una agricultura más resiliente y sostenible.

5.1.4.1 PARCELAS AGRÍCOLAS DE MONITOREO

La selección de las parcelas se basó en criterios específicos. Se eligieron seis parcelas para el cultivo de maíz, seis para café, seis para cacao y cuatro para rambután.

Para las parcelas de cacao y rambután, se propone que tengan una forma circular y un área pde 1,000 m². En cuanto a las parcelas de maíz y café, se plantea la forma del terreno que el agricultor ya posee, con un mínimo de 754 m², considerando la condición de minifundio del territorio dentro de la RUMCLA.

Monitoreo de parcelas

El monitoreo en las parcelas de estudio consistirá en mediciones anuales durante un periodo de 10 años para analizar la relación entre eventos climáticos y variables agrícolas. Se sugiere realizar análisis preliminares más detallados a los 3 y 5 años, con la asesoría de expertos en temas climáticos, agrícolas y estadísticos, para validar y analizar los datos agroclimáticos. Finalmente, al cumplir los 10 años, se llevará a cabo un estudio exhaustivo de las variables.

5.1.4.2 PUNTOS DE MONITOREO CLIMÁTICO

La distribución y ubicación de las estaciones pluviométricas comunitarias y las estaciones automatizadas deben responder a algunos criterios generales, como:

- El área total actual y futura a monitorear para ubicar las estaciones y establecer su densidad.
- Asegurarse de que las estaciones oficiales estén cerca para acceder a datos actuales e históricos, así como identificar instrumentos previamente instalados por otras organizaciones en el área de monitoreo.
- Evaluar la capacidad de procesamiento para compilar y procesar datos.
- Explorar posibles colaboraciones con entidades meteorológicas para fortalecer la observación.
- Considerar la posibilidad de establecer la red de observación de manera gradual y fortalecerla conforme las observaciones se vuelvan consistentes.
- Ubicar en lugar que permita la mayor representatividad del territorio. Estaciones automatizadas con 5 km a la redonda y pluviómetros con 1 km de representatividad.
- Garantizar que no existan obstrucciones al menos 10 metros a la redonda, manteniendo limpia y despejada el área e idealmente con una cerca perimetral.
- Asegurarse que esté cercano a la vivienda para cuidar la seguridad de los instrumentos y facilitar la lectura/seguimiento diario.
- Evitar mover los instrumentos.

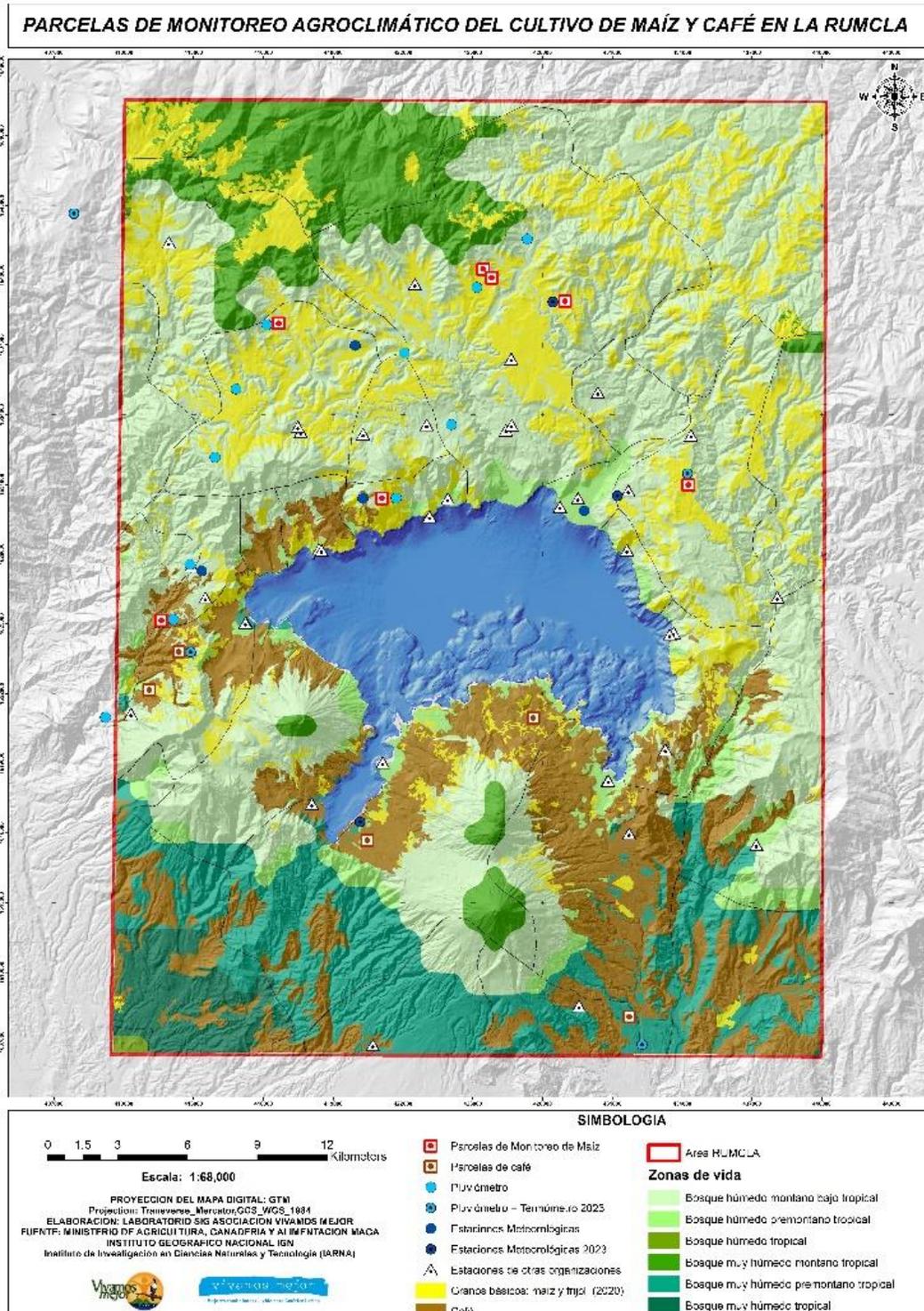
En el caso de la selección de la ubicación de las **estaciones pluviométricas comunitarias** las siguientes consideraciones específicas deben ser tomadas en cuenta:

- La familia debe estar vinculada a alguna forma de organización comunitaria.
- Ser reconocida por sus valores y curiosidad de aprender.
- Que tenga arraigo y sea originaria de la comunidad
- Que tenga presencia de niños o jóvenes estudiando para el relevo generacional.
- Y que tenga vocación de ayudar al desarrollo de su comunidad.

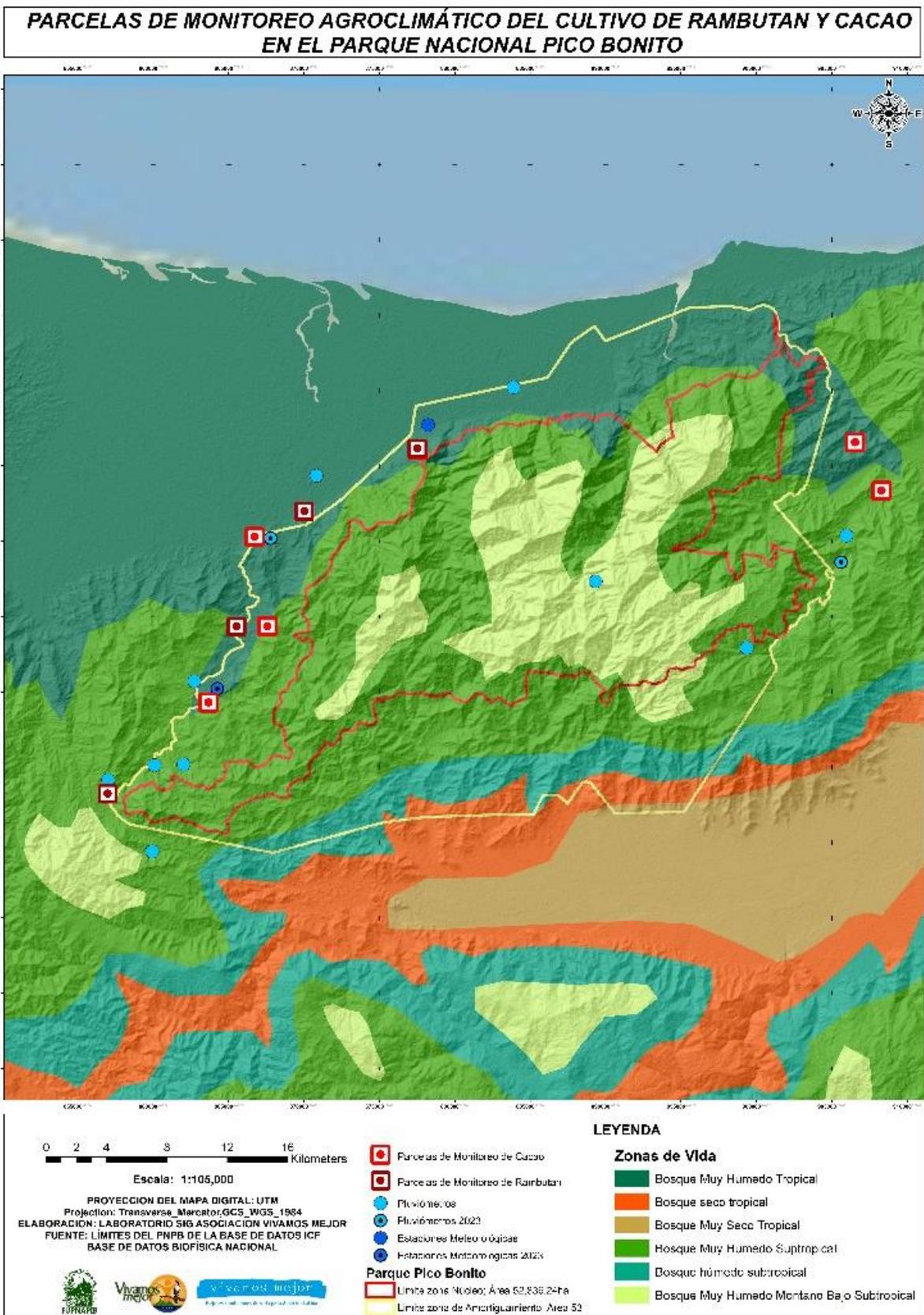
5.1.4.3 MAPEO DE PARCELAS Y RED DE MONITOREO CLIMÁTICO

En los mapas se ubican las parcelas agrícolas propuestas, así como la red actual de monitoreo climático (pluviómetros y estaciones) que las organizaciones ya cuentan. También se incorpora los nuevos puntos de monitoreo climático como estaciones de otras organizaciones en el territorio que enriquecerán los procesos de análisis agroclimático.

A) MAPEO DE PARCELAS - RUMCLA



B) MAPEO DE PARCELAS - FUPNAPIB



5.2 FASE II: IMPLEMENTACIÓN Y MONITOREO

El proceso de implementación y de monitoreo implica dos componentes fundamentales: lo referente a obtener las variables climáticas y las variables agrícolas. En el componente de variables climáticas, se identifican estaciones, se capacita a las familias observadoras y se analizan datos para generar información relevante. En el componente de variables agrícolas, se identifican parcelas de monitoreo, se realiza capacitación y se establece una línea de base de datos. Ambas áreas enfatizan el seguimiento y la socialización de resultados para promover prácticas agrícolas resilientes al cambio climático.

A continuación, se detallan las actividades necesarias a llevar a cabo para la Fase II de Implementación y monitoreo que se contempla para una temporalidad mínima de 10 años :



6. LECCIONES APRENDIDAS

Durante la Fase I del Diseño del Sistema de Monitoreo Agroclimático se han adquirido lecciones valiosas que podrán servir de guía para replicar procesos similares en otros territorios. Además, estas lecciones permitirán implementar la segunda Fase del monitoreo con mayor eficiencia y eficacia, maximizando el impacto en las comunidades agrícolas y fortaleciendo la capacidad de adaptación al cambio climático.

- La reducción de la escala de la información climática, tanto histórica como de escenarios futuros para cada área protegida, ha enriquecido significativamente nuestro conocimiento del territorio. Este conocimiento previo es fundamental para realizar un diagnóstico preciso de cada cultivo y para el desarrollo del sistema de monitoreo agroclimático, permitiendo un análisis más profundo y contextualizado.
- El estudio de la climatología, los escenarios futuros y la vulnerabilidad de los cultivos ha resaltado la importancia de investigar más a fondo la variabilidad climática y los eventos extremos en cada territorio, dado que tienen un impacto significativo en la agricultura.
- Es imprescindible establecer un protocolo definido que facilite una revisión bibliográfica exhaustiva sobre sistemas de monitoreo agroclimático existentes, para orientar mejor el contenido, las metodologías de recopilación de información y análisis. Asimismo, es necesario investigar las organizaciones en los territorios que ya realizan observación y análisis climático para sumar esfuerzos o enriquecer el proceso con sus experiencias.
- Dada la variabilidad del impacto del cambio climático en el ciclo de cultivo, es fundamental contar con conocimiento y experiencia especializada tanto de la comunidad como de profesionales.
- Es esencial definir criterios claros para la selección de agricultores de las parcelas de monitoreo, asegurándose de su compromiso a largo plazo. Algunos criterios clave incluyen un alto interés en aprender sobre el cultivo, motivación y habilidades de observación del entorno natural.
- Las organizaciones deben comprometerse a incorporar el sistema de monitoreo en sus actividades anuales y asegurar los recursos necesarios para su desarrollo a mediano y largo plazo.
- Es evidente que el modelo actual no tiene una significancia estadística, por lo que es importante buscar mecanismos para escalarlo y hacerlo representativo a nivel estadístico para cada área protegida.

7. RETOS

Durante el proceso de diseño del monitoreo agroclimático, hemos identificado una serie de retos que abarcan aspectos técnicos, económicos, sociales e institucionales. Estos retos representan desafíos significativos que requerirán un abordaje integral y colaborativo para superarlos con éxito.

En el ámbito técnico, uno de los desafíos es lograr que los agricultores se apropien de las metodologías e instrumentos utilizados en el monitoreo. Es fundamental que, al finalizar el período de acompañamiento directo, los agricultores se sientan capacitados y comprometidos para continuar con la recopilación de datos de manera efectiva y sostenible.

En el aspecto económico, el reto radica en buscar financiamiento para sostener la investigación y la implementación del sistema de monitoreo a largo plazo. Además, es necesario incorporar el sistema de monitoreo de forma institucional en la estructura operativa de las organizaciones involucradas, garantizando así su funcionamiento continuo y considerando oportunidades de financiamiento en los proyectos.

En el ámbito social, es esencial identificar estrategias que motiven e incentiven la participación voluntaria de los agricultores en el proceso de monitoreo. También es relevante incluir a los jóvenes, especialmente hijos de agricultores, en el proceso, aprovechando el uso de tecnologías digitales para facilitar la recolección y sistematización de datos de manera eficiente.

En cuanto a lo institucional, es necesario crear estrategias que permitan la colaboración con otras organizaciones que ya realizan análisis agroclimático, fomentando el intercambio de experiencias y conocimientos. Asimismo, se deben desarrollar estrategias de incidencia a nivel gubernamental para institucionalizar el monitoreo agroclimático, asegurando su continuidad y respaldo desde las instancias gubernamentales.

Estos retos representan una oportunidad para trabajar de manera conjunta, fortaleciendo la capacidad de adaptación y mitigación de los impactos del cambio climático en la agricultura. La superación exitosa de estos desafíos permitirá obtener datos precisos y relevantes, contribuyendo a la toma de decisiones informadas y a la implementación de medidas efectivas para proteger y mejorar la resiliencia de los cultivos y las comunidades agrícolas en el territorio.

REFERENCIAS

- Cresto Aleina, F., González-Xiloj, P., González-García, E. A., and Secaira-Ziegler, S. C.: Towards an integrated Agro-Climatic monitoring: results and challenges in two Central American protected areas, Accepted in Journal of Universities, and International Cooperation, 2023.
- Abraham, Martínez, (2019). Estudio sobre el estado de conservación de las comunidades biológicas afectadas por el cambio de uso de la tierra en la zona de amortiguamiento y límites de la zona núcleo del Parque Nacional Pico Bonito.
- Alonso Vargas, 2003. Descripción morfológica y nutricional del fruto de rambután (*Nephelium lappaceum*)
- Anacafé. (2019). Anacafé Cafés de Guatemala en cifras 18-19. Guatemala.
- Anacafé. (2019). Presentación de Plagas del café, Diplomado de Caficultura Moderna. Guatemala.
- Anacafé. (2019). Presentación Enfermedades de café, Diplomado de Caficultura Moderna. Guatemala
- Anacafé. (2020). Memoria de labores 2019-2020. Guatemala.
- ASECSA. (2014). Estudio de impacto sobre variabilidad climática en la producción agrícola y medidas de adaptabilidad en 10 comunidades rurales de Guatemala. Ciudad de Guatemala, s.e.
- Awän Agroecología. (2022). Awän Colectivo Agroecológico. Sololá. Guatemala, s.e.
- Banco Central Honduras 2021. <https://see.bch.hn/sice/Login.aspx?ReturnUrl=%2fSICE%2f3> Jornadas de consulta con actores de la cadena de rambután
- Chain-Guadarrama, A; Martínez-Rodríguez, MR; Cárdenas, JM; Vilchez-Mendoza, S; Harvey, CA. 2018. Adaptación basada en Ecosistemas en pequeñas fincas de granos básicos en Guatemala y Honduras. *Agronomía Mesoamericana* 29(3):571. DOI: <https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.32678>.
- Cifuentes, R; Herrera, E; Andrés Arévalo, L; Zamora, O; Avelar, S; Porres Margarita Palmieri, M. 2015. Estado de la fertilidad del suelo, plagas y enfermedades en el sistema Milpa del departamento de Sololá (en línea). Universidad del Valle de Guatemala :38-51. Disponible en <http://lexicoon.org/es/milpa>.
- Cifuentes, R; Sierra, C; Andrés Arévalo, L; Beteta, C; Herrera, E; Renee Álvarez, M. 2014. El sistema Milpa del departamento de Sololá visto desde la experiencia y vivencia de los productores de maíz de la región de Sololá. Universidad del Valle de Guatemala :11-30.
- CONAP. (2006). Plan de Desarrollo Sostenible de la Reserva de Uso Múltiple de la Cuenca del Lago de Atitlán y el Departamento de Sololá 2007-2011. Ciudad de Guatemala, s.e.
- Cresto, F. (2022). «Servicio de Consultoría para la elaboración de un Monitoreo Agro-Bio-Climático» Producto 2: Climatología de las Áreas protegidas. Sololá, s.e.
- Dix, M; Medinilla, O; Castellanos, E. (2003). Diagnóstico Ecológico-Social en la Cuenca de Atitlán (en línea). Ciudad de Guatemala, s.e. Consultado 16 jul. 2022. Disponible en https://issuu.com/asociacionvivamosmejor/docs/diagnostico_ecologico_social_atitla.
- Dubon, Aroldo. Manual de Producción de Cacao / Aroldo Dubon; Jesús Sánchez. – 2a. ed – La Lima, Cortes: FHIA, 2016.
- Fuentes, R. (2002). El cultivo de maíz en Guatemala: Una guía para su manejo agronómico. Ciudad de Guatemala, s.e.
- Fundación Hondureña de investigación agrícola / Programa de Cacao y Agroforestería: Informe técnico 2020 / Fundación hondureña de investigación agrícola – 1a. ed – La Lima, Cortes: FHIA, 2020.

- Fundación Hondureña de Investigación Agrícola Programa de Cacao y Agroforestería: Informe Técnico 2020 / Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. -- 1a ed.— La Lima, Cortés: FHIA, 2020 <https://vulnerabilityatlas.org/downloads/es/Vulnerabilidad-climático...>
- López, Marlon. Catálogo de cultivares de Cacao (*Theobroma cacao* L.) evaluados y seleccionados por la FHIA / Marlon Lopez; Oscar Ramírez; Aroldo Dubon. - 1ª. Ed – La Lima, Cortes: FHIA, 2017.
- Mejía, Orlando. Cadena de Cacao en Honduras, caracterización del eslabón Primario / Orlando Mejía; Marlon canales. – Francisco Morazán, Tegucigalpa MDC: APROCACAOH / PYMERURAL, 2010.
- Programa Regional de Cambio Climático de USAID. (2016). Manual técnico para el fortalecimiento del sector de café en Guatemala frente al cambio climático.
- Reimer Falck, F. P. (2011). Análisis rápido de la cadena de Cacao de Honduras. Tegucigalpa, Honduras.: PYMERURAL © 2011.
- Somarriba, E. J., & Escobedo Aguilar, A. (2013). Uso actual y oferta de tecnologías sostenibles en las cadenas de valor del cacao en Honduras para mejorar la seguridad Alimentaria. San José, Costa Rica.
- Viguera, B; Ruth Martínez-Rodríguez, M; Donatti, CI; Harvey, CA; Alpízar, F. (2017). Módulo 2 Impactos del cambio climático en la agricultura de Centroamérica, estrategias de mitigación y adaptación (en línea). Turrialba, Costa Rica, s.e. Disponible en www.conservation.org/cascade-espanol.