



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES
POSGRADO ESFOR

EUPG ©
ESCUELA
UNIVERSITARIA
DE POSGRADO



**FORTALECIMIENTO DE SISTEMAS AGROFORESTALES COMO
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN PARA LA MITIGACIÓN AL CAMBIO
CLIMÁTICO, APOLOBAMBA**

TRABAJO DE POSGRADO PARA OBTENER EL
CERTIFICADO DE DIPLOMADO EN SISTEMAS
AGROFORESTALES EN RESPUESTA AL
CAMBIO CLIMÁTICO – 1RA VERSIÓN.

ING. AGRONOMO FRIEDRICH CHOQUE BENAVIDES

COCHABAMBA – BOLIVIA

2025

RESUMEN

La presente monografía aborda la urgente vulnerabilidad de la región de Apolobamba, específicamente en la comunidad Florida, ante los efectos del Cambio Climático, proponiendo el fortalecimiento de los Sistemas Agroforestales (SAF) como la estrategia central e indispensable para la resiliencia comunitaria. El objetivo fue diseñar un modelo productivo que supere la fragilidad de los sistemas tradicionales, garantizando la seguridad alimentaria y la estabilidad económica de las familias productoras. La investigación valida que el futuro sostenible de la región depende de la integración planificada de árboles, cultivos y biodiversidad, alejándose definitivamente de prácticas que degradan el suelo y aceleran la erosión.

Los resultados demostraron que los SAF ofrecen un doble beneficio climático altamente específico. En la Adaptación, la regulación del dosel arbóreo crea un microclima protector que reduce el estrés hídrico y térmico en los cultivos, lo que se refuerza con la aplicación de prácticas biofísicas esenciales: la construcción de terraceo y el uso de barreras vivas maximizan la infiltración de agua de lluvia y detienen la erosión en laderas. En la Mitigación, los SAF actúan como sumideros de carbono eficientes y proporcionan una base productiva más rentable que la agricultura extractivista, ofreciendo una alternativa directa para frenar la deforestación en la zona amazónica.

La estrategia de fortalecimiento se centra en el relevo generacional y la validación del modelo. La propuesta prioriza la capacitación especializada de la juventud en el manejo de viveros comunitarios y en el desarrollo de habilidades empresariales para la generación de valor agregado (ej. procesamiento de café y frutas). Para el futuro, se requiere la implementación de un sistema de monitoreo simple que cuantifique de manera fiable los beneficios ambientales y económicos de los SAF. Esta evidencia es crucial para asegurar el financiamiento a largo plazo y permitir que el modelo de Apolobamba se establezca como un plan de acción probado y replicable a nivel nacional.

ABSTRACT

The monograph addresses the urgent vulnerability of the Apolobamba region to the effects of Climate Change, proposing the strengthening of Agroforestry Systems (AFS) as the central and indispensable strategy for community resilience. The goal was to design a production model that overcomes the fragility of traditional systems, ensuring food security and economic stability for farming families. The research validates that the sustainable future of the region depends on the planned integration of trees, crops, and biodiversity, moving definitively away from practices that degrade the soil and accelerate erosion.

The results demonstrated that AFS offer a highly specific dual climate benefit. For Adaptation, the management of the tree canopy creates a protective microclimate that reduces water and thermal stress on crops, which is reinforced by essential bio-physical practices: the construction of terracing and the use of live barriers maximize rainwater infiltration and halt soil erosion on slopes. For Mitigation, AFS act as efficient carbon sinks and provide a more profitable productive base than extractive agriculture, offering a direct alternative to curb deforestation in the Amazonian area.

The strengthening strategy focuses on generational succession and model validation. The proposal prioritizes the specialized training of youth in the management of community nurseries and the development of entrepreneurial skills for value addition (e.g., processing coffee and fruits). For the future, investment in processing infrastructure and the implementation of a simple monitoring system are required. This system will reliably quantify the AFS model's environmental and economic benefits, which is crucial for securing long-term financing and establishing it as a proven and scalable blueprint for similar vulnerable regions.

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático, manifestado en alteraciones significativas de los patrones de temperatura y precipitación, así como en eventos climáticos extremos cada vez más frecuentes e intensos, representa una de las mayores amenazas para la sostenibilidad de los sistemas productivos y la seguridad alimentaria a nivel global (IPCC, 2021).

De la misma manera, representa uno de los principales desafíos ambientales, sociales y económicos del siglo XXI, afectando de manera directa la seguridad alimentaria, la disponibilidad de recursos hídricos y la biodiversidad, especialmente en regiones tropicales y subtropicales. Ante este panorama, los **sistemas agroforestales (SAF)** emergen como una alternativa integral que combina la producción agrícola y forestal en una misma unidad de manejo, promoviendo la sostenibilidad de los recursos naturales y la resiliencia de las comunidades rurales (Nair, 1993; Montagnini & Nair, 2004).

Los Sistemas Agroforestales (SAF) no solo permiten **mejorar la productividad agrícola de manera sostenible**, sino que también constituyen una estrategia efectiva para la **adaptación y mitigación del cambio climático**. Estos sistemas tienen la capacidad de **capturar carbono**, **regular el microclima**, mejorar la **infiltración del agua** y proteger los suelos contra la erosión, lo cual es esencial para enfrentar eventos climáticos extremos cada vez más frecuentes (Schroth et al., 2004; Jose, 2009). Además, la diversificación de cultivos y especies forestales en los SAF contribuye a **reducir la vulnerabilidad** socioeconómica de las familias rurales frente a las variaciones climáticas (Altieri et al., 2015).

Diversos estudios han documentado que el fortalecimiento y expansión de los sistemas agroforestales puede ser una herramienta clave dentro de las políticas públicas y planes de adaptación al cambio climático, especialmente en América Latina, donde existe una amplia tradición agroforestal en comunidades indígenas y campesinas (Somarriba et al., 2013; Calle et al., 2012). Sin embargo, la implementación efectiva de estos sistemas requiere superar barreras técnicas, económicas e institucionales que dificultan su adopción a gran escala.

La integración de árboles en los paisajes agrícolas no solo incrementa el secuestro de CO₂, sino que también mejora la fertilidad del suelo a través del aporte de materia orgánica y la fijación de nitrógeno, reduce la erosión hídrica y eólica, regula el ciclo del agua, y proporciona sombra y refugio para cultivos y ganado, disminuyendo el estrés térmico (Montagnini, 2006).

Dentro de las estrategias que promueven una agricultura más resiliente y baja en carbono, los sistemas agroforestales emergen como una alternativa prometedora. Estos sistemas, que combinan la producción de cultivos agrícolas o la cría de animales con la presencia planificada de árboles y/o arbustos, ofrecen una multiplicidad de beneficios ambientales, económicos y sociales (Nair, 1993).

En las últimas décadas, la deforestación en la Amazonía ha intensificado los efectos del calentamiento global, alterado el ciclo hidrológico y reducido la humedad transportada por los vientos alisios desde el Atlántico. La pérdida de cobertura boscosa disminuye el reciclaje de humedad, la cual es clave para mantener las lluvias en la región, afectando directamente el régimen climático en los Andes (Sierra et al., 2020; Spracklen & Garcia-Carreras, 2015). Estudios advierten que esta reducción en la transpiración amazónica repercute en la disponibilidad hídrica de Bolivia, contribuyendo a sequías más prolongadas en departamentos como La Paz, Cochabamba, Chuquisaca, Oruro y Potosí (Mongabay Latam, 2021; MAAP, 2020).

Otros efectos reportados del cambio climático incluyen la modificación de los regímenes térmicos, como ser incremento de las temperaturas medias, veranos más cálidos e inviernos menos fríos, y alteraciones del régimen hídrico, como reducción del número de días de lluvia (con precipitaciones más concentradas en la temporada húmeda), episodios de lluvias intensas en cortos periodos, ampliación del periodo de estiaje y mayor frecuencia y severidad de eventos extremos (olas de calor y frío, sequías prolongadas, tormentas y lluvias torrenciales). Estas dinámicas incrementan la ocurrencia de desastres naturales (incendios forestales, riadas e inundaciones, deslizamientos) y favorecen procesos secundarios como la proliferación de plagas, enfermedades y la introducción o expansión de especies no autóctonas, con

importantes impactos sobre la seguridad hídrica, la agricultura y los medios de vida locales (PNUD, 2011).

Adicionalmente se han detectado impactos ecológicos considerables, por ejemplo, la variación de la fenología de especies detectando una brotación, floración y maduración de las plantas, flores y frutos en ciclos cortos más tempranos, así como cambios en los ciclos de migración de las especies han variado considerablemente, ciertos indicadores biológicos del clima ya no funcionan. Además, el rango de algunas plantas y animales silvestres se ha desplazado hacia sitios de mayor altitud. La pérdida de biodiversidad forestal a esta escala pondría en grave peligro la capacidad de recuperación del ecosistema, aspectos que inciden en la distribución de los tipos de bosque, las especies de árboles, la productividad, las condiciones del suelo y la estructura de los rodales (CIPCA, 2016).

En cumplimiento de la CPE, artículo 385, que establece que las áreas protegidas constituyen un bien común que forma parte del patrimonio natural y cultural del país; y que éstas cumplen funciones ambientales, culturales, sociales y económicas para el desarrollo sustentable. La Ley 300 Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral de la Madre Tierra (2012), manifiesta en su Artículo I, la visión y los fundamentos del desarrollo integral en armonía y equilibrio con la Madre Tierra para Vivir Bien, garantizando la continuidad de la capacidad de regeneración de los componentes y sistemas de vida de la Madre Tierra, recuperando y fortaleciendo los saberes locales y conocimientos ancestrales, en el marco de la complementariedad de derechos, obligaciones y deberes; así como los objetivos del desarrollo integral como medio para lograr el Vivir Bien, las bases para la planificación, gestión pública e inversiones y el marco institucional estratégico para su implementación; asimismo, señala en su Artículo 23, al Sistema de Áreas Protegidas como uno de los principales instrumentos de defensa de la Madre Tierra.

En consecuencia, el Estado Plurinacional de Bolivia a través del marco legal vigente establece: Ley de la Madre Tierra, en su artículo 54 promueve el manejo integral y el aprovechamiento sustentable de bosques y los sistemas de vida de la Madre Tierra en un contexto de mitigación y adaptación al cambio climático.

Una alternativa viable para el ANMIN APOLOBAMBA, es promover acciones para revertir la degradación ambiental desde el punto de vista ambiental, productivo y económico, mediante la implementación de sistemas agroforestales, como medidas de adaptación y mitigación al cambio climático.

Generar la producción sostenible de árboles multipropósito, que contribuyan a la diversificación productiva de las unidades agrícolas, mediante la creación de microclimas favorables, provisión de sombra y otros servicios ecosistémicos, en función del cultivo o sistema productivo elegido por el beneficiario (como café, cacao, pasturas, hortalizas, entre otros). que favorece en la recuperación y mejoramiento de suelos mediante la incorporación de hojarasca, abundancia de raíces y con aporte de nitrógeno; por otra parte, la incorporación de especies forestales en los cultivos incrementa las reservas de carbono y aporta así a la mitigación del cambio climático.

1.1. Justificación

El fortalecimiento de sistemas agroforestales en Apolobamba representa una estrategia clave para responder de forma sostenible a los desafíos del cambio climático. A través de este proyecto se busca analizar y proponer medidas prácticas y adaptadas al contexto local que permitan mejorar la eficiencia, sostenibilidad y replicabilidad de estos sistemas como herramientas de adaptación y mitigación al cambio climático.

Desde la época colonial, en el área del ANMIN Apolobamba se han desarrollado diversos medios de vida, como la minería, la agricultura, la ganadería y la explotación maderera, todos con una visión y espíritu marcadamente extractivistas. A pesar de ello, aún persiste la antigua y errónea idea de que se trata de una región deshabitada. Esta percepción ha llevado a que, con frecuencia, no se consideren ni las condiciones ni las formas de vida de los pueblos y comunidades que están profundamente arraigados en sus tierras y territorios.

En este contexto se plantea el “Fortalecimiento de los sistemas agroforestales” que combina una gran variedad de iniciativas productivas, dentro de un enfoque de diversificación,

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Justificación	4
1.2. Planteamiento y formulación del problema	5
1.2.1. Planteamiento del problema	6
1.2.2. Formulación del problema	7
1.3. Objetivos	8
1.3.1. Objetivo general.....	8
1.3.2. Objetivos específicos	8
1.4. Alcances de la investigación	8
1.4.1. Alcance temático	9
1.4.2. Alcance espacial	9
1.4.2.1. Ubicación del Área de estudio	9
1.4.2.2. Alcance temporal	12
2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	13
2.1. Conceptualización de los sistemas agroforestales tradicionales	13
2.2. Historia y evolución de la agroforestería en América Latina.....	14
2.3. Diversidad biológica y conservación en sistemas agroforestales	15
2.4. Cambio Climático y sus efectos en la agricultura.....	16
2.5. Beneficios de la Agroforestería como estrategia de mitigación y adaptación al cambio climático	17
2.6. Políticas públicas para la promoción de sistemas agroforestales en Bolivia.....	19
3. METODOLOGÍA	20
3.1. Metodología de la investigación	20
3.1.1. Cualitativo.....	20
3.2. Tipo de Investigación.....	20
3.2.1. Explicativa - Aplicada.....	20
3.3. Métodos.....	21
3.4. Fuentes de información	21
3.4.1. Fuentes primarias	22
3.4.2. Fuentes secundarias	22
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23

3.5.1.	Técnicas de recolección de datos	23
3.5.1.1.	Entrevista.....	23
3.5.2.	Instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5.2.1.	Planilla de campo	24
3.5.2.2.	Guía de preguntas	25
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
5.	PROPUESTA	38
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
6.1.	Conclusiones	53
6.2.	Recomendaciones	55
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
	ANEXOS	62

Índice Tablas

Tabla 1	Datos generales	27
Tabla 2	Percepción sobre el cambio climático observado.....	29
Tabla 3	Porcentaje sobre la percepción sobre el cambio climático	30
Tabla 4	Efectos percibidos del cambio climático	31
Tabla 5	Prácticas agroforestales.....	32
Tabla 6	Principales problemas en SAF	34
Tabla 7	Apoyo solicitado para los SAF	35

Índice Figuras

Figura 1	Género Entrevistados.....	28
Figura 2	Rango de edades.....	28
Figura 3	Cultivos principales.....	29
Figura 4	Percepción sobre el cambio climático observado	30
Figura 5	Efectos percibidos del cambio climático	31
Figura 6	Prácticas agroforestales/ Especies-Cultivos integrados	32
Figura 7	Prácticas agroforestales/Beneficios percibidos	33
Figura 8	Principales problemas en SAF.....	34
Figura 9	Apoyo solicitado para los SAF	35

Índice Mapas

Mapa 1	Ubicación del Área de Estudio	10
--------	-------------------------------------	----