



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
Y FORESTALES

EUPG ©
ESCUELA
UNIVERSITARIA
DE POSGRADO

POSGRADO DE LA ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES



La práctica nos enseña

Diplomado en Sistemas Agroforestales en Respuesta al Cambio Climático

1ra. Versión

MONOGRAFÍA
COMPARACIÓN DE EFICIENCIA ENTRE LOS SISTEMAS
AGROFORESTALES Y CONVENCIONALES PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD DE CAFÉ

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO POR:

ARIEL SAAVEDRA MENA

TUTOR:

MGR. ELIZABETH CAMACHO

COCHABAMBA – BOLIVIA

2025

RESUMEN

Comparación de eficiencia entre los sistemas agroforestales y convencionales para mejorar la productividad de café, esta monografía va dirigida a la comparación y evaluación de la eficiencia entre los sistemas agroforestales y los sistemas convencionales en la producción de café en la comunidad de Espejitos, municipio de Buena Vista, Santa Cruz. La investigación tuvo como objetivos estimar los niveles productivos, determinar el valor económico del sistema agroforestal y analizar su impacto ambiental. Para ello, se empleó un enfoque mixto entre cuantitativo y cualitativo mediante entrevistas y observación directa en campo para la recolección de datos en parcelas con ambos sistemas. Los resultados muestran que los sistemas agroforestales, con una densidad de 2.800 plantas de café y 400 árboles por hectárea, logran rendimientos entre 13 y 17 qq/ha, frente a los 23-25 qq/ha del sistema convencional con semi sombra. Sin embargo, al incorporar la valoración de la madera y los servicios ambientales, los ingresos totales del sistema agroforestal ascienden a 30.812,36 \$/ha, superando ampliamente los del sistema tradicional. Además, los sistemas agroforestales mejoran la sostenibilidad a largo plazo, al ofrecer sombra que regula la temperatura y reduce la influencia por plagas y enfermedades. Como conclusión, se evidencia que los sistemas agroforestales son una opción rentable y sostenible, especialmente para pequeños productores que buscan diversificar ingresos y reducir su vulnerabilidad ante cambios climáticos y de mercado.

Palabras clave: sistemas agroforestales, caficultura sostenible, valoración económica, servicio ambiental.

ABSTRACT

This monograph presents a comparison of the efficiency between agroforestry systems and conventional systems to improve coffee productivity in the community of Espejitos, located in the municipality of Buena Vista, Santa Cruz. The objective of the research was to estimate production levels, determine the economic value of the agroforestry system, and analyze its environmental impact. A mixed quantitative and qualitative approach was applied through interviews and direct field observation, collecting data from plots managed under both systems. The results indicate that agroforestry systems, with a density of 2,800 coffee plants and 400 trees per hectare, achieve yields of 13 to 17 qq/ha, compared to 23–25 qq/ha in conventional systems with partial shade. However, when considering timber valuation and environmental services, the total income from the agroforestry system reaches \$30,812.36/ha, significantly exceeding that of the conventional systems. Moreover, agroforestry systems enhance long-term sustainability by providing shade that regulates temperature and reduces pest and disease pressure. In conclusion, agroforestry systems prove to be a profitable and sustainable option, particularly for small-scale producers seeking to diversify income and reduce vulnerability to climate and market changes.

Key words: agroforestry systems, sustainable coffee farming, economic valuation, environmental service

1. INTRODUCCIÓN

Un sistema agroforestal es una forma de uso y manejo de los recursos naturales en el cual se utilizan árboles multiusos (ya sea frutales, maderables, forrajeros o cercas vivas) que son utilizados en asociación con cultivos agrícolas o animales, ya sea de manera simultánea o en secuencia temporal (Centro Agronómico Tropical de Investigación [CATIE], 2001).

El mismo autor señala que, los sistemas agroforestales de café son una opción agrícola sostenible que ofrece beneficios tanto económicos como ambientales, en los trópicos es común observar combinaciones de árboles maderables como sombra de cultivos perennes (café y cacao), árboles dispersos en campos agrícolas y en potreros, así como árboles en líneas.

Otra de las ventajas de la aplicación del sistema agroforestal es el sistema Taungya, que al permitir a pequeños productores cultivar especies agrícolas anuales entre las líneas de las plantaciones, se evitaba la destrucción del bosque que ellos utilizaban para el establecimiento de los cultivos migratorios. A diferencia de la agricultura migratoria, que es un sistema secuencial, el sistema Taungya es la combinación simultánea de dos componentes durante los primeros años del establecimiento de las plantaciones, y en el que los cultivadores se comprometen, en retorno, al cuidado y manejo de la plantación (Nair, 1993).

La agricultura convencional es muy productiva, pero la alta productividad tiene un precio: el suelo se agota o se erosiona, es por eso que se busca demostrar los comunarios los amplios beneficios del cultivo de café bajo sistemas agroforestales.

La importancia del café en los últimos años fue esencial en el departamento de Santa Cruz, ya que la calidad del café se fue elevando progresivamente en especial en el municipio de Buena Vista y los valles Cruceños. Esta es una alternativa viable para pequeños productores que buscan diversificar sus ingresos y promover una agricultura más amigable con el medio ambiente. Sin embargo, aún existen desafíos relacionados con el acceso a mercados, la capacitación técnica. Por eso es fundamental combinar los aspectos estadísticos con la perspectiva de los agricultores lo cual conlleva al presente trabajo donde se desea demostrar la

eficiencia de la producción de café bajo los sistemas agroforestales como también la alta productividad de los demás componentes asociados.

Esta monografía busca priorizar la importancia y trascendencia de los sistemas agroforestales en el cultivo de café de tal forma que se genere un equilibrio sostenible, buena productividad, valoración de los recursos del medio ambiente, enfatizando que no solo se debe pensar en los beneficios económicos a corto plazo si no inducir a la gente a una proyección hacia el futuro para el bien estar de las futuras generaciones. También comparar la eficiencia de ambos sistemas en la producción de café, evaluando no solo los rendimientos productivos, sino también aspectos económicos y ambientales, una información útil que sirva para los productores, los técnicos y responsables en la toma de decisiones hacia una caficultura mas sostenible y competitiva.

1.1. Justificación

Actualmente la producción de café enfrenta desafíos relacionados al cambio climático, una pérdida de la biodiversidad, degradación de los suelos e inestabilidad de los mercados. Por este motivo se requiere adoptar prácticas que garanticen la sostenibilidad ambiental sin dejar de lado la rentabilidad de los productores de café.

El conocimiento de los costos de producción y el rendimiento son esenciales para determinar la rentabilidad del cultivo como también ayuda en la toma de decisiones sobre las actividades a realizar.

El rendimiento se refiere generalmente a la cantidad de café producido por unidad de superficie (kilogramos por hectárea). Al demostrar la eficiencia de la producción de café bajo los sistemas agroforestales se busca demostrar que si es rentable el manejo y establecimiento de los sistemas.

Los sistemas agroforestales (SAF), al integrar árboles de sombra con los cafetales, pueden reducir la necesidad de insumos externos como fertilizantes y pesticidas, disminuyendo

así los costos a largo plazo. Además, se ha demostrado que este tipo de manejo puede influir positivamente en la calidad del grano, al beneficiar en una maduración más lenta y uniforme, que mejora el perfil sensorial del café.

1.1.1. Justificación ambiental

Los SAF tienden a ser una herramienta clave en el desarrollo rural sostenible, puesto que incluyen las funciones ambientales y la generación de nuevas alternativas de producción y de generación de ingresos económicos de las poblaciones locales.

Debido al impacto de los sistemas tradicionales de producción agropecuaria en los recursos naturales, se vio la necesidad de practicar sistemas de producción alternativos y sustentables, de este modo los SAF sistemas agroforestales contribuirían eficientemente en la creación de sistemas de producción que ayuden a mantener la productividad, minimizar los impactos ambientales y satisfacer las necesidades económicas de las poblaciones locales.

1.2. Planteamiento y formulación del problema

La producción de café representa una fuente de ingresos vital para los comunarios de Espejitos, entre los problemas asociados al sistema convencional de producción de café se encuentra la pérdida o baja biodiversidad, una alta dependencia de insumos químicos y bajo nivel de resiliencia ecológica. Por tanto, surge la necesidad de analizar la eficiencia de ambos sistemas de producción, basados en rendimientos sobre el nivel de productividad, el valor económico a largo plazo y los beneficios ambientales que se generan.

1.2.1. Planteamiento del problema

No se conoce los niveles productivos de café que se alcanza dentro los sistemas agroforestales

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación.....	2
<i>1.1.1. Justificación ambiental</i>	<i>3</i>
1.2. Planteamiento y formulación del problema	3
<i>1.2.1. Planteamiento del problema.....</i>	<i>3</i>
<i>1.2.2. Formulación del problema</i>	<i>4</i>
1.3. Objetivos.....	5
<i>1.3.1. Objetivo general</i>	<i>5</i>
<i>1.3.2. Objetivos específicos</i>	<i>5</i>
1.4. Alcances de la investigación.....	5
<i>1.4.1. Alcance temático</i>	<i>5</i>
<i>1.4.2. Alcance espacial.....</i>	<i>6</i>
<i>1.4.2.1. Ubicación del Área de estudio.</i>	<i>6</i>
<i>1.4.3. Alcance temporal</i>	<i>7</i>
2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	8
2.1. Sistemas agroforestales	8
<i>2.1.1. Ventajas de los Sistemas agroforestales.....</i>	<i>9</i>
<i>2.1.2. Componentes de un Sistema agroforestal.....</i>	<i>9</i>
<i>2.1.3. Finalidad de los sistemas agroforestal.....</i>	<i>10</i>
<i>2.1.4. Clasificación de los Sistemas Agroforestales.....</i>	<i>10</i>
<i>2.1.5. Ventajas socioeconómicas de los Sistemas Agroforestales respecto al monocultivo ...</i>	<i>11</i>
<i>2.1.6. Estado de la vegetación</i>	<i>11</i>
<i>2.1.7. Planificación Integral de la Finca para Sistemas Agroforestales</i>	<i>11</i>

<i>2.1.8. Etapas para el establecimiento de SAF</i>	12
<i>2.1.9. Requerimiento de luz</i>	13
2.2. Cultivo de café	13
<i>2.2.1. Variedades de café producidas en Santa Cruz</i>	14
2.3. Especies aptas para Sistemas agroforestales	16
<i>2.3.1. Especies forestales</i>	16
<i>2.3.2. Especies agrícolas</i>	17
2.4. Atributos de los árboles	17
<i>2.4.1. Velocidad de crecimiento</i>	18
<i>2.4.2. Valor comercial de la especie o uso local</i>	18
<i>2.4.3. Auto poda</i>	18
<i>2.4.4. Copa pequeña y abierta</i>	18
2.5. Valor de madera en pie	19
2.6. Diseño de sistemas	20
<i>2.6.2. SAF con Cacao y maderable</i>	21
2.7. Manejo silvicultural de arboles	22
<i>2.7.1. Control de maleza</i>	22
<i>2.7.2. Poda</i>	22
2.7.2.1. Tipos de Poda.	23
2.7.2.1. podas con serrucho.	23
2.7.3. Raleo	24
Figura 8 Raleo (antes y después)	24
2.7.3.1. Marcación para raleo.	24
2.7.3.2. Cuando Ralear.	25
2.7.3.3. Tipos de Raleo.	25

2.8. Medición y Cubicación de arboles	26
<i>2.8.1. Medición de la altura</i>	<i>26</i>
<i>2.8.2. Cubicación de árbol en pie</i>	<i>27</i>
2.9. Servicios ambientales	29
<i>2.9.1. Descripción de bienes y servicios ambientales</i>	<i>29</i>
3.1. Enfoque de investigación.....	30
3.2. Tipo de investigación	30
3.3. Métodos.....	31
<i>3.3.1. Inductivo</i>	<i>31</i>
<i>3.3.2. Deductivo.....</i>	<i>31</i>
3.4. Fuentes de información	31
<i>3.4.1. Fuentes primarias</i>	<i>32</i>
<i>3.4.2. Fuentes secundarias</i>	<i>32</i>
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
<i>3.5.1. Técnicas de recolección de datos</i>	<i>32</i>
<i>3.5.1.1. Encuesta semiestructurada.....</i>	<i>32</i>
<i>3.5.1.2. Observación en campo.</i>	<i>32</i>
<i>3.5.2. Instrumentos de recolección de datos</i>	<i>33</i>
<i>3.5.2.1. Cuestionario.</i>	<i>33</i>
<i>3.5.2.2. Registro de campo.</i>	<i>33</i>
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. Comparación de la eficiencia entre los sistemas agroforestales y convencionales para mejorar la productividad de café, en la comunidad de Espejitos (municipio de Buena vista - Santa Cruz)	34

4.2. Estimación de los niveles productivos de café que se alcanza dentro los sistemas agroforestales	35
4.3. Determinar valor económico del sistema agroforestal con sus diversos componentes	39
4.4. Identificación de la información sobre la eficiencia de los sistemas agroforestales en la producción de café en la comunidad de Espejitos	35
4.4.1. Descripción de los sistemas encontrados en la región y comunidad	35
4.5. Análisis de la comparación de producción de café entre el sistema agroforestal y el convencional	40
5. PROPUESTA	42
ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y FORTALECIMIENTO DEL CULTIVO DE CAFÉ EN SISTEMAS AGROFORESTALES (SAF) EN LA COMUNIDAD DE ESPEJITOS	42
5.1. Objetivo de la estrategia	42
5.2. Componentes de la estrategia	42
5.2.1. Capacitación técnica y charlas de motivación	42
5.2.2. Fortalecimiento de capacidades económicas	42
5.2.3. Promocionar certificaciones y acceso a otros mercados	43
5.2.4. Establecer o seleccionar parcelas demostrativas	43
5.2.5. Monitoreo y evaluación	43
5.3. Resultados esperados	43
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
6.1. Conclusiones	44
6.2. Recomendaciones	45
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Eficiencia entre los sistemas agroforestales y convencionales.....	34
Tabla 2 Registro de compra de café	36
Tabla 3 Niveles productivos por sistema.....	37
Tabla 4 Valoración económica resumen de un sistema agroforestal.....	34
Tabla 5 Comparación de producción de café bajo los tres sistemas.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del estudio.....	7
Figura 2 Componentes de un SAF.....	10
Figura 3 Copas pequeñas de especies forestales.	19
Figura 4 SAF con 3 componentes y 1 herbáceo	21
Figura 5 SAF con 4 componentes	21
Figura 6 Selección de ramas a podar.....	22
Figura 7 Serrucho cola de zorro	23
Figura 8 Raleo (antes y después).....	24
Figura 9 Proceso de marcación.....	25
Figura 10 Medición del diámetro.	26
Figura 11 Medición altura mediante clinómetro.	27
Figura 12 Formula de cubicación.	28
Figura 13 Medición y que datos obtener.	28
Figura 14 Sistema agroforestal de 3 años.....	37
Figura 15 Sistema convencional con semi sombra.....	38
Figura 16 Café en pergamino seco.	38
Figura 17 Sistema convencional con semi sombra.....	36
Figura 18 Sistema agroforestal (Tejeyequé y café).....	38
Figura 19 Sistema agroforestal (Tejeyequé, café y yuca).	38