



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

CARRERA: INGENIERIA FORESTAL

Modalidad: Proyecto de Investigación

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

**“ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD FINANCIERA DE UN SISTEMA
AGROFORESTAL EN APUENDA ZONA DE INTAG.”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Forestal

Línea de investigación: Desarrollo Agropecuario y Forestal Sostenible

Autor: Lamilla Ponce Pamela Lizbeth

Director: Ing. Mario José Añazco Romero PhD.

Ibarra – 2024



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	100479512-4
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Lamilla Ponce Pamela Lizbeth
DIRECCIÓN:		Ibarra – Ecuador
EMAIL:		pllamillap@utn.edu.ec
TELÉFONO FIJO:	-	TELF. MOVIL 0969756832

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD FINANCIERA DE UN SISTEMA AGROFORESTAL EN APUENDA ZONA DE INTAG.
AUTOR (ES):	Lamilla Ponce Pamela Lizbeth
FECHA: AAAAMMDD	2024 – 05 – 01
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Forestal
DIRECTOR:	Ing. Mario José Añazco Romero PhD.

AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Pamela Lizbeth Lamilla Ponce, con cédula de identidad Nro. 100479512-4, en calidad de autor (es) y titular (es) de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de integración curricular descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

Ibarra, a un día, del mes de mayo de 2024.

EL AUTOR:

Firma



Nombre: Pamela Lizbeth Lamilla Ponce.

CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a un día, del mes de mayo de 2024

EL AUTOR:



Firma

Nombre: Pamela Lizbeth Lamilla Ponce.

CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 11 de abril de 2024

Ing. Mario José Añazco Romero PhD.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f)
Ing. Mario José Añazco Romero PhD.
C.C.: 0701574329

DEDICATORIA

“El paso del tiempo ha hecho que me dé cuenta de que la vida está repleta de sorpresas, de pequeños detalles, grandes efectos y afectos, pero sobre todo de personas que dan giros inesperados a nuestras historias, como ustedes Andrea y Martin, mis amados hermanitos a quienes dedico este esfuerzo y a la misma vez logro, por ser mi inspiración.”

“A mi Ángel de la guarda que fue mi luz en momentos de oscuridad, quien supo guiarme y colocarme en el lugar y en el tiempo correcto, mostrándome el camino que no fue fácil, pero ahora más que nunca estoy convencida de que fue el mejor.”

Con Amor, Pame

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme vivir cada etapa de este proceso.

A Charles Robert Venator director del Proyecto “Silvopastura de los Andes” por haber financiado la investigación, quien con su conocimiento me ha enseñado de manera académica y emocional a progresar.

A mis padres que me dieron la vida y a mis abuelitos Blanca & Oscar que con su cariño me enseñaron a enfrentarla.

A mis tíos, Silvia, Oscar, Diego y Andreina que me han guiado con sus consejos y apoyaron mi trayecto.

A mis primos Bryan, Fernanda, Mishell, Xiomara, Argenis, Juliana y Nicolás que compartieron momentos buenos y malos, a quienes les digo que Todo en la vida se logra con esfuerzo. A toda mi familia en general

A Marlon, por ser mi compañero, confidente y mi soporte durante estos años escuchándome y brindándome su cariño.

A mis amigos y compañeros que conocí durante la carrera, quienes con su amistad hicieron que mis días sean llevaderos.

A la zona de Intag y su gente amable, por ser mi lugar seguro y favorito durante el tiempo que realicé el trabajo de titulación.

Al Sr. Louis Harvey por prestar el predio y brindar información para que se realicé la investigación.

A mi equipo de trabajo quienes se tomaron el tiempo de enseñarme, al director Ing. Mario José Añazco, asesor Ing. Hugo Orlando Paredes.

Al Ing. Gabriel Carvajal por brindarme la oportunidad de demostrar mi capacidad y confiar en mí.

A mis docentes de la Carrera de Ingeniería Forestal Ing. Eduardo Chagna, Dr. Jorge Luis Cue, Ing. Oscar Rosales, Ing. Guillermo Varela, Ing. Hugo Vallejos, Ing. Jorge Luis Ramírez por formarme con profesionalismo y ética.

¡MUCHAS GRACIAS!

RESUMEN

El análisis de la rentabilidad financiera de los sistemas agroforestales se ha desarrollado con limitada información técnico – científica en la provincia de Imbabura. La presente investigación tuvo el objetivo de analizar la rentabilidad financiera de un sistema agroforestal que asocia la especie *Alnus nepalensis* (Aliso) con *Coffea arabica* (Café) y *Musa paradisiaca* (Plátano); se realizó en Apuenda, Zona de Intag, cantón Cotacachi en la provincia de Imbabura. La metodología se basó en caracterizar los componentes forestal y agrícola mediante cuatro criterios: para el criterio ecológico se realizó un análisis de suelo; en el criterio estructural se describió el uso de tecnologías forestales, en el criterio funcional se evaluó el volumen total y comercial de la madera y el rendimiento de café, para el criterio socioeconómico se calculó el valor esperado de la Tierra; el análisis financiero se realizó con la recopilación de información que proporcionó el propietario del predio, utilizando la metodología de costos fijos y costos variables, además del cálculo de ingresos, se utilizó la tasa de descuento del 12 %, con lo cual se calcularon los indicadores financieros Valor Actual Neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR) y relación beneficio costo (B/C). El sistema agrosilvícola establecido bajo la práctica de árboles con cultivos perennes resultó ser financieramente rentable debido a la capacidad de generar ingresos a lo largo del tiempo, diversificando las fuentes de ingresos agrícolas y forestales. Además, la combinación de Aliso, Café y plátano utilizaron de manera eficiente el espacio, maximizando la productividad en el terreno.

Palabras claves: sistema, práctica, indicadores, costos, ingresos

ABSTRACT

The analysis of the financial profitability of agroforestry systems has been developed with limited technical-scientific information in the province of Imbabura. The present research had the objective of analyzing the financial profitability of an agroforestry system that associates the species *Alnus nepalensis* (Aliso) with *Coffea arabica* (Coffee) and *Musa paradisiaca* (Banana); it was carried out in Apuenda, Intag Zone, Cotacachi canton in the province of Imbabura. The methodology was based on characterizing the forest and agricultural components using four criteria: for the ecological criterion a soil analysis was carried out; for the structural criterion the use of forestry technologies was described; for the functional criterion the total and commercial volume of timber and coffee yield was evaluated; for the socioeconomic criterion the expected value of the land was calculated; The financial analysis was carried out with the collection of information provided by the owner of the property, using the methodology of fixed costs and variable costs, in addition to the calculation of income, the discount rate of 12% was used, with which the financial indicators Net Present Value (NPV), internal rate of return (IRR) and benefit-cost ratio (B/C) were calculated. The agroforestry system established under the practice of trees with perennial crops proved to be financially profitable due to the ability to generate income over time, diversifying the sources of agricultural and forestry income. In addition, the combination of alder, coffee and banana efficiently utilized the space maximizing productivity on the land.

Key words: system, practice, indicators, costs, income.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	II
AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	III
CONSTANCIAS.....	IV
CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS	XV
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problema de investigación	1
1.1.1. Problemática a investigar.....	1
1.1.2. Formulación del problema de investigación	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos.....	2
1.3.1. Objetivo General.....	2
1.3.2. Objetivos Específicos.....	2
1.4. Preguntas de investigación.....	3
CAPITULO II.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Agroforestería	4
2.1.1. Definición de la Agroforestería.....	4
2.1.2. Clasificación de los Sistemas Agroforestales	4
2.1.2.1. Sistemas Agrosilvopastoriles	5
2.1.2.2. Sistemas Silvopastoriles.....	5
2.1.2.3. Sistemas Agrosilvícolas.	5

2.1.3. Prácticas de los sistemas Agroforestales.....	6
2.1.3.1. Árboles Dispersos Con Cultivos Perennes.	6
2.1.3.1.1. <i>Alnus nepalensis</i> (Aliso de Nepal).....	7
2.1.3.1.2. <i>Coffea arabica</i> (Café).....	7
2.1.3.1.3. <i>Musa paradisiaca</i> (Plátano).....	8
2.1.4. Técnicas empleadas en los sistemas Agroforestales	8
2.1.4.1. Distanciamiento.	9
2.1.4.2. Fertilización del Suelo.	9
2.1.4.2.1. Fertilización Química.....	10
2.1.4.2.2. Fertilización Orgánica.....	10
2.2. Análisis de rentabilidad.....	10
2.2.1. Análisis ex – ante	11
2.2.2. Análisis ex – post.....	12
2.2.3. Análisis de control financiero	12
2.3. Flujo de caja.....	12
2.3.1. Costos Fijos.....	13
2.3.2. Costos Variables.....	13
2.3.3. Ingreso económico	13
2.4. Indicadores financieros	13
2.4.1. Macro Indicadores	14
2.4.2. Micro Indicadores	14
2.4.2.1. Valor Actual Neto (VAN).....	14
2.4.2.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)	15
2.4.2.3. Relación Beneficio Costo (B/C)	15
2.5. Período de recuperación de la inversión	15
2.6. Estudios similares	16
2.6.1. Evaluación financiera de un sistema agroforestal de <i>Alnus nepalensis</i> D. Don (aliso), en asocio con <i>Coffea arabica</i> (café) y <i>Calliandra pittieri Standl</i> (tura), en la zona de Intag, Cotacachi, Imbabura	16
2.6.2. Sostenibilidad de la práctica agroforestal (linderos), en la zona de Intag, Noroccidente del Ecuador.	16
2.6.3. Análisis financiero en agroecosistemas cafeteros (<i>Coffea arabica L.</i>) en el suroeste de Colombia.....	17

CAPITULO III.....	18
MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1. Tipos de investigación según los criterios	18
3.2. Ubicación del lugar	18
3.2.1. Política.....	18
3.2.2. Geografía del sitio de investigación.....	19
3.2.3. Límites.....	19
3.3. Caracterización edafoclimática del lugar.....	19
3.3.1. Suelo.....	19
3.3.2. Clima.....	19
3.4. Materiales, equipos y software.	19
3.5. Métodos, técnicas e instrumentos	20
3.5.1. Universo.....	20
3.6. Métodos e instrumentos	20
3.6.1. Caracterización del componente forestal y agrícola del sistema agrosilvícola.....	20
3.6.1.1. Criterio ecológico.....	20
3.6.1.1.1. Suelo	20
3.6.1.2. Criterio estructural	21
3.6.1.2.1. Uso de tecnologías agroforestales.....	21
3.6.1.3. Criterio funcional	21
3.6.1.3.1. Productividad del sistema agrosilvícola.....	21
3.6.1.3.1.1. Volumen de la madera en el sistema agrosilvícola	21
3.6.1.3.1.2. Rendimiento del café	22
3.6.1.4. Criterio socioeconómico	23
3.6.1.4.1. Valor comercial estimado de la tierra.....	23
3.1.1. Rentabilidad financiera del sistema agrosilvícola.....	23
3.1.1.1. Valor actualizado neto (VAN)	24
3.1.1.2. Taza interna de retorno (TIR).....	24
3.1.1.3. Relación beneficio costo (B/C).....	25
CAPITULO IV.....	26
RESULTADOS	26
4.1. Caracterización del componente forestal y agrícola del sistema agrosilvícola.....	26

4.1.1. Criterio ecológico.....	26
4.1.1.1. Suelo.....	26
4.1.2. Criterio funcional.....	28
4.1.2.1. Productividad del sistema agrosilvícola.....	28
4.1.2.1.1. Variables dasométricas de <i>Alnus nepalensis</i> en el sistema Agrosilvícola.....	28
4.1.2.1.2. Volumen total y comercial de la madera.....	29
4.1.2.1.3. Rendimiento del café en el sistema agro silvicola.....	29
4.1.3. Criterio estructural.....	31
4.1.3.1. Uso de tecnologías agroforestales.....	31
4.1.4. Criterio socioeconómico.....	32
4.1.4.1. Valor comercial estimado de la tierra.....	32
4.2. Rentabilidad financiera del sistema agrosilvícola.....	33
4.2.1. Valor actualizado Neto (VAN).....	33
4.2.2. Tasa interna de retorno (TIR).....	33
4.2.3. Relación beneficio costo (B/C).....	34
4.2.4. Período de recuperación de la inversión en el sistema Agrosilvícola.....	34
CAPITULO V.....	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	36
5.1. Conclusiones.....	36
5.2. Recomendaciones.....	36
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del sistema agrosilvícola en Apuenda zona de Intag.	18
Figura 2. Rendimiento de Coffea arabica en el sistema agrosilvícola ubicado en Apuenda zona de Intag.....	30
Figura 3. Período de recuperación en el sistema agrosilvícola que asocia Alnus nepalensis con Coffea arabica y Musa paradisiaca en Apuenda zona de Intag.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Materiales, equipos y software empleados en la investigación.....	20
Tabla 2. Resultados de análisis de suelo del sistema agrosilvícola años 2022 y 2024 en Apuenda zona de Intag.	26
Tabla 3. Datos dasométricos promedio de <i>Alnus nepalensis</i> en el sistema agrosilvícola medidos a la edad de 7 años.	28
Tabla 4. Volumen total y comercial de la madera en el sistema agrosilvícola a la edad de 7 años.	29
Tabla 5. Descripción del uso de tecnologías agroforestales en un predio de la comunidad de Apuenda, zona de Intag.....	31

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Problema de investigación

1.1.1 Problemática a investigar

En el sector Apuenda, ubicado en la zona de Intag, existen sistemas agroforestales que carecen de una adecuada gestión financiera. Estos sistemas han sido implementados basándose en el conocimiento y experiencia de las personas involucradas, sin tener en cuenta la planificación y el control de costos de implementación e ingresos obtenidos.

En el caso específico del predio del Sr. Louis Harvey, no se ha realizado un análisis financiero del sistema agroforestal implementado. Dicho sistema fue establecido de manera empírica por el caficultor, lo que ha resultado en la ausencia de un control económico basado en métodos científicos que permita determinar si esta alternativa de producción es rentable o no financieramente. Además, no se ha considerado el costo de inversión inicial del sistema en el predio.

Por lo tanto, es necesario llevar a cabo un análisis financiero que calcule los indicadores pertinentes y proyecte los datos a futuro. Esto permitirá evaluar la capacidad de producción del sistema agroforestal en el predio y determinar su viabilidad económica. El análisis financiero también proporcionará una base sólida para la toma de decisiones informadas y la optimización de la gestión financiera del sistema agroforestal.

1.1.2 Formulación del problema de investigación

Existe limitada información técnico – científica sobre la rentabilidad financiera de un sistema agrosilvícola que asocia *Coffea arabica* y *Musa paradisiaca* con *Alnus nepalensis* en Apuenda, zona de Intag, Imbabura.

1.2 Justificación

La investigación acerca del análisis de la rentabilidad financiera del sistema agroforestal es conveniente, ya que ayuda a tener mejor información y con ello adquirir mayor conocimiento de la economía en el predio donde se realizará la investigación científica con base en el análisis financiero que se encuentra en estrecha relación con los objetivos específicos lo cual ayudará a cumplir el objetivo general propuesto.

Es fundamental entender que el análisis de la rentabilidad financiera desde una perspectiva de implementación es esencial, dado que la economía desempeña un papel clave en el desarrollo de cualquier proyecto sobre todo en la habilidad para administrar de forma eficiente un sistema de producción.

El problema del análisis de ingresos y egresos aún no se ha tratado con la profundidad requerida, por lo que, no existe un camino de investigación amplio hasta el momento en este tema. Esto se debe a que, generalmente, este tipo de análisis financiero se ha concebido de manera restringida, las finanzas se han llevado bajo el escaso conocimiento de los caficultores en general.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo General*

Analizar la rentabilidad financiera de un sistema agrosilvícola que asocia *Coffea arabica* y *Musa paradisiaca* con *Alnus nepalensis* en la comunidad de Apuenda, zona de Intag, Imbabura.

1.3.2 *Objetivos Específicos*

- Caracterizar el componente forestal y agrícola de un sistema agrosilvícola que asocia *Coffea arabica* y *Musa paradisiaca* con *Alnus nepalensis* en la comunidad de Apuenda.
- Determinar la rentabilidad financiera del sistema agrosilvícola.

1.4 Preguntas de investigación

- ¿Cómo está estructurado el sistema agrosilvícola con base en el criterio ecológico, estructural, funcional y socioeconómico?
- ¿Cuál es la rentabilidad financiera del sistema agrosilvícola?

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Agroforestería

2.1.1. *Definición de la Agroforestería*

La Agroforestería se define como un sistema sostenible de manejo de tierras que aumenta la producción total (Bene & Beall, 1977). Ospina (2006) menciona que la agroforestería es la modalidad de uso productivo de la tierra donde se presenta interacción espacial y/o temporal de especies vegetales leñosas, no leñosas y animales.

Los sistemas agroforestales se pueden definir como el asocio entre especies leñosas con cultivos agrícolas y de manera opcional animales. Jiménez *et al.* (2001) mencionan que la agroforestería se basa en integrar plantas leñosas, principales árboles y arbustos en sistemas de agricultura incluyendo animales como el ganado. Se pueden implementar a escala temporal y espacial para un propietario de la tierra, que puede utilizar diferentes prácticas agroforestales (Báder *et al.*, 2023).

2.1.2. *Clasificación de los Sistemas Agroforestales*

Los criterios de clasificación más conocidos son: la estructura, función del sistema, las zonas agroecológicas donde el sistema existe o se adapta y el escenario socioeconómico (Jiménez *et al.*, 2001); Es necesario que cada categoría sea diferente y contenga elementos que no sean parecidos entre ellas para poder identificarlos.

Korir *et al.* (2022) y Sharry *et al.* (2022) mencionan que existen varias clasificaciones para los sistemas agroforestales, una de ellas con base en su “estructura en el espacio que implica considerar la configuración a lo largo del tiempo, evaluando la relevancia y función de distintos elementos como la producción y las características sociales, ecológicas y económicas”.

Los sistemas agroforestales integran de manera eficiente el cuidado de cultivos agrícolas, animales y especies arbóreas, para ello existe una clasificación en la cual se tiene la información de una manera organizada, esta consiste en designar categorías para el análisis individual de cada sistema de prácticas de agroforestería en fincas. Ospina (2006) menciona que existen criterios de clasificación para el orden de los sistemas agroforestales que son socioeconómico, estructural, funcional y ecológico.

La clasificación estructural se basa en los diferentes tipos de componentes naturales que integran un sistema agroforestal, estos son: sistemas silvopastoriles, sistemas agrosilvopastoriles y sistemas agrosilvícolas (Jiménez *et al.*, 2001).

2.1.2.1. Sistemas Agrosilvopastoriles

Son sistemas que combinan cultivos, árboles y pasto, estos “garantizan la complementariedad de los recursos, la disponibilidad de pasto para ovejas o ganado y cultivos para los agricultores” (Venkatesh *et al.*, 2024), el enfoque de estos sistemas es satisfacer las necesidades de pequeños rumiantes, además de brindar productos agrícolas en zonas de pasto.

2.1.2.2. Sistemas Silvopastoriles.

Sharry *et al.* (2022) define a estos sistemas como el asocio de especies leñosas con pasto y animales las cuales tienen un manejo específico para producir madera, alimento y forraje, así como para tener ganado o criar animales domésticos, estas prácticas se realizan por lo general en climas templados.

2.1.2.3. Sistemas Agrosilvícolas.

Los sistemas Agrosilvícolas son la “asociación de cultivos con árboles y se utilizan para la producción en secuencia de cultivos agrícolas y especies leñosas” (Sharry *et al.*, 2022), se pueden componer por una o varias especies de árboles de los que su producción es a largo tiempo y entre ellas se plantan cultivos de cosechas de menor tiempo.

La agrosilvicultura puede ser rentable y climáticamente inteligente, que ayudará a hacer frente a los extremos relacionados con el clima de las tierras secas cultivadas por pequeños agricultores mediante la diversificación de alimentos, la mejora y protección del suelo (Fahad *et al.*, 2022).

2.1.3. Prácticas de los sistemas Agroforestales

Una práctica agroforestal es el orden de los componentes en un espacio y tiempo determinado (Pando & Rozados , 2002); existen diferentes tipos de prácticas agroforestales se denominan, Silvoarable, agricultura forestal, franjas de protección ribereñas, silvopastoreo, barbecho mejorado y árboles de usos múltiples (Mosquera *et al.*, 2014); cultivos agrícolas o forrajeros y que se han practicado en todo el mundo con diferentes estructura, función, atributos socioeconómicos y servicios ecológicos (Viswanath *et al.*, 2018).

Octavia *et al.* (2022) explican que estas prácticas brindan multiples beneficios para muchos aspectos sociales y ambientales ademas de tener una función sustancial a la hora de satisfacer las necesidades diarias de una comunidad, “brindando servicios que mejoran la fauna, moderando microclimas, mitigando y adaptandose al cambio climático” (Van Noordwijk, *et al.*, 2018).

2.1.3.1. Árboles dispersos con cultivos perennes.

Chavarría (2013) menciona que esta práctica consiste en la combinación simultánea de árboles maderables y cultivos perennes. Existen cultivos perennes como el café asociado con árboles maderables; debido a que los árboles son parte fundamental en la nutrición del cafeto (Sauvadet *et al.*, 2018).

Este tipo de práctica brinda beneficios en el uso de suelos en comparacion con los monocultivos estos se encuentran relacionados con un mejor uso de los recursos naturales como son la tierra y el agua, mayor rendimiento de producto, mitigación del cambio climático por el

almacenamiento de carbono, reducción de plagas, mejora la fertilidad del suelo e incremento de ingresos (Tamayo & Alegre , 2022).

2.1.3.1.1. *Alnus nepalensis* (Aliso de Nepal)

Esta especie forestal perteneciente a la familia Betulaceae, al género *Alnus*, tiene varios aportes a la ecología en el país ya que presenta factores que contribuyen al suelo, el agua, carbono, incremento de la materia orgánica, fijación de nitrógeno favoreciendo a las especies que se encuentren cerca a este y sombra, además de la biodiversidad y restauración de sitios (Añazco *et al.*, 2023).

También tiene la finalidad de prestar un servicio ambiental conocido como sombra en sistemas agrosilvícolas y silvopastoriles, principalmente donde se asocia con cultivos de *Coffea arabica*, también con varias especies de ciclos más cortos, en el caso de sistemas silvopastoriles con la especie de pasto *Bracharia decumbens* Stapf. Esta especie fue introducida por primera vez en la Zona de Intag en el cantón Cotacachi de la provincia de Imbabura, en donde los agricultores le conocen como Aliso nepalensis (Añazco *et al.*, 2023).

Se realizó un estudio de Incremento Medio Anual e Incremento Corriente Anual de la especie *A. nepalensis* en la Zona de Intag en el cuál se refleja que al tercer año la especie tiene un incremento medio anual de 2,73 m., en el periodo de tres a siete años crece constantemente 2,66 m cada año y el mayor diámetro de 5,50 cm. durante el año ocho (Vallejos *et al.*, 2020).

2.1.3.1.2. *Coffea arabica* (Café)

Este cultivo empezó su auge en Colombia en los años de 1890 y 1930 en la zona de Antioquia, para Ecuador, que comenzó su trayectoria como productor y ha intentado adoptar una cultura cafetalera, la coincidencia geográfica con el Cordón Andino sugiere que el café puede adaptarse en todos los aspectos, impulsando así la economía y el turismo (Arciniegas, 2019).

En el país el cultivo de café tiene gran valor económico, el 68 % de las hectáreas plantadas de café corresponden a la especie *Coffea arabica* el cual se distribuye en diferentes provincias como Manabí, Loja y en las estribaciones de la Cordillera Occidental de los Andes, existen otras especies como *C. canephora*, conocido como café robusta, por lo general se encuentra en la región amazónica (Venegas *et al.*, 2018).

Esta especie es una de las frutas con valor comercial y de consumo en todo el mundo esto se debe a su peculiar sabor. Es un producto muy antiguo y representativo de la economía ecuatoriana, ya que se encuentra dentro de la exportación dependiendo de la calidad con la que se cultiva, por ello el café ecuatoriano no se ha descartado, más bien se ha tomado en cuentas como uno de los mejores por la calidad y el sabor que presenta (Arreaga *et al.*, 2021).

2.1.3.1.3. *Musa paradisiaca* (Plátano)

Es un producto de exportación del Ecuador, se cultiva mayormente en las provincias de la región costera, cuenta con un 6,4 % de productores en el país. Además de ser un producto tradicional, se encuentra en la lista de los países con mayor producción del plátano (Avellán *et al.*, 2020).

El plátano se considera como un cultivo importante sobre todo en las zonas tropicales, ya sea para el consumo en la zona local o para ser exportado. Para llevar un manejo adecuado de este cultivo se requiere una mayor cantidad de mano de obra y por ello es una fuente de empleo en las zonas, con cada año el país a incrementado el comercio mundial (Dávila , 2022).

2.1.4. *Técnicas empleadas en los sistemas Agroforestales*

“Una técnica agroforestal es un conjunto de acciones que se puedan establecer simultáneamente sobre una misma superficie o producción forestal y agrícola” (Combe & Budowski, 1979). Shiferaw *et al.* (2020) mencionan que, las tasas de fertilización

recomendadas condujeron a una interacción facilitadora, lo que destaca que las recomendaciones de técnicas de fertilización deben adaptarse a los sistemas agroforestales.

La adopción de innovaciones es fundamental para mejorar los medios de vida sobre todo de los pequeños agricultores (Amare & Darr, 2020), esto ayuda a que se modernice la parte agrícola con técnicas que ayudan a mejorar la calidad de los sistemas agroforestales, brindando múltiples beneficios a los que adoptan y mejoran la calidad de los cultivos con estas intervenciones.

2.1.4.1. Distanciamiento.

El distanciamiento en los Sistemas Agroforestales se refiere a la disposición y separación espacial de los componentes agrícolas, forestales y ganaderos dentro de un mismo sistema (Arzube *et al.*, 2022), con la técnica de fertilización existe un aumento en la tasa de crecimiento relativo y el volumen de madera, también incrementa el rendimiento en el cultivo (Tapia *et al.*, 2021).

2.1.4.2. Fertilización del suelo.

Existen diversas técnicas en los sistemas agroforestales entre ellas los cuidados culturales conocidos como inducción, recolección de hijuelos y fertilización, son importantes para mejorar la producción (González *et al.*, 2007). Carlson & Añazco (1990), afirman que la fertilización es una forma de mejorar y favorecer al crecimiento rápido de especies, es la manera más eficaz con una buena preparación del suelo.

Borden & Marney (2019) mencionan que la fertilización estimuló en gran medida las raíces para expresar estrategias conservadoras de recursos, en comparación con las raíces de cacao sin fertilizar (hasta un 70 % de diferencia porcentual media entre todos los rasgos de la raíz), pero con diferencias medibles limitadas en la respuesta del rasgo de la raíz entre las dos fertilizaciones. Sin embargo, en los suelos subterráneos (10 a 20 cm), las respuestas

inconsistentes de las raíces del cacao a la fertilización y los árboles de sombra sugirieron una mayor complejidad en las estrategias de adquisición de nutrientes con la profundidad del suelo.

Garza *et al.* (2020) realizaron una investigación sobre el impacto de la fertilización en el suelo y los nutrimentos que aportan las especies fijadoras de nitrógeno en sistemas agroforestales con café, encontraron que las concentraciones de N, P, K, Ca, Mg y Mn se elevaron con el plan de fertilización al suelo que se aplicaba.

2.1.4.2.1. Fertilización Química.

La fertilización química es necesaria en cuanto al requerimiento del suelo y los nutrientes que el mismo necesite, aportan significativamente, es el caso del “nitrógeno el cual sirve para que las hojas se formen, fósforo importante para la etapa de floración y fructificación, potasio para los nuevos rebrotes” (Mejía & Palma, 2023), por ello la fertilización se debe aplicar en función de los macronutrientes nitrógeno fósforo y potasio.

2.1.4.2.2. Fertilización Orgánica.

Este tipo de fertilización es una parte muy eficiente de la regulación de diferentes fertilizantes, este proceso tiene estrecha relación con la productividad agrícola debido a que los nutrientes que este contiene son similares a los de la tierra agrícola (Mejía & Palma, 2023), este tipo de fertilización es menos soluble por ello los nutrientes están disponibles en las plantas gradualmente (Jácome *et al.*, (2013).

2.2. Análisis de rentabilidad

Un análisis financiero es una técnica que se utiliza para comparar actividades, observar si el proyecto es rentable, eficiente y realizar un plan financiero de buena calidad (Gittinger, 1983), para esto existen algunos indicadores como el valor esperado de la tierra, Tasa interna de retorno, la relación Beneficio – Costo, el margen bruto y el ingreso por trabajo (Hernández, 1995).

Mediante el análisis financiero se puede determinar el valor o cantidad de aportes económicos de los árboles mediante la madera como complemento al ingreso total en el sistema agroforestal, lo cual permite comparar con café en monocultivo (Hernández, 1995), Barker (1991) realizó un estudio de café bajo la sombra de laurel (*Cordia alliodora*) de diez años, descubrió que el ingreso maderable contribuyó directamente en un 10% del total de Valor presente Neto durante el tiempo de 25 años y más del 40 % para un tiempo establecido de quince años con una tasa de descuento del 10 %.

El análisis de rentabilidad es una herramienta clave para una eficiente gestión financiera en las principales empresas (Ochoa *et al.*, 2018). Fournier (1981) menciona que desde el punto de vista financiero los sistemas agroforestales pueden suministrar al agricultor diferentes productos (leña, viguetas, puntales, madera, flores para miel) y además los árboles y animales del sistema son un capital escondido que favorece en el momento de tener un problema de economía.

El análisis financiero no es una meta en sí mismo, sino una herramienta útil para evaluar ciertos aspectos relacionados con el logro de un objetivo formulado previamente, de allí el primer paso, indispensable para cualquier trabajo, es plantear claramente los objetivos que se pretende alcanzar y las hipótesis que se desea probar, y definir cuales aspectos de lo que se planteó pueden ser solventados con el análisis financiero del proyecto (Imbach , 1987).

2.2.1. Análisis ex – ante

El análisis ex – ante contribuye a un proceso que ayuda a tomar una decisión con respecto a las dimensiones que se analizan en la fase de formulación de un proyecto, si esta determina y justifica o no el compromiso de los recursos que eran requeridos (Tuba , 2020); además esta fase sirve de guía para obtener la aprobación de cualquier tipo de proyecto que se realice, la

disponibilidad de recursos y los instrumentos legales necesarios que puedan ser útiles para generar un compromiso (Vanegas, 2006).

2.2.2. *Análisis ex – post*

Según Gonzáles la evaluación ex post tiene tres grandes objetivos: respaldar los procedimientos de gestión, supervisar los diversos aspectos del proyecto y, finalmente, fomentar procesos de aprendizaje entre los directores de los proyectos.

Esparza *et al.* (2018) mencionan que el análisis ex – post permite establecer resultados que indiquen la efectividad de un proyecto o programa y si está alcanzando o ya alcanzó los objetivos considerados en la evaluación ex ante, así como los objetivos planteados en el proyecto, se realiza algún tiempo después de concluida la fase de ejecución, evalúa los resultados arrojados por el proyecto y también indica los impactos generados.

2.2.3. *Análisis de control financiero*

Este proceso corresponde a la parte de monitoreo y evaluación continua para llevar un registro de los costos, ingresos y otros aspectos financieros del proyecto garantizando que se mantenga dentro del presupuesto establecido al principio y que alcance los objetivos propuestos.

Es necesario que el control financiero sea aplicado por todo tipo de empresa sea pequeña o grande, e indistintamente de la actividad productiva, pueden ser empresas comerciales petroleras, industriales o agropecuarias ya que esta herramienta facilita el proceso al momento de realizar la inversión y ver la manera en que se puede financiar además de contribuir con los planes a futuro (Nava , 2009).

2.3. Flujo de caja

Es un concepto financiero que representa el movimiento de entrada y salida de efectivo, es una actividad decisiva para garantizar los recursos financieros que son necesarios para el

desarrollo de las actividades (Castañeda *et al.*, 2021); al centrarse en el flujo de caja estos forman parte de la sección inicial del proyecto y la finalidad que tiene para la evaluación (Ávila *et al.*, 2021), para realizar un flujo de caja se toma en cuenta costos fijos y costos variables.

2.3.1. Costos Fijos

Los costos fijos son aquellos que no dependen del volumen de la producción en los cuales se incluyen la mano de obra remunerada y ocasional, maquinaria, gastos generales y alquiler (Staton *et al.*, 2022; Rojas, 2020), estos datos proporcionan una base de operaciones que no cambian con la producción o ventas.

2.3.2. Costos Variables

Se definen como aquellos costos que tienen un cambio directo en distintas actividades o volumen de producción determinado, como ejemplos la materia prima y la mano de obra directa (Rojas, 2020), “estos pueden modificarse a través del cambio de la masa de producción que exista en la empresa” (Cárdenas *et al.*, 2020).

2.3.3. Ingreso económico

Se define como la cantidad de recursos monetarios, dinero, que se asigna como la cantidad total que se obtiene debido a la contribución del proceso de producción, se puede conocer como un sueldo, este depende de la productividad y lo que se venda en la empresa (Kobulov, 2023); no se deben confundir el ingreso con las ganancias ya que esta resulta después de restar los costos y gastos de los ingresos.

2.4. Indicadores Financieros

Los indicadores financieros son índices que ayudan a determinar si un proyecto es o no conveniente para un inversionista, permiten jerarquizar los proyectos de una cartera de inversión (Bargsted, 2014); son importantes dentro de un análisis financiero ya que estos tienen una relación lineal positiva con la rentabilidad (Calahorrano *et al.*, 2021).

Los indicadores financieros expresan liquidez, solvencia, endeudamiento, rendimiento y rentabilidad de un proyecto (López *et al.*, 2015); entre los indicadores de rentabilidad se encuentran el Valor Actual Neto, Tasa Interna de Retorno y la relación Beneficio Costo.

2.4.1. Macro Indicadores

Estos indicadores buscan encontrar la respuesta de lo que ocurre en el mundo entero para ello se basan en la teoría para entender lo existente, estos indican la evolución en cierta zona o país se usan con mayor frecuencia para medir la actividad en cantidades grandes (Gaytán, 2017) entre ellos se encuentran: tasa de inflación esperada, política cambiaria, tasa de interés pasiva y activa, crecimiento del producto interno bruto (PIB), exportación, comercio internacional, política de empleo y seguridad social.

2.4.2. Micro Indicadores

Los micro indicadores se encargan de cuantificar y analizar que comportamiento tiene la empresa, con estos se mide la relación existente entre los egresos e ingresos, así como el costo y el beneficio con el nivel de producción. Además, se relacionan con el consumo, el precio, el trabajo que se expresa mediante la oferta de moneda y la tasa de interés.

Estos son fundamentales para mostrar el crecimiento o pérdida de las actividades que se realizan para ello se ocupan los indicadores Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Relación Beneficio Costo (B/C), (Gaytán, 2017) .

2.4.2.1. Valor Actual Neto (VAN)

Hernández (2022) menciona que se conoce como el indicador que permite al que invierte colocar el capital de manera segura o al menos minimizando la cantidad de riesgos, ya que es una forma de medir el activo real en tiempo cero, utilizando un principio de finanzas que se conoce como el costo de oportunidad el cual se mide por una tasa de descuento.

Este indicador muestra que el valor del dinero a través del tiempo, es decir, que compara los flujos de efectivo en diferentes periodos de tiempo y los compara en un solo período, llevando todos los valores al presente realizando un descuento a través de la tasa de interés con la que se trabaje.

2.4.2.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno permite medir la viabilidad de una inversión transformando el retorno del dinero que se invierte en una tasa porcentual esto hace que sea más fácil comparar inversiones diferentes o identificar si es mejor dejar el dinero a plazo fijo o invertirlo (Hernández, 2022).

Es importante calcular la tasa interna de retorno porque con esto se puede realizar la planificación financiera, lo que hace que el resultado tenga mayor grado de asertividad o menor grado de error al efectuar el proyecto, así no se toma a la ligera, sino que mantienen un parámetro y análisis respectivo frente al resultado del indicador.

2.4.2.3. Relación Beneficio Costo (B/C)

Este indicador se define como la relación entre los beneficios y los costos de un proyecto por lo general de los valores actuales (García , 2015); esto quiere decir que utilizará una tasa actual para descontar los flujos de efectivo; Hernández (2022) menciona que este indicador permite relacionar los ingresos frente a los egresos actualizados obtenidos en la inversión, con el propósito de saber el costo de esta por dólar invertido; esto brinda más seguridad a los que invierten para mejorar sus resultados e invertir el capital que se requiera (Esan , 2017).

2.5. Período de recuperación de la inversión

Andrade (2021) conceptualiza el período de recuperación de la inversión como el tiempo en el cual los flujos de caja netos cubren a la totalidad de la inversión realizada; es decir, este se

puede tomar en cuenta como un indicador que si no se ajusta, no toma en cuenta el valor del dinero en tiempo ya que no se descuentan los flujos de caja.

2.6. Estudios similares

2.6.1. Evaluación financiera de un sistema agroforestal de *Alnus nepalensis* D.Don (aliso), en asocio con *Coffea arabica* (café) y *Calliandra pittieri* Standl (tura), en la zona de Intag, Cotacachi, Imbabura

Paredes *et al.* (2020) realizaron la “Evaluación financiera de un sistema agroforestal de *Alnus nepalensis* D.Don (aliso), en asocio con *Coffea arabica* (café) y *Calliandra pittieri* Standl (tura), en la zona de Intag, Cotacachi, Imbabura, mencionan que trabajaron con una tasa del 12 % obteniendo como resultados un valor de TIR de 58 %, VAN \$10 555,14, relación Beneficio costo de \$6,28; estos datos provienen de un área de tres hectáreas y el cafeto se encuentra en un total de 3 000 plantas además en el lugar se contabilizaron 120 alisos.

Por ende, afirman que la rentabilidad del sistema cuadriplica la tasa de interés, así como supera los valores de varios estudios realizados en otros sistemas, generando que haya un ingreso constante y permanente a la familia.

2.6.2. Sostenibilidad de la práctica agroforestal (linderos), en la zona de Intag, Noroccidente del Ecuador

En la zona de Intag en tres sitios distintos Vacas Galindo a 1 400 m s. n. m., Peñaherrera a 1 876 m s.n.m. y 6 de Julio Cuellaje a 2 000 m s.n.m. se realizó un estudio en el que se determinó la rentabilidad financiera de la práctica agroforestal en linderos de asocio *Alnus nepalensis* con *Coffea arabica* en el cual se obtuvo un VAN de \$7 970,22, la TIR de 34 %, la relación B/C con un valor de \$1,68 y un Valor Estimado de la Tierra (VET) de \$10 644,18.

Determinando así que las especies evaluadas generan una rentabilidad eficiente debido a los ingresos en diferentes tiempos por lo que se genera una subsistencia económica en diferentes momentos y mantiene un equilibrio (Proaño, 2021).

2.6.3. Análisis financiero en agroecosistemas cafeteros (Coffea arabica L.) en el suroeste de Colombia.

Delgado y Muñoz (2023) realizaron el análisis financiero en tres municipios de Nariño en el cual identificaron cuatro agroecosistemas de café la nomenclatura fue la siguiente: C1, cultivo a pleno sol, C2, cultivo con musáceas y árboles de servicio, C3, cultivo con árboles de servicio y maderables, y C4, cultivo con árboles de servicio, maderables, frutales y musáceas. En el cual el valor mas alto de B/C se encontro en el C4.

Mencionan que los sistemas agroforestales fueron aumentando secuencialmente los ingresos economicos, resaltando el mayor valor en el C4 asi como al momento de consultar las variables externas como el precio de venta al publico y los costos de produccion, afecto al ingreso neto al tercer año.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipos de investigación según los criterios

Enfoque o paradigma: Mixta

Aspiración, objetivo o finalidad: Aplicada

Alcance o nivel de profundidad: Descriptivo

Diseño de investigación: No experimental

El tiempo: Sincrónico

El lugar: Campo

3.2. Ubicación del lugar

3.2.1. Política

Propiedad del señor Louis Harvey, ubicada en la comunidad Apuenda, Parroquia Apuela, zona de Intag, cantón Cotacachi, provincia Imbabura.

Figura 1.

Mapa de ubicación del sistema agrosilvícola en Apuenda zona de Intag.



3.2.2. Geografía del sitio de investigación

Las coordenadas del sitio de investigación son 78°28'37.5 de longitud W, 0°23'43.7" de latitud N, UTM WGS84 ZONA 17N.

3.2.3. Límites

La propiedad del señor Luis se encuentra entre los siguientes límites:

- a) Norte: Pastizales
- b) Sur: Plantación de café de siete años y sotobosque
- c) Oeste: Plantación de Aliso y Río Apuela
- d) Este: Plantación de Aliso y sotobosque

3.3. Caracterización edafoclimática del lugar

3.3.1. Suelo

El suelo del lugar es de textura franco-arenosa, con un pH ácido de 5,94 con una alta cantidad de materia orgánica de 7,57 % (LABONORT, 2022).

3.3.2. Clima

La zona de Apuenda es parte de la parroquia de Apuela, este sitio presenta una altitud entre 1 850 y 1 900 m s.n.m. un clima Ecuatorial mesotérmico, semihúmedo. La precipitación oscila entre 1 000 a 1 500 mm, la temperatura varía entre 15 a 16°C (GAD APUELA, 2015).

3.4. Materiales, equipos y software.

Los materiales de campo, materiales de laboratorio, equipos y software que se emplearon en el desarrollo de la investigación se mencionan en la tabla 1.

Tabla 1

Materiales, equipos y software empleados en la investigación.

Materiales de campo	Equipos	Software
Cinta métrica	GPS	Microsoft Word
Cinta Diamétrica	Clinómetro	Microsoft Excel
Flexómetro	Computadora	Power Point
	Balanza electrónica	

3.5. Métodos, técnicas e instrumentos.

3.5.1. Universo

La investigación se realizó en un área de 2 520 m² compuesta por el cultivo de café (*Coffea arabica*) con un total de 240 plantas; el componente leñoso 19 alisos (*Alnus nepalensis*) distribuidos de manera dispersa y siete individuos de plátano (*Musa paradisiaca*).

3.6. Métodos e instrumentos

3.6.1. Caracterización del componente forestal y agrícola del sistema agrosilvícola

La metodología utilizada para la caracterización fue la propuesta por Ospina (2006), se utilizaron cuatro criterios: socioeconómico, ecológico, estructural y funcional, en cada criterio se definieron los siguientes parámetros:

3.6.1.1. Criterio ecológico

2.6.1.1.1. Suelo

Se realizó un análisis de suelo con base en el protocolo del laboratorio LABONORT ubicado en la ciudad de Ibarra. Para ello se tomaron submuestras de suelo con el método zigzag y se mezcló para obtener la muestra de 1 kg, posteriormente se envió al laboratorio. El análisis consistió en determinar las concentraciones de pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, calcio, magnesio, zinc, cobre, hierro, manganeso y boro. Los resultados de este análisis

fueron contrastados con uno anterior realizado por el propietario del predio donde se realizó el estudio.

3.6.1.2. Criterio estructural

3.6.1.2.1. *Uso de tecnologías agroforestales*

Se describió el sistema, la práctica y técnicas agroforestales implementadas en el sitio.

3.6.1.3. Criterio funcional

3.6.1.3.1. *Productividad del sistema agrosilvícola*

3.6.1.3.1.1. *Volumen de la madera en el sistema agrosilvícola*

Para el cálculo del volumen se utilizó la siguiente ecuación.

$$Vol = \frac{DAP^2 \times \pi}{4} \times h \times f$$

Donde:

Vol. = Volumen de madera en m³

DAP = Diámetro a la altura del pecho en m

π = Constante matemática es igual a 3,141516

Ht = Altura en metros

f = Factor de forma es igual a 0,7

Para la aplicación en la ecuación se definieron los siguientes parámetros:

a) *Altura total y comercial*

Para medir la altura comercial se utilizó un hipsómetro calibrado a una distancia de 20 m; los porcentajes mayores fueron considerados del punto más alto de los árboles y los menores en la base. Para la altura comercial se utilizó el mismo método, pero los porcentajes mayores

se tomaron en la primera rama del árbol. Con estos datos se realizó el cálculo mediante la siguiente ecuación:

$$ht = \frac{(\%mayor - \%menor) * 20m}{100}$$

$$hc = \frac{(\%mayor - \%menor) * 20m}{100}$$

Donde:

h = Altura

20 m= Distancia del árbol al observador

b) Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Se tomaron los datos con la cinta diamétrica midiendo la circunferencia del árbol a 1,30 m a partir de la base.

Con esta información se calculó los costos e ingresos con base en la obtención de madera (rendimiento) de la especie Aliso de Nepal (*Alnus nepalensis*).

3.6.1.3.1.2. Rendimiento del café

Para evaluar el rendimiento de café se realizó la recolección de café cereza de las 240 plantas de café que conforman el sistema agrosilvícola, el registro fue convertido a kilogramos de café pergamino seco (Farfán Valencia , 2005). Seguidamente se presenta las variables cuantitativas que fueron consideradas de rendimiento en kilogramos.

a) Café cereza - (CC)

Se determinó el peso total del café cereza obtenido en todo el sistema agrosilvícola, esto se realizó con la ayuda de una balanza de brazo, la unidad de peso que se consideró fue en kilogramos.

b) Café pergamino seco – (CP)

Después del proceso de despulpado, fermentado y secado, se obtuvo la cantidad de café pergamino seco dentro del sistema agrosilvícola, esta información se obtuvo del valor de la cosecha en las 240 plantas. La unidad de peso que se consideró fue en kilogramos.

3.6.1.4. Criterio socioeconómico

El parámetro analizado fue el valor comercial de la tierra donde se estableció el sistema agroforestal.

3.6.1.4.1. Valor comercial estimado de la tierra

$$VET = VAN * \frac{(1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

Donde:

i = Taza de actualización

n = número de años

3.1.1. Rentabilidad financiera del sistema agrosilvícola.

Para el análisis de la rentabilidad financiera se utilizaron los siguientes indicadores: Valor Actualizado Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y Relación Beneficio Costo (B/C), para esto se desarrolló una matriz de costos fijos y variables e ingresos de todo el sistema agrosilvícola, sumando los componentes agrícolas café (*Coffea arabica*), el plátano (*Musa paradisiaca*) y el componente maderable Aliso de Nepal (*Alnus nepalensis*).

Los datos fueron reconstruidos a partir de información generada por el propietario y con referencia al costo de mano de obra del lugar, después fueron extrapolados de 2 520 m² a 10 000 m² (una hectárea).

Para los cálculos, el tiempo considerado fue desde el establecimiento del sistema hasta la fecha (3 años) y se realizó una proyección hasta el año quince en el flujo de caja basada en información secundaria.

Se utilizó la tasa de descuento del 12 % (Banco Central del Ecuador, 2023) que corresponde a un promedio de las tasas vigentes del sistema financiero nacional público y privado. Además, se determinó el tiempo de recuperación de la inversión mediante el flujo de efectivo.

Con respecto a los equipos y materiales se realizó el cálculo de la depreciación anual, luego se dividió para los 12 meses, en el caso de la asistencia técnica se utilizó el 8 % y para la administración el 5 % de los costos totales (Detlefsen, 2017).

Se utilizaron las siguientes ecuaciones:

3.1.1.1. Valor actualizado neto (VAN)

$$VAN = \sum \frac{(B_t - C_t)}{(1 + r)^t}$$

Donde:

B = beneficios en el año t

C = costo en el año t

r = tasa de descuento aplicada

3.1.1.2. Taza interna de retorno (TIR)

$$TIR = \sum \frac{B_t - C_t}{(1 + p)^t}$$

Donde:

B = beneficios alcanzados en el año t

C = los costos incurridos en el año t

p = la tasa interna de retorno aplicada

3.1.1.3. Relación beneficio costo (B/C)

$$B/C = \frac{Tbe}{Tcd}$$

Donde:

B/C = relación beneficio costo

Tbe = total beneficios encontrados

Tcd = total costos descontado

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Caracterización del componente forestal y agrícola del sistema agrosilvícola

4.1.1. Criterio ecológico

4.1.1.1. Suelo

El análisis de suelo del sistema agrosilvícola realizado en el año 2024 presenta variaciones en los nutrientes comparado con el análisis del año 2022, existen valores altos, debiéndose a los beneficios que prestan los árboles existentes, como el aporte de algunos nutrientes entre ellos: K, Ca, Mg, Zn, Fe al igual que el porcentaje alto de materia orgánica, sin embargo, es necesario prestar atención al nivel de azufre que se clasifica dentro de la categoría baja. El pH es ligeramente ácido, como se presenta en la tabla 2.

Tabla 2.

Resultados de análisis de suelo del sistema agrosilvícola años 2022 y 2024 en Apuenda zona de Intag.

Parámetro	Unidad	SAS 2022	Interpretación	SAS 2024	Interpretación
pH	---	5,94	Lig. Ácido	5,90	Lig. Ácido
Materia O.	%	7,57	Alto	9,16	Alto
Nitrógeno	ppm	76,25	Alto	35	Medio
Fósforo	ppm	7,48	Bajo	14,05	Medio
Azufre	ppm	25	Alto	6,5	Bajo
Potasio	meq/100 ml	0,62	Alto	1,24	Alto
Calcio	meq/100 ml	11,18	Alto	11,55	Alto
Magnesio	meq/100 ml	1,77	Alto	2,1	Alto
Zinc	ppm	6,35	Medio	8,51	Alto
Cobre	ppm	3,41	Medio	3,93	Medio
Hierro	ppm	16,82	Alto	119,14	Alto
Manganeso	ppm	16,82	Alto	7,1	Medio
Boro	ppm	0,2	Bajo	1,02	Medio

Nota: ppm: Partes por millón, meq/100ml: Miliequivalente por 100 mililitros

En el análisis de suelo del año 2022, el Nitrógeno tuvo un valor de 76,25 ppm, los niveles de nitrógeno altos presentes en los sistemas agroforestales se deben al aporte de la especie *A. nepalensis* que tiene la propiedad de fijar nitrógeno (Farinango, 2018), esto indica que *A. nepalensis* incide directamente en la nutrición del suelo.

En el análisis de suelo del año 2024 se puede observar un valor de 35 ppm en el nitrógeno, esto se debe a que el primer análisis se realizó antes de la temporada de cosecha y el segundo después de la misma, la cantidad disminuyó debido a que en esta etapa la absorción del nutriente por parte del café es mayor (Núñez, 2022).

El fósforo tuvo un incremento en el año 2024, se atribuye a la aplicación de fertilizantes que aportan este nutriente al suelo además, este se asimila con dificultad para ello se asocia a bacterias que faciliten el proceso (Núñez, 2022), se observó que la actividad microbiana del suelo fue adecuada.

El Potasio presentó un incremento en el año 2024, un estudio realizado por Cenicafé muestra un rango de 0,5 a 2,2 meq/100ml (Henao & Hernández, 2002) como el adecuado, en la presente investigación el valor se encuentra dentro de esos rangos establecidos por lo que es favorable para el desarrollo del café.

Canseco *et al.*, (2021) en su estudio de prácticas agroecológicas en México presenta un rango de 2,46 a 5,9 % en materia orgánica, en el presente estudio se obtuvo un valor de 7,57 % en el 2022 y aumentó a 9,16 % que es mayor al valor mencionado antes, esto se debe a la sombra ya que los cafetos con especies arbóreas aportan mayor cantidad de materia orgánica (Contreras *et al.*, 2019).

4.1.2. Criterio funcional

4.1.2.1. Productividad del sistema agrosilvícola

4.1.2.1.1. Variables dasométricas de *Alnus nepalensis* en el sistema Agrosilvícola.

Se midieron 19 árboles de la especie *Alnus nepalensis* cuya edad fue de siete años, los resultados promedio de las variables dasométricas fueron los siguientes (Tabla 3).

Tabla 3.

Datos dasométricos promedio de Alnus nepalensis en el sistema agrosilvícola medidos a la edad de 7 años.

Edad (años)	DAP (m)	Altura Total	Altura Comercial
7	0,3	16,73	9,07

La especie *Alnus nepalensis* se caracteriza por crecer rápidamente en la etapa juvenil, en el sistema agro silvícola estudiado se registró 16,73 m de altura total y 9,07 m de altura comercial. Añazco *et al.*, (2023) mencionan que en la zona de Intag la altura total promedio de *A. nepalensis* a la misma edad es de 19 m y altura comercial de 7 m en sistemas agrosilvícolas asociados con café.

El resultado de crecimiento puede variar dependiendo de las condiciones de altitud, diseño de plantación y fase en la que se encuentre el árbol (Añazco *et al.*, 2018); en este caso se encuentra en la fase madura que comienza a partir del año seis por lo que ya tuvo su mayor incremento anual y procede a la desaceleración de crecimiento (Añazco, 2023).

Ocampo, (2018) realizó una investigación del crecimiento diamétrico en 48 árboles, obteniendo un promedio de 40 cm a la edad de diez años, en la presente investigación el promedio es diferente debiéndose a la densidad de plantación y por la diferencia en edad.

4.1.2.1.2. *Volumen total y comercial de la madera*

Se calculó el volumen total y comercial de la especie *Alnus nepalensis* en el sistema Agrosilvícola cuyo valor a los siete años se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4.

Volumen total y comercial de la madera en el sistema agrosilvícola a la edad de 7 años.

Área	Volumen Total (m ³)	Volumen Comercial (m ³)
2520 m ²	16,78	9,17
10000 m ²	66,59	36,39

Ocampo (2018) en su investigación encontró un volumen de 156,56 m³/ha a la edad de diez años; duplica el resultado obtenido en el sistema agrosilvícola estudiado debido a la edad, por lo que este puede alcanzar o superar al cumplir la misma cantidad de años.

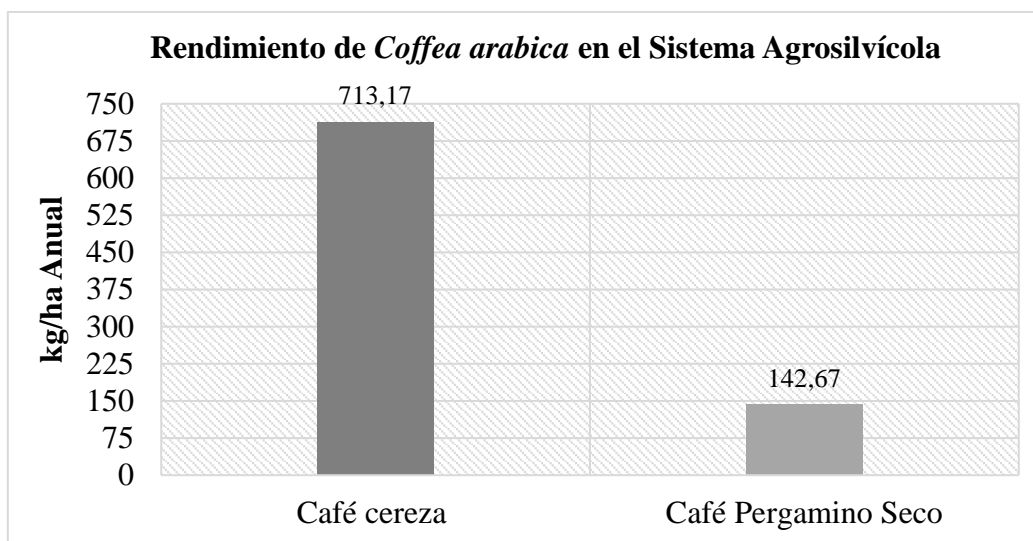
Guamanzara (2020) realizó la investigación de tablas de doble entrada para la especie en la cual establece que con el diámetro y la altura mencionada anteriormente, se obtiene 0,29 m³/árbol, este tipo de tabla es mas precisa que la de una entrada ya que tiene dos parámetros considerados (Añazco *et al.*, 2023), con el resultado se observó que el desarrollo volumétrico en el área de estudio es favorable.

4.1.2.1.3. *Rendimiento del café en el sistema agro silvicola.*

La cosecha de la especie *Coffea arabica* se realizó en el sistema cuyos individuos tienen tres años de edad, el café cereza fue cosechado durante un año. La relación entre café en estado maduro (cereza) y pergamino seco fue de 5:1 Figura 2.

Figura 2.

Rendimiento de Coffea arabica en el sistema agrosilvícola ubicada en Apuenda zona de Intag.



En el sistema agrosilvícola se obtuvo un total de 713,17 kg/ha de café cereza, Ballesteros (2016) menciona en el estudio de rendimiento de café en monocultivo realizado en la zona de Intag que se obtuvo 322 kg/ha de café cereza, el valor de el área de estudio es mayor debido a que el café se desarrolla mejor en condiciones de asocio con árboles (Anta, 2006).

Espinoza (2022) realizó un estudio del rendimiento de café cereza en la Asociación Agroartesanal de Caficultores Río Intag "AACRI" en el cual obtuvo un rendimiento de 300 kg/ha a diferencia del rendimiento encontrado en el área de estudio el resultado es más alto, esto se debe a que "una de las técnicas que contribuye al crecimiento e incremento máximo de la producción en el cultivo del café, es la fertilización" (Gonzales *et al.*, 2014).

El rendimiento de café pergamino seco en el sistema agrosilvícola fue 142,67 kg/ha. En un estudio realizado en un sistema agroforestal con sombra establecida a la producción de café pergamino seco en el primer año de cosechas fue de 186,7 kg/ha (Farfán & Mestre, 2004), el valor es superior al del área de estudio es debido a que la sombra aumenta la productividad (Anta, 2006).

4.1.3. Criterio estructural

4.1.3.1. Uso de tecnologías agroforestales

Las tecnologías agroforestales analizadas en el sistema agrosilvícola fueron descritas en función jerárquica: sistema, prácticas y técnicas como se menciona en la Tabla 5.

Tabla 5.

Descripción del uso de tecnologías agroforestales en un predio de la comunidad de Apuenda, zona de Intag.

Nivel	Tipo	Descripción en el sitio
Sistema:	Agrosilvícola	Componente leñoso: <i>Alnus nepalensis</i> Componentes agrícolas: <i>Coffea arabica</i> y <i>Musa paradisiaca</i>
Práctica:	Árboles dispersos con cultivos perennes.	<i>Alnus nepalensis</i> : 19 <i>Coffea arabica</i> : 240 <i>Musa paradisiaca</i> : 7
Técnicas:	1. Distanciamiento	1.1. <i>Alnus nepalensis</i> : 8 x 8 m 1.2. <i>Coffea arabica</i> : 1,5 x 2 m 1.3. <i>Musa paradisiaca</i> : 17 x 17m
	2. Fertilización (3 veces al año)	2.1. Orgánica: Biocompost 1kg/planta 2.2. Química: Fosfato di amónico 87g/planta Sulfato de Amonio 33g/planta Sulfato de potasio granulado 67g/planta

El sistema agro silvícola que asocia *Alnus nepalensis* con *Coffea arabica* en Apuenda es óptimo para incrementar el desarrollo de la producción de café, en Ecuador el café es una especie comercial y bajo la sombra de los árboles se ha vuelto una alternativa para mejorar económicamente (Ponce *et al.*, 2018).

La técnica de distanciamiento en el café aplicada en el sistema agrosilvícola es de 1,5 m x 2 m, Pacas (2020) menciona que la variedad Caturra se puede establecer en distancias de 2 m x 1 m en donde muestra que no siempre una población densa sea la mejor alternativa, algunos estudios demuestran que un distanciamiento menor entre las columnas y mayor en las filas es mejor para que entre más luz y haya una mejor aireación así también se contribuye al control de plagas y enfermedades (Romero, 2018).

El distanciamiento de *Alnus nepalensis* en el sistema es de 8 m x 8 m. En la provincia de Imbabura se recomienda un distanciamiento de 12 m x 12 m para árboles en asocio con cultivos perennes para lograr un alto porcentaje de supervivencia y un crecimiento inicial rápido esto depende de los objetivos que tenga el sistema (Paredes *et al.*, 2018).

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (2019) recomienda tres aplicaciones de fertilizantes al año en cultivos de café, la primera después de la cosecha; la segunda después de la floración principal y la tercera antes de la cosecha; en el predio descrito se realiza el mismo número de aplicaciones de fertilizante químico y orgánico.

4.1.4. Criterio socioeconómico

4.1.4.1. Valor comercial estimado de la tierra

En el sistema agrosilvícola se encontró un Valor comercial Esperado de la Tierra (VET) de \$7 264,46 dólares que representa el valor agregado que le da el componente forestal. Proaño (2021) realizó un estudio en la zona de Intag en un Lindero de *Alnus nepalensis* en asocio con *Coffea arabica* donde se encontró un Valor comercial Esperado de la Tierra (VET) de \$10 644,18 que indica un valor comercial importante.

Lo anterior demuestra que la especie forestal le da un valor agregado a la tierra (Proaño, 2021). Pese a las diferencias con el resultado expuesto se puede asumir que los sistemas agroforestales aumentan el precio local del terreno.

4.2. Rentabilidad financiera del Sistema agrosilvícola.

4.2.1. Valor actualizado Neto (VAN)

El resultado del Valor Actualizado Neto fue de \$5 937,27 dólares en el sistema agrosilvícola, Proaño (2021) obtuvo un VAN de \$7 970,22 en un lindero de *A. nepalensis* con *Coffea arabica* en la zona de Intag, este resultado es similar debido a las ventajas que proporciona la combinación de árboles con cultivos perennes (Villanueva *et al.*, 2009). Existe gran diferencia en estudios realizados en donde se compara dos enfoques de cultivo: uno se basa en las prácticas agrícolas comunes y otra que muestra sistemas propuestos por la agrosilvicultura (Ramírez *et al.*, 1993).

Este valor puede compararse con el estudio que realizó Paredes *et al.* (2020) en el que presentó un análisis financiero en la Zona de Intag en el cual el Valor Actual Neto fue de \$10 555,14 dólares, el valor es mayor ya que la extensión es de tres hectáreas en comparación a la investigación en el sistema agrosilvícola.

4.2.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La Tasa interna de retorno encontrada en el sistema agrosilvícola fue de 23 % que supera a la tasa de descuento establecida por el banco central del Ecuador del 12 %. En el estudio de Proaño (2021) la tasa interna de retorno fue de 34 % y la tasa interna de retorno de Paredes (2020) de 58 %, los tres valores son superiores a la tasa vigente por ende los sistemas agroforestales muestran rentabilidad.

Bashi (2021) encontró un valor de la tasa interna de retorno del 24 % en un sistema de *Coffea arabica L.* con *Cassia angustifolia* establecido en Pichanaqui (Perú), este valor es diferente debido a que en ese estudio se trabajó con una tasa de descuento del 10 %.

4.2.3. Relación beneficio costo (B/C)

La relación beneficio costo en el sistema agrosilvícola fue de \$1,91 lo cual indica que por cada dólar invertido se obtiene de ganancia \$0,91. Proaño (2021) obtuvo un valor de \$1,68 en la relación B/C, lo cual demuestra que en el asocio de *Coffea arabica* y *A. nepalensis* hay ganancia en diferentes prácticas realizadas en los sistemas agrosilvícolas.

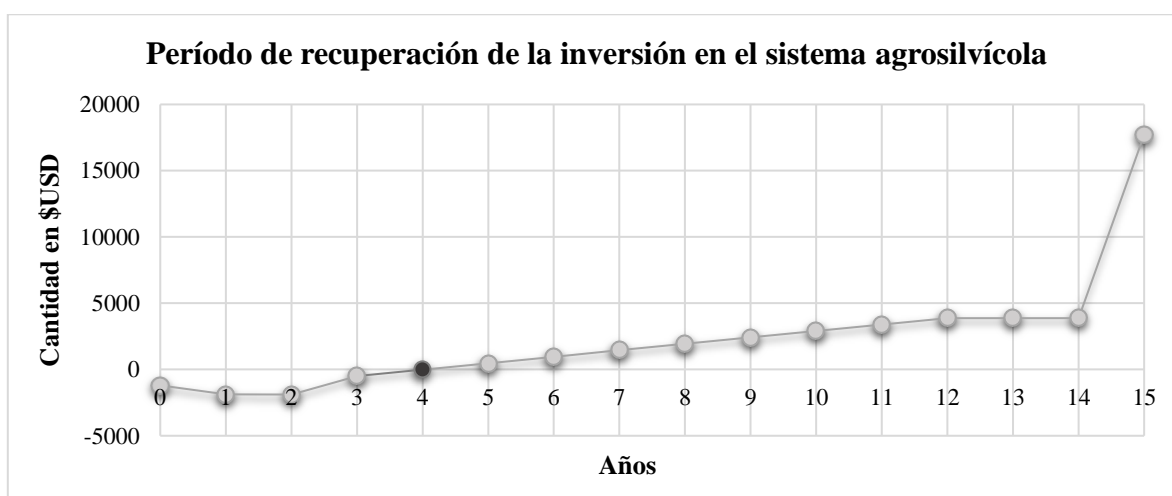
Paredes *et al.* (2020) en su investigación sobre la rentabilidad financiera en Intag obtuvo un valor en la relación B/C de 6,58, el resultado es diferente debido a la densidad del cafeto que es de 3 000 plantas.

4.2.4. Período de recuperación de la inversión en el sistema Agrosilvícola.

En el sistema agrosilvícola que asocia *A. nepalensis* con *Coffea arabica* y *Musa paradisiaca* se recupera la inversión al cuarto año, a partir del año cinco se empieza a obtener ganancias debido al aporte del cultivo (*Coffea arabica*) y aumenta notablemente en el año 15 ya que a este año se aprovecha y comercializa la madera de *A. nepalensis* (Figura 3).

Figura 3.

*Período de recuperación en el sistema agrosilvícola que asocia *Alnus nepalensis* con *Coffea arabica* y *Musa paradisiaca* en Apuenda zona de Intag.*



En el estudio la inversión del sistema agrosilvícola establecido en una hectárea es de \$1 203,79 dólares y se recupera al cuarto año. Espinosa (2018) en su estudio realizado en un sistema agroforestal muestra que recupera la inversión al año cuatro igual que el presente resultado, en menor tiempo que el café en monocultivo, Ocampo (2018) en su estudio señala la recuperación de la inversión al año cinco en un monocultivo de la especie *Coffea arabica*, esto se debe a que el componente leñoso aporta con sombra al café, aumenta los nutrientes en el suelo mejorando así la productividad y por ende los ingresos económicos en el sistema agrosilvícola.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La estructura del sistema agrosilvícola está consolidada puesto que muestra beneficios ambientales por la presencia del componente forestal, el cual contribuye a la fertilidad del suelo, mejorando así el rendimiento de los cultivos de café y plátano, además económicamente el Valor Estimado de la Tierra del sistema es superior al precio vigente en el mercado local de tierras en la zona de Intag.
- El sistema agrosilvícola en Apuenda, es financieramente rentable así lo determinan los indicadores analizados VAN, TIR y B/C, superando la tasa de interés del 12% y recuperando la inversión al cuarto año.

5.2. Recomendaciones

- El sistema Agrosilvícola requiere monitoreo continuo en el futuro debido a que su estructura cambiará.
- Se recomienda elaborar un plan de manejo silvicultural para corregir los efectos de la sombra.
- Se recomienda seguir realizando análisis de suelo cada año para ver el comportamiento de los nutrientes en el suelo.
- Se recomienda mantener una revisión financiera constante evaluando el rendimiento económico continuamente, para ajustar estrategias según sea necesario y garantizar la rentabilidad sostenible a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amare, D., & Darr, D. (2020). Agroforestry adoption as a systems concept: A review. *Forest Policy and Economics* , 1 - 12.
- Andrade, A. (2021). Aplicación del índice de rentabilidad (IR) y período de recuperación de la inversión. *Contadores y Empresas* , 1 - 4.
- Anta, S. (2006). El café de sombra: un ejemplo de pago de servicios ambientales para proteger la biodiversidad. *Gaceta Ecológica*, 19 - 31. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/539/53908002.pdf>
- Añazco , M., Vallejos , H., & Vizcaíno , M. (2018). Dinámica de crecimiento de *Alnus nepalensis* D. Don en el noroccidente de Ecuador continental . *Revista Cubana de Ciencias Forestales* , 354 - 365.
- Añazco Romero , M., Vallejos Álvarez , H., & Erazo García , N. (2023). *Aliso de Nepal Alnus nepalensis D.Don. en el Ecuador*. Ecuador: CIDE EDITORIAL .
- Arciniegas, A. (2019). *La cultura del Café en Colombia y Ecuador en permanente desarrollo*. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/9abcd86e-d6fb-4ac2-8e17-6d00857d7264/content>
- Arreaga, E., Quezada , J., Barrezueta , S., Cervantes , A., & Prado, E. (2021). Impacto económico generado por la producción cafetalera en Ecuador en el periodo 2016 - 2019. *Digital Publisher* , 83 - 91 .
- Arzube, M., Ramírez , L., León , A., & Quimmi , C. (2022). Efecto del distanciamiento de siembra en la productividad del banano (*Musa acuminata*) Santa Elena - Ecuador. *PENTACIENCIAS* , 227 - 238.
- Avellán , L., Cobeña , N., Estévez , S., Zamora , P., Vivas , J., Gonzáles , I., & Sánchez , A. (2020). Exportación y eficiencia del uso de fósforo en Plátano Barraganete (*Musa paradisiaca L.*). *Filotec* , 25 - 33.
- Ávila , P., Mendoza, A., Zambrano, M., & Andrade, R. (2021). El flujo de caja en la evaluación de proyectos inversión. *Suplemento CICA Multidisciplinario*, 150 - 169.

- Báder , M., Nemeth, R., Voros, A., Toth , Z., & Novotni , A. (2023). The effect of agroforestry farming on wood quality and timber industry and its supportation by Horizon 2020. *Agroforestry Systems* , 587 - 603 .
- Ballesteros , H. (2016). *Caficultura agroforestal para proteger unas de las regiones más vulnerables en Ecuador* . VECO, Cotacachi.
- Banco Central del Ecuador. (Octubre de 2023). *Boletines de indicadores Económicos*.
- Bargsted, C. (2014). Indicadores financieros. 10.
- Barker, D. (1991). *An economic analysis of farming coffee and trees at Turrialba, Costa Rica: comparing small farms with poro (Erythrina poeppigiana) only to those with both laurel (Cordia alliodora) and poro*. CATIE
- Bashi, M. (2021). *Caracterización técnico - económica de Sistemas Agroforestales de Café (Coffea arabica L.) en fundos cafetaleros de dos microcuencas de Pichanaki, Junín - Perú: (Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina)*. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5359/bashi-pizarro-maria-steffanny.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bene, J., & Beall, H. (1977). *Trees, Food, and People: Land management in the tropics*. 55.
- Borden, K., & Marney, I. (2019). Management strategies differentially affect root functional trait expression in cocoa agroforestry systems . *Agronomy for Sustainable Development* , 21- 39.
- Calahorrano, G., Chacón, F., & Tulcanaza , A. (2021). Indicadores financieros y rentabilidad en bancos grandes y medianos Ecuatorianos periodo 2016 - 2019. *INNOVA*, 225 - 239.
- Canseco, D., Villegas , Y., Castañeda , E., Cruz, J., Robles, C., & Santiago , G. (2021). Response of *Coffea arabica L.* to the application of organic fertilizers and biofertilizers . *Revista mexicana de ciencias agrícolas* , 1285 - 1298.
- Cárdenas , B., Guamán, M., Siguenza, L., & Segarra, L. (2020). Integración de información de costos para la toma de decisiones en industrias de ensamblaje. *Economía y Política*, 1 - 23.
- Carlson , P., & Añazco , M. (1990). *Establecimiento y manejo de prácticas agroforestales en la Sierra Ecuatoriana* . Quito.

- Carvajal , J., Paredes , H., Rosales , O., Mugmal , Y., Layana , E., & Varela , E. (2023). Análisis de rentabilidad de un modelo agroforestal tradicional, en la comunidad Quichua El Manzanal Ibarra - Ecuador . *PENTACIENCIAS* , 238 - 253. Obtenido de: <https://www.editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/934/1295>
- Castañeda, K., Sánchez, O., & Porras, H. (2021). Planificación del flujo de caja de proyectos de construcción basada en BIM y dinámica de sistemas . *Entramado*, 272-288.
- Chavarría, A. (2013). *Guía Técnica Sistemas Agroforestales* . Costa Rica : EuroDigital Comunicación.
- Combe, J., & Budowski, G. (1979). Clasificación de las técnicas Agroforestales; Una revisión de literatura .
- Contreras , A., Sánchez, P., Romero, O., Rivera, J., Ocampo, I., & Conrado , J. (2019). Prácticas agroecológicas y su influencia en la fertilidad del suelo en la región cafetalera de Xolotla, Puebla . *Acta universitaria* , 1 - 16.
- Dávila , D. (Julio de 2022). *Evaluación técnica de un sistema de riego por asperción para el cultivo de banano (Musa Paradisiaca L.) en la Hacienda Elpaban, Ecuador.* (Tesis pregrado, *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano*). Obtenido de : <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/6dbeb4b6-2f9e-4c28-8d7b-72128f8d9dc5/content>
- Detlefsen, G. (2017). *Análisis financiero en Sistemas Agroforestales* . Obtenido de: https://www.academia.edu/35117593/An%C3%A1lisis_financiero_en_sistemas_agroforestales
- Delgado, I., & Muñoz, M. (2023). Análisis financiero en agroecosistemas cafeteros (*Coffea arabica L.*) en el suroeste de Colombia. *Ciencia Latina Internacional*, 727 - 750.
- Esan . (24 de Enero de 2017). *El índice beneficio/costo en las finanzas corporativas*. Obtenido de: <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/el-indice-beneficio-costo-en-las-finanzas-corporativas>
- Espinosa, A. (2018). *Impactos de la sombra de espino Vachellia macracantha Seigler & Ebinger en asocio con café Coffea arabica L var. Caturra rojo en la parroquia Santa Catalina de Salinas, provincia de Imbabura.* (Tesis pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador).

- Espinoza, S. (2022). *Producción y comercialización de Café (Coffea arabica) en la asociación agro artesanal de caficultores Río Intag "AACRI" de la zona de Intag, cantón Cotacachi*. (Tesis pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador).
- Esparza , F., Cajías, G., Esparza , S., & Vaca , M. (2018). Evaluación ex - post de proyectos e desarrollo caso: Sistema de riego Miraflores de las Abras, cantón Guano, provincia de Chimborazo (Ecuador). 22.
- Farfán Valencia , F. (01 de Febrero de 2005). *Fertilización del café en un sistema agroforestal en la zona cafetera norte de Colombia*. Obtenido de Cenicafé: <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/255>
- Farfán, F., & Mestre , A. (2004). Respuesta del café cultivado en un sistema Agroforestal a la aplicación de fertilizantes. *Cenicafé*, 161 - 174. Obtenido de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/168/1/arc055%2802%29161-174.pdf>
- Farinango, F. (2018). *Fijación de nitrógeno en nódulos de raíces de linderos a diferentes edades en la zona de Intag, Noroccidente del Ecuador* (Tesis pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador).
- Fahad, S., Bhanudas, S., Ravindra, A., Ramani , A., & Kumar, M. (2022). Agroforestry systems for soil health improvement and maintenance . *Sustainability*.
- Fournier , L. (1981). Importancia de los sistemas Agroforestales en Costa Rica . *Agronomía Costarricense* , 141 - 147.
- GAD APUELA. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*.
- García , D. (2015). *Métodos de Evaluación para la Rentabilidad* . Toluca e Lerdo, México.
- Garza, R., Maldonado, R., Álvarez, M., & Buendía, J. (2020). Aporte nutrimental de especies arbóreas fijadoras de nitrógeno en sistemas agroforestales con café. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* , 801-814.
- Gaytán, J. (2017). Factores condicionantes del análisis financiero en una empresa . *Mercados y Negocios* , 101 - 104 .
- Gittinger, J. (1983). *Análisis Económico de Proyectos Agrícolas*. Madrid: Tecnos.
- Gonzales, H., Sadeghian, S., & Jaramillo , Á. (2014). Épocas recomendables para la fertilización de cafetales . *CENICAFÉ*, 1 - 12 .

- González , R., Schmidt, A., Vera, E., Rolón, S., & Gadea , R. (2007). *Manual de Agroforestería*. San Lorenzo, Paraguay: Amengual.
- Guamanzara , J. (2020). *Construcción de tablas volumétricas y factor de forma para *Alnus nepalensis* D.Don en la zona de Intag, Noroccidente del Ecuador* . (Tesis pregrado, Universidad Técnica del Norte , Ibarra, Ecuador).
- Henao, C., & Hernández , E. (2002). Disponibilidad de Potasio en suelos derivados de cenizas volcánicas y su relación con la nutrición del café en la etapa vegetativa . *Cenicafe*, 292 - 304 .
- Hernández , O. R. (1995). *Rendimiento y Análisis Financiero del Sistema Agroforestal Café (*Coffea arabica* cv *caturra*) con poro (*Erythrina poeppigiana*) Bajo Diferentes ensidades de laurel (*Coria alliodora*)* CATIE. Obtenido de https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4337/Rendimiento_y_analisis_financiero.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernández , Y. (2022). *Estudio de Factibilidad para la apertura de una sucursal del taller de motos en el Cantón Guamate Provincia de Chimborazo*. (Tesis pregrado, Riobamba, Ecuador).
- Imbach , A. (1987). *Análisis económico y financiero de fincas pequeñas con sistemas mixtos de producción*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Jácome , V., Peñarete , M., Waldemar, Daza, T., & Constanza, M. (2013). Fertilización orgánica e inorgánica en *Frijol Phaseolus vulgaris* L. en suelo inceptisol con propiedades ándicas. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, 59 - 67.
- Jiménez , F., Muschler, R., & Kopsell, E. (2001). *Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales*. Turrialba, Costa Rica: ISBN.
- Kobulov, K. (2023). Interbudgetary Equalization in forming the income potential of the region. *Economics, Business and Management Studies* , 84 - 87.
- Korir , K., Sirmah, P., Mantoyei, T., & Nampus , J. (2022). Classification and Socio - Economic benefits of Agroforestry Systems in Soin Ward, Kericho county, Keya . *East African Journal of Forestry & Agroforestry*, 252 - 268.
- LABONORT. (2022). *Reporte de Análisis de suelo* . Ibarra .

- López Sánchez , M., & Guevara , P. (Febrero de 2015). *Los indicadores financieros y su relación en la toma de decisiones en la empresa Modas y Textiles mundo azul en el año 2012*. (Tesis pregrado, Universidad Técnica de Ambato). <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/17379>
- Mejía, L., & Palma, C. (Febrero de 2023). *Fertilización química y orgánica de tres variedades de café Coffea arabica*. Obtenido de Repositorio Universidad Técnica de Cotopaxi : <https://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10107/1/UTC-PIM-000621.pdf>
- Mosquera, M., McAdam, J., Romero , R., Santiago, J., & Rigueiro , A. (2014). Definitions and Components of Agroforestry Practices in Europe . *Agroforestry in Europe* , 3 -19.
- Nava, M. (2009). Análisis financiero: una herramienta clave para una gestión financiera eficiente . *Revista Venezolana de Gerencia* , 606 - 628.
- Núñez, N. (2022). *Evaluación de tres tipos de fertilizantes en café (Coffea arabica), en un sistema agroforestal, Puranquí, Intag*. (Tesis pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador).
- Ocampo, L. (2018). *Sostenibilidad del sistema silvopastoril con Alnus nepalensis D. Don en asocio con Brachiaria decumbens Stapf en la parroquia Peñaherrera, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura*. (Tesis pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador).
- Ochoa Gonzáles , C., Sánchez Villacres , A., Andocilla Cabrera , J., Hidalgo Hidalgo , H., & Medina Hiinojosa , D. (2018). El Análisis Financiero como herramienta clave para la gestión financiera eficiente en las medianas empresas comerciales del cantón Milagro . *Observatorio de la Economía Latinoamericana* .
- Octavia , D., Suharti, S., Wayan, I., Yudono, H., & Supriyanto, B. (2022). Mainstreaming Smart Agroforestry for Social Forestry Implementation to Support Sustainable Development Goals in Indonesia: A Review. *Sustainability*, 1 - 29.
- Ospina, A. (2006). *Agroforestería*. Santiago de Cali: Asociación del colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano .
- Pacas, L. (2020). *Guía Práctica de Caficultura*. El Salvador: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

- Pando , S., & Rozados , L. (2002). Agroselvicultura, Agroforestería, Prácticas Agroforestales, Uso Múltiple: Una definición y un concepto . *Dialnet* .
- Paredes , H., Vallejos , H., & Añazco, M. (2020). Evaluación financiera de un sistema agroforestal de *Alnus nepalensis* D.Don (aliso), en asocio con *Coffea arabica* (café y *Calliandra pittieri Standl* (tura), en la zona de Intag, Cotacachi, Imbabura.
- Paredes, H., Chagna, E., Carvajal, J., & Yépez, R. (Julio de 2018). *Sistemas Agroforestales para la implementación de sistemas agroforestales en la provincia de Imbabura*.
- Ponce, L., Acuña , I., Proaño, W., & Orellana , K. (2018). El sistema agroforestal cafetalero. Su importancia para la seguridad agroalimentaria y nutricional en Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 116 - 129.
- Proaño, B. (2021). *Sostenibilidad de la práctica agroforestal (Linderos) en la zona de Intag, Noroccidente del Ecuador*. (Tesis pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador).
- Rojas Medina, R. (2020). Los costos y su aplicación bajo normas internacionales de información financiera para pequeñas y medianas empresas (PYMES). Manizales - Colombia : Centro Editorial de la Facultad de Administración.
- Romero, J. (2018). Técnicas de Producción de Café. *Diplomado en producción Sostenible y Empresarial de café*, 6 - 7.
- Sauvadet, M., Van den , K., Alline, C., Gay, F., Virginio, E., Chauvat, M., . . . Harmand , J. (2018). Shade trees have higher impact on soil nutrient availability and food web in organic than conventional coffee agroforestry. *Science of the Total Environment*, 1065 - 1074.
- Sharry , S., Stevani, R., & Galarco, S. (2022). Clasificación de los SAF. En S. Sharry, *Sistemas Agroforestales en Argentina* (págs. 27 - 59). Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Shiferaw, T., Baudron, F., Ndoli, A., Tirfessa , D., & Giller, K. (2020). Should fertilizer recommendations be adapted to parkland agroforestry systems? Case studies from Ethiopia and Rwanda . *Plant Soil*, 173 - 188.

- Staton, T., Walters, R., Smith, J., & Girling, R. (2022). Productivity, biodiversity trade-offs, and farm income in an agroforestry versus an arable system . *Ecological Economics* , 1 - 10.
- Tamayo, C., & Alegre , J. (2022). Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. *Siembra*, 1-21.
- Tapia, C., Sánchez, F., Vásconez, G., Barrera, A., Mora, R., Díaz , G., & Garcés, F. (2021). Evaluación temporal de sistemas agroforestales de cacao en el trópico húmedo ecuatoriano . *Bionatura* , 1 - 6.
- Tuba , N. (2020). *Propuesta metodológica para realizar la evaluación ex -post de proyectos estratégicos.* (Tesis pregrado, Universidad Politécnica Salesiana). <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18710/1/UPS-CT008756.pdf>
- Vallejos , H., Añazco , M., Vizcaíno , M., Paredes, H., & Ruiz, J. (2020). Comportamiento de *Alnus nepalensis* D.Don en asocio con tres especies forestales *Schizolobium parahyba* (Vell) S.F. Blaque, *Swietenia macrophylla* King, y *Cordia alliodora* Ruiz & Pav. bajo sistema agroforestal . *Ciencias Ambientales* , 49 - 56.
- Van Noordwijk, M., Bargues, A., Muthuri, C., Gebrekirstos, A., Maimbo, M., Leimona , L., . . . Lasco, R. (2018). Nature-based solutions for stabilizing the banks of an irrigation channel in Bali (Indonesia). *World Agroforestry* , 299 - 327.
- Vanegas, P. (2006). *Formulación de pequeños proyectos rurales* . Cuenca: Fundación PROJUBONES .
- Venegas , S., Orellana, D., & Pérez, P. (2018). La realidad Ecuatoriana en la producción de café . *Mundo de la Investigación y el Conocimiento* , 72 - 91.
- Venkatesh, G., Gopinath, K., Ramana , D., Visha, V., Srinivas, I., Shanker, A., . . . Timsina, J. (2024). Agrosilvopastoral systems for improved crop and fodder productivity and soil health in the rainfed environments of South India . *Agricultural Systems* , 1-14.
- Viswanath, S., Lubina, P., & Sandhya , M. (2018). Traditional Agroforestry Systems and Practices: A Review . *Advanced Agricultural Research & Technology Journal*.

ANEXOS

Anexo 1

Resultados de Análisis de suelo año 2022



LABONORT

LABORATORIOS NORTE


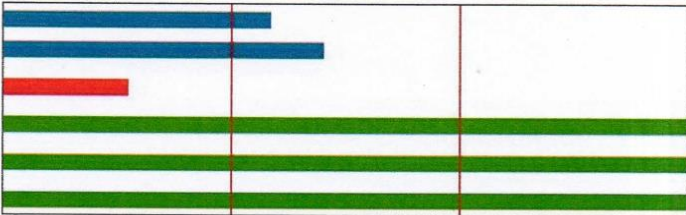

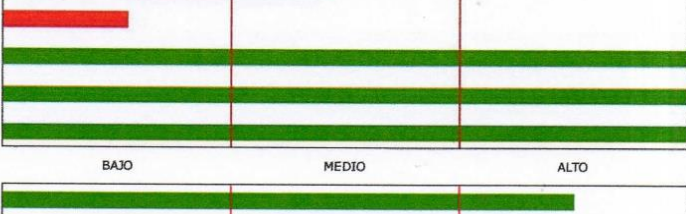
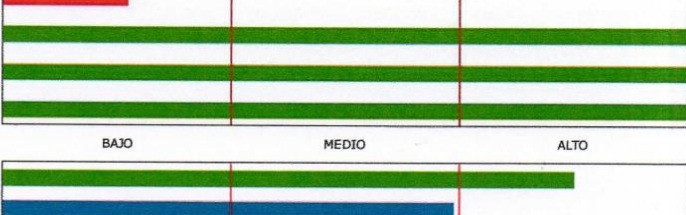

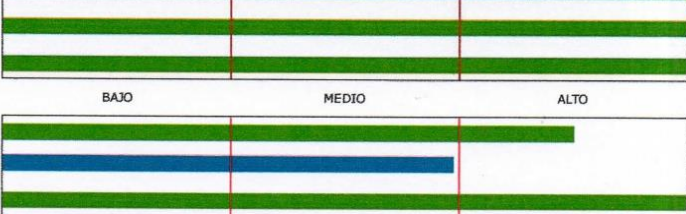
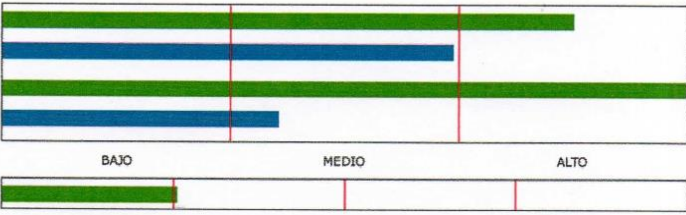
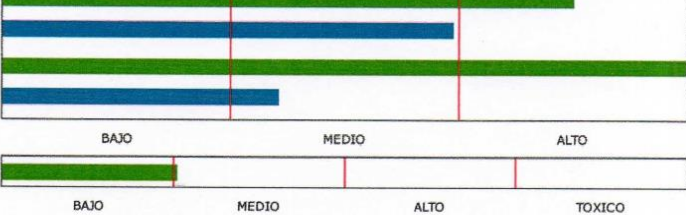
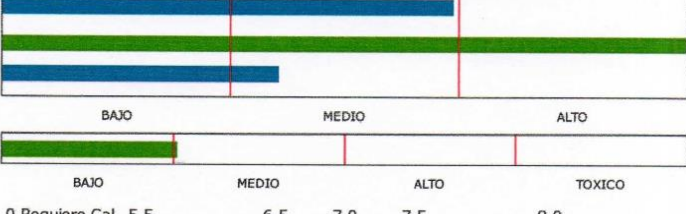
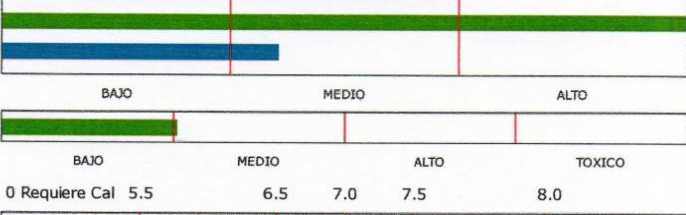
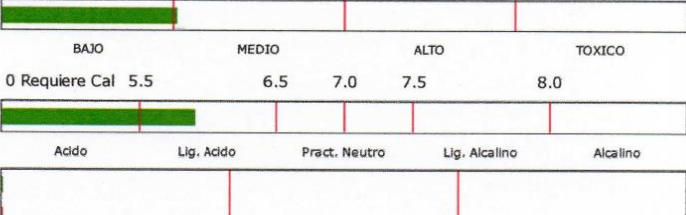
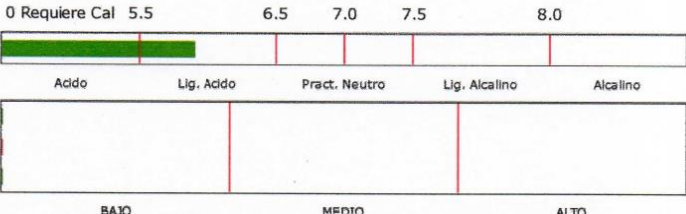
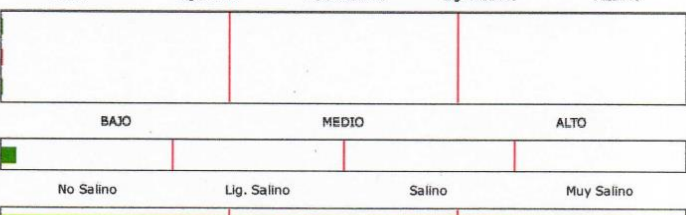
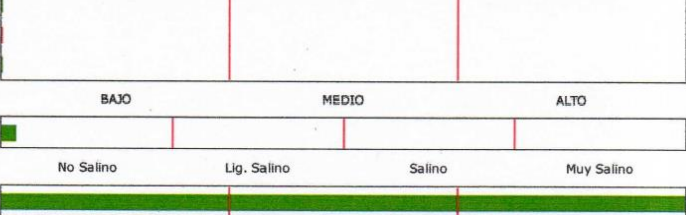


Juan Hernández y Jaime Roldós (Entrada Mercado Mayorista) Ibarra - Ecuador cel. 0999591050

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS			
DATOS DE PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre: ING. DANIELA NÚÑEZ		Provincia: Imbabura	
Ciudad: Cotacachi		Cantón: Cotacachi	
Teléfono: 0997106965		Parroquia: Apuenda	
Fax:		Sitio: Apuenda	
DATOS DEL LOTE		DATOS DE LABORATORIO	
Sitio: Apuenda		Nro Reporte.: 11150	
Superficie:		Tipo de Análisis: Completo	
Número de Campo: Muestra 1		Muestra: Suelo, muestra 1	
Cultivo Actual: Café (4 años)		Fecha de Ingreso: 2022-11-28	
A Cultivar:		Fecha de Reporte: 2022-11-30	
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION
N	76.25	ppm	
P	7.48	ppm	
S	25.00	ppm	
K	0.62	meq/100 ml	
Ca	11.18	meq/100 ml	
Mg	1.77	meq/100 ml	
			BAJO MEDIO ALTO
Zn	6.35	ppm	
Cu	3.41	ppm	
Fe	188.92	ppm	
Mn	16.82	ppm	
			BAJO MEDIO ALTO
B	0.20	ppm	
			BAJO MEDIO ALTO TOXICO
pH	5.94		
			0 Requiere Cal 5.5 6.5 7.0 7.5 8.0
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	
Al		meq/100 ml	
Na		meq/100 ml	
			BAJO MEDIO ALTO
Ce	0.190	mS/cm	
			No Salino Lig. Salino Salino Muy Salino
MO	7.57	%	
			BAJO MEDIO ALTO
Ca	Mg	Ca+Mg (meq/100ml)	%
Mg	K	K	Sum Bases
6.32	2.85	20.89	13.57
			NTot
			Cl
			Arena
			Limo
			Arcilla
			Clase Textural
Dr. Quim. Edison M. Miño M.			
Responsable Laboratorio			



Anexo 2

Resultados de Análisis de suelo año 2024

LABONORT		LABORATORIOS NORTE						
		Av. Cristobal de Troya 4-93 y Jaime Roldos Ibarra - Ecuador cel. 0999591050						
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS								
DATOS DE PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD						
Nombre: PAMELA LAMILLA		Provincia: Imbabura						
Ciudad: Cotacachi		Cantón: Cotacachi						
Teléfono: 0969756832		Parroquia: Apuela						
Fax:		Sitio: Apuenda						
DATOS DEL LOTE		DATOS DE LABORATORIO						
Sitio: Apuenda		Nro Reporte.: 11784						
Superficie:		Tipo de Análisis: Completo						
Número de Campo: APUENDA		Muestra: Suelo, Apuenda						
Cultivo Actual: Café (3 años)		Fecha de Ingreso: 2024-01-29						
A Cultivar:		Fecha de Reporte: 2024-01-31						
Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION					
N	35.00	ppm						
P	14.05	ppm						
S	6.50	ppm						
K	1.24	meq/100 ml						
Ca	11.55	meq/100 ml						
Mg	2.10	meq/100 ml						
Zn	8.51	ppm						
Cu	3.93	ppm						
Fe	119.14	ppm						
Mn	7.10	ppm						
B	1.02	ppm						
pH	5.90							
Acidez Int. (Al+H)	meq/100 ml							
Al	meq/100 ml							
Na	meq/100 ml							
Ce	0.170	mS/cm						
MO	9.16	%						
Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)	Clase Textural	
Mg	K	K	Sum Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla
5.50	1.69	11.01	14.89					
Dr. Quim. Edison M. Miño M.								
Responsable Laboratorio								

Anexo 3

Flujo de costos e ingresos del sistema Agrosilvícola en una hectárea que asocia *Alnus nepalensis* con *Coffea arabica* y *Musa paradisiaca* en Apuenda zona de Intag.

DATOS FLUJO DE CAJA SISTEMA AGROSILVÍCOLA APUENDA ZONA DE INTAG							
VAN:	\$5 937,27				Inversión Inicial:	\$1 203,79	
TIR:	23 %				Años:	15	
Relación B/C:	\$1,91				Tasa:	12 %	

AÑOS	INGRESOS CAFÉ	INGRESOS ALISO	INGRESOS PLÁTANO	TOTAL INGRESOS	TOTAL EGRESOS	FLUJO AÑO	VALOR PRESENTE
0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1 203,79	\$ -1 203,79	\$ -1 203,79
1	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1 807,18	\$ -1 807,18	\$ -1 613,55
2	\$ -	\$ -	\$ 98,00	\$ 98,00	\$ 1 829,22	\$ -1 731,22	\$ -1 380,12
3	\$ 1 712,09	\$ -	\$ 98,00	\$ 1 810,09	\$ 2 245,48	\$ -435,40	\$ -309,91
4	\$ 2 282,78	\$ -	\$ 98,00	\$ 2 380,78	\$ 2 330,23	\$ 50,55	\$ 32,13
5	\$ 2 853,48	\$ -	\$ 98,00	\$ 2 951,48	\$ 2 414,98	\$ 536,50	\$ 304,42
6	\$ 3 424,18	\$ -	\$ 98,00	\$ 3 522,18	\$ 2 499,73	\$ 1 022,44	\$ 518,00
7	\$ 3 994,87	\$ -	\$ 98,00	\$ 4 092,87	\$ 2 584,48	\$ 1 508,39	\$ 682,32
8	\$ 4 565,57	\$ -	\$ 98,00	\$ 4 663,57	\$ 2 669,23	\$ 1 994,33	\$ 805,48
9	\$ 5 136,26	\$ -	\$ 98,00	\$ 5 234,26	\$ 2 753,98	\$ 2 480,28	\$ 894,41
10	\$ 5 706,96	\$ -	\$ 98,00	\$ 5 804,96	\$ 2 838,73	\$ 2 966,23	\$ 955,05
11	\$ 6 277,66	\$ -	\$ 98,00	\$ 6 375,66	\$ 2 923,48	\$ 3 452,17	\$ 992,42
12	\$ 6 848,35	\$ -	\$ 98,00	\$ 6 946,35	\$ 3 008,23	\$ 3 938,12	\$ 1 010,82
13	\$ 6 848,35	\$ -	\$ 98,00	\$ 6 946,35	\$ 3 008,23	\$ 3 938,12	\$ 902,51
14	\$ 6 848,35	\$ -	\$ 98,00	\$ 6 946,35	\$ 3 008,23	\$ 3 938,12	\$ 805,82
15	\$ 6 848,35	\$ 16 125,00	\$ 98,00	\$ 23 071,35	\$ 5 261,77	\$ 17 809,58	\$ 3 253,74
Valores actuales netos				\$ 80 844,26	\$ 42 387,02		

FOTOGRAFÍAS



Foto 1. Recolección de muestra de suelo



Foto 2. Muestra de suelo



Foto 3. Medición de Altura de Aliso



Foto 4. Medición del DAP de Aliso.



Foto 5. Cosecha de café Cereza



Foto 6. Peso de café Cereza en kg.



Foto 7. Café Cereza.



Foto 8. Café pergamino seco .



Foto 9. Información del propietario

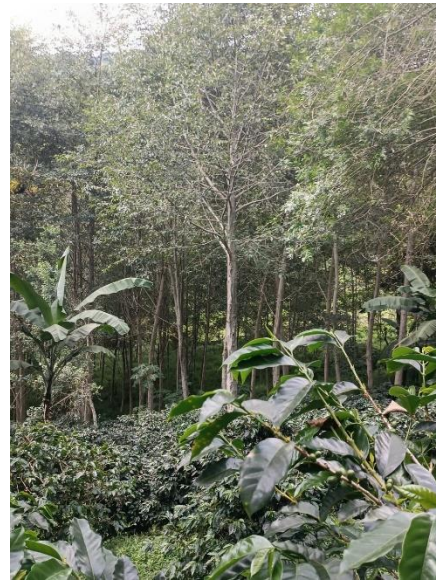


Foto 10. Sistema Agrosilvícola



Foto 11. Despulpadora eléctrica de café



Foto 12. Estructura de secado de café