



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención del
título de Ingeniero Forestal**

**SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA SILVOPASTORIL CON *Alnus nepalensis* D. Don
EN ASOCIO CON *Brachiaria decumbens* Stapf EN LA PARROQUIA PEÑAHERRERA,
CANTÓN COTACACHI, PROVINCIA DE IMBABURA**

AUTOR

Liniker Arturo Ocampo Zambrano

DIRECTOR

Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

IBARRA - ECUADOR

2018

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

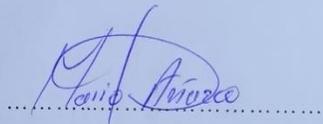
SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA SILVOPASTORIL CON *Alnus nepalensis* D. Don EN
ASOCIO CON *Brachiaria decumbens* Stapf EN LA PARROQUIA PEÑAHERRERA,
CANTÓN COTACACHI, PROVINCIA DE IMBABURA

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación
como requisito parcial para obtener el título de:

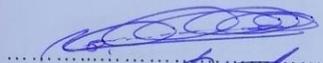
INGENIERO FORESTAL

APROBADO

Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.
Director de trabajo de titulación



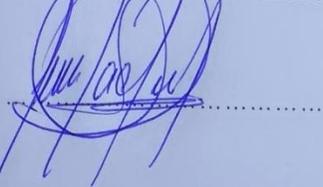
Ing. María Isabel Vizcaíno Pantoja, Esp.
Tribunal de trabajo de titulación



Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, MSc.
Tribunal de trabajo de titulación



Ing. Eduardo Jaime Chagna Avila, MSc.
Tribunal de trabajo de titulación



Ibarra - Ecuador

2018



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1314919984		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Ocampo Zambrano Liniker Arturo		
DIRECCIÓN:	Los Shirys y las Huacas		
EMAIL:	linikerocampo@gmail.com		
TELÉFONO FIJO:	---	TELÉFONO MÓVIL:	0990514458

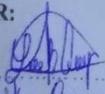
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA SILVOPASTORIL CON <i>Alnus nepalensis</i> D. Don EN ASOCIO CON <i>Brachiaria decumbens</i> Stapf EN LA PARROQUIA PEÑAHERRERA, CANTÓN COTACACHI, PROVINCIA DE IMBABURA
AUTOR (ES):	Liniker Arturo Ocampo Zambrano
FECHA: DD/MM/AAAA	02 de agosto de 2018
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Forestal
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Mario Jose Añazco Romer, PhD.

2. 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 los 02 días del mes de agosto de 2018

EL AUTOR:

(Firma) 
Nombre: Liniker Ocampo

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA - UTN

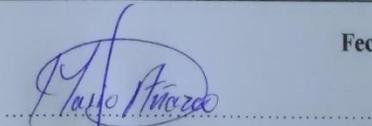
Fecha: 02 de agosto del 2018

Liniker Arturo Ocampo Zambrano: **SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA SILVOPASTORIL CON *Alnus nepalensis* D. Don EN ASOCIO CON *Brachiaria decumbens* Stapf EN LA PARROQUIA PEÑAHERRERA, CANTÓN COTACACHI, PROVINCIA DE IMBABURA** /Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 02 de agosto del 2018. 83 páginas.

DIRECTOR: Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

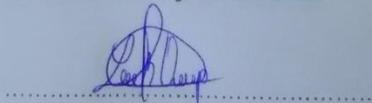
El objetivo principal de la presente investigación fue: Determinar la sostenibilidad del sistema silvopastoril con *Alnus nepalensis* D. Don en asocio con *Brachiaria decumbens* Stapf en la parroquia Peñaherrera, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura. Entre los objetivos específicos se encuentran: Caracterizar el componente forestal y pasto del sistema silvopastoril, Analizar los impactos ambientales a nivel de suelo, biodiversidad y contenido de carbono en el sistema silvopastoril, Determinar la rentabilidad financiera del sistema silvopastoril.

Fecha: 02 de agosto del 2018



Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

Director de trabajo de titulación



Liniker Arturo Ocampo Zambrano

Autor

DEDICATORIA

Dedico de manera especial a mis padres, Marcia Zambrano y Regín Ocampo pues ellos fueron el motor principal para mi formación universitaria, sembrando en mí la responsabilidad, respeto y ganas de superación, reflejándome en cada una de sus virtudes y admirándolos de manera infinita por su gran labor realizada en el transcurso de mi preparación académica.

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecerle a Dios por haberme otorgado unos excelentes padres, por mostrarme el camino correcto y haberme dado las fuerzas suficientes para no desmayar en este duro trajín.

De igual manera agradecer a mi novia Silvana que con su amor y dulzura me dio fuerzas para seguir luchando por esta meta. Imposible dejar a un lado a mis hermanos Ney y Angie que de una u otra manera me motivaron cuando sentía desmayar.

Por otra parte, agradecer infinitamente a mi equipo de trabajo que contribuyó a mi formación y a la guía de mi trabajo, al Ph.D. Mario Añazco, Ing. María Vizcaíno, Ing. Karla Dávila, Ing. Eduardo Chagna e Ing. Hugo Vallejos que fueron entes primordiales para la elaboración de mi investigación, con estas personas cariño, respeto y gratitud eterna.

Y por último agradecer a mis amigos Willian, Ana, Isaac, Moisés y David que con sus ocurrencias hicieron que esta etapa de mi vida sea sin lugar a duda una de las mejores, nunca los olvidares mis locos amigos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Págs.
PORTADA	i
APROBACIÓN	ii
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD	iii
REGISTRO BIBLIOGRÁFICO	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 General.....	2
1.1.2 Específicos	2
1.2 Hipótesis	2
CAPÍTULO II	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1 Fundamentación legal	3
2.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021	3
2.1.2 Línea de investigación	3
2.2 Fundamentación teórica	4

	Págs.
2.2.1 Revolución verde	4
2.2.2 Los monocultivos.....	5
2.2.3 Pasto.....	7
2.2.4 Definición de la agroforestería	12
2.2.5 Clasificación de la agroforestería	12
2.2.6 Componentes del sistema silvopastoril objeto de estudio	19
2.2.7 Experiencias.....	21
CAPÍTULO III.....	24
MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1 Ubicación del sitio	24
3.1.1 Política	24
3.1.2 Geográfica.....	24
3.1.3 Límites	24
3.2 Datos climáticos.....	24
3.3 Materiales, equipos y software	24
3.3.1 Materiales.....	25
3.3.2 Equipos	25
1.3.3 Software.....	25
3.4 Metodología	26
3.4.1 Delimitación del área de estudio.....	26
3.4.2 Universo.....	26
3.4.3 Caracterización del componente forestal y pasto del sistema silvopastoril.....	26
3.4.4 Análisis de los impactos ambientales a nivel de suelo, biodiversidad y contenido de carbono en el sistema silvopastoril	30

	Págs.
3.4.5 Rentabilidad financiera del sistema silvopastoril	32
3.4.6 Análisis estadístico	34
CAPÍTULO IV	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1 Caracterización del componente forestal y pasto del sistema silvopastoril.....	36
4.1.1 Cálculo de volumen	37
4.1.2 Cobertura de copa	37
4.1.3 Incremento medio anual del volumen.....	37
4.1.4 Análisis bromatológico	38
4.2 Análisis de los impactos ambientales a nivel de suelo, biodiversidad y contenido de carbono en el sistema silvopastoril	39
4.2.1 Suelo	39
4.2.2 Biodiversidad.....	41
4.2.3 Contenido de Carbono	42
4.3 Rentabilidad financiera del sistema silvopastoril	42
4.4 Análisis estadísticos	44
4.5 Análisis de correlación.....	45
CAPÍTULO V	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
5.1 Conclusiones.....	47
5.2 Recomendaciones	48
CAPÍTULO VI.....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
CAPÍTULO VII	55

	Págs.
ANEXOS	55
FOTOGRAFÍAS	59

ÍNDICE DE TABLAS

	Págs.
Tabla 1. Estimadores estadísticos.....	35
Tabla 2. Incremento medio anual.....	38
Tabla 3. Resultados análisis bromatológico.....	38
Tabla 4. Resultados propiedades químicas.....	39
Tabla 5. Resultados propiedades físicas.....	40
Tabla 6. Contenido de carbono.....	42
Tabla 7. Resultados estimadores estadísticos.....	44
Tabla 8. Comparaciones significativas.....	45
Tabla 9. Correlaciones directas.....	45
Tabla 10. Correlaciones inversas.....	46
Tabla 11. Parámetros dasométricos.....	56
Tabla 12. Número de individuos (aves).....	56
Tabla 13. Comparaciones no significativas.....	57
Tabla 14. Datos correlaciones edáficas.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1. Clasificación del pasto.....	8
Figura 2. Componentes del pasto.....	10
Figura 3. Relación altura, diámetro y diámetro de copa.....	36
Figura 4. Índice de Shannon (avifauna).....	41
Figura 5. Mapa de ubicación del sitio de estudio.....	55
Figura 6. Periodo de recuperación del SSP.....	56
Figura 7. Periodo de recuperación del monocultivo	56

TITULO: SOSTENIBILIDAD DEL SISTEMA SILVOPASTORIL CON *Alnus nepalensis* D. Don EN ASOCIO CON *Brachiaria decumbens* Stapf EN LA PARROQUIA PEÑAHERRERA, CANTÓN COTACACHI, PROVINCIA DE IMBABURA

Autor: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

Director de trabajo de titulación: Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

Año: 2018

RESUMEN

El surgimiento de la revolución verde y los problemas asociados al cambio climático son dos de los principales factores determinantes para que se genere la insostenibilidad en los sistemas ganaderos tradicionales. La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar la sostenibilidad del sistema silvopastoril con *Alnus nepalensis* D. Don en asocio con *Brachiaria decumbens* Stapf. El estudio se realizó en el sector el Cristal, parroquia Peñaherrera, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura, correspondiente a la unidad ecológica Bosque muy húmedo pre-montano (Bhpm). La metodología consistió en la realización de un censo forestal a los diez años de establecimiento del sistema, donde se tomaron mediciones de diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total (Ht) y diámetro de copa para determinar el volumen total, incremento medio anual (IMA) y cobertura de copa del sistema, seguido de un análisis bromatológico y de suelo; el nivel de biodiversidad (aves) se calculó utilizando el Índice de Shannon; el contenido de carbono se obtuvo mediante el análisis de la biomasa viva; y en el análisis económico-financiero se definieron los indicadores, valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), relación beneficio costo (B/C) y valor esperado de la tierra (VET), con base a la información proporcionada por el propietario. El crecimiento de los árboles en lo referente a volumen total fue de 156,56 m³/ha, cobertura de copa de 5222,36 m², IMA de 15,65 m³/ha. En cuanto al análisis bromatológico y de suelo, el sistema silvopastoril (SSP) presentó porcentajes mayores comparados con el monocultivo. Respecto a la biodiversidad, contenido de carbono y rentabilidad financiera el SSP fue superior al sistema tradicional. Se concluye que el sistema silvopastoril es social, económico y ambientalmente sostenible.

Palabras claves: Sostenibilidad, sistema silvopastoril, *Alnus nepalensis*, impactos ambientales y rentabilidad.

TITLE: SUSTAINABILITY OF THE SILVOPASTORAL SYSTEM WITH *Alnus nepalensis* D. Don TOGETHER WITH *Brachiaria decumbens* Stapf IN THE PEÑAHERRERA PARISH, IN THE COTACACHI CANTON, IN THE PROVINCE OF IMBABURA

Author: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

Director of degree work: Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

Year: 2018

ABSTRACT

With the green revolution and the problems associated with climate change as two of the main determinants for the generation of unsustainability in traditional livestock systems. The main objective of the present research was to determine the sustainability of the silvopastoral system with *Alnus nepalensis* D. Don together with *Brachiaria decumbens* Stapf. The study was carried out in the Cristal sector, in the Peñaherrera parish, in Cotacachi canton, in the province of Imbabura, corresponding to the very humid pre-montane forest ecological unit (PHF). The methodology consisted in the realization of a forest census after ten years of establishment of the system, where measurements of diameter at chest height (DCH), total height (Ht) and crown cover diameter were taken to determine the total volume, mean annual increment (MAI) and crown cover area coverage of the system, followed by a bromatological and soil analysis; the level of biodiversity (birds) was calculated using the Shannon Index; the carbon content was obtained by analysing the living biomass; and in the economic-financial analysis indicators were defined, net present value (NPV), internal rate of return (IRR), cost benefit ratio (B / C) and land expectation value (LEV), based on information provided by the owner. The growth of trees in terms of total volume was 156.56 m³ / ha, crown coverage of 5222.36 m², MAI of 15.65 m³ / ha. Regarding the bromatological and soil analysis, the silvopastoral system (SSP) presented higher percentages compared to monoculture. Regarding biodiversity, carbon content and financial profitability, the SSP was superior to the traditional system. It is concluded that the silvopastoral system is socially, economically and environmentally sustainable.

Keywords: Sustainability, silvopastoral system, *Alnus nepalensis*, environmental impacts and profitability.

Víctor Rodríguez
1715496129 U



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La crisis de la producción ganadera en el mundo básicamente fue producto de dos grandes factores: la revolución verde y el cambio climático; la primera propició el uso de tecnologías y maquinarias contaminantes, basadas en la utilización intensiva de agroquímicos y combustibles fósiles respectivamente. El segundo se origina por la emisión de varios gases de efecto invernadero, siendo los principales por su larga duración: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) liberados a la atmósfera por la industria y prácticas agrícolas - ganaderas como, cultivos de arroz, maíz, papas, pasturas tradicionales, etc (Añazco, com. pers. 28 de marzo del 2017).

Con el propósito de contrarrestar los efectos de la revolución verde y el cambio climático, en Ecuador y varias partes del mundo se han establecido sistemas silvopastoriles, debido a que cumplen funciones sociales, económicas y ambientales, tales como: diversificación de la producción en una sola área, recuperación de la inversión y obtención de ingresos en menor tiempo, captura de CO₂, aceleración del ciclaje de nutrientes, conservación del recurso hídrico, diseminación de las semillas, creación de microclima y aumento de la biodiversidad (Mendieta y Rocha, 2007).

La seguridad alimentaria de los habitantes de la zona de Intag depende de la agricultura y ganadería; con la finalidad de mejorar la producción agropecuaria han establecido sistemas silvopastoriles, pero al no haber el seguimiento técnico, evaluación y manejo de estos, no poseen suficiente información que permita establecer si estos han sido o serán sostenibles en el tiempo (Añazco, com. pers. 28 de marzo del 2017).

Lo antes mencionado motivó a realizar el presente estudio enfocado en un análisis de sostenibilidad del sistema silvopastoril que permitió obtener información beneficiosa para los ganaderos del sector y a las instituciones públicas y privadas que fomentan y financian planes de desarrollo pecuario.

1.1 Objetivos

1.1.1 General

Determinar la sostenibilidad del sistema silvopastoril con *Alnus nepalensis* D. Don en asocio con *Brachiaria decumbens* Stapf en la parroquia Peñaherrera, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura.

1.1.2 Específicos

- Caracterizar el componente forestal y pasto del sistema silvopastoril.
- Analizar los impactos ambientales a nivel de suelo, biodiversidad y contenido de carbono en el sistema silvopastoril.
- Determinar la rentabilidad financiera del sistema silvopastoril.

1.2 Hipótesis

Ho: La sostenibilidad del sistema silvopastoril no presenta diferencias significativas frente a la del monocultivo.

Ha: La sostenibilidad del sistema silvopastoril presenta diferencias significativas frente a la del monocultivo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentación legal

2.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021

El presente estudio se enmarca en los objetivos, políticas y lineamientos estratégicos siguientes:

Eje 1: Derechos para Todos Durante Toda la Vida.

Objetivo 1. Garantizar una vida digna con igual oportunidades para todas las personas.

Política 1.9 Garantizar el uso equitativo y la gestión sostenible del suelo, fomentando la corresponsabilidad de la sociedad y el Estado, en todos sus niveles, en la construcción del hábitat (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2017 p.58).

Objetivo 3. Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.

Política 3.4 Promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático, e impulsar las mismas en el ámbito global (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2017 p.66).

2.1.2 Línea de investigación

El estudio se enmarca en la línea de investigación de la Carrera de Ingeniería Forestal: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

2.2 Fundamentación teórica

2.2.1 Revolución verde

El modelo de agricultura denominado revolución verde comienza en Estados Unidos en el año de 1960 tras la realización de investigaciones para la creación de semillas híbridas con el fin de obtener mayor productividad, generar alimentos, prepararse frente a eventos climáticos y enfermedades de cultivos (Pichardo, 2016).

Segrelles (2001) citado por Yamberla (2017) menciona que las instituciones como la fundación Rockefeller, Ford o el Banco Mundial, fueron las que popularizaron los métodos para incrementar la producción y la productividad de la agricultura. Esto se realizó con el fin de terminar con el hambre rápidamente en países de escasos recursos, utilizando nuevas tecnologías que ya se empleaban en países desarrollados sin tomar en cuenta que estas tecnologías eran costosas y que no eran las más indicadas en los aspectos socioeconómicos y ambientales para los agricultores.

Los principales impactos de la revolución verde se pueden observar en las dimensiones sociales, ambientales y económicas.

2.2.1.1 Impactos sociales

La revolución verde favoreció especialmente a empresarios medianos y grandes capitalizados, en zonas de alto potencial. Excluyó a pequeños productores y zonas de bajo potencial, contribuyendo a la migración (Faiguenbaum, 2008).

Una vez adoptado este sistema se generó la marginación de la población rural, provocando diferencias entre campesinos de diferentes niveles económicos y disputas por las tierras. Considerando la degradación de los recursos naturales, en especial el suelo, se observa que la productividad agrícola fue mermando, es por tal razón que actualmente se les ha dado paso a nuevos sistemas amigables con el ambiente (Queiros, 2015).

La mecanización agrícola generó desempleo siendo esta una de las consecuencias más notorias que provocó la revolución verde. Todo esto generó que las personas del campo salieran

al casco urbano o a las grandes ciudades abandonando sus propiedades generando pobreza y delincuencia (Corredor, 2012).

2.2.1.2 Impactos ambientales

Al potencializar el uso intensivo de agroquímicos derivados en gran parte del petróleo, seguido del consumo desmedido de agua originó la erosión y desertificación de extensas áreas de suelos cultivables (Faiguenbaum, 2008).

La maquinaria además de ocasionar problemas en la parte social, también afecto el ambiente puesto que se mezclaron los horizontes A, B y C del suelo por uso del disco de arado, también se incrementaron los niveles de compactación, lo cual impidió la oxigenación y alteración de los niveles freáticos, generando esterilidad e inundaciones en este, por ende, se potencializo el uso de fertilizantes y agroquímicos (Corredor, 2012).

La biodiversidad fue afectada debido a que se desplazaron cientos de variedades locales por otras de alto rendimiento, mismas que han sido desarrolladas por centros de investigaciones y que por lo general requieren altos niveles de insumos para utilizar su potencial (Queirós, 2015).

2.2.1.3 Impactos económicos

Fue notorio el control de los medios de producción agrícola que tomaron las grandes empresas foráneas, tal es el caso que los mercados propios se vieron afectados por el ingreso de productos extranjeros vendidos a menor precio. Otro problema fue que en mano de las empresas grandes se encontraba los canales de distribución de los alimentos, con sede en países ricos. Los mismos que discuten por el liberalismo económico en el comercio internacional, puesto que controlan la distribución de los productos (Santiago, 2007).

2.2.2 Los monocultivos

Dubois (1979) afirma que son cultivos de una sola especie entre los cuales se distinguen: los monocultivos de especies de ciclo corto y los de especies perennes. Los monocultivos son establecidos por la alta producción que estos generan en corto tiempo, haciéndolos más atractivos para los agricultores.

Un monocultivo es una plantación de una sola especie, sean árboles o plantas con fines comerciales. En su gran mayoría son genéticamente similares y para el control de cualquier agente patógeno o físico y fertilización se utiliza las mismas técnicas, haciéndose eficiente la producción en menor tiempo (Flores, 2017).

Villareal (1969) citado por Escandón (2012) menciona que en los sistemas de monocultivo, uno de sus impactos es la aparición de plagas y enfermedades que por lo general ocasionan pérdidas a los agricultores. De igual forma en la parte de nutrientes, estos se desgastan rápidamente porque las plantas ocupan siempre el mismo territorio y absorben los nutrientes de la primera capa de suelo, originando el deterioro del suelo y la consecuente deficiencia en la producción de alimentos.

2.2.2.1 Ventajas

La producción es masiva, lo que disminuye algunos costos de los materiales o productos que son usados en este proceso por lo tanto la cosecha se vuelve más barata. De igual forma al incorporarse maquinaria cuando se obtiene el producto, se reduce el pago de salario al personal haciendo que el precio interno del mercado disminuya (Flores, 2017).

Morandini y Noguera (2012) mencionan que los monocultivos aumentan la producción de una forma masiva, siendo por lo general productos básicos como cereales y madera. Son apropiados para establecerse donde la mano de obra es escasa ya que abarcan gran espacio y no necesita de mayor personal. Al hablar financieramente este es comparado con la economía a escala debido a que se alcanzan precios bajos del producto debido a la racionalización en la producción.

2.2.2.2 Desventajas

A más de la ya mencionada propagación de plagas y enfermedades, las variaciones climáticas pueden afectar de igual forma. La erosión en el suelo es algo evidente y la pérdida de la belleza paisajística también debido a la presencia de una sola especie. Por otra parte, en cuestiones laborales el desempleo informal aumenta por el uso de maquinarias que reemplazan la mano de obra local (Flores, 2017).

Morandini y Noguera (2012) mencionan que los monocultivos pueden causar una infestación rápida de enfermedades debido a que no se diversifica lo cultivado, además no pueden hospedar a la fauna debido a la escases de alimentación y condiciones de habitad, sin olvidar que no se puede cultivar en zonas de alta pendiente o espacios pequeños por su alta vulnerabilidad.

2.2.3 Pasto

2.2.3.1 Definición

Son cultivos de gramíneas y leguminosas que se desarrollan en espacio físico llamado potrero y en el cual se alimenta el ganado (Instituto Nacional Tecnológico [INATEC], 2016). El mismo autor menciona que es cualquier planta natural o cultivada, sembrada sobre una superficie de suelo y que el ganado aprovecha para su alimentación. Por lo tanto, las especies empleadas deben tener excelente capacidad de rebrote y pisoteo debido a las pezuñas filosas que posee.

Por lo general se lo usa como heno de ensilaje y de pastoreo, tomando en cuenta que de esta forma su riqueza en nutrientes es baja. Los pastos crecen en suelos fértiles donde el drenaje sea óptimo, pero pueden adaptarse a otros tipos de suelos. Estos pueden compartir territorio con otros forrajes que necesitan suelos húmedos. Es importante mencionar que pueden tolerar inundaciones, hasta de veinte días, cuando las temperaturas no superan los 27 °C dependiendo la especie (Pastos y praderas, s.f.).

Chacón (2009) al hablar de pastos menciona que es indispensable obtener pastos de gran valor nutritivo y en grandes cantidades, a fin de generar carbohidratos y proteínas para que el ganado produzca más leche y gane mayor peso en un tiempo considerable. Para el rendimiento y la duración depende de la planificación, como la época de siembra, fertilización, mantenimiento, deshierbe, momento adecuado del corte, riegos, pastoreo y resiembras.

2.2.3.2 Clasificación

Según INATEC (2016) existe una clasificación de los pastos, tal como se muestra en la figura 1.

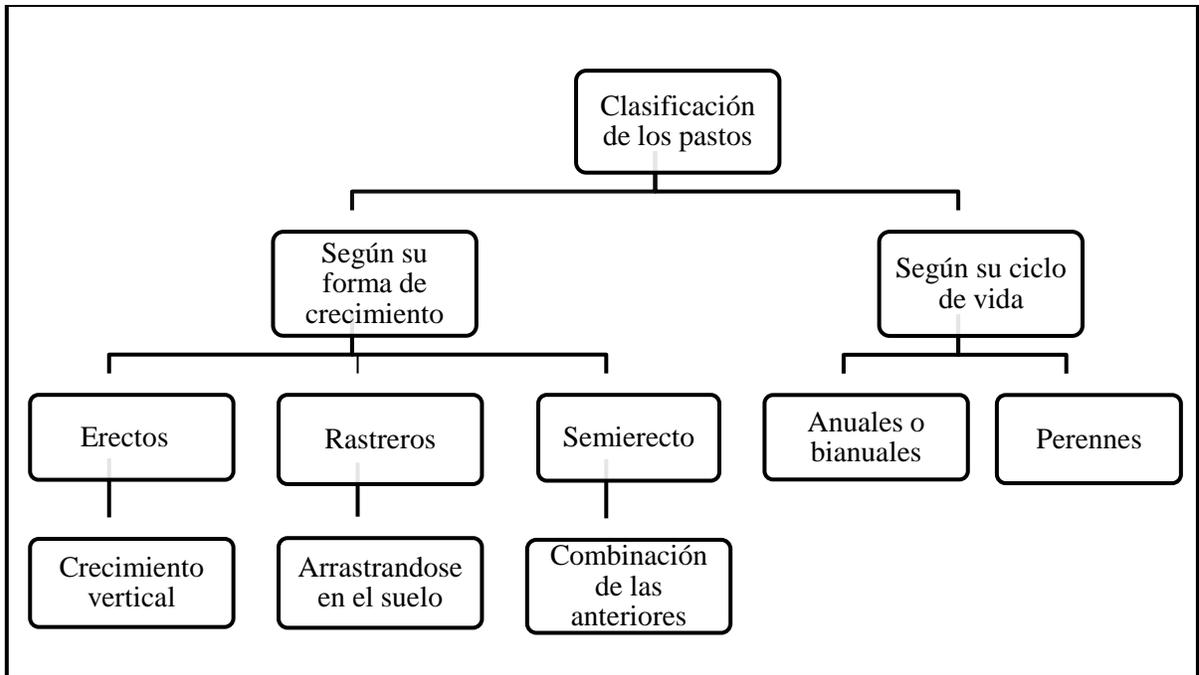


Figura 1. Clasificación del pasto
Fuente: INATEC (2016)

2.2.3.2.1 Según su forma de crecimiento

Zootécnicos (2008) propone una subclasificación de los pastos de la siguiente manera:

- Erectos

Este tipo de pasto genera insostenibilidad y degradación en el suelo, ocasionado por la poca cobertura y protección que le brinda. Referente a su crecimiento, crece perpendicularmente al suelo, caracterizado por el bajo rendimiento en cuanto a producción, mismo que potencializa al crecimiento de plantas de mínima importancia o malezas. No se los recomienda sembrar en laderas.

- Rastreros

Brindan mayor persistencia y sostenibilidad a la pradera, formando un colchón que amortigua y protege al suelo frente a la compactación. En cuanto a su crecimiento y producción, crecen paralelamente al suelo, caracterizado por brindar muy buena cobertura vegetal, haciéndolo resistente al pisoteo. Su crecimiento es estoloníferos.

- Semi-erecto

Frente al pastoreo son buenos debido a que cubren bien al suelo y presentan resistencia al pisoteo animal. Su crecimiento no es totalmente rastrero, más bien decumbente.

2.2.3.2.1 Según su ciclo de vida

El (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2016) menciona que los pastos según su ciclo de vida se clasifican en:

- Pastos perennes

Su ciclo de vida es largo y duradero, no necesitan de resiembra, determinándose como los mejores para la producción ganadera. Por lo cual se recomienda sembrarlos en el trópico, en regiones donde no hay estaciones.

- Pastos anuales o bianuales

Viven de uno a dos años después de la siembra, si se desea consérvalos necesitan ser resembrados una vez que termine su ciclo.

De acuerdo con su ciclo anual de crecimiento Martínez y Pereira (2011) clasifican a los pastos en:

- Estivales

Su crecimiento inicia con el calor adquiriendo energía en las épocas secas según la existencia de humedad. Su floración es larga y descansan en las épocas lluviosas.

- Invernales

Empiezan a crecer cuando aparecen las primeras lluvias, adquiriendo de ahí potencial de crecimiento cuando las temperaturas bajan.

2.2.3.3 Componentes del pasto

Según INATEC (2016) el crecimiento del animal se basa en la alimentación, valor nutricional y las grandes cantidades de alimento que este ingiere, con el objetivo que otorgue las proteínas y minerales necesarios para que aumente su producción, por lo tanto debe poseer porcentajes aceptables de los elementos principales, como son materia seca (15-35 %) y agua (65-85 %).

Determinados los elementos principales de los pastos INATEC (2016) menciona los demás componentes que lo conforman, tal como se muestra en la figura 2.

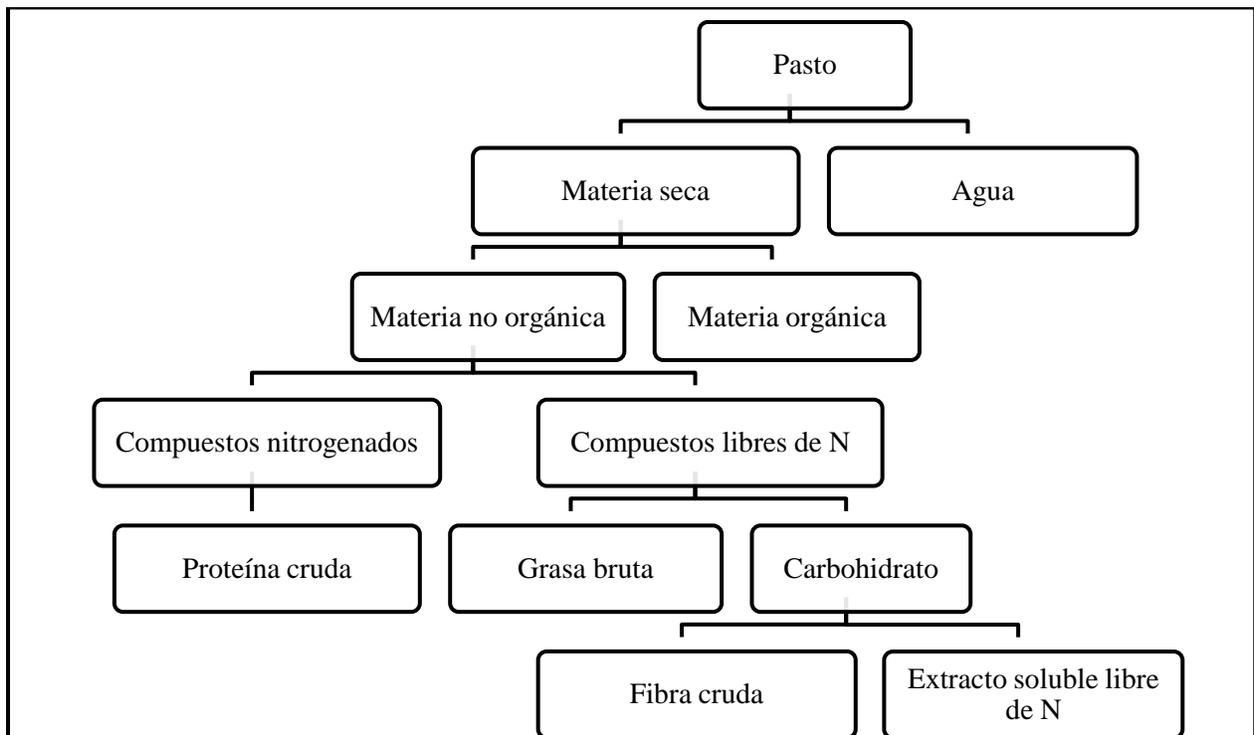


Figura 2. Componentes del pasto

Fuente: INATEC (2016)

Analizados los elementos nutritivos que componen el pasto INTA (2016) los detalla de la siguiente manera:

- Agua

Elemento importante en el crecimiento del pasto, varía de acuerdo a la especie y la etapa de desarrollo.

- Materia seca

Su contenido en el pasto es del 15 % y 35 %, formado por carbohidratos, proteína cruda, cenizas y extracto al éter.

- Proteína

Nutriente importante en los alimentos, formado por cadenas repetitivas de aminoácidos.

- Proteína cruda

Es el porcentaje de proteína que tiene el pasto después de haber sido sometido al análisis bromatológico determinando la calidad de los forrajes.

- Extracto etéreo

Compuestos extraídos de las células y tejidos solventes como el benceno, cloroformo y éter durante el proceso de fermentación en el estómago del ganado, mismo que son insolubles y proveen de energía y facilita la movilidad de otros nutrientes y su disponibilidad para el animal.

- Carbohidratos

Se encuentran presente en almidones y azúcares, su función es de aporte energético. Aumentan con la madurez de los vegetales, definiéndose como responsables de la digestión incompleta de la hemicelulosa y celulosa. El rendimiento productivo de los rumiantes está ligado con el tipo de carbohidrato en su dieta.

- Minerales

Este elemento depende de las propiedades que el suelo posea, variedad y manejo del pasto, cantidad y distribución de la precipitación. Son importantes y necesarios para el buen funcionamiento del proceso metabólico del ganado.

2.2.3.4 Efectos de los cultivos de pasto en el suelo

Sierra (2005) menciona que los monocultivos de pastos en la actualidad son vistos como una técnica degradante y contaminante, sin embargo es importante manifestar que en épocas pasadas y en ciertos casos del presente han ayudado a la producción ganadera, por tal razón se debe mencionar sus efectos positivos sobre el suelo, entre estos: impiden la erosión, aumentan la materia orgánica, mejoran la estructura, aumentan la fertilidad en asocio con leguminosas y brindan protección a suelos sometidos a cultivos en pendientes. No obstante, presentan efectos negativos: reducción de especies, aparición de malezas y potencializa al uso excesivo de pesticidas.

2.2.4 Definición de la agroforestería

Se define como una técnica ambientalista que consiste en asociar el componente forestal con sistemas de producción animal o cultivos de ciclo corto o perennes, interactuando entre sí para responder a los criterios de sostenibilidad con base a producción, soberanía, seguridad alimentaria y ambiente (Food and Agriculture Organization [FAO], 2010).

2.2.5 Clasificación de la agroforestería

Krishnamurthy y Ávila (1999) manifiestan que a principios de los años ochenta se realizaron intentos de clasificación, aplicando criterios simples e integradores, por lo tanto clasificaron a los sistemas agroforestales de acuerdo al: arreglo en el espacio y tiempo, régimen de manejo, función o papel y los componentes de producción.

De acuerdo con los componentes de la producción se clasifican en:

2.2.5.1 Sistemas agroforestales o silvoagrícolas

Está conformado por el componente árbol (frutal o maderable) y la asociación del cultivo agrícola, todo bajo un sistema de manejo integral. Es un sistema de producción sostenible que al ser comparado con un sistema de monocultivo ofrece mayores ventajas al propietario (López, 2016).

2.2.5.2 Sistemas agrosilvopastoriles

Formado por la asociación de los componentes árbol (frutal, maderable o forrajero), cultivo agrícola y animal, todo bajo un sistema de manejo integral. Sistema de producción sostenible que ofrece mayores beneficios que un sistema tradicional (López, 2016).

2.2.5.3 Sistemas silvopastoriles

Formado por la asociación de leñosas perennes, el componente pasto y el componente animal, todo esto bajo un sistema de manejo integral. Es importante mencionar que los sistemas silvopastoriles son una opción de producción que brindan muchos servicios y no solo aportan en la producción de forraje (Pezo e Ibrahim, 1999).

Ente los diferentes tipos de sistemas silvopastoriles que pueden existir en una finca de producción ganadera Pezo e Ibrahim (1999) menciona los siguientes: cercas vivas, bancos forrajeros de leñosas perennes, leñosas perennes en callejones, árboles y arbustos dispersos en potreros, pastoreo en plantación de árboles maderables o frutales y otros tipos, a continuación, se detalla:

a) Cercas vivas.

Es la plantación de leñosas perennes para la delimitación de potreros y propiedades, el objetivo es reducir el estrés de los bosques por la obtención de postes y leñas, además de proveer frutos y follaje. Para el establecimiento se utiliza especies, forrajeras, frutales y maderables, con 5 a 15 cm de diámetro, distanciamientos de plantado de 2,0 a 2,5 m, profundidad de plantado de 20 a 40 cm, preferible colocar el alambre de los 3 a 6 meses de establecimiento. Con respecto a manejo, la poda debe de realizarse por lo menos un año después del establecimiento. En la provincia de Manabí El (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, 2017) indica que esta práctica es empleada asociando Piñón (*Jatropha curcas*) con pasto Saboya (*Panicum máximum*) debido a que el ganado no consume este arbusto.

b) Bancos forrajeros de leñosas perennes

Es un sistema que incorpora leñosas perennes o forrajeras herbáceas que crecen en bloques compactos con alta densidad a fin de maximizar el forraje. Las características de las especies

forrajeras deben tener buena capacidad de rebrote, alto potencial para producir hojas, la calidad del pasto en nutrientes debe contar con la presencia de nitrógeno, energía digerible y niveles aceptables de consumo. El manejo es con base a podas que deben realizarse cada 6 y 12 meses, cortando los tallos hasta 0,5 a 1,0 m. Al sur del Ecuador se evidencia esta práctica, debido a que las épocas secas son fuertes y el alimento para el ganado es escaso, la práctica consiste en el asocio de Mata ratón (*Gliricidia sepium*) por lo general con pasto Saboya (*Panicum máximum*) (Ocampo, com. pers. 06 de junio del 2018).

c) Leñosas perennes en callejones

Árboles plantados en franjas paralelas entre pasto de corte o pastoreo, utilizado para pastoreo rotacional. Su fin es mejorar la fertilidad del suelo, elevar la calidad, cantidad del pasto y reducir el pisoteo. La técnica se forma por un tipo de árbol en los que seleccionados podrían ser: forrajeros, frutales y fiadores de nitrógeno a una distancia de 2 a 5 metros en hileras, cuando las leñosas han sido plantadas por semillas o por parte vegetativas, es recomendable ingresar el ganado a los 12 o 18 meses y el pastoreo debe ser rotacional. En cuanto al manejo se debe controlar el nivel de sombra para permitir el ingreso de luz al pasto. (Ocampo, com. pers. 06 de junio del 2018) menciona que en al sur de Ecuador por lo general usan (*Erythrina velutina*) en asocio con pasto Saboya (*Panicum máximum*) debido a que la especie captura nitrógeno y aporta con abundante materia orgánica al suelo.

d) Árboles y arbustos dispersos en potreros

Es una práctica que puede surgir del resultado de la intervención del hombre, como también de los árboles remanentes que quedaron por el cambio de uso de suelos a ganadería. Cuando el sistema resulta del cambio de uso de suelo, los agricultores deciden no cortar árboles frutales y comerciales; por acción del hombre se elige aleatoriamente el sitio de plantación del árbol. El manejo de esta práctica es controlar el número de individuos y copa del árbol para que de tal manera no interfiera en el crecimiento del pasto. Añazco (2016) en Ecuador, provincia de Carchi, sector El Carmelo menciona a la práctica: árboles dispersos con pasto que consiste en el asocio de Aliso (*Alnus acuminata*) con pasto.

e) Pastoreo en plantación de árboles maderables o frutales

Es la introducción de forrajeras herbáceas en plantaciones forestales maderables. Para el establecimiento de esta práctica se utiliza germoplasma de pasto que sea tolerante a la sombra. En cuanto al manejo de las leñosas la densidad de plantación debe ser mayor en comparación con las demás prácticas, al existir alto porcentaje de sombra se debe realizar raleos selectivos. Añazco (2016) en Ecuador, en la provincia del Guayas menciona a la práctica: árboles en pastura que consiste en el asocio de Teca (*Tectona grandis*) con pasto.

f) Barreras vivas con especies perennes

Es una forma de cultivo en callejones y terrenos con pendientes. En esta práctica las leñosas forrajeras son plantadas alrededor y perpendicular a la pendiente, para evitar la erosión del suelo y reducir la velocidad del agua cuando existe el riego. Al realizarse el establecimiento, la densidad varía según la especie arbórea, pero se recomienda partir de 10 a 20 cm de distancia. No se debe realizar el pastoreo directo, debido a que el ganado puede generar impactos en los árboles. En Ecuador se usa Mata ratón (*Gliricidia sepium*) para su establecimiento (Añazco, com. pers. 19 de junio del 2017).

g) Cortinas rompevientos

Es una práctica en la cual los árboles rodean el área de pastoreo, incluyendo cultivos de pasto de corte. El fin es proteger a los animales del viento, frío y brindar alimento, además reducir el efecto desecante en el pasto por acción del viento y a reducir la erosión eólica del suelo. Para el establecimiento, se toma en cuenta la distancia de protección, distribución, altura, forma, permeabilidad del pasto, velocidad y orientación del viento. El manejo consiste en una revisión periódica de las copas para evitar posibles competencias, malformaciones o enfermedades, en caso de existir se debe realizar podas o raleo. (Ocampo, com. pers. 06 de junio del 2018) manifiesta que, en la provincia de Manabí, cantón El Carmen es muy utilizada esta práctica, consiste en el asocio de Caraca (*Erythrina velutina*) con pasto Saboya (*Panicum máximum*).

h) Otros tipos

Se encuentran las fajas en contorno, práctica poco desarrollada en el Ecuador sin embargo en la zona de Intag fue establecida por el propietario del sitio de estudio y realizada bajo un criterio de experimento. La técnica está formada por el árbol *Alnus nepalensis* y el pasto *Brachiaria decumbens*, con una distancia entre árbol de 7 metros y entre fajas de 15 metros (Añazco, com. pers. 19 de junio del 2017).

2.2.5.3.1 Interacción entre los componentes del sistema silvopastoril

FAO (2009) define a las interacciones como la relación estrecha y dinámica que existe entre los componentes que forman parte de un sistema, al hablar de silvopasturas se hace mención al árbol, pasto y animal. A continuación, Valarezo (2014) menciona que las interacciones pueden ser positivas y negativas, pero están relacionadas estrechamente entre los componentes:

- Árboles - animales

En lo que respecta a los árboles, estos ejercen interacciones positivas, como la protección contra eventos climáticos y aporte de biomasa comestible. Al hablar del ganado y del aporte de nutrientes la incorporación de material fecal y orina son importantes para el desarrollo arbóreo, no obstante el animal puede generar daños de la parte foliar durante sus primeras etapas de crecimiento y contribuir a la compactación del suelo.

- Árboles - pasturas

Al existir una asociación de estos elementos puede ocasionarse interferencia o apoyo en su crecimiento, competencia por luz solar, nutrientes y agua, protección contra los eventos adversos como lluvia, viento y transferencia de nutrientes.

Para un crecimiento en cada uno de estos elementos, los factores a tomarse en cuenta son, disponibilidad de agua, luz, nutrientes, la población de individuos (árboles), el arreglo espacial y el manejo que se realice.

- Árboles - suelo

Una contribución de los árboles es la fijación de nitrógeno al suelo, el reciclaje de nutrientes, existencia de materia orgánica, control de la erosión y escorrentía. Cuando se usan especies herbáceas como cobertura, los mecanismos pueden funcionar en sentido inverso.

- Animales - pasturas

De las pasturas los animales obtienen los nutrientes requeridos para su crecimiento y producción, por el acto del pastoreo, el ganado afecta directamente al pasto por efecto del rumeo y pisoteo; además, puede haber impactos indirectos, como, la compactación, el retomo de nutrientes y la dispersión de la semilla a través de excretas.

2.2.5.3.2 Bienes y servicios que brindan los sistemas silvopastoriles

Arias (2001) de forma general define a los bienes ambientales como recursos tangibles que el hombre utiliza como insumos para la producción, que se gastan y transforman en el proceso, tales como: fruto, madera, semilla, carne y medicinas, por lo general estos productos son comercializados o para uso propio. Al hablar de servicios ambientales los define como recursos intangibles generado por los ecosistemas que no se transforman y se gastan cuando se los obtiene, generando indirectamente utilidad, entre estos constan los siguientes: producción de oxígeno, captura de carbono, reducción de gases de efecto invernadero, belleza paisajística y protección de fauna, agua y suelo.

En lo que respecta a los sistemas silvopastoriles Ávila y Revollo (2012) determinan que los bienes ambientales están relacionados con la madera, frutos, semillas, resinas y taninos, que brindan los árboles, por otra parte la carne y leche proveniente del animal. Consecuentemente estos productos al estar enlazados a un mercado crean un valor monetario e influyen en el bienestar y economía de los ganaderos y sus familias.

Al hablar de los servicios ambientales proporcionados por los sistemas silvopastoriles Marinidou y Jimenez (2010) determina los siguientes:

- Regulación climática

El aumento de bióxido de carbono en la atmosfera es el principal causante de las variaciones en temperaturas y precipitaciones, no obstante, existen dos soluciones para contrarrestar a este problema: el primero es plantar árboles para capturar CO₂ y reducir el metano generado por el ganado; y la segunda minimizar el uso de combustibles fósiles para producir menos gases de efecto invernadero (GEI).

- Conservación de la biodiversidad

La reducción de las áreas forestales es producto del aumento de las zonas destinadas a la producción agrícola y ganadera, misma que al ser alteradas impactan la flora y fauna que se residen en ellos. Por lo tanto, para minimizar tal impacto, una solución coherente y práctica, es plantar árboles propios del sitio para conservar los recursos genéticos y la biodiversidad.

- Conservación del recurso hídrico

Los árboles influyen en el ciclo hidrológico y la función que cumplen es absorber el agua por las raíces para el proceso de la fotosíntesis y luego mediante la transpiración eliminarla, sin obviar que al existir cobertura arbórea se produce la reducción de la escorrentía superficial evitando el lavado de los suelos en bosques y cultivos aumentando el proceso de infiltración.

2.2.5.3.3 Ventajas y desventajas de los sistemas silvopastoriles

Mendieta y Rocha (2007) mencionan que los sistemas silvopastoriles presentan ventajas y desventajas, entre las primeras se encuentra: aceleración del ciclaje de nutrientes, creación de microclima, diseminación de las semillas por parte del ganado, obtención de ingresos a largo, mediano y corto plazo por medio de los productos arbóreos y animales, mejora la productividad y la sostenibilidad de los sistemas existentes usando especies fijadoras de nitrógeno, económicamente el sistema puede favorecer al aumento y diversificación de la producción, usos múltiples de los terrenos y aumento de la biodiversidad, con respecto a la segunda se indican: la compactación del suelo si no se controla la carga animal y las preferencias alimenticias de los animales que puede afectar la composición del bosque.

2.2.6 Componentes del sistema silvopastoril objeto de estudio

Los principales componentes del Sistema Silvopastoril (SSP) objeto de estudio son los siguientes:

2.2.6.1 Alnus nepalensis

2.2.6.1.1 Descripción botánica

Duke (1983) citado por Imbaquingo y Naranjo (2010) menciona las características de la especie.

Es un árbol caducifolio con fuste recto que alcanza hasta los 30 metros de altura y 60 centímetros de diámetro. La corteza presenta lenticelas y es de color verde oscuro con manchas amarillas a menudo. Las hojas son alternas, elípticas, de 5 a 10 cm de ancho y 6 a 20 cm de largo, el haz es brillante de color verde oscuro y el envés pálido.

Las flores se encuentran distribuidas en amentos, donde presenta flores femeninas y masculinas por separados, sea en diferentes o las mismas ramas. En cuanto a los frutos, son de color marrón oscuro, ubicados verticalmente sobre los tallos cortos con consistencia leñosa. La semilla es de color marrón claro, plana y circular, con alas membranosas de más de 2 mm de ancho.

2.2.6.1.2 Ecología

Duke (1983) citado por Imbaquingo y Naranjo (2010) manifiestan que:

El Aliso de Nepal se desarrolla naturalmente en los bosques húmedos, con precipitaciones promedios anualmente entre los 500 - 2500 mm, con 4 - 8 meses y una de época seca. Los suelos propicios para su desarrollo son los húmedos y bien drenados cerca de los ríos y en las laderas, no requiere de alta fertilidad, pero no debe ser plantada en suelos erosionados o compactos ni anegados. Es una especie pionera tolerante a la sombra, pero crece muy bien a plena luz.

2.2.6.1.3 *Introducción y usos en la Zona de Intag*

El Aliso de Nepal (*Alnus nepalensis*) es una especie que fue introducido en el año 1995 y por su rápido crecimiento y adaptabilidad ha sido plantada a gran escala por los agricultores y ganaderos del sector (Añazco, com. per. 19 de junio del 2017). En cuanto a los sistemas silvopastoriles la especie se utiliza en prácticas tales como: pasturas en callejones y fajas en contorno, establecidos en zonas aptas de acuerdo con el uso de suelo (Cevallos, 2017).

2.2.6.2 *Brachiaria decumbens*

2.2.6.2.1 *Descripción botánica*

Se caracteriza por ser planta herbácea, perenne, semierecta, con altura es de 30 a 100 cm. Las raíces presentan rizomas con apariencia fuerte y dura, el color es verde, algunas veces con visos morado, presencia de 6 a 16 internodios de 18 a 28 cm de longitud. Las miden entre 20 y 40 cm de largo y de 10 a 20 cm de ancho, cubiertas por tricomas. Sus bordes son duros y labros, en el primer año son de color verde oscuro. La inflorescencia es una panícula racemosa de 25 a 47 cm de longitud; está constituida por 2 a 5 racimos de 4 a 10 cm de longitud. Las estípulas son oblongo-elípticas, gruesas de 3 a 4 mm de largo, distribuidas en filas dobles y pedúnculo corto. Las semillas se reproducen por apomixis, sin ser todas fértiles, preferible se propagan por material vegetativo (Olivera, Machado y Del Pozo, 2006)

2.2.6.2.2 *Ecología*

CIAT (s.f) afirma que es una especie caracterizada por ser muy agresiva, rustica, resistente a las sequías y por su adaptación a suelos con pendientes pronunciadas pobres y bien drenados. Su rango de desarrollo altitudinal es de los 0 – 2200 m.s.n.m., en zonas con temperaturas que van desde los 18 y 28 °C con precipitaciones anuales de 1000 a 4500 mm.

2.2.7 Experiencias

2.2.7.1 Comparación de la composición y estructura de la avifauna en diferentes sistemas de producción

Se realizó en Santiago de Cali a una altitud de 1000 msnm, la precipitación promedio anual fue de 850 mm y la temperatura promedio 24°C, el objetivo principal fue comparar en cual sistema de producción existe mayor número de aves (sistemas silvopastoriles o pastos en monocultivos). El resultado fue que los sistemas silvopastoriles son los más ricos, principalmente los que utilizan frutales, obteniéndose 57 especies, Leucaena (*Leucaena leucocephala*) 46 y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) 30; descendiendo en especies, bosque 33; y cañaduzal 29 y 19 respectivamente (Cardenas, 1998).

2.2.7.2 Estrategia para el desarrollo agroforestal sustentable del Ecuador: Aportes desde el análisis de las políticas, los aprendizajes y las tecnologías, Ecuador

La investigación tuvo como un objetivo realizar el análisis de sustentabilidad económico-financiero para observar comportamiento financiero de inversión de 14 prácticas agroforestales, incluidos sistemas silvopastoriles. Los resultados de acuerdo con los sistemas silvopastoriles son los siguientes, VAN de US \$ 23.512,09, una tasa interna de retorno (TIR) del 34,7% y un B/C de US \$1,60 (Añazco, 2016).

2.2.7.3 Growth of *Uttis* (*Alnus nepalensis*) monitored in a trial plantation at Pakhribas, Dhankuta, Nepal

Este artículo fue desarrollado por T. P. Baratoki en La Estación de Investigación Agrícola (ARS) Pakhribas, Dhankuta, la temperatura y precipitación promedio anual fue de 20,3 °C y 1808 mm respectivamente. El autor se planteó como objetivo, monitorear el crecimiento de *Alnus nepalensis* durante 10 años, utilizando parcelas permanentes. El resultado obtenido del incremento medio anual de acuerdo con el DAP, fue de 2,14 cm al octavo año; el crecimiento en altura fue, 44 cm a 130 cm por año; la biomasa del tallo y las ramas aumento de 2-2,5 veces dentro del periodo de 10 años. Por último, se demostró que la tasa de crecimiento de acuerdo con el DAP y altura fue mayor con la presencia de precipitaciones. (Baratoki, 2001).

2.2.7.4 Evaluación económica-financiera de un sistema silvopastoril, Argentina.

El estudio fue realizado en una finca de la provincia del Chaco, en un predio de 32 ha, para efecto de la investigación, el autor realizó la evaluación económica – financiera a los 12 años y obtuvo los siguientes resultados: VAN, positivo, TIR de 16,35 % y un B/C de US \$1,13 (Monicault, 2008)

2.2.7.5 Influencia de sistemas silvopastoriles en la diversidad de aves en la cuenca del río La Vieja, Colombia.

Fajardo, Gonzales, Neira, Chará, Murguitio (2009), analizaron a través del Índice de Shannon la influencia de los sistemas silvopastoriles en la diversidad de aves y determinaron que los sistemas silvopastoriles presentaron mayor abundancia, riqueza y diversidad de aves, por encima de los sistemas de pastos sin árbol, con valores de 1,61 para el monocultivo y 53,64 para el SSP. La investigación se realizó en el departamento del Valle del Cauca a una altitud entre 900 y 1850 msnm, la precipitación promedio anual fue de 1980 mm y la temperatura promedio 24,5 °C.

2.2.7.6 Análisis financiero y percepción de los servicios ambientales de un sistema silvopastoril: un estudio de caso en los Tuxtlas, México

Ávila y Revollo (2012) al realizar el seguimiento sobre la importancia económica y ambiental de los sistemas silvopastoriles, obtuvieron los siguientes resultados: aves 3,40/5,00, insectos 2,80/5,00 y mamíferos 2,00/5,00, concluyendo que al establecer SSP, estos muestran mayor efecto sobre la biodiversidad en comparación con los sistemas tradicionales, específicamente sobre la avifauna.

2.2.7.7 Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua

La investigación tuvo como objetivo determinar la captura de carbono en suelo y biomasa en diferentes usos de suelos, para lo cual, tomando a efecto de la investigación, se obtuvo como resultado, que los sistemas silvopastoriles capturan mayor cantidad de carbono con valores de 119, 16 t C ha⁻¹ a diferencia de las pasturas 26,48 t C ha⁻¹. La temperatura promedio en el primer sitio es

de 20,9 a 22,3 °C, 1800 a 2100 mm, en el segundo 27,2 °C, 2043 mm, en el tercero 30 °C, y la precipitación anual, 1800 mm, 2043 mm y 1400 mm respectivamente (Ibrahim et al., 2007).

2.2.7.8 Producción y análisis bromatológicos de tres gramíneas tropicales (*Brachiaria decumbens*, *Panicum máximum*, cv *Tanzania* y cv *Gatton*)

La investigación se realizó en Bolivia, teniendo como objetivo principal determinar el valor nutritivo de las especies *Brachiaria decumbens*, *Panicum máximum*, cv *Tanzania* y cv *Gatton*. Los resultados fueron superiores en la primera especie con porcentajes de 96 % en materia seca y 11,2 % de proteína, pero inferior en fibra bruta con un valor del 27,6 % (Baldelomar, Rojas y Cortez, 2010).

2.2.7.9 Fijación de nitrógeno en nódulos de raíces de *Alnus nepalensis* D. Don en linderos a diferentes edades en la zona de Intag, Noroccidente del Ecuador

Farinango (2018) en su investigación tuvo como objetivo principal determinar la cantidad de nitrógeno fijado por los nódulos de las raíces en el sector El Cristal y en La Magdalena, para efecto del presente estudio se tomaron los análisis del primer sitio, correspondiente a la práctica linderos, por lo tanto los resultados obtenidos fueron: pH (6,11) y , materia orgánica (6,14 %), nitrógeno (0,31 %), potasio (0,72 cm ol/Kg), fósforo (5,90 ppm) contenido de humedad (61,18 %), arena (52 %), limo (28,50 %) y arcilla (19,50 %); y en el testigo: (6,06), (2,35 %), (0,12 %), (1,71 cm ol/Kg), (5,10 ppm), (24,88 %), (50 %), (22 %) y (65 %) respectivamente.

2.2.7.10 Caracterización de la cobertura arbórea en una pastura del trópico seco en Tolima, Colombia

Serrano, Andrade y Mora (2014) en su investigación plantearon como objetivo principal caracterizar la cobertura arbórea de especies tropicales, para su cumplimiento determinaron la oclusión de copa en especies forestales apreciadas por los ganaderos del sector, obteniendo resultados de 96 % en *Crescentia cujete*, 92 % en *Anagris foetida*, 91 % en *Ocotea amazonica*, 87 % en *Casearea corymbosa* y 79 % *Guazuma ulmifolia*.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del sitio

3.1.1 Política

La investigación se realizó en la propiedad del Sr. Manuel Torres, ubicada en el sector El Cristal, parroquia Peñaherrera, de la zona de Intag, cantón Cotacachi, ubicado a 63 km al noreste de la cabecera cantonal, provincia de Imbabura.

3.1.2 Geográfica

El sitio de la investigación se encuentra a $78^{\circ}31'48,334''$ de longitud W, $0^{\circ}21'55,749''$ de latitud N, entre 1800 y 1850 m.s.n.m. de altitud, tal como se muestra en la figura 5 del anexo 1.

3.1.3 Límites

Limita, al norte con la propiedad de la señora Rocío Gómez, al sur la propiedad del señor Licio Gómez, al este carretero vía Cuellaje y al oeste camino de entrada a La Libertad (Torres, com. per. 9 de julio del 2017).

3.2 Datos climáticos

La temperatura media anual es de $14,7^{\circ}\text{C}$, la precipitación media anual es de 1414,2 mm, el mes más lluvioso es abril, mientras que el de menor precipitación es agosto (GAD Peñaherrera, Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, 2014).

3.3 Materiales, equipos y software

Los materiales y equipos que se utilizaron para la investigación fueron:

3.3.1 Materiales

- Cintra métrica
- Cinta diamétrica
- Machete
- Pala
- Funda zipper
- Útiles de escritorio

3.3.2 Equipos

- GPS
- Hipsómetro Suunto
- Cámara fotográfica
- Computadora
- Balanza digital
- Estufa
- Barreno de Pressler

1.3.3 Software

- Office 2010
- ArcGis 10.3

- InfoStat 2017
- Past 3.10
- BioDiversity Pro 2

3.4 Metodología

3.4.1 Delimitación del área de estudio

Se tomaron los puntos con el GPS y mediante el software ArcGIS 10.3 se procesaron los datos para delimitar el área de estudio.

3.4.2 Universo

El área de la investigación fue de 13 273,2 m² que correspondió a la suma del sistema silvopastoril de 6622,6 m² y la del monocultivo de 6650 m².

3.4.3 Caracterización del componente forestal y pasto del sistema silvopastoril

Se realizó a través de un censo forestal de los árboles plantados en las fajas, analizando las características que presenten los fustes, para posterior medir los diámetros a la altura del pecho (1,30 m) y las alturas. Además, se tomó en cuenta los parámetros de calidad de fuste, calificado con A (rectos), B (ligera desviación) y C (bifurcados), para el cumplimiento del objetivo se determinó lo siguiente:

3.4.3.1 Volumen

Se calculó utilizando la siguiente ecuación:

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

Ec. (1)

Donde:

Vol. = Volumen de madera en m³

DAP = Diámetro a la altura del pecho en m

π = Constante matemático es igual a 3,1416

Ht = Altura total en metros

f = Factor de forma es igual a 0,7

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

a) Altura total

Se utilizó un hipsómetro Suunto 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. Con estos datos se realizó el cálculo mediante la siguiente ecuación:

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

Ec. (2)

Donde:

h = Altura

20 m = Distancia del árbol al observador

b) Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Se lo realizó con la cinta diamétrica a 1,30 m del suelo, aplicando una correcta medición en ciertos casos, donde la pendiente del terreno era muy pronunciada.

3.4.3.2 Cobertura de copa

a) Diámetro de copa

Se midió de extremo a extremo las ramas que sobresalieron (en forma de cruz) y consecuentemente se realizó el promedio de las dos dimensiones obtenidas para conseguir el diámetro de copa. Este se determinó por la siguiente ecuación:

$$D. \text{ copa} = \frac{D_{\text{mayor}} + D_{\text{menor}}}{2}$$

Ec. (3)

Donde:

D. copa = Diámetro de copa

D_{mayor} = Diámetro mayor

D_{menor} = Diámetro menor

b) Área de copa

Con los datos adquiridos del diámetro de copa de cada árbol se calculó el área de copa por individuo, las cuales fueron sumados para obtener la cobertura de copa del sistema. Este parámetro se determinó por la siguiente ecuación:

$$A. c = \frac{\pi(D^2)}{4}$$

Ec. (4)

Donde:

A.c = Área de copa

D = Diámetro de copa

π = 3,1416

3.4.3.3 Incremento medio anual (IMA)

Se consideraron los registros evaluados en la presente investigación, considerando desde el año 0 hasta el año 10. Se calculó a partir de la siguiente ecuación:

$$IMA = \frac{Y}{t_0}$$

Ec. (5)

Donde:

IMA = Incremento medio anual

t₀ = Edad a partir del tiempo

Y = Dimensión de la variable considerada

3.4.3.4 Análisis bromatológico del pasto

Para la presente investigación se utilizó la metodología de Cuasquer (2017) con modificaciones, que consistió en:

a) Sistema silvopastoril

Para fines de señalamiento cuando fueron tomadas las sub-muestras se utilizó un cuadrado de madera de 50 cm x 50 cm (2500 cm²) y para la obtención de la muestra compuesta se lo realizó cortando el pasto a ras del suelo, seguido de la mezcla del material recolectado bajo la copa y fuera de la misma.

La muestra se empaquetó y etiquetó en una funda zipper que fue enviada al laboratorio de AGROCALIDAD en la ciudad de Quito para su respectivo análisis.

b) Monocultivo

Para fines de señalamiento cuando fueron tomadas las sub-muestras se utilizó un cuadrado de madera de 50 cm x 50 cm (2500 cm²) y para la obtención de la muestra compuesta se lo realizó al azar, cortando el pasto a ras del suelo, seguido de la mezcla del material recolectado.

La muestra se empaquetó y etiquetó en una funda zipper que se envió al laboratorio de AGROCALIDAD en la ciudad de Quito para su respectivo análisis.

3.4.4 Análisis de los impactos ambientales a nivel de suelo, biodiversidad y contenido de carbono en el sistema silvopastoril

3.4.4.1 Suelo

Para las tomas de muestras se utilizó la metodología de Cuasquer (2017) con modificaciones consistió en:

En el sistema silvopastoril se tomaron dos muestras compuestas, en la faja 1 y 4, fuera y bajo la copa del árbol respectivamente. Por otra parte, en el monocultivo para la obtención de la muestra compuesta, el material fue recolectado en el mismo sitio donde se consiguió las muestras de pasto. Esto se lo realizó con un cuadrado de madera de 50 cm x 50 cm (2500 cm²), recolectando un kilogramo de suelo a una profundidad de 20 cm.

Las muestras se empaquetaron, etiquetaron y separaron en fundas zipper que se enviaron al laboratorio de AGROCALIDAD en la ciudad de Quito para el respectivo análisis de las propiedades que a continuación se indican:

a) Químicas

- pH
- Contenido de materia orgánica

- Macro nutrientes (N, P, K)
- Micro nutrientes (Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn)

b) Físicas

- Se determinó el nivel de compactación a través de: los análisis de textura y densidad aparente
- Contenido de humedad

3.4.4.2 Biodiversidad

Para el análisis de macrofauna (aves) se utilizó la metodología de Nuñez (2008) con algunas modificaciones, que consistió en:

Recaudar información de la avifauna proporcionada por el propietario de los sistemas, la cual fue verificada cuando se realizó la visita de campo mediante el uso de binoculares, desde las 6:00 hasta las 18:00, un día en cada sitio, la identificación de los individuos fue a nivel de género y finalmente se utilizó el Índice de Shannon para determinar cuál sitio es el más diverso en este componente.

3.4.4.3 Contenido de carbono

Se determinó el contenido de carbono de los árboles y pasto, luego se sumaron y se obtuvo el contenido de carbono del sistema silvopastoril.

- Árboles

Mediante el uso del barrenado de Presley se tomó la muestra del fuste, luego se sometió al proceso de secado para poder determinar peso en seco, posteriormente se calculó el volumen y como consecuente la densidad, misma que al ser multiplicada por el volumen del árbol y peso se obtuvo la biomasa del fuste.

Por otra parte para obtener la biomasa de las ramas se determinó el volumen de la misma, posteriormente se sometió al proceso de secado para adquirir el peso en seco, datos que al ser divididos reflejaron la densidad de las ramas

Para calcular la biomasa de las hojas estas fueron sometidas al proceso de secado, posteriormente para obtener el volumen, se lo realizó a través del principio de Arquímedes, que consistió en sumergir 0,03 kg de hojas en 100 ml de agua y pipetear el líquido excluido del recipiente, con estos dos datos se determinó la densidad y finalmente la biomasa en hojas.

Finalmente se realizó la suma de la biomasa del fuste, ramas y hojas de cada árbol y ese resultado se multiplicó por el porcentaje que establece el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), que corresponde al 45 % de la misma.

- Pasto

Se obtuvo el área efectiva del pasto en el sistema silvopastoril restando el área del sitio con el área basal de los árboles. Luego con un cuadrado de madera de 50 cm x 50 cm (2500 cm²) se tomó una muestra y se calculó el porcentaje de materia seca (MS), relacionándose con el peso en verde del pasto recolectado en los 2500 cm² y el área del sistema, por último, se determinó el contenido de carbono multiplicando el valor por el coeficiente propuesto por el IPCC de (0,45). El mismo proceso se realizó en el monocultivo, a diferencia de que al área del sitio no se le restó el área basal de los árboles.

3.4.5 Rentabilidad financiera del sistema silvopastoril

Se determinó la rentabilidad financiera del sistema utilizando los siguientes indicadores: Valor Actualizado Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Relación Beneficio Costo (B/C) y Valor Esperado de la Tierra (VET).

Para el análisis de los indicadores financieros se desarrolló un flujo de costos e ingresos, los cuales se realizaron con base a costos fijos y variables, además se hizo un análisis del ingreso que se obtuvo por la venta de ganado y de madera; en el monocultivo se aplicó la misma metodología excepto el análisis de ingreso de la madera.

3.4.5.1 Análisis financiero

Para los cálculos el tiempo se consideró desde el momento de establecimiento del sistema hasta la fecha (10 años) y la tasa de descuento del 12 % (Banco Central, 2017) 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.

Las ecuaciones utilizadas fueron las siguientes:

a) Valor actualizado neto (VAN)

Se calculó con la siguiente ecuación:

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

Ec. (6)

Donde:

- B** = Beneficios en el año t
- C** = Costo en el año t
- r** = tasa de descuento aplicada

b) Tasa interna de retorno (TIR)

Se calculó con la siguiente ecuación:

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

Ec. (7)

Donde:

- B** = Beneficios alcanzados en el año t
- C** = Los costos incurridos en el año t
- p** = La tasa interna de retorno aplicada

c) Relación beneficio costo (B / C)

Se calculó con la siguiente ecuación:

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

Ec. (8)

Donde:

B/C = Relación beneficio costo

Tbe = Total beneficios encontrados

Tcd = Total costos descontados

d) Valor esperado de la tierra VET

Se calculó con la siguiente ecuación:

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

Ec. (9)

Donde:

i = Tasa de actualización

n = Número de años

3.4.6 Análisis estadístico

3.4.6.1 Estimadores estadísticos

Se determinaron los estimadores de estadística descriptiva, con la finalidad de conocer el comportamiento de las variables del sistema silvopastoril, como se indica en la tabla 1.

Tabla 1*Estimadores estadísticos*

Medida estadística	Ecuación
Media	$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$
Varianza	$S^2 = \frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}$
Desviación estándar	$S = \sqrt{S^2}$
Coefficiente de variación	$CV = \frac{S}{\bar{x}} \times 100$
Error estándar de la media	$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$
Prueba de “t” de Student	$t_c = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{x_c}}$

3.4.6.2 Prueba de t

Con la finalidad de comparar el comportamiento de la especie forestal entre las fajas se realizó la prueba de “t” de Student de variables dasométricas (altura, dap y diámetro de copa).

3.4.6.3 Análisis de correlación

Se realizó con la finalidad de determinar las interacciones o efectos que tiene el suelo entre sus variables edáficas: pH, contenido de materia orgánica, macro y micro nutrientes, textura, densidad real y densidad aparente.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización del componente forestal y pasto del sistema silvopastoril

En las cuatro fajas se inventariaron 48 árboles, tomando en cuenta el efecto de borde, los resultados obtenidos en las variables dasométricas fueron los siguientes:

La altura total en el sistema silvopastoril fue de 23,53 m, el DAP de 40 cm, y el diámetro de copa de 11,61 m; cabe recalcar que las variables analizadas presentan una distribución normal, a pesar de que en el diámetro de copa existen frecuencias que no tienen una repartición equitativa de los valores, como se muestra en la figura 3.

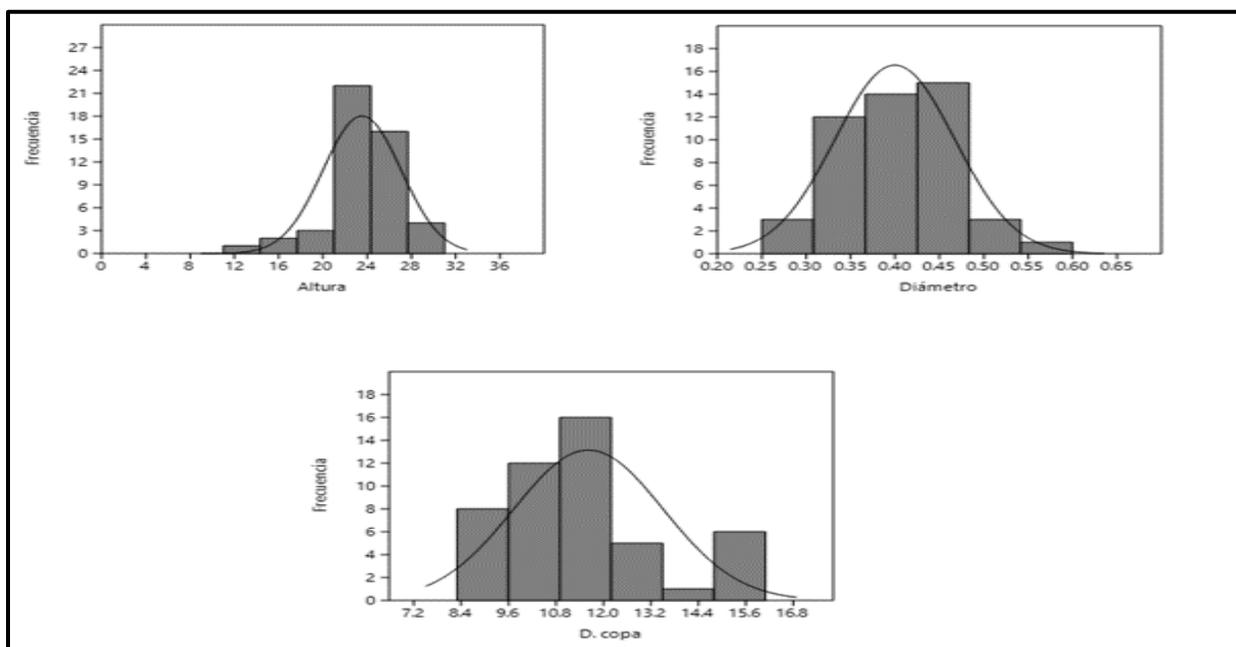


Figura 3. Relación altura, diámetro y diámetro de copa

Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

Baratoki (2001) en su investigación sobre el crecimiento del *Aliso nepalensis* analizó los parámetros dasométricos altura y diámetro, obteniendo resultados de: 15,73 a 22,40 m promedio en altura y 17,23 a 28,00 cm promedio en diámetro, es importante mencionar que esto fue en el periodo de diez años. Comparado con los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye que existe una semejanza en la altura y una variación con respecto al diámetro, obedeciendo prosiblemente a ciertos factores tales como: la densidad de plantación de los árboles

en el sistema silvopastoril como en la plantación normal ubicada en La Estación de Investigación Agrícola (ARS) municipio de Pakhribas en Nepal; por otra parte el factor es la precipitación, debido a que en la Zona de Intag hay mayor presencia de lluvias anualmente a diferencia del otro lugar, donde, no existe presencia de precipitación regular y alta durante los meses secos de invierno / verano.

4.1.1 Cálculo de volumen

A la edad de diez años el volumen total para el área estudiada (48 árboles en 6622.66 m²) fue de 103,68 m³, llegándose a determinar 156,56 m³/ha. La calidad del fuste fue de: 93,33 % de árboles con calificación A, 4,44 % árboles con calificación B y 2,22 % árboles con calificación C, correspondientes a la nomenclatura de rectos, desviados y bifurcados, como se indica en la tabla 11 del anexo 3.

4.1.2 Cobertura de copa

Los resultados obtenidos en cada una de las fajas fueron los siguientes: 937,55 m² en la primera, 1208,32 m² en la segunda, 2088,94 m² en la tercera y 987,55 m² en la cuarta, siendo el valor total de 5222,36 m² equivalente al (78 %) de cobertura de copa, como se indica en la tabla 11 del anexo 3.

Serrano, Andrade y Mora (2014) en su investigación sobre caracterización de especies tropicales en sistemas ganaderos, tomaron como punto la cobertura de copa, obteniendo los siguientes resultados que fueron catalogados como altos: *Crescentia cujete* 96 %, *Anagris foetida* 92 %, *Ocotea amazónica* 91 %, *Casearea corymbosa* 87 % y *Guazuma ulmifolia* 79 %, comparados los valores con el de la presente investigación, se evidencia que existe similitud entre estos, probablemente debido a la incorrecta distribución de los árboles al momento de establecer el sistema o al poco y errático manejo referente a esta variable.

4.1.3 Incremento medio anual del volumen

El incremento medio anual a los diez años fue de 15,65 m³/ha, mientras que comparado con Baratoki (2001) obtuvo un IMA superior de 29,37 m³, tal como se evidencia en la tabla 2, se pre-

sume que esto depende del mayor número de individuos por hectárea encontrados.

Tabla 2

Incremento medio anual

IMA	Baratoki (1992-2001)	Sistema silvopastoril
Volumen total/ha.	29,37 m ³	15,65 m ³
Volumen/arb.	0,05 m ³	0,22 m ³
Altura	1,90 m	2,35 m
DAP	2,26 cm	4,00 cm

Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

4.1.4 Análisis bromatológico

En el sistema silvopastoril los parámetros humedad, proteína y cenizas, fueron superiores a diferencia de los demás componentes que demostraron inferioridad, tal como se observa en la tabla 3. Es preciso señalar que estos resultados son favorables, atribuidos por la presencia y efecto que ejercen los árboles, como la sombra, incorporación de biomasa y fijación de nitrógeno.

Tabla 3

Resultados análisis bromatológico

Parámetros	Unidad	Sistema silvopastoril	Monocultivo	Interpretación
Humedad	%	80,41	77,72	Alto
Materia seca	%	19,59	22,28	Bajo
Proteína	%	9,00	8,07	Bajo
Grasa	%	1,43	1,48	Bajo
Cenizas	%	13,85	12,59	Bajo
Fibra	%	30,38	31,65	Bajo
ENN	%	45,34	46,21	Medio

Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

Baldelomar, Rojas y Cortez (2010) al analizar el valor nutritivo de la especie *Brachiaria decumbens* en sistemas ganaderos tradicionales, obtuvieron los siguientes resultados: materia seca 96 %, proteína 11,2 % y fibra 27,6 %, denominados como óptimo en el primer componente y deficiente en los otros dos, comparados los últimos valores con los de la presente investigación se evidencia que se encuentran dentro de la misma interpretación, puede relacionarse a la escasa

fertilización empleada después de haber pastado el ganado y en cuanto a la fibra por características propia de la especie; en lo que respecta a materia seca el resultado de los autores fue superior, posiblemente a que el pasto se encontraba en una etapa de crecimiento avanzada.

4.2 Análisis de los impactos ambientales a nivel de suelo, biodiversidad y contenido de carbono en el sistema silvopastoril

4.2.1 Suelo

4.2.1.1 Propiedades químicas

Analizados los parámetros de las propiedades químicas del suelo, en el sistema silvopastoril se evidencia valores favorables, producto del establecimiento de los árboles y superiores en: N, K, Fe, Cu y materia orgánica, a diferencias de los demás componentes que resultaron inferiores en comparación con los del monocultivo, tal como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4

Resultados propiedades químicas

Parámetros químicos	Unidad	SSP bajo sombra	SSP fuera de sombra	Monocultivo	Interpretación
pH	---	6,22	6,31	6,51	L. ácido - L. ácido – Neutro
Materia O	%	6,53	3,39	5,19	Alto - Alto – Alto
Nitrógeno	%	0,33	0,17	0,26	Alto - Medio – Medio
Fósforo	mg/kg	5,00	4,80	49,10	Bajo - Bajo – Alto
Potasio	cmol/kg	0,78	0,34	0,57	Alto - Medio – Alto
Calcio	cmol/kg	5,88	4,02	7,43	Alto - Alto – Alto
Magnesio	cmol/kg	1,08	0,83	1,10	Alto - Alto – Alto
Hierro	mg/kg	329,1	334,80	319,5	Alto - Alto – Alto
Manganeso	mg/kg	12,93	7,44	14,18	Medio - Medio – Medio
Cobre	mg/kg	10,79	5,35	10,31	Alto - Alto – Alto
Zinc	mg/kg	<1,60	<1,60	4,09	Bajo - Bajo – Medio

Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

Farinango (2018) en su investigación realizó el análisis de suelo de las propiedades químicas de las prácticas agroforestales árboles en linderos de entre 5 y 15 años, por lo cual los resultados promedios obtenidos fueron: 6,11 en pH, materia orgánica 6,14 %, nitrógeno 0,31 %, potasio 0,72 cmol/kg y fósforo 5,90 ppm, comparados con los valores obtenidos en el sistema silvopastoril se nota cierta similitud. Por lo tanto, se interpreta que los árboles quizá influyen en

los parámetros mencionados, debido a la producción de sombra, incorporación de la biomasa al suelo y por ser una especie fijadora nitrógeno, directamente con ese elemento.

4.2.1.2 Propiedades físicas

Analizados los parámetros de las propiedades físicas del suelo en el sistema silvopastoril y en el monocultivo, en el SSP se evidencia valores ligeramente superiores en la mayoría de los elementos, aunque favorable en ambos sistemas, un claro ejemplo fue el nivel de compactación que resultó bajo, cabe aclarar que solo en clase textural presentaron diferencias, tal como se evidencia en la tabla 5.

Tabla 5

Resultados propiedades físicas

Parámetros físicos	Unidad	SSP bajo sombra	SSP fuera de sombra	Monocultivo
Densidad A.	g/ml	1,22	1,22	1,21
Arena	%	52,00	52,00	50,00
Limo	%	34,00	34,00	26,00
Arcilla	%	14,00	14,00	24,00
Compactación	Nivel	Baja	Baja	Baja
Contenido de humedad	%	27,20	27,20	29,70
Clase textural	---	Franco arenoso	Franco arenoso	Franco arcilloso arenoso

Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

Es importante mencionar que, con respecto a los porcentajes obtenidos de contenido de humedad, se observa superioridad en el monocultivo, eventualmente por la textura ya que en su composición contiene menor porcentaje de arena y mayor proporción de arcilla que la otra área, definiéndose su mayor retención de agua.

Farinango (2018) en su investigación realizó el análisis de las propiedades físicas del suelo en prácticas agroforestales (árboles en linderos) y obtuvo resultados de 61,10 % en humedad, 52,00 % arena, 28,50 % de limo y 19,50 % de arcilla, comparadas con los resultados de la presente investigación los tres últimos son similares determinándose que probablemente se deba a que ambas prácticas se encontraron en el sector el Cristal; con respecto al contenido de humedad se observa inferioridad en el SSP posiblemente por el apisonamiento generado por el ganado.

4.2.2 Biodiversidad

Los resultados obtenidos de acuerdo con el Índice de Shannon para el sistema silvopastoril son de 0,85/1,00 y de 0,75/1,00 para el monocultivo, superior en el primer valor debido a la acción del componente forestal, tal como se muestra en la figura 4. Entonces se demuestra que los índices de biodiversidad se sitúan en un nivel alto para el primero y medio para el segundo.

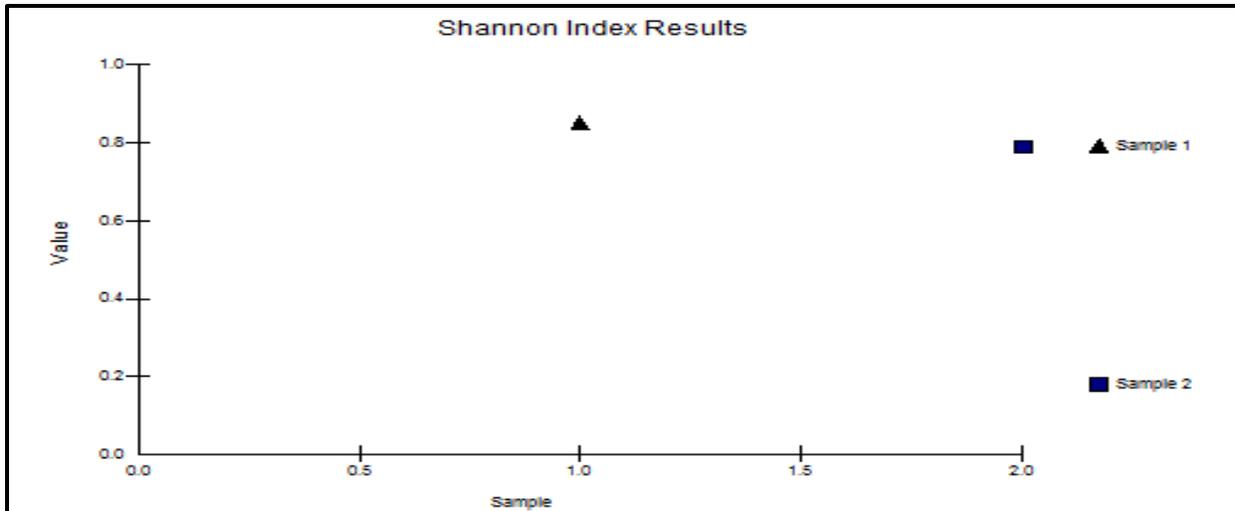


Figura 4. Índice de Shannon (avifauna)

Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

Cardenas (1998) en su estudio sobre macrofauna obtuvo 46 aves en el sistema silvopastoril de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) y 43 en el monocultivo de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), comparado con la presente investigación existe similitud ya que es mayor el número de avifauna en el primero y menor en el otro, tal como se muestra en la tabla 12 del anexo 3. Por lo tanto, se colige que los SSP albergan mayores números de aves, debido a la sombra que brindan los árboles, indispensable para refugiarse en los días soleados y épocas secas cuando el sol es más intenso.

Ávila y Revollo (2012) al analizar la importancia económica y ambiental de los sistemas silvopastoriles en comparación con sistemas tradicionales, demuestra que los SSP albergan mayor biodiversidad, específicamente mayor cantidad de aves (3,40/5,00), ubicándose en primer lugar, este resultado es similar al de la presente investigación, por lo tanto se afirma que los sistemas silvopastoriles generan mayor porcentaje de biodiversidad que un sistema tradicional por la influencia del microclima que generan los árboles.

Fajardo, Gonzales, Neira, Chará, Murguitio (2009) analizaron la influencia de los sistemas silvopastoriles con respecto a biodiversidad (aves), para ello utilizaron el Índice de Shannon y el resultado fue de 0,90 para el sistema silvopastoril y 0,55 para el monocultivo, por lo tanto se concuerda que los sistemas silvopastoriles hospedan mayor número de aves que los sistemas tradicionales, relacionado principalmente por la copa, presencia de semillas, frutos y por el refugio que este les brindan en las épocas seca y de lluvia. En el monocultivo existe variación, probablemente por los diferentes tipos de pastos, su semilla y a microorganismos que estos hospedan.

4.2.3 Contenido de Carbono

Se obtuvo 23, 56 t C ha⁻¹ en cuanto a la parte arbórea y 0,87 t C ha⁻¹ en lo que respecta al pasto en el sistema silvopastoril; en cuanto al área del monocultivo fue de 1,11 t C ha⁻¹, tal como se indica en la tabla 6. Esto asevera que en conjunto el SSP posee mayor contenido de carbono debido a la presencia de los árboles, resultado favorable en caso de existir algún mercado.

Tabla 6

Contenido de carbono

Contenido de carbono	6622,6 m²	Hectárea
SSP	16,05 t C	24,44 t C
Monocultivo	0,74 t C	1,11 t C

Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

Ibrahim et al. (2014) evaluaron la captura de carbono, en los países de Colombia, Costa Rica y Nicaragua, obteniendo los siguientes resultados: 119,16 t C ha⁻¹ en los sistemas silvopastoriles y 26,48 t C ha⁻¹ en los monocultivos de pasto, comparados con los obtenidos en la presente investigación se evidenció que la captura de los SSP es mayor. Por lo tanto se colige que posiblemente se debe a la presencia e influencia de los árboles, densidad de plantación, especie y altitud del sitio.

4.3 Rentabilidad financiera del sistema silvopastoril

Los indicadores financieros muestran un sistema rentable como se menciona a continuación:

4.3.1. Valor Actualizado Neto (VAN)

El resultado del VAN fue de \$ 24262,00 dólares americanos en el sistema silvopastoril y \$ 8333,00 dólares americanos en el monocultivo, definiéndose como positivos pero mayor en el primer valor gracias a la madera que estos proveen.

4.3.2 Tasa Interna de Retorno

La tasa interna de retorno (TIR) fue del 41 % en el sistema silvopastoril y en el monocultivo del 38 %, si bien estadísticamente no presenta diferencias significativas, se determina que ambas son rentables.

4.3.3 Relación Beneficio / Costo (B/C)

El resultado de relación B/C mostro un valor de \$ 3,19 dólares americanos en el sistema silvopastoril y \$ 1,74 dólares americanos en el monocultivo, demostrándose que por cada dólar americano que invirtió ganó \$ 2,19 en el primero y \$ 0,74 en el segundo.

4.3.4 Valor Esperado de la Tierra (VET)

El VET fue de \$ 35783,00 dólares americanos en el sistema silvopastoril y \$ 12290,00 dólares americanos en el monocultivo por hectárea demostrando que a futuro este terreno incrementara su valor por la presencia de árboles y los toretes.

4.3.5 Periodo de recuperación de la inversión

En el sistema silvopastoril fue a los tres años y en el monocultivo a los cuarto y 6 meses determinándose que en el SSP el retorno de la inversión es primero, tal como se muestra en la figura 6 y 7 del anexo 2. Entonces se concluye que al existir la recuperación en menor tiempo se generará la dinamización de la economía familiar e incremento de la capacidad del poder adquisitivo.

Añezco (2016) analizó 14 prácticas agroforestales, incluidos sistemas silvopastoriles, entre estos árboles dispersos en potreros, donde obtuvo los siguientes resultados: VAN de \$ 23.512,09 dólares americanos, tasa interna de retorno (TIR) del 34,7% y B/C de \$1,60 dólares americanos,

comparado con los resultados obtenidos en la presente investigación, los indicadores muestran diferencias, probablemente se deba a los gastos generados por el mantenimiento de los sistemas, la especie y a las condiciones microclimáticas de los sitios de estudio.

Monicault (2008) en su evaluación financiera de un sistema silvopastoril a los 12 años obtuvo los siguientes resultados: VAN de \$ 9375,00 dólares americanos, TIR de 16,35 % y un B/C de \$1,13 dólares americanos, comparando con los resultados obtenidos en la presente investigación, todos los indicadores muestran diferencias, posiblemente se deba al valor inicial de la inversión (establecimiento) y el mantenimiento que han tenido los sistemas en sus etapas iniciales.

4.4 Análisis estadísticos

4.4.1 Estimadores estadísticos

Al realizar el cálculo se puede observar que en todas las variables los datos se encuentran agrupados y son homogéneos; además que las medias son representativas del conjunto de datos en función de los correspondientes errores estándares. Cabe recalcar que en la variable diámetro de copa para la faja 2 se evidencia una alta homogeneidad mientras que la faja 3 en todas las variables presenta una relativa homogeneidad, posiblemente por la influencia de la pendiente en el comportamiento de las variables, como se indica en la tabla 7.

Tabla 7

Resultados estimadores estadísticos

Faja	Variable	Media	D.E.	Var(n-1)	E.E.	CV
1	Altura	24,87	3,31	10,96	1,10	13,31
1	Diámetro	39,47	5,05	25,46	1,68	12,79
1	Copa	11,43	1,47	2,15	0,49	12,84
2	Altura	24,75	2,91	8,47	0,84	11,76
2	Diámetro	43,82	5,84	34,09	1,69	13,32
2	Copa	11,30	0,68	0,46	0,20	6,01
3	Altura	22,68	2,34	5,49	0,55	10,33
3	Diámetro	38,80	5,84	34,14	1,38	15,06
3	Copa	11,95	2,31	5,36	0,55	19,37
4	Altura	22,27	5,62	31,64	1,87	25,26
4	Diámetro	38,02	9,69	93,99	3,23	25,50
4	Copa	11,58	2,54	6,45	0,85	21,93

Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

Se registraron diferencias altamente significancias y significativas al 95 y 99% de probabilidad estadística respectivamente entre las comparaciones de las fajas 1vs3, 2vs3 y 2vs4 en la variables alturas y diámetros que resultaron ser altamente significativas; cabe mencionar que en las comparaciones de altura para las fajas 1vs4 y 2vs4 la diferencia fue significativa, como se muestra en la tabla 8, es importante indicar que en las demás comparaciones no registraron diferencias estadísticas, tal como se evidencia en la tabla 14 del anexo 3.

Tabla 8

Comparaciones significativas

Variables	Comparación	N	V. combinada	Eec	tc		ta0,05	ta0,01
Altura	2vs3	30,00	6,22	0,46	4,543	**	2,048	2,763
Diámetro	2vs3	30,00	31,85	1,03	4,875	**	2,048	2,763
Altura	1vs3	27,00	6,71	0,49	4,384	**	2,060	2,787
Altura	2vs4	21,00	16,49	0,89	2,802	*	2,093	2,861
Diámetro	2vs4	21,00	53,66	1,59	3,628	**	2,093	2,861
Altura	1vs4	18,00	18,93	1,03	2,535	*	2,120	2,921

Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

4.5 Análisis de correlación

De los 120 análisis de correlación efectuados 10 fueron significativos y 26 altamente significativos al 95 % y 99 % de probabilidad estadística, como se observa en la tabla 14 del anexo 3. Además, se indica que 20 presentaron relaciones directas, de las cuales siete evidenciaron asociaciones perfectas en ($r = 1$), es preciso señalar que las variables en las que existió mayor correlación fueron el las variables de textura de suelo y pH, tal como se demuestra en la tabla 9.

Tabla 9

Correlaciones directas

Correlaciones	Correlación	Significancia	95%	99%
pH vs P	0,95	*	0,95	0,99
pH vs Zn	0,95	*	0,95	0,99
pH vs Arci	0,95	*	0,95	0,99

Continúa.../...

Continuación.../...

MO vs N	0,99	**	0,95	0,99
MO vs K	0,99	**	0,95	0,99
N vs K	0,99	**	0,95	0,99
P vs Zn	0,99	**	0,95	0,99
P vs Arci	0,99	**	0,95	0,99
Ca vs Mn	0,96	*	0,95	0,99
Mg vs Mn	0,99	**	0,95	0,99
Mg vs Cu	0,99	**	0,95	0,99
Mn vs Cu	0,97	*	0,95	0,99
Zn vs Arci	1,00	**	0,95	0,99
Da vs Dr	1,00	**	0,95	0,99
Da vs Are	1,00	**	0,95	0,99
Da vs L	1,00	**	0,95	0,99
Dr vs L	1,00	**	0,95	0,99
Dr vs Are	1,00	**	0,95	0,99
A vs L	1,00	**	0,95	0,99

Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

En lo que respecta a las relaciones inversas se evidenciaron ocho asociaciones perfectas en ($r = -1$), es preciso indicar que destaca las cuatro asociaciones del fósforo, zinc y las variables edáficas con coeficientes de correlación altamente significativos, sin olvidar el pH que demostró coeficiente de correlación significativo, tal como se evidencia en la tabla 10.

Tabla 10

Correlaciones inversas

Correlaciones	Correlación	Significancia	95%	99%
pH vs Da	-0,95	*	0,95	0,99
pH vs Dr	-0,95	*	0,95	0,99
pH vs Are	-0,95	*	0,95	0,99
pH vs L	-0,95	*	0,95	0,99
P vs Da	-0,99	**	0,95	0,99
P vs Dr	-0,99	**	0,95	0,99
P vs Are	-0,99	**	0,95	0,99
P vs L	-0,99	**	0,95	0,99
Ca vs Fe	-0,98	*	0,95	0,99
Zn vs Da	-1,00	**	0,95	0,99
Zn vs Dr	-1,00	**	0,95	0,99
Zn vs Are	-1,00	**	0,95	0,99
Zn vs L	-1,00	**	0,95	0,99
Da vs Arci	-1,00	**	0,95	0,99
Dr vs Arci	-1,00	**	0,95	0,99
A vs Arci	-1,00	**	0,95	0,99
L vs Arci	-1,00	**	0,95	0,99

Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Con base a la caracterización del sistema silvopastoril se concluye que el volumen total de los árboles, IMA y análisis bromatológico presentaron crecimientos y resultados favorables a diferencia de la cobertura de copa que mostró un crecimiento excesivo debido al inadecuado manejo.
- Los árboles ejercen impacto positivo en las propiedades físicas y químicas del suelo, a diferencia del monocultivo donde la mayoría de los valores fueron menores en cada uno de los elementos evaluados. En cuanto a biodiversidad y contenido de carbono, se registraron resultados superiores en el SSP.
- La rentabilidad del sistema silvopastoril fue superior a diferencia del monocultivo, obteniendo valores que se triplican en VAN, VET, duplican en B/C y muestran leve superioridad en TIR y en tiempo de recuperación.

5.2 Recomendaciones

- Con base a los resultados obtenidos sobre cobertura de copa se recomienda realizar un raleo en el sistema silvopastoril debido a que se ha excedido el porcentaje de sombra, además el manejo garantizará una mejor producción en lo que a madera respecta.
- Propender a fomentar el establecimiento de silvopasturas en los predios donde se realiza la producción ganadera debido a que los sistemas silvopastoriles presentan impactos positivos en el ambiente y mayor rentabilidad económica en comparación a las pasturas sin asocio.
- Realizar investigaciones sobre otros servicios ecosistémicos que presenten las silvopasturas en la zona de Intag con la finalidad de dar a conocer los beneficios e incentivar el establecimiento de nuevos sistemas silvopastoriles.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, C. y Vizcaíno, M. (2010). *Aplicación de estimadores estadísticos y diseño experimental en investigaciones forestales*. Ecuador: Univeridad Técnica del Norte.
- Aguirre, H. (2012). *Taller de capacitación a líderes campesinos en técnicas de medición de carbono en sistemas agroforestlaes* (presentación). Perú
- Añazco, M. (2016). *Estrategia para el desarrollo agroforestal sustentable del Ecuador: aportes desde el análisis de las políticas, los aprendizajes y las tecnologías*. (tesis doctoral). Universidad Bolivariana, Santiago, Chile.
- Arias, J. (2001). *Bienes y servicios ambientales*. Colombia. Obtenido de:
<http://media.utp.edu.co/centro-gestion-ambiental/archivos/bienes-y-servicios-ambientales/bienesyserviciosambientales-bysa-efectos.pdf>
- Ávila, S. y Revollo, D. (2012). *Análisis financiero y percepción de los servicios ambientales de un sistema silvopastoril: un estudio de caso en los Tuxtlas, México*. ENDESU S.A
- Baldelomar, E., Rojas, C. y Cortez, M. (2010). *Producción y análisis bromatológicos de tres gramíneas tropicales (Brachiaria decumbens, Panicum máximum, cv Tanzania y cv Gatton)* Tesis pregrado. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Bolivia.
- Baratoki, T. (2001). Growth of Uttis (*Alnus nepalensis*) monitored in a trial plantation at Pakhribas, Dhankuta, Nepal. *Banko Janakari*, Vol. 16, No. 1.
- Banco Central del Ecuador. (2017). *Boletines de Indicadores Económicos*.
- Cardenas, G. (1998). Comparación de la composición y estructura de la avifauna en diferentes sistemas de producción (tesis pregrado). Universidad del Valle, Cali, Colombia.

- Cevallos, J. (2017). *Determinación de la ubicación de *Alnus nepalensis* D. Don en la Zona de Intag, noroccidente del Ecuador (tesis pregrado)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- CIAT. (s.f). *Pasto Peludo *Brachiaria Decumbens* Stapf*.
- Coronel, M. (2000). *Como evaluar una inversión forestal, teoría y aplicación*. Universidad de Nacional de Santiago del Estero, Argentina.
- Corredor, J. (2012). *Causas y consecuencias de la Revolución Verde*. Recuperado de: <http://revolucionverdeustajmcd.blogspot.com/2012/04/consecuencias-de-la-mecanizacion-en-la.html>
- Cuasquer, C. (2017). *Evaluación del crecimiento de acacia (*acacia melanoxylon r.br.*) en asocio con tres variedades de pastos, en la Parroquia el Carmelo, provincia del Carchi (tesis pregrado)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Chacón, I. (1995). *Edad óptima de cosecha. Una discusión en torno al valor presente neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR), Chile*. Universidad de Talca. Volúmen 9
- Chacón, C. (2009). *Cultivos de pastos. Manual práctico para productores*. Perú. Proyecto Cheves
- Dubois, J. (1979). *Los sistemas mas apropiados para el uso racional de las tierras de la amazonía*. Costa Rica : CATIE.
- Escandón, N. (2012). *Rotación y asociación de cultivos en la provincia del Azuay para el rescate de la soberanía alimentaria (tesis pregrado)*. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Faiguenbaum, S. (2008). *El desarrollo científico-tecnológico de la agricultura: de la revolución verde a la revolución biotecnológica: Continuidades y rupturas*. Santiago, Chile.

- Fajardo, D., Gonzales, R., Neira, L., Chará, J. y Murguitio, E., (2009). *Influencia de sistemas silvopastoriles en la diversidad de aves en la cuenca del río La Vieja, Colombia*. Recursos Naturales y Ambiente/no. 58: 9-16
- FAO, (2009). *Interacciones del medio ambiente*. Food and Agriculture Organization. Obtenido de: <http://www.fao.org/docrep/009/ah647s/AH647S02.htm>
- FAO, (2010). *Asistencia a los países andinos en la reducción de riesgos y desastres en el sector agropecuario*. Food and Agriculture Organization Perú.
- Farinango, F. (2018). *Fijación de nitrógeno en nódulos de raíces de *Alnus nepalensis* D. Don en linderos a diferentes edades en la zona de Intag, Noroccidente del Ecuador* (tesis pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Flores, (2017). *www.flores.ninja*. Recuperado de: <https://www.flores.ninja/monocultivo/>
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Peñaherrera, (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial*. Cotacachi, Imbabura, Ecuador. GAD PEÑAHERRERA
- Ibrahim, M., Chacón, M., Cuartas, C., Naranjo, J., Ponce, G., Vega, P.,...Rojas, J., (2007). *Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua*. *Agroforestería en las Américas*. N° 45
- Imaña, J. y Encinas, O. (2008). *Epidometría forestal*. Brasil: Universidad de Brasilia Departamento de Ingeniería Forestal.
- Imbaquingo, E. y Naranjo, D. (2010). *Comportamiento inicial de Aliso (*Alnus nepalensis* D. Don) y Cedro tropical (*Acrocarpus fraxinifolius* Wight et Arn), asociados con *brachiaria* (*Brachiaria decumbens* Stapf) y *pasto miel* (*Setaria sphacelata* (Schumacher) Stapf & C.E. Hubb) (tesis pregrado)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- INATEC, (2016). *Manual del protagonista, Pastos y Forrajes*. Instituto Nacional Tecnológico. Nicaragua.

- INIAP, (2017). *Manual de cercas vivas de Piñón*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Ecuador.
- INTA, (2016). *Manual del protagonista de pastos y forrajes*. Instituto Nicaragüense de Tecnología. Nicaragua. p. 2.
- Krishnamurthy, L. y Ávila, M. (1999). *Agroforestería Básica*. México: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Lopez, G. (2016). *Sistemas agroforestales*. Recuperado de:
<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Sistemas%20Agroforestales.pdf>
- Martínez, M. y Pereira, M. (2011). *Pasturas para el manejo del campo natural*. Uruguay: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Programa Ganadero. Instituto Plan Agropecuario
- Marinidou, E. y Jimenez, G. (2010). *Sistemas Silvopastoriles*. Mexico: Comisión Nacional Forestal CONAFOR
- Morandini, I. y Noguera, E. (2012). *Ecologista*. Recuperado de:
<http://eco2logistas.blogspot.com/2012/11/mnonocultivo.html>
- Mendieta , M. y Rocha, L. (2007). *Sistemas Agroforestales*. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Monicalaut, L. (2008). *Evaluación Económico–Financiero de un Sistema Silvopastoril (SSP)* (tesis magistral). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Chaco, Argentina.
- Nuñez, M. (2008). *Evaluación de comunidades de aves en bosques secundarios restaurados en potreros abandonados ubicados en la cuenca del Río Zapotal, Hojanca, Costa Rica*. (tesis posgrado). Centro Agronómico Tropical De Investigación y Enseñanza, Hojanca.

Olivera, Y., Machado, R. Y Del Pozo, P., (2006). *Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género Brachiaria. Pastos y forrajes*. Vol. 29, N ° 1.

Pastos y praderas (s.f.). Recuperado de:

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/96309/PastosyPraderas.pdf>

Pezo, D. e Ibrahim, M. (1999). *Sistemas Silvopastoriles*. Costa Rica: Centro Agronómico Tropicas de Investigación y Enseñanza CATIE.

Pichardo, B. (2016). *La revolución verde en México*. São Paulo, Brasil.

Queirós, F. (2015) . *Impactos de la revolución verde, agricultura convencional*. Recuperado de: http://www.ecocomunidad.org.uy/coeduca/artic/impactos_verde2.htm

Romahn, C. y Ramírez, H. (2010). *Dendrometría*. Chapingo: Universidad Autónoma de Chapingo- División de Ciencias Forestales.

Santiago, (2007). *Impacto de la revolución verde en el tercer mundo*. Recuperado de: <https://geografia.laguia2000.com/geografia-rural/impacto-de-la-revolucion-verde-en-el-tercer-mundo>

Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). *Objetivo 1 y 3. SEMPLADES, Plan Nacional De Desarrollo 2017 - 2021 (pág. 58 y 66)*. QUITO: Semplades.

Serrano, J., Andrade, H. y Mora, J. (2014). *Caracterización de la cobertura arbórea en una pastura del trópico seco en Tolima, Colombia. Agronomía Mesoamericana*.

Sierra, J. (2005). *Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros*. Antioquia: Universidad de Antioquia.

Valarezo, J. (2014). *Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción sostenible de bovinos en la Amazonia Sur Ecuatoriana. CEDAMAZ. p.24-25*

Velasqu ez, R. y Mora, J. (2008). *Cobertura arbórea y herbácea en pasturas naturalizadas en fincas en fincas ganaderas del Trópico Seco de Nicaragua*. Colombiana de Ciencias Pecuarias, 571-581. Páginas

Yamberla, L. (2017). *Sostenibilidad del asocio de árboles con cultivos en el cantón Pimampiro, norte de Ecuador* (tesis pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

Zootécnicos (2008). *Clasificación de pastos*. Recuperado de:
<http://lilianazootecnia.blogspot.com/2008/10/clasificacin-de-los-pastos.html>.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1

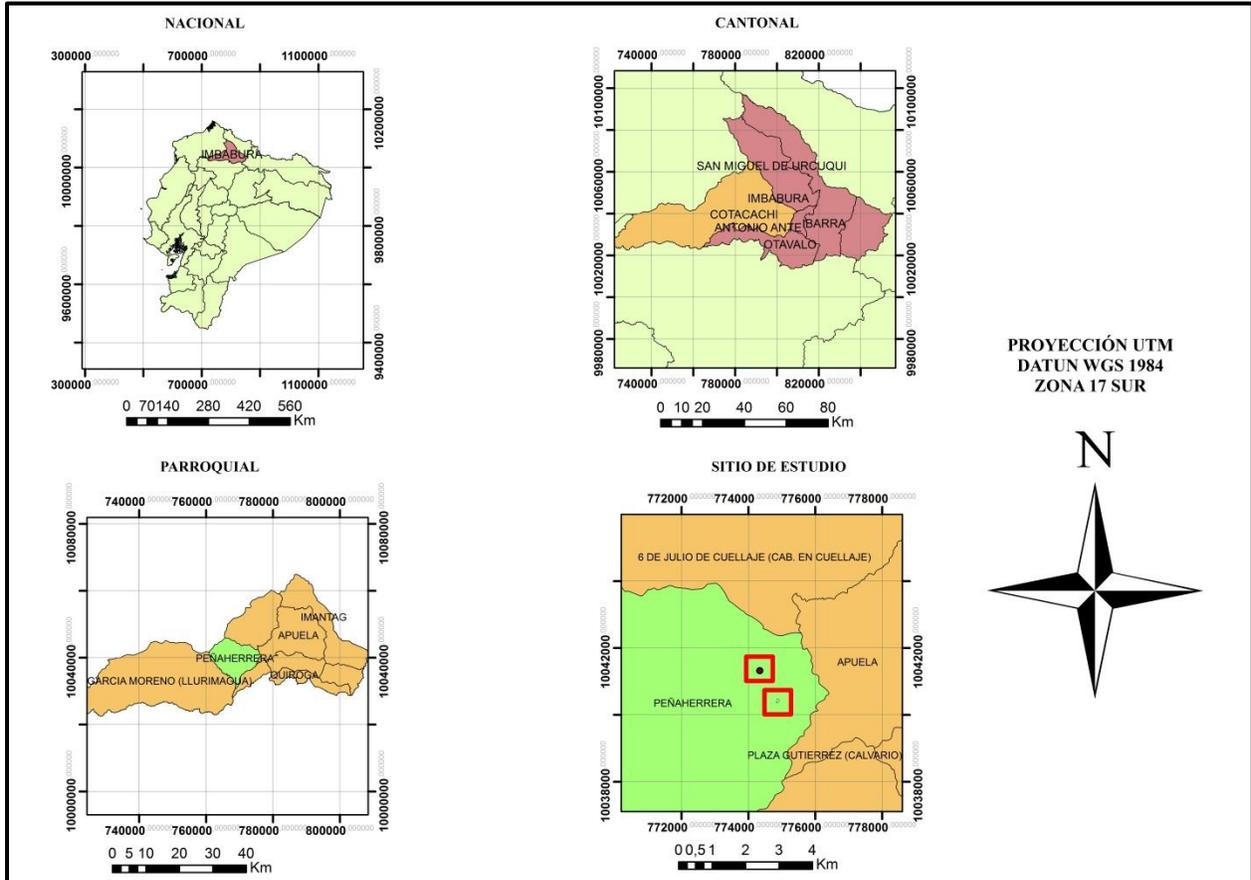


Figura 5. Mapa de ubicación del sitio de estudio
Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

Anexo 2

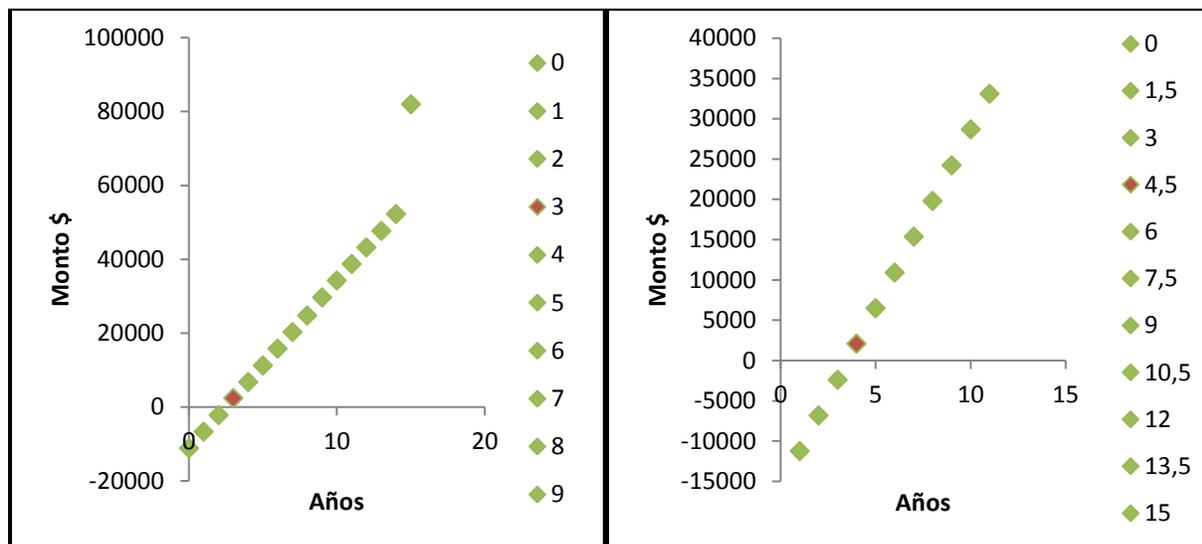


Figura 6. Periodo de recuperación SSP

Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

Figura 7. Periodo de recuperación monocultivo

Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

Anexo 3

Tablas

Tabla 11

Parámetros dasométricos

C. de copa (m ²)	Volumen total SSP (m ³)	IMA Vol. SSP (m ³)	Calidad A	Calidad B	Calidad C
5222.36 (78 %)	156.56	15.65	93.33%	4.44%	2.22%

Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

Tabla 12

Número de individuos (aves)

Nombre común	Género	S. silvopastoril	Monocultivo
Gavilanes	<i>Accipiter</i>	2	0
Halcones	<i>Falco</i>	3	2
Quilicos	<i>Falco</i>	6	2
Tortolitas	<i>Columbina</i>	10	4
Gallo de la peña	<i>Rupicola</i>	1	0
Mirlos	<i>Leptopogon</i>	3	1
Virachuros	<i>Leptopogon</i>	7	2
Jilgueros	<i>Carduelis</i>	5	5
Gorriones	<i>Passer</i>	14	5

Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

Tabla 13*Comparaciones no significativas*

Comparación	n	Varianza combinada	Eec	tc		tα0,05	tα0,01
1vs2	21,00	8,61	0,64	0,18	ns	2,093	2,861
1vs2	21,00	27,56	1,14	-3,79	ns	2,093	2,861
1vs2	21,00	1,06	0,22	0,57	ns	2,093	2,861
2vs3	30,00	3,20	0,32	-1,96	ns	2,048	2,763
3vs4	27,00	12,83	0,68	0,60	ns	2,060	2,787
3vs4	27,00	49,34	1,35	0,57	ns	2,060	2,787
3vs4	27,00	5,28	0,44	0,83	ns	2,060	2,787
1vs3	27,00	29,03	1,03	0,64	ns	2,060	2,787
1vs3	27,00	4,01	0,38	-1,33	ns	2,060	2,787
2vs4	21,00	2,69	0,35	-0,75	ns	2,093	2,861
1vs4	18,00	53,09	1,71	0,84	ns	2,120	2,921
1vs4	18,00	3,82	0,46	-0,30	ns	2,120	2,921

Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

Tabla 14

Datos correlaciones edáficas

Muestras	Ph	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Da	Dr	Are	L	Arci	
Monocultivo	6,51	5,19	0,26	49,1	0,57	7,43	1,10	319,50	14,18	10,31	4,09	1,21	2,46	50,00	26,00	24,00	
F1 Bajo sombra	6,22	6,53	0,33	5,00	0,78	5,88	1,08	329,10	12,93	10,79	1,60	1,22	3,39	52,00	34,00	14,00	
F4 Sin sombra	6,31	3,39	0,17	4,80	0,34	4,02	0,83	334,80	7,44	5,35	1,60	1,22	3,39	52,00	34,00	14,00	
pH		-0,22	-0,23	0,95	-0,28	0,63	0,28	-0,77	0,38	0,14	0,95	-0,95	-0,95	-0,95	-0,95	0,95	
MO			0,99	0,09	0,99	0,61	0,87	-0,45	0,82	0,94	0,08	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	0,08	
N				0,08	0,99	0,60	0,87	-0,43	0,81	0,93	0,07	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07	0,07	
P					0,03	0,84	0,56	-0,93	0,65	0,43	0,99	-0,99	-0,99	-0,99	-0,99	-0,99	
K						0,57	0,85	-0,39	0,78	0,91	0,03	-0,03	-0,03	-0,03	-0,03	0,03	
Ca							0,92	-0,98	0,96	0,85	0,84	-0,84	-0,84	-0,84	-0,84	0,84	
Mg								-0,82	0,99	0,99	0,56	-0,56	-0,56	-0,56	-0,56	0,56	
Fe									-0,88	-0,73	-0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	-0,93	
Mn											0,97	-0,64	-0,64	-0,64	-0,64	0,64	
Cu												0,43	-0,43	-0,43	-0,43	0,43	
Zn													-1,00	-1,00	-1,00	1,00	
Da														1,00	1,00	-1,00	
Dr															1,00	-1,00	
Are																1,00	
L																	-1,00

Elaborado por: Liniker Arturo Ocampo Zambrano

FOTOGRAFÍAS



Foto 1. Mediciones de alturas



Foto 2. Mediciones de diámetros



Foto 3. Toma de muestras de pastos



Foto 4. Corte de pasto



Foto 5. Empaquetado de muestras de pastos



Foto 6. Toma de muestras de suelo



Foto 7. Pesaje de muestras de pastos



Foto 8. Empaquetado de muestras de suelo



Foto 9. Observación de aves



Foto 10. Corte de rama para determinar C. carbono



Foto 11. Pesaje de pasto para determinar C. carbono



Foto 12. Revisión análisis financiero

Resultados de análisis bromatológico

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA	PGT/B/09-FO01
	Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf: 02- 2372-844/2372-845	Rev. 4
	INFORME DE ANÁLISIS	Hoja 1 de 1

Informe N°: LN-B-E18-021
 Fecha emisión Informe: 31/01/2018

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Liniker Ocampo Zambrano

Dirección: Av. Atahualpa SN

Teléfono: 0990514458

Correo Electrónico: liniarturo@hotmail.com

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

N° Orden de Trabajo: B-18-CGLS-0038

N° Factura/ Memorando: 3079

DATOS DE LA MUESTRA:

Lote: --	Conservación de la muestra: Refrigeración
Provincia: Imbabura	Tipo de envase: Funda plástica
Cantón: Cotacachi	Condiciones ambientales: Temperatura (°C): 21,8
Parroquia: Peñaherrera	Humedad Relativa(% HR): 44
Responsable de toma de muestra: Liniker Ocampo	
Fecha de toma de muestra: 03-01-2018	Fecha de inicio de análisis: 09-01-2018
Fecha de recepción de la muestra: 05-01-2018	Fecha de finalización de análisis: 31-01-2018

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN/ REFERENCIA
B180021	Muestra 2 SSP	Humedad	%	Gravimétrico PEE/B/01	80,41	---
		Materia Seca	%		19,59	---
		Proteína	%	Kjeldahl PEE/B/02	9,00	---
		(Nx6,25)				
		Grasa	%	Soxhlet PEE/B/03	1,43	---
		Cenizas	%	Gravimétrico PEE/B/04	13,85	---
		Fibra	%	Gravimétrico PEE/B/05	30,38	---
		ENN*	%	Cálculo	45,34	---

ENN*: Elementos No Nitrogenados

Analizado por: Quím. A. Patricia Obando y Quím. A. Gabriela Pita.

Observaciones: Los resultados de proteína,grasa,ceniza y fibra se expresan en materia seca.

Anexo Gráficos: NA

Anexo Documentos: NA


 Quím.A. Gabriela Pita
 Responsable Técnico
 Laboratorio de Bromatología

 **AGROCALIDAD**
 AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
 LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA
 TUMBACO - ECUADOR


 31-01-2018

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del Laboratorio.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA	PGT/B/09-FO01
	Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf: 02- 2372-844/2372-845	Rev. 4
	INFORME DE ANÁLISIS	Hoja 1 de 1

Informe N°: LN-B-E18-020

Fecha emisión Informe: 31/01/2018

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Liniker Ocampo Zambrano

Dirección: Av. Atahualpa SN

Teléfono: 0990514458

Correo Electrónico: liniarturo@hotmail.com

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

N° Orden de Trabajo: B-18-CGLS-0038

N° Factura/ Memorando: 3079

DATOS DE LA MUESTRA:

Lote: --	Conservación de la muestra: Refrigeración
Provincia: Imbabura	Tipo de envase: Funda plástica
Cantón: Cotacachi	Condiciones ambientales: Temperatura (°C): 21,8
Parroquia: Peñaherrera	Humedad Relativa(% HR): 44
Responsable de toma de muestra: Liniker Ocampo	
Fecha de toma de muestra: 03-01-2018	Fecha de inicio de análisis: 09-01-2018
Fecha de recepción de la muestra: 05-01-2018	Fecha de finalización de análisis: 31-01-2018

RESULTADOS DEL ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN/ REFERENCIA
B180020	Muestra 1 Monocultivo	Humedad	%	Gravimétrico PEE/B/01	77,72	---
		Materia Seca	%		22,28	---
		Proteína (Nx6,25)	%	Kjeldahl PEE/B/02	8,07	---
		Grasa	%		Soxhlet PEE/B/03	1,48
		Cenizas	%	Gravimétrico PEE/B/04	12,59	---
		Fibra	%	Gravimétrico PEE/B/05	31,65	---
		ENN*	%	Cálculo	46,21	---

ENN*: Elementos No Nitrogenados

Analizado por: Quím. A. Patricia Obando y Quím. A. Gabriela Pita.

Observaciones: Los resultados de proteína,grasa,ceniza y fibra se expresan en materia seca.

Anexo Gráficos: NA

Anexo Documentos: NA


 Quím.A. Gabriela Pita
 Responsable Técnico
 Laboratorio de Bromatología

AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
 LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA
 TUMBACO - ECUADOR

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del Laboratorio.


 31-01-2018

Resultados de análisis suelo

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01 Rev. 3
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E18-0008
 Fecha emisión Informe: 17/01/2018

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Liniker Ocampo Zambrano

Dirección: Av. Atahualpa s/n

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

Teléfono: 0990514458

Correo Electrónico: liniarturo@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-18-CGLS-0037

N° Factura/Documento: 3079

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: Aliso	Coordenadas:	X: ----
Provincia: Imbabura		Y: ----
Cantón: Cotacachi		Altitud: ----
Parroquia: Peñaherrera		
Muestreado por: Liniker Ocampo	Fecha de inicio de análisis: 05-01-2018	
Fecha de muestreo: 03-01-2018	Fecha de finalización de análisis: 17-01-2018	
Fecha de recepción de la muestra: 05-01-2018		

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-18-0008	Muestra F1 Bajo Sombra	pH	Potenciométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	6,22
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	6,53
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,33
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	5,0
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,78
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	5,88
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,08
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	329,1
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	12,93
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	10,79
Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	< 1,60		



AGROCALIDAD
AGENCIA DE REGULACIÓN Y
CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS
Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP,
Tumbaco - Quito
Teléf.: 02-2372-844/2372-845

PGT/SFA/09-FO01

Rev. 3

INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO

Hoja 2 de 2

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-18-0008	Muestra F1 Bajo Sombra	Densidad Aparente*	Gravimétrico PEE/SFA/23	g/ml	1,22
		Densidad Real*	Picnómetro PEE/SFA/25	g/ml	2,39
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	52
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	34
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	14
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco Arenoso

Analizado por: Daniel Bedoya, Luis Cacuango, Lucía Quishpe

Observaciones:

- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	< 1,0	0 - 0,15	0 - 10,0	< 0,2	< 1,0	< 0,33	0 - 20,0	0 - 5,0	0 - 1,0	0 - 3,0
MEDIO	1,0 - 2,0	0,16 - 0,3	11,0 - 20,0	0,2 - 0,38	1,0 - 3,0	0,34 - 0,66	21,0 - 40,0	6,0 - 15,0	1,1 - 4,0	3,1 - 6,0
ALTO	> 2,0	> 0,31	> 21,0	> 0,4	> 3,0	> 0,66	> 41,0	> 16,0	> 4,1	> 6,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Ácido	Ligeramente Ácido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5,6 - 6,4	6,5 - 7,5	7,6 - 8,0	8,1

Q. A. Luis Cacuango
Responsable de Laboratorio
Suelos, Foliare y Aguas

AGROCALIDAD
AGENCIA ECUATORIANA
DE ASEGURAMIENTO
DE LA CALIDAD DEL AGRO

LABORATORIO DE SUELOS,
FOLIARES Y AGUAS
TUMBACO - ECUADOR

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 3
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E18-0009
 Fecha emisión Informe: 17/01/2018

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Liniker Ocampo Zambrano

Dirección: Av. Atahualpa s/n

Teléfono: 0990514458

Correo Electrónico: liniarturo@hotmail.com

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

N° Orden de Trabajo: SFA-18-CGLS-0037

N° Factura/Documento: 3079

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo: Aliso		
Provincia: Imbabura	Coordenadas:	X: ----
Cantón: Cotacachi		Y: ----
Parroquia: Peñaherrera		Altitud: ----
Muestreado por: Liniker Ocampo		
Fecha de muestreo: 03-01-2018	Fecha de inicio de análisis: 05-01-2018	
Fecha de recepción de la muestra: 05-01-2018	Fecha de finalización de análisis: 17-01-2018	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-18-0009	Muestra F4 Sin Sombra	pH	Potenciométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	6,31
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	3,39
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,17
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	4,8
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,34
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	4,02
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,83
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	334,8
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	7,44
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	5,35
Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	< 1,60		

Analizado por: Daniel Bedoya, Luis Cacuango, Lucía Quishpe

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 3
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 2 de 2

Observaciones:

- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	< 1,0	0 - 0,15	0 - 10,0	< 0,2	< 1,0	< 0,33	0 - 20,0	0 - 5,0	0 - 1,0	0 - 3,0
MEDIO	1,0 - 2,0	0,16 - 0,3	11,0 - 20,0	0,2 - 0,38	1,0 - 3,0	0,34 - 0,66	21,0 - 40,0	6,0 - 15,0	1,1 - 4,0	3,1 - 6,0
ALTO	> 2,0	> 0,31	> 21,0	> 0,4	> 3,0	> 0,66	> 41,0	> 16,0	> 4,1	> 6,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Ácido	Ligeramente Ácido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5,6 - 6,4	6,5 - 7,5	7,6 - 8,0	8,1



AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL ALIMENTO
 LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS
 TUMBAO - QUITO

Q. A. Luis Cacuango
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliare y Aguas

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 3 Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E18-0007
 Fecha emisión Informe: 17/01/2018

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Liniker Ocampo Zambrano

Dirección: Av. Atahualpa s/n

Provincia: Imbabura

Cantón: Ibarra

Teléfono: 0990514458

Correo Electrónico: liniarturo@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-18-CGLS-0037

N° Factura/Documento: 3079

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra: Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo: Pasto	
Provincia: Imbabura	X: ----
Cantón: Cotacachi	Coordenadas: Y: ----
Parroquia: Peñaherrera	Altitud: ----
Muestreado por: Liniker Ocampo	
Fecha de muestreo: 03-01-2018	Fecha de inicio de análisis: 05-01-2018
Fecha de recepción de la muestra: 05-01-2018	Fecha de finalización de análisis: 17-01-2018

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-18-0007	Muestra Monocultivo	pH	Potenciométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	6,51
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	5,19
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,26
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	49,1
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,57
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	7,43
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,10
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	319,5
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	14,18
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	10,31
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	4,09

El presente informe de análisis de laboratorio de la muestra entregada por el cliente en esta fecha.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 3
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 2 de 2

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-18-0007	Muestra Monocultivo	Densidad Aparente*	Gravimétrico PEE/SFA/23	g/ml	1,21
		Densidad Real*	Picnómetro PEE/SFA/25	g/ml	2,46
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	50
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	26
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	24
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco Arcillo Arenoso

Analizado por: Daniel Bedoya, Luis Cacuangó, Lucía Quishpe

Observaciones:

- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	< 1,0	0 - 0,15	0 - 10,0	< 0,2	< 1,0	< 0,33	0 - 20,0	0 - 5,0	0 - 1,0	0 - 3,0
MEDIO	1,0 - 2,0	0,16 - 0,3	11,0 - 20,0	0,2 - 0,38	1,0 - 3,0	0,34 - 0,66	21,0 - 40,0	6,0 - 15,0	1,1 - 4,0	3,1 - 6,0
ALTO	> 2,0	> 0,31	> 21,0	> 0,4	> 3,0	> 0,66	> 41,0	> 16,0	> 4,1	> 6,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Ácido	Ligeramente Ácido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5,6 - 6,4	6,5 - 7,5	7,6 - 8,0	8,1



AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO
 LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS
 TUMBACO - ECUADOR

Q. A. Luis Cacuangó
 Responsable de Laboratorio
 Suelos, Foliarés y Aguas