



**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 DE LA PRÁCTICA AGROFORESTAL (LINDEROS), EN LA  
ZONA DE INTAG, NOROCCIDENTE DEL ECUADOR**

**AUTOR**

Brenda Mishell Proaño Pazmiño

**DIRECTOR**

Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

**IBARRA – ECUADOR**

Ibarra, 2021

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

SOSTENIBILIDAD DE LA PRÁCTICA AGROFORESTAL (LINDEROS), EN LA  
ZONA DE INTAG, NOROCCIDENTE DEL ECUADOR

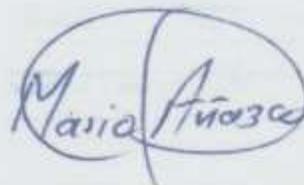
Trabajo de titulación revisado por director y miembros asesores, por lo cual se autoriza la  
presentación como requisito parcial para obtener el título de

**INGENIERO FORESTAL**

**APROBADO POR TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

**Director de trabajo de titulación**



Ing. Hugo Vinicio Vallejos Álvarez, Mgs.

**Tribunal de trabajo de titulación**



Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez, Mgs.

**Tribunal de trabajo de titulación**



**Ibarra - Ecuador**

**2021**



# 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 de Titulación 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		
<b>Cédula de</b>	172610637-8	
<b>Nombres y apellidos:</b>	Brenda Mishell Proaño Pazmiño	
<b>Dirección:</b>	Urbanización Victor Cartagena - Cayambe	
<b>Email:</b>	bremi_3195@hotmail.com / bmproanop@utn.edu.ec	
<b>Teléfono fijo:</b>	<b>Teléfono móvil:</b>	0997728010

DATOS DE LA OBRA	
<b>Título:</b>	<b>SOSTENIBILIDAD DE LA PRÁCTICA AGROFORESTAL (LINDEROS), EN LA ZONA DE INTAG, NOROCCIDENTE DEL ECUADOR</b>
<b>Autor:</b>	Proaño Pazmiño Brenda Mishell
<b>Fecha:</b>	25 enero de 2021
SOLO PARA TRABAJOS DE TITULACIÓN	
<b>Programa:</b>	Pregrado
<b>Título por el que opta:</b>	Ingeniero Forestal
<b>Director:</b>	Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

## 2. CONSTANCIA

El autor manifiesta 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 es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 25 de enero de 2021

### EL AUTOR:



.....  
Brenda Mishell Proaño Pazmiño

C.I.: 172610637-8

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

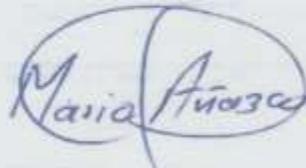
**Gufa:** FICAYA - UTN

**Fecha:** 25 de enero 2021

Brenda Mishell Proaño Pazmiño: **“SOSTENIBILIDAD DE LA PRÁCTICA AGROFORESTAL (LINDEROS), EN LA ZONA DE INTAG, NOROCCIDENTE DEL ECUADOR”**; Trabajo de titulación. Ingeniero Forestal. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal. Ibarra, 25 de enero 2021, 93 páginas.

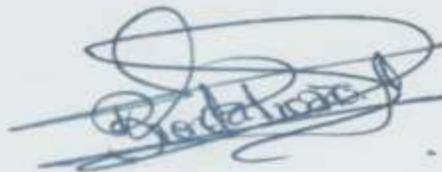
**DIRECTOR:** Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

El objetivo general del presente Trabajo de Titulación es: Analizar la sostenibilidad de la práctica agroforestal en linderos que se manejan bajo el asocio de la especie *Alnus nepalensis* D.Don con cultivos de ciclo corto o perennes.



.....  
Ing. Mario José Añazco Romero, PhD.

**Director de trabajo de titulación**



.....  
Brenda Mishell Proaño Pazmiño

**Autor**

## **DEDICATORIA**

*Una dedicatoria muy especial a mis padres y hermano que siempre supieron estar conmigo, apoyándome en todo momento para que yo salga adelante, no permitieron que desmaye ante ninguna dificultad y fueron mi motor diario para que yo ahora sea la mujer que soy con valores y principios que me inculcaron en el trascender de mi vida.*

*Eternamente agradecida por todo.*

## AGRADECIMIENTO

*Ante todo, quiero agradecer a Dios por la oportunidad que me dio el poder terminar mis estudios de una manera satisfactoria, obteniendo mi título profesional.*

*Agradezco de manera infinita a mis padres Luis Alfonso y Angélica Alicia, por darme la vida y permitir que sea una profesional de bien, apoyada en los mejores valores y principios.*

*A mi hermano Eytan por ser mi apoyo en todo momento, dedicándome parte de su tiempo y comprensión.*

*A mi grupo de trabajo que supieron guiarme en el transcurso de mi investigación, aportándome con sus conocimientos, al PhD. Mario Añazco, Ing. Hugo Vallejos y Ing. Hugo. Paredes, mi eterna gratitud por todas sus enseñanzas.*

*A los señores propietarios de las distintas parroquias, que me dieron la oportunidad de realizar mi investigación en sus propiedades y me supieron brindar todo el apoyo.*

*Sin más quiero agradecer a mis abuelitos, tíos, amigos y aquella persona especial, que sin recibir nada a cambio siempre supieron darme ese apoyo incondicional que una persona puede necesitar en los buenos y malos momentos.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	iii
REGISTRO BIBIOGRÁFICO.....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRAC .....	xvii
CAPÍTULO I.....	30
INTRODUCCIÓN .....	30
1.1.Objetivos .....	31
1.1.1. General.....	31
1.1.2. Específicos.....	31
1.2.Preguntas directrices .....	31
CAPÍTULO II .....	32
MARCO TEÓRICO.....	32
1.1.Fundamentación legal .....	32
1.1.1. Constitución de la República 2008.....	32
1.1.2. Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021. Toda una vida .....	32
1.1.3. Código Orgánico del Ambiente .....	32
1.1.4. Acuerdo Ministerial No. 281 MAG.....	32
1.1.5. Línea de investigación .....	32

1.2.Fundamentación teórica .....	33
1.2.1.Revolución verde .....	33
1.2.2. Impactos en la revolución verde .....	33
1.2.3.Sostenibilidad .....	34
1.2.4.La agroforestería.....	34
1.2.4.1.Definición de Agroforestería.....	34
1.2.4.2.Clasificación de los sistemas agroforestales .....	35
1.2.4.2.1.Sistema agrosilvopastoril .....	35
1.2.4.2.2.Sistema silvopastoril .....	35
1.2.4.2.3.Sistema agroforestal o silvoagrícolas.....	35
1.2.5. Práctica agroforestal .....	36
1.2.6. Sostenibilidad agroforestal .....	36
1.2.6.1.Económico.....	36
1.2.6.2.Ambiental.....	37
1.2.6.2.1.Suelo .....	37
1.2.6.2.2.Biodiversidad .....	38
1.2.6.2.3.Microclima .....	38
1.2.6.2.4.Carbono .....	38
1.2.6.3.Social .....	39
1.2.7. Árboles en linderos.....	39
1.2.7.1.Definición.....	39
1.2.7.2.Importancia .....	40
1.2.7.3.Interacción entre componentes lindero – cultivos.....	40
1.2.7.3.1.Ecológicas .....	40
1.2.7.3.2.Económicas .....	41

1.2.7.3.3.Sociales .....	41
1.2.8.Especie forestal.....	41
1.2.8.1.Aliso ( <i>Alnus nepalensis</i> ) .....	41
1.2.8.2.Cultivos perennes.....	41
1.2.8.2.1.Café ( <i>Coffea arabica</i> L).....	42
1.2.8.2.2.Granadilla ( <i>Passiflora ligularis</i> Juss).....	43
1.2.8.2.3.Pasto miel ( <i>Setaria sphacelata</i> ).....	43
1.2.8.3.Estudios enfocados en la sostenibilidad agroforestal.....	44
CAPÍTULO III.....	46
METODOLOGÍA .....	46
3.1. Descripción del área de estudio .....	46
3.1.1. Política .....	46
3.1.2. Geografía .....	46
3.1.3. Datos climáticos.....	46
3.2. Materiales, equipos y software .....	46
3.3. Metodología.....	47
3.3.1. Muestreo .....	47
3.3.1.1. Universo .....	47
3.3.1.2. Tamaño de la muestra .....	47
3.3.2. Determinar la sostenibilidad financiera en la práctica agroforestal.....	48
3.3.2.1. Valor Actualizado Neto (VAN) .....	48
3.3.2.2. Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	49
3.3.2.3. Beneficio / Costo (B/C).....	49
3.3.2.4. Valor esperado de la tierra (VET).....	49

3.3.3. Evaluar el impacto ambiental a nivel de suelo, biodiversidad, microclima y contenido de carbono en la práctica agroforestal .....	49
3.3.3.1. Suelo .....	49
3.3.3.2. Biodiversidad .....	50
3.3.3.2.1. Aves .....	50
3.3.3.2.2. Insectos .....	50
3.3.3.3. Microclima .....	51
3.3.3.4. Contenido de carbono .....	52
3.3.3.4.1. Aliso .....	52
3.3.3.4.2. Café y granadilla .....	53
3.3.3.4.3. Pasto .....	53
3.3.4. Identificación del aporte a la seguridad alimentaria y el empleo en la práctica agroforestal .....	54
CAPÍTULO IV .....	55
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	55
4.1. Rentabilidad financiera de la práctica agroforestal (linderos) .....	55
4.1.1. Lindero de asocio aliso – café .....	55
4.1.2. Lindero de asocio aliso – granadilla .....	55
4.1.3. Lindero de asocio aliso - pasto .....	56
4.2. Impactos ambientales de la práctica agroforestal (linderos) .....	56
4.2.1. Suelo .....	56
4.2.1.1. Propiedades químicas lindero de asocio aliso - café (1400msnms) .....	56
4.2.1.2. Propiedades químicas lindero de asocio aliso - granadilla (1786msnms) .....	57
4.2.1.3. Propiedades químicas lindero de asocio aliso - pasto (2000msnms) .....	57
4.2.2. Biodiversidad .....	59
4.2.2.1. Aves .....	59

4.2.2.2.Insectos .....	61
4.2.3.Microclima.....	63
4.2.3.1.Temperatura .....	63
4.2.3.2.Humedad .....	64
4.2.4.Captura de carbono.....	65
4.3. Aporte a la seguridad alimentaria y empleo .....	66
4.3.1.Seguridad alimentaria .....	66
4.3.1.1.Rendimiento café .....	66
4.3.1.2.Rendimiento granadilla .....	67
4.3.1.3.Rendimiento del pasto.....	67
4.3.1.4.Rendimiento de madera en linderos aliso .....	68
4.3.1.5.Rentabilidad café.....	69
4.3.1.6.Rentabilidad granadilla .....	70
4.3.1.7.Rentabilidad pasto.....	70
4.3.1.8.Rentabilidad madera de lindero aliso .....	71
4.3.1.9.Redistribución .....	71
4.3.2. Empleo.....	72
4.3.2.1.Mano de obra.....	72
CAPITULO V .....	75
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
5.1. Conclusiones .....	75
5.1.Recomendaciones.....	75
CAPÍTULO VI.....	76
REFERENCIAS .....	76
CAPÍTULO VII .....	84

ANEXOS.....	84
FOTOGRAFÍAS .....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Materiales, equipos y software	47
<b>Tabla 2</b> Correlaciones directas	57
<b>Tabla 3</b> Correlaciones directas	57
<b>Tabla 4</b> Correlaciones inversas	58
<b>Tabla 5</b> Índice de diversidad de Shannon - Wiener	59
<b>Tabla 6</b> Índice de diversidad de Simpson	60
<b>Tabla 7</b> Índice de diversidad Shannon - Wiener	61
<b>Tabla 8</b> Índice de diversidad Simpson	62
<b>Tabla 9</b> Temperatura promedio anual (linderos)	63
<b>Tabla 10</b> Temperatura promedio anual práctica agroforestal - estaciones	64
<b>Tabla 11</b> Humedad porcentual en la práctica agroforestal	64
<b>Tabla 12</b> Contenido de carbono	66
<b>Tabla 13</b> Resultado análisis bromatológico	68
<b>Tabla 14</b> Producción madera en linderos (aliso)	69
<b>Tabla 15</b> Rendimiento tablonos/ha	71
<b>Tabla 16</b> Porcentajes de acuerdo con la redistribución	72
<b>Tabla 17</b> Mano de obra	73
<b>Tabla 18</b> Análisis de propiedades químicas del suelo	87
<b>Tabla 19</b> Datos correlaciones edáficas	88
<b>Tabla 20</b> Especímenes de avifauna extrapolados a ha (Vacas Galindo)	88
<b>Tabla 21</b> Especímenes de avifauna extrapolados a ha (Peñaherrera)	89
<b>Tabla 22</b> Especímenes de avifauna extrapolados a ha (Cuellaje)	89
<b>Tabla 23</b> Especímenes entomológicos extrapolados a ha	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Representación de árboles en linderos.....	39
<b>Figura 2</b>	Relación Temperatura - Humedad.....	65
<b>Figura 3</b>	Número de jornales por actividad.....	73
<b>Figura 4</b>	Ubicación del sitio 1 (Parroquia Vacas Galindo) .....	84
<b>Figura 5</b>	Ubicación del sitio 2 (Parroquia Peñaherrera).....	85
<b>Figura 6</b>	Ubicación del sitio 3 (Parroquia 6 de Julio Cuellaje).....	86
<b>Figura 7</b>	Índice de Simpson (aves) sector Vacas Galindo .....	90
<b>Figura 8</b>	Índice de Simpson (aves) sector Peñaherrera .....	90
<b>Figura 9</b>	Índice de Simpson (aves) sector 6 de Julio Cuellaje .....	91
<b>Figura 10</b>	Índice de Simpson (insectos) sector Vacas Galindo.....	91
<b>Figura 11</b>	Índice de Simpson (insectos) sector Peñaherrera .....	92
<b>Figura 12</b>	Índice de Simpson (insectos) sector 6 de Julio Cuellaje .....	92
<b>Figura 13</b>	Temperatura promedio anual.....	93
<b>Figura 14</b>	Correlación de Humedad % - Temperatura °C.....	93
<b>Figura 15</b>	Resultados análisis de suelo – Vacas Galindo – Con lindero aliso .....	96
<b>Figura 16</b>	Resultados análisis de suelo – Vacas Galindo – Con lindero aliso .....	97
<b>Figura 17</b>	Resultados análisis de suelo – Vacas Galindo – Sin lindero aliso.....	98
<b>Figura 18</b>	Resultados análisis de suelo – Peñaherrera – Con lindero aliso.....	99
<b>Figura 19</b>	Resultados análisis de suelo – Peñaherrera – Sin lindero aliso .....	100
<b>Figura 20</b>	Resultados análisis de suelo – 6 de Julio Cuellaje – Con lindero aliso .....	101
<b>Figura 21</b>	Resultados análisis de suelo – 6 de Julio Cuellaje – Sin lindero aliso .....	102
<b>Figura 22</b>	Resultados análisis de pasto – 6 de Julio Cuellaje – Con lindero aliso .....	103
<b>Figura 23</b>	Resultados análisis de pasto – 6 de Julio Cuellaje – Sin lindero aliso .....	104

**TÍTULO: SOSTENIBILIDAD DE LA PRÁCTICA AGROFORESTAL (LINDEROS),  
EN LA ZONA DE INTAG NOROCCIDENTE DEL ECUADOR**

**Autor:** Brenda Mishell Proaño Pazmiño

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

**Año:** 2020

**RESUMEN**

El estudio de linderos dentro de los sistemas agroforestales se ha presentado escasamente para determinar su sostenibilidad, razón por la cual se realiza la presente investigación con objetivo de analizar la sostenibilidad de la práctica agroforestal en linderos que se manejan bajo el asocio de la especie *Alnus nepalensis* D. Don con cultivos de *Coffea arabica* (café), *Passiflora ligularis* (grandilla) y *Setaria sphacelata* (pasto), realizada en la zona de Intag perteneciente al cantón Cotacachi en la provincia de Imbabura, se encuentra referenciada en tres pisos altitudinales distintos; su enfoque está orientado a buscar alternativas para la sostenibilidad económica, ambiental y social. La metodología utilizada consistió en realizar un análisis financiero utilizando los indicadores de valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), beneficio costo (B/C) y valor esperado de la tierra (VET), con la información proporcionada por cada propietario; para la evaluación ambiental se utilizó indicadores a nivel de suelo, biodiversidad (aves e insectos) , microclima (temperatura y humedad) y carbono, en la dimensión social se diseñaron entrevistas semiestructuradas a los diferentes propietarios enfocados al empleo y seguridad alimentaria. En los tres diferentes socios la rentabilidad financiera fue positiva, en el suelo, biodiversidad (aves), microclima y carbono la influencia del lindero (aliso) aporta a la sostenibilidad, en cuanto a la seguridad alimentaria y empleo la práctica agroforestal genera beneficios para cada propietario, en conclusión, las tres prácticas agroforestales presentan índices de sostenibilidad, siendo la especie forestal *Alnus nepalensis* influyente en las diferentes prácticas analizadas.

**Palabras claves:** práctica, lindero, sostenibilidad, indicadores, rentabilidad, aliso

**TITLE: SUSTAINABILITY OF THE AGROFORESTRY PRACTICE (BOUNDARIES),  
ON THE INTAG ZONE, NORTHWESTERN ECUADOR**

**Author:** Proaño Pazmiño Brenda Mishell

**Director of Degree Word:** Ing. Mario José Añezco Romero, PhD

**Year:** 2020

**ABSTRAC**

The study of boundaries within agroforestry systems has rarely been presented to determine their sustainability, reason why the present investigation is carried out with the objective of analyze the sustainability of the agroforestry practice on boundaries handled under associations between *Alnus nepalensis* D. Don species with *Coffea arabica* (coffee), *Passiflora ligularis* (passion fruit) and *Setaria sphacelata* (grass) crops, carried out on the Intag zone, in Cotacachi canton, Imbabura province, referenced on three different altitudinal tiers. Its approach is oriented to find alternatives for economic, environmental and social sustainability. The methodology used consisted on carrying out a financial analysis using indicators as the net present value (NPV), the internal rate of return (IRR), the benefit/cost ration (B/C) and the land expectation value (LEV) with the information provided by each owner. For the environmental evaluation, there were used indicators for soil, biodiversity (birds and insects), microclimate (temperature and moisture) and carbon. For social aspect, semi-structured interviews focused on job and food security were designed for the owners. For the three different associations, the financial profitability was positive; on soil, biodiversity (birds), microclimate and carbon the boundary influence (alder) contributes to sustainability. With regard to food security and job, the agroforestry practice generates benefits for each owner. In conclusion, the three agroforestry practices have sustainability indexes, determining that the forest species *Alnus nepalensis* is influential on the different analyzed practices.

**Keywords:** practice, boundaries, sustainability, indicators, profitability, alder

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Los bosques y los árboles son uno de los principales recursos renovables que tiene la tierra con la abundancia que le proporciona la misma naturaleza, fortaleciendo los medios de vida tanto de las personas como del planeta en general, considerando sus principales actividades y servicios ambientales el suministrar aire y agua limpia, conservar la biodiversidad, responder al cambio climático y contribuir al desarrollo socioeconómico de los diversos pueblos quienes mantienen una perspectiva más allá de ver al bosque solo como madera, reconociendo grandemente los amplios beneficios que en ella se encuentran (FAO, 2018).

La deforestación se presenta como una de las mayores amenazas en todo el mundo, FAO (2018) señala que:

Es causada principalmente por la conversión de la tierra forestal en zonas de agricultura y ganadería, donde amenaza no solo a los medios de vida de los silvicultores, las comunidades forestales y los pueblos indígenas, sino también la variedad de vida en nuestro planeta. (p.10)

Uno de los mayores retos que ha tenido la humanidad es encontrar la manera de aumentar la producción agrícola y mejorar la seguridad alimentaria sin reducir la superficie forestal, remitiendo gran parte de la solución en el concepto de sistemas agroforestales, mediante un asocio entre especies forestales o arbustivas con cultivos y/o pastos, el cual aprovecha en forma óptima el espacio físico del terreno, mejorando ciertas condiciones enfocadas a una sostenibilidad idónea (Ospina, 2003).

Las investigaciones agroforestales son consideradas como procesos sistemáticos, empíricos y críticos que deben fortalecerse al ser alternativas para la agricultura sostenible por sus beneficios sociales, económicos y ambientales como la mejora del suelo, mayor rentabilidad, generación de seguridad alimentaria, conservación de la agrobiodiversidad y los servicios ecosistémicos (Caicedo, 2020).

Lo antes mencionado originó el diseño de la presente investigación, enfocado a la sostenibilidad de la práctica agroforestal en linderos manejada bajo el asocio de la especie *Alnus nepalensis* D. Don con cultivos de *Coffea arabica* (café), *Passiflora ligularis* (grandilla) y *Setaria sphacelata* (pasto), la información obtenida beneficiará a cada propietario, al contar con resultados recientes que favorecerán al momento de tomar decisiones.

## **1.1.Objetivos**

### **1.1.1. General**

Analizar la sostenibilidad de las prácticas agroforestales en linderos que se manejan bajo el asocio de la especie *Alnus nepalensis* D. Don con cultivos de ciclo corto o perenne.

### **1.1.2. Específicos**

- Determinar la rentabilidad financiera de tres prácticas agroforestales (linderos) que asocia la especie *Alnus nepalensis* con cultivos de ciclo corto y perenne.
- Evaluar el impacto ambiental a nivel de suelo, biodiversidad, microclima y contenido de carbono de tres prácticas agroforestales (linderos) que se maneja con la especie *Alnus nepalensis* y cultivos de ciclo corto y perenne.
- Identificar los aportes a la seguridad alimentaria y generación de empleo de tres prácticas agroforestales (linderos) de la especie *Alnus nepalensis* en combinación con cultivos de ciclo corto y perenne.

## **1.2.Preguntas directrices**

- ¿La especie *Alnus nepalensis* aporta financieramente a la sostenibilidad de los sistemas agroforestales?
- ¿La especie *Alnus nepalensis* influye ambientalmente a la sostenibilidad de los sistemas agroforestales?
- ¿La especie *Alnus nepalensis* contribuye socialmente a la seguridad alimentaria y a la generación de empleo en la sostenibilidad de los sistemas agroforestales?

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. Fundamentación legal**

##### **1.1.1. Constitución de la República 2008**

**Art. 14, 282, 320.-** (...) Reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano, que garantiza la sostenibilidad y el buen vivir, así como el estado normará el uso y acceso a la tierra que deberá cumplir la función social y ambiental y en las formas de organización de la producción se estimulará una gestión participativa, transparente y eficiente (Asamblea Constituyente, 2008).

##### **1.1.2. Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021. Toda una vida**

**Eje 1. Derechos para todos durante toda la vida, objetivo número 3.-** Promulga el respeto y garantía de los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones, en donde se ratifica una gobernanza sostenible de los recursos, a través de prácticas responsables de uso de suelo que no comprometa su acceso a futuras generaciones (Senplades, 2017).

##### **1.1.3. Código Orgánico del Ambiente**

**Art.3.-** (...) Establecer, implementar e incentivar los mecanismos e instrumentos para la conservación, uso sostenible y restauración de los ecosistemas, biodiversidad y sus componentes, patrimonio genético, Patrimonio Forestal Nacional, servicios ambientales, zona marino costera y recursos naturales (MAE, 2017).

**Art.119.-** (...) Las plantaciones agroforestales y sistemas agroforestales de producción constituirán medios para aliviar la presión sobre los bosques naturales, por la demanda de madera y sus derivados (MAE, 2017).

##### **1.1.4. Acuerdo Ministerial No. 281 MAG**

**Art.2.-** (...) Rescate de los saberes ancestrales, agro diversidad, acceso a factores de producción, marco regulatorio e innovación mediante la ejecución de planes, programas y proyectos orientados al desarrollo productivo y sustentable del multisector (MAG, 2010).

##### **1.1.5. Línea de investigación**

El presente estudio se fundamenta en la línea de investigación presentada por la carrera de ingeniería forestal: Desarrollo agropecuario y forestal sostenible.

## **1.2.Fundamentación teórica**

### **1.2.1. Revolución verde**

La revolución verde se basó en un conjunto de innovaciones tecnológicas abarcada por cuatro grandes pilares: la maquinaria moderna, los agroquímicos, la biotecnología y los sistemas de riego, teniendo sus inicios en la década de los cincuenta, a fin de obtener variedad de semillas genéticamente mejoradas (Ceccon, 2008). Varias organizaciones agrícolas internacionales experimentaron con plantas (maíz, arroz, trigo) con el propósito de obtener diferentes cruces con mayor productividad y mejores rendimientos por superficie al año, paliando la inseguridad alimentaria en el mundo (FAO, 2004).

### **1.2.2. Impactos en la revolución verde**

Entre los impactos que ha ocasionado la introducción de nuevas tecnologías, Loor (2000) menciona criterios sociales negativos en el caso de Ecuador, donde inicialmente existieron organismos internacionales con financiamiento y asesoramiento que impulsaron a la dependencia permanente de los fabricantes de productos químicos, que posteriormente mantendrían la reducción de su potestad en beneficio de las áreas productivas, dejando a los agricultores en manos de los distribuidores de plaguicidas.

Reinaldo (2006) enfatiza que la RV provocó un impacto negativo frente al ambiente, mediante la utilización de insecticidas, plaguicidas, herbicidas que rompieron el equilibrio en el medio ambiente, dejando aire, agua, suelos en estado de contaminación, Chilón (2017) acota la existencia de debates ambientales en los ochenta y noventa recalcando el impacto negativo en la degradación ambiental, el cambio climático, la erosión genética y el aumento a las desigualdades.

Sarandón (2002) señala aspectos económicos negativos puesto que, al hablar del aumento de la productividad, se relaciona directamente al uso intensivo de agroquímicos, donde aumentan los costos de producción y benefician a los agroindustriales, quienes tienen capacidad de pago en comparación con agricultores de pequeña escala, Ceccon (2008) asevera que pequeñas empresas que distribuía sus productos quedaron en la nada por la presencia de las grandes industrias que se establecieron, remitiendo el valor económico de los trabajadores en menor grado.

### **1.2.3. Sostenibilidad**

Existe un debate sobre dónde y cuando surgió el concepto de sostenibilidad, FAO (2013) menciona a Hans Carl von Carlowitz siendo figura impulsadora de la sostenibilidad, quien publicó un libro denominado *Sylvicultura oeconomica*, nombrando al término como el principio que debería aplicarse a la ordenación de los bosques a fin de asegurar el suministro de madera con medidas para aseverar la fuente permanente del recurso económico.

Según FAO (2013) señala a Georg-Ludwig Hartig en 1795 quien “ formuló el principio de la sostenibilidad desde una perspectiva intergeneracional”, es decir, conceptualizando al desarrollo sostenible, fue entonces que la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo dio un definió al desarrollo sostenible como el desarrollo que satisface necesidades de las generaciones presentes, sin comprometer a las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades (Macedo, 2005). Un gran número de organizaciones internacionales defiende que la sostenibilidad no sólo en aspectos de la dimensión ambiental, sino también a lo social y económico (Bermejo et al., 2010).

Luego de una consolidación de términos, definiciones, acciones sobre el desarrollo sostenible, (Castro, 2010) afirma:

La sostenibilidad por tanto se encuentra en lograr compatibilizar el crecimiento económico con la preservación ambiental mediante el aumento de la productividad (producir más, consumiendo menos recursos y generando menos residuos), generando igualdad social gracias a la mejora de las condiciones de vida.

### **1.2.4. La agroforestería**

#### ***1.2.4.1. Definición de Agroforestería***

Se presenta varias menciones para poder definir el término agroforestería, Movimiento Agroecológico para Latinoamérica y el Caribe (2004) manifiesta que, a partir del año 1977 empieza a denotar el término siendo “un conjunto de prácticas tradicionales y otras novedosas, que por su carácter productivo y conservacionista eran identificadas, como de gran potencial, en la conservación de las tierras tropicales” (p. 11).

Mendieta y Lester (2007) definen la agroforestería de una manera tradicional mediante el asocio de especies arbóreas con especies arbustivas o herbáceas, que se encuentran generalmente cultivadas, asociando prácticas agropecuarias que se las realiza en el mismo sitio y puede

presentarse en un tiempo simultáneo o secuencial. Monge y Russo (2009) acota el enfoque de la agroforestería en el manejo de los recursos naturales y la conservación de la biodiversidad en aéreas tropicales con metas de desarrollo agrícola sostenible.

#### ***1.2.4.2. Clasificación de los sistemas agroforestales***

Fournier (1981) indica que, los sistemas agroforestales han sido utilizados por los campesinos desde años remotos empero, presenta puntos de vista relativamente recientes manteniendo un asocio de especies leñosas con ganadería o cultivos de ciclo corto y/o perennes, que debe permanecer en el tiempo o simultáneamente a fin de obtener una producción con rendimiento sostenible.

Fassbender (1993) mediante la definición de los sistemas de producción agroforestales, menciona las tres principales asociaciones resultantes de los sistemas:

##### *1.2.4.2.1. Sistema agrosilvopastoril*

Russo (1993) relaciona el término agrosilvopastoril como "combinación o asocio deliberada de un componente leñoso (forestales o frutales) con ganadería y/o cultivos en el mismo terreno, con interacciones ecológicas y/o económicas o solo necesariamente biológicas entre los componentes" (p. 1).

##### *1.2.4.2.2. Sistema silvopastoril*

Los sistemas silvopastoriles, son asociaciones de árboles maderables o frutales con animales, con o sin la presencia de cultivos, "son practicados a diferentes niveles, desde las grandes plantaciones arbóreas-comerciales con inclusiones de ganado como complemento a la agricultura de subsistencia" (Musálem, 2003, p. 95).

##### *1.2.4.2.3. Sistema agroforestal o silvoagrícolas*

Un sistema agrosilvícola mantiene un asocio entre árboles y/o arbustos con cultivos agrícolas en una misma superficie dependiendo los tipos de árboles y cultivos que se manejen, se establecen diferentes prácticas (Fournier, 1981).

Otros autores han afirmado que:

El sistema silvoagrícola se caracteriza por la presencia del componente leñoso en combinación con cultivos agrícolas, en los cuales existe una diversidad de prácticas en las que se incorpora

el componente forestal para diferentes fines como son: maderable, leña, forraje, protección de cultivos, mejoramiento del suelo o sombra para algunos cultivos. (Román et al., 2016, p. 58)

### **1.2.5. Práctica agroforestal**

Ospina (2003) enuncia que una práctica agroforestal se la cataloga como una tecnología forestal, mediante el asocio específico entre componentes agroforestales con especies presentes en disposiciones de espacio y tiempo.

### **1.2.6. Sostenibilidad agroforestal**

Mazo et al. (2016) refiere a los sistemas agroforestales como una alternativa al desarrollo sostenible facilitando el aprovechamiento de los distintos recursos naturales y mejorando condiciones de suelo, donde la expansión de la frontera agrícola afectado significativamente.

Las prácticas de conservación de los recursos como suelo, agua o alimentos están sustentadas bajo los antecedentes de la sostenibilidad, esto permite aumentar el rendimiento de la producción, manteniendo un ambiente ecológicamente estable (Rodríguez, 2018).

Aguilar (2016) menciona los sistemas agroforestales como alternativas económicas, ambientales y sociales, que brinda beneficios a favor de la producción a nivel de fincas, como también el aumento de empleo para mejorar el ingreso de productores rurales.

#### **1.2.6.1. Económico**

Rodríguez (2018) argumenta que "los sistemas agroforestales ofrecen incrementos en forma directa de los ingresos para los productores, reduce los costos de producción agropecuaria y diversifica los productos que se generan en el medio" (p. 7). Román et al. (2016) agrega la reducción del uso de fertilizantes, así como una menor dependencia de insumos externos, lo que permite al productor la venta de productos en mejor calidad.

Jirón (2015) menciona las mediciones de la sostenibilidad económica que parte de una adecuada recolección y clasificación de información de tipo contable, operativa y financiera, con las que se desarrollarán acciones para una validación que determina anticipar o minimizar riesgos.

Según Detlefsen (2017) menciona criterios que evalúan la rentabilidad de la actividad agroforestal en un momento dado, permiten resumir gran cantidad de información en un solo valor y su respectiva comparación entre diferentes opciones para elegir el mejor en términos financieros, se presenta los indicadores de rentabilidad más comunes:

- **Valor Actual Neto (VAN).** - Estima la suma de los beneficios netos actualizados en la vida de un proyecto.
- **Beneficio – Costo (B/C).** – Relaciona los flujos de beneficios y costos actualizados en una forma relativa.
- **Tasa Interna de Retorno (TIR).** – Calcula teóricamente la tasa máxima de interés que un proyecto puede pagar mientras recupera toda la inversión y los costos de operación.

A diferencia de las plantaciones forestales puras, la plantación de árboles maderables o frutales en linderos es una alternativa que debe ser valorada por el productor en términos económicos; esta decisión conlleva necesariamente la inversión de recursos financieros, de mano de obra, manejo, administración e insumos. (Detlefsen & Somarriba, 2012, p 200)

#### ***1.2.6.2. Ambiental***

Román et al. (2016) considera que “los árboles en los SAF contribuyen a recuperar la biodiversidad y son una alternativa para reducir la deforestación, combatir la erosión de suelos y rehabilitar praderas degradadas” (p. 56), por otra parte, se menciona un gran potencial debido a su mayor complejidad biológica y estructural, que en la actualidad es de gran interés por los investigadores (Fournier, 1981).

Entre los diferentes beneficios se encuentran:

##### ***1.2.6.2.1. Suelo***

Arroyave (2004), refiere los sistemas agroforestales como productivos y sostenibles, teniendo “un alto potencial para mantener y mejorar la productividad en áreas que presentan problemas de fertilidad de humedad en los suelos” (p 5), por otra parte, Ramírez (s/f) menciona que al conservar una cubierta vegetal u hojarasca durante un periodo más extenso, esta brinda protección a la superficie de los suelos, evitando el impacto directo de rayos solares y gotas de lluvia.

FAO (2017) indican el aporte de fijación de nitrógeno por parte de los árboles que estabiliza al suelo permitiendo el uso en cultivos de terraza, cultivos en curvas de nivel y cultivos en fajas para combatir la erosión del suelo y aumentar su fertilidad, enfatizando el buen uso de la implementación de sistemas agroforestales.

#### 1.2.6.2.2. Biodiversidad

Montagnini et al. (2015) analiza que “ al aumentar las especies arbóreas y al hacerse más compleja la estructura del dosel del SAF, se proveen nichos para la coexistencia de un mayor número de especies incluyendo insectos y aves que pueden ejercer un biocontrol” (p 12), argumenta FAO (2017) si los sistemas están bien diseñados y manejados ayudarían a la restauración de ecosistemas, conservación de la biodiversidad y la adaptación del cambio climático.

Estudio realizado en la zona de Intag muestran que las pasturas con árboles presentan mayor número de especies de aves que las pasturas en monocultivo; a medida que se incrementa la cobertura arbórea, aumenta también la presencia de aves en dichos paisajes (Ocampo, 2018).

#### 1.2.6.2.3. Microclima

Detlefsen y Somarriba (2012) manifiesta “el uso de árboles en cortinas rompevientos es uno de los mejores ejemplos de efectos microclimáticos en un SAF, por las condiciones de crecimiento que mejoran cuando protegen cultivos contra el viento o se modera la temperatura del aire” (p 78).

Los sistemas agroforestales mejoran las condiciones microclimáticas y el suelo, favoreciendo el desarrollo de los diferentes cultivos que permanecen en asocio, esto lo logran gracias al sombrío necesario durante los meses de intensa sequía (Movimiento Agroecológico para Latinoamérica y el Caribe, 2004).

#### 1.2.6.2.4. Carbono

Vos et al. (2015) considera desde el punto de vista económico a los SAF en una interesante opción, al ser sumideros de carbono a nivel mundial que demandan inversiones proporcionalmente mucho más pequeñas que otras alternativas de mitigación al cambio climático. Compensado las emisiones de gases de efecto invernadero a diferencia de sistemas a pleno sol que emiten más de los que capturan (Montagnini et al., 2015).

España (2016) analiza la biomasa aérea en la especie *Alnus nepalensis* en la zona de Intag, indicando promedios significativos de acuerdo a las condiciones de sitio, afirmando un aporte de carbono según IPCC por parte de especies forestales a comparación de cultivos que no generan en gran proporción el suministro idóneo.

### **1.2.6.3. Social**

Rodríguez (2018) refiere a los sistemas agroforestales como una ayuda para establecer una producción más sostenible que asegura un futuro en el sector y lo plasma en un contexto de estabilidad social. Por otra parte, Román et al. (2016) enfatiza un impacto positivo con la existencia de una mayor oportunidad de empleo al presentarse una producción constante gran parte de año.

FAO (2017) plantea "la agroforestería puede mejorar los medios de vida en las comunidades rurales al proporcionar una variedad de alimentos, forraje y productos derivados de los árboles que aumentan la seguridad alimentaria y nutricional, generan ingresos y disminuyendo la pobreza (p1).

FAO (2011) indica "la seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana" (p. 1). SENPLADES (2017) menciona en la Constitución de Ecuador la seguridad alimentaria constituye un objetivo estratégico para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente.

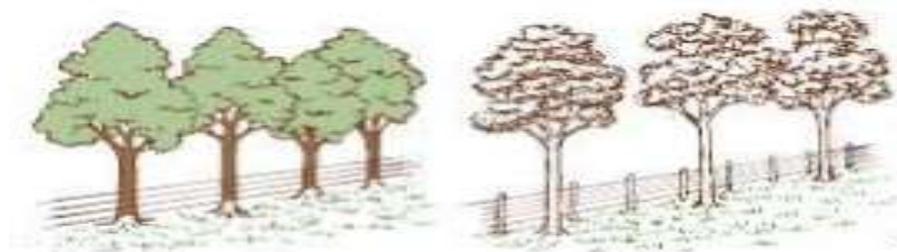
### **1.2.7. Árboles en linderos**

#### **1.2.7.1. Definición**

Ospina (2003) define a los linderos como "especies leñosas que demarcan límites internos o externos entre lotes y fincas, pueden estar asociados con ecosistemas, cultivos agrícolas, pasturas y animales con una multiplicidad de objetivos" (p. 54), como se representa en la figura 1.

**Figura 1**

*Representación de árboles en linderos*



De acuerdo con Beer (1994) considera que, "un lindero consiste en la plantación y manejo de árboles maderables en línea. Se le considera un sistema agroforestal porque su ubicación en las fincas puede ser combinada con cultivos agrícolas y pastos" (p. 3). Con base en Detlefsen y Somarriba (2012) consideran "en el caso de las propiedades dedicadas a las actividades forestales, agrícolas o ganaderas, la delimitación de los linderos reviste especial importancia, según se les considere social o productivamente" (p. 199).

### ***1.2.7.2. Importancia***

Jiménez et al. (2001) relaciona los beneficios en el aspecto ambiental con la promoción de la biodiversidad, también mantiene el consumo alimenticio de animales y el mismo ser humano. Según Méndez et al. (2000) indica:

Las tasas de crecimiento de los árboles sembrados en este sistema han demostrado ser mejor que las plantaciones en bloque. Aunque estas últimas pueden producir más madera por unidad de área sembrada, la plantación en linderos reduce el tiempo de cosecha porque cada árbol tiene menos competencia. (p. 70)

Desde la perspectiva social los linderos delimitan las relaciones entre el propietario del inmueble y sus vecinos, con ello se mantiene una relación armoniosa, teniendo principios y respetando las actividades de cada propietario, a fin de evitar conflictos de intereses (Detlefsen y Somarriba, 2012).

Por otra parte, Méndez et al. (2000) menciona su importancia en términos económicos, siendo la producción de madera comercializables una de las razones principales para la implementación de linderos, considerando la obtención de ingresos en un mediano plazo, para lo cual se debe tomar a consideración ciertos criterios. Como plantea Gonzáles y Camacho (1995) una buena producción depende de la especie a ser seleccionada, éstas "deben ser bien escogidas, eligiendo en el vivero los más sanos, fuertes, sin daños, no sobrecrecidos, o sea de primera calidad".

### ***1.2.7.3. Interacción entre componentes lindero – cultivos***

#### ***1.2.7.3.1. Ecológicas***

Jiménez y Muschler (1999) considera el asocio de especies forestales con cultivos perennes de manera simultánea, donde la parte arbórea contribuye con productos adicionales de mejora de

suelos, microclima, madera en diferentes periodos, además Farfán y Urrego (2004) menciona al componente arbóreo como un piso superior que cubre a los cultivos en manera de sombra.

#### *1.2.7.3.2. Económicas*

Detlefsen y Somarriba (2012) indica “en la región centroamericana diversos arreglos como árboles en linderos y árboles dispersos permiten diversificar los sistemas agrícolas y ganaderos, a la vez obtener productos maderables y/o frutos para consumo o para la venta” (p 15).

#### *1.2.7.3.3. Sociales*

La plantación de árboles maderables en línea es una forma de producir madera en áreas no utilizadas o marginales, además alienta la participación de los pequeños agricultores en proyectos de reforestación cuando la disponibilidad de tierra es restringida (Cordero & Boshier citado en Detlefsen y Somarriba, 2012).

### **1.2.8. Especie forestal**

#### *1.2.8.1. Aliso (Alnus nepalensis)*

En la zona de Intag – Ecuador, en el año 1995 se ejecutó el programa SUBIR (Uso Sostenible de los Recursos Biológicos), en este marco se introdujo la especie Aliso (*Alnus nepalensis*) con sus primeras semillas que fueron importadas desde Nepal, obteniendo criterios de mantener sostenibles los sistemas de producción agrícola, ganadera y silvícola (Añazco, 2018).

Los agricultores de la zona tomaron de mejor manera la implantación de la especie por sus beneficios de rápido crecimiento y adaptabilidad, lo que ha permitido recuperar tierras degradadas y generar varios servicios ecosistémicos (M. Añazco, comunicación personal, 08 de noviembre del 2018).

La especie ocupa 127,843 ha, distribuidas en las diferentes parroquias de la zona y representadas en diferentes formas de plantación, obteniendo un total de 242 áreas de estudios en 8 prácticas forestales que incluye 118 linderos maderables (Cevallos, 2017).

#### *1.2.8.2. Cultivos perennes*

“Los cultivos perennes se caracterizan porque después de sembrados pasan por una etapa de desarrollo seguida de una etapa productiva de varias cosechas antes de ser eliminados” (Molina, 2012, p56).

#### 1.2.8.2.1. *Café (Coffea arabica L)*

Figueroa et al. (s/f) menciona la cuna del café que se encontraba en África, específicamente en lo que hoy se conoce como Etiopía, “ el grano viajó a Europa desde el Viejo Continente de la mano de los muchos europeos que se lanzaron a la aventura americana, el café llegó al otro lado del Atlántico” (p. 4), en una visión histórica Tocancipá (2002) describe la adopción del café y su repoblación al mundo especialmente América Latina con un recorrido a los países como Brasil, Guatemala, Nicaragua, México, El Salvador y Costa Rica como países que mantenían la esclavitud y dominancia en similitudes, a diferencia de Estados Unidos caso particular con énfasis en el carácter individualista, con inicio a toda una industria del consumo en el norte del país gracias a la presencia de grandes empresarios.

Duicela citado en Quiliguango (2013) dice que *Coffea arabica* mantiene ciertas condiciones en las que se encuentra presente el pH que debe mantenerse en un rango de 5,5 a 6,5 correspondiente de medianamente ácido a ligeramente ácido; mientras que, con el porcentaje de materia orgánica obtenida de los suelos esta debe estar en valores de 2,1 % a 5,7 %.

Además, se establece una altitud optima que se encuentra entre los 300 a 1800 msnm, con una temperatura optima entre 18 y 21°C, una precipitación anual de 1800 a 2800 mm/año y una humedad relativa de 70 a 95% (Duicela citado en Quiliguango 2013).

Ponce et al. (2016) menciona “Ecuador es un país productor de las especies de café *Coffea arabica L.* y *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner, variedad Robusta distribuidas en las cuatro regiones geográficas del país Costa, Sierra, Amazonía y región Insular (p. 3). Con base a Ponce (2018) las distintas variedades de café condicionan las necesidades de diseñar un modelo de gestión enfocado a una productividad con visión en una sostenibilidad económica, social, ambiental e institucional, tomando en cuenta la particularidad de cada zona o región.

Ponce et al. (2018) manifiesta la cultura de sembrar café en sistemas agroforestales, sobre bases agroecológicas, a efecto de garantizar la protección y conservación de la biodiversidad y del bosque cafetero, mejorar los ingresos y condiciones de vida de los productores, Fournier (1981) considera los cultivos de café y cacao como componentes importantes en los sistemas agroforestales en países de América y Asia. Se considera la presencia de sombra para los cultivos, según Mittermerier et al citado en Villavicencio (2012) “debido a su compleja estructura y alta diversidad, son importantes para la conservación de las especies en países mega diversos como México, Ecuador, Perú, Tanzania, Indonesia y Australia” (p. 68).

En la zona de Intag perteneciente al cantón Cotacachi, se encuentra la Asociación Agro Artesanal de Caficultores "Río Intag" que nace como una alternativa productiva y sostenible frente a la explotación minera, en donde se encuentra la mayor producción de café en sistemas agroforestales (Ruiz, 2012).

#### 1.2.8.2.2. *Granadilla (Passiflora ligularis Juss)*

La granadilla es una planta perenne, de hábito trepador por medio de zarcillos y de rápido crecimiento, especie ejemplar en adaptaciones de búsqueda de luz y espacio (Melgarejo citado en Madrid & Dulanto, 2018), tiene un buen desarrollo entre 1800 – 2200 msnm, la altura sobre el nivel del mar influye en la apariencia extrema de la fruta, su temperatura óptima se encuentran entre los 12 y 20°C, la humedad relativa óptima esta e un rango de 80 a 90% (Saldarriaga, 1998).

Flores (2016) menciona el cultivo de granadilla en Ecuador se lo realiza en forma artesanal de pequeños productores para suplir el mercado local, con la introducción de variedades mejoradas, plantas de mejor calidad, nuevas tecnologías en especial en las provincias de Tungurahua e Imbabura.

En la zona de Intag existe gran variedad de frutas destacándose la granadilla entre ellas, de acuerdo con investigaciones realizadas en el campo tiene gran importancia en cuanto a producción concentrándose principalmente en las parroquias de García Moreno, Peñaherrera, Plaza Gutiérrez, Apuela y Cuellaje (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2013).

#### 1.2.8.2.3. *Pasto miel (Setaria sphacelata)*

Instituto Nacional Tecnológico (2016) menciona una clasificación de pastos y forrajes según su forma o hábito de crecimiento, según su ciclo vegetativo existe la categorización de pastos perennes los cuales mantienen un ciclo de vida largo y duradero, no necesitan de resiembra.

Pasto miel es una gramínea subtropical que presenta una amplia variación de formas y tipos dando lugar a numerosas descripciones de especies afines, caracterizadas por ser plantas perennes, cespitosas, con hojas glabras muy suaves al tacto que tienen por lo menos 50 cm de largo por 1 cm de ancho (Mas, 2007).

Se presenta con una temperatura óptima de crecimiento entre los 18 y 22 °C, indicando claramente su condición de subtropical, se la puede encontrar en suelos con valores de pH extremos (4,0 – 8,5), colocándose la mayoría en un rango de 5,5 a 6,5 (Mas, 2007).

### ***1.2.8.3. Estudios enfocados en la sostenibilidad agroforestal***

La multiplicidad de posibles funciones, hacen de los linderos un sistema agroforestal de uso cada vez más frecuente en los programas de manejo. Varios estudios demuestran excelente crecimiento de varias especies maderables bajo este sistema agroforestal (Jiménez et al., 2001).

Tybirk citado en Ospina (2003) menciona "en tierras altas peruanas, árboles en linderos de los géneros *Alnus*, *Prunus*, *Sambucus* y *Spartium* se asocian con pasturas, ganado vacuno y cría de ovejas. Esta tecnología agroforestal mejora condiciones microclimáticas de tierras peruanas, además de producir carne, lana, madera, leña y abono orgánico (p 96).

Se realiza un estudio de factibilidad para la creación de una microempresa, dedicada a la producción y comercialización de granadilla en la provincia de Imbabura, cantón Antonio Ante en la parroquia San Roque; en donde, se cuenta con aproximadamente 625 plantas de granadilla/ ha (monocultivo) como muestra de estudio, obteniendo indicadores financieros de VAN, TIR Y B/C que demuestran ser factible en las condiciones estudiadas (Cadena, 2013).

Se determina el análisis de sustentabilidad en diferentes prácticas agroforestales, en tres regiones naturales del Ecuador continental, definiendo tres indicadores: financiero, social y ambiental, concluyendo que las prácticas agroforestales son sustentables y constituyen tecnologías apropiadas para diversificar los monocultivos de especies agrícolas y/o pastos (Añazco, 2017).

Se analiza la investigación sobre la caracterización de la vegetación y el microclima en sistemas agroforestales café (*Coffea arabica* L.) en tres pisos altitudinales en la provincia de Loja del cantón Puyango, evaluando indicadores microclimáticos: temperatura del aire, humedad relativa, mostrando resultados para toda la zona de estudio una temperatura interna que oscila entre 23,77 y 28,27 °C, la humedad relativa de 62,86 a 75,27 % (Fernández, 2018).

Se observa la evaluación agronómica y productiva del cultivo de café (*Coffea arabica*) bajo tres sistemas agroforestales más la aplicación de un fertilizante foliar orgánico, en la provincia de Bolívar, cantón Echeandía donde, se presenta las especies forestales: Guabo, Pachaco y Fernán Sánchez para los respectivos sistemas, el cultivo de café se presenta bajo una densidad de 3558 plantas/ha y se determina la producción del cultivo en kg de café cerezo por ha, dando como mejor resultado el sistemas de café + Pachaco e incluido la aplicación del fertilizante (Ortega, 2012).

Se muestra la investigación sobre el análisis del comportamiento de *Alnus nepalensis* asociado con *Brachiaria decumbens* y *Setaria sphacelata*, en la provincia de Imbabura, cantones Cotacachi y Otavalo, parroquia Cuellaje y Selva Alegre, se obtuvo la producción (kg biomasa/ha) con el

periodo de 24 meses de edad, en los respectivos socios, indicando que el pasto *Brachiaria decumbens* en Cuellaje alcanzó la mayor producción con 16.805 kg biomasa/ha, mientras que el pasto *Setaria sphacelata* su mayor producción fue en San Luis con 11.236 kg biomasa/ha (Castillo, 2012).

Se menciona la investigación para determinar la rentabilidad financiera de un sistema agrosilvícola de *Alnus nepalensis* en asocio con *Coffea arabica* y *Calliandra pittieri* en la zona de Intag del cantón Cotacachi en la provincia de Imbabura donde, se obtuvo resultados de acuerdo a los diferentes indicadores financieros: VAN de \$10.555,14, TIR de 58% y B/C de \$6,58 deduciendo que el sistema es rentable para el agricultor (Paredes et al. 2020).

Se considera un estudio sobre la sostenibilidad de un sistema silvoagrícola realizado al norte del Ecuador, en el cantón Pimampiro, compuesto por las especies forestales de *Alnus acuminata* y *Juglans neotropical* mientras que en cultivos agrícolas se presenta: pimiento, frejol, granadilla y un cultivo forestal frutal de aguacate, en donde uno de sus objetivos era la determinación del SAF en la soberanía alimentaria de la familia enfocado al desarrollo de puestos de trabajo, su resultado durante los 20 meses de evaluación requirió 812 jornales, indicando que está basado en las necesidades de las actividades a realizarse por cultivo (Yamberla, 2017).

Se establece un artículo de caracterización de nueve agroecosistemas de café en los Andes colombianos de la cuenca del río Porce con un enfoque agroecológico, evaluando dimensiones económico, social y técnico-productiva, dando a conocer un aspecto fundamental sobre la seguridad alimentaria que explica a pesar de las deficiencias en la productividad del café, esta mantiene valores altos en la mayor parte de las fincas destacándose como un factor relevante en la reproducción social de las familias campesinas (Machado et al. 2014).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1.Descripción del área de estudio**

##### **3.1.1. Política**

La investigación se realizó en tres sitios distintos, ubicados en Vacas Galindo a 1400 msnm, Peñaherrera a 1876 msnm y 6 de Julio Cuellaje a 2000 msnm, parroquias de la zona de Intag, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura (anexo 1).

##### **3.1.2. Geografía**

Los sitios de la investigación se encuentran a 78,53° de longitud W, 0.34° de latitud N parroquia Vacas Galindo, 78,54° de longitud W, 0,35° de latitud N parroquia Peñaherrera, 78.53° de longitud W, 0.39° de latitud N parroquia 6 de Julio Cuellaje.

##### **3.1.3. Datos climáticos**

Parroquia Vacas Galindo tiene una temperatura que va desde los 14° C y 20° C, la precipitación se encuentra alrededor de 3000 mm/año (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Rural de Vacas Galindo, 2015). Parroquia Peñaherrera con una temperatura media anual es de 14,7 ° C, la precipitación media anual es de 1414,2 mm, el mes más lluvioso es abril, mientras que el de menor precipitación es agosto (Gobierno Autónomo Descentralizado Rural de Peñaherrera, 2015). Parroquia 6 de Julio Cuellaje tiene una temperatura entre los 10° C – 20° C, la precipitación se encuentra entre 1500 mm – 3000 mm (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial “6 de Julio - Cuellaje”, 2015).

#### **3.2.Materiales, equipos y software**

Los materiales y equipos que se utilizaron para la investigación se presentan en la tabla 1, a continuación.

**Tabla 1.**

*Materiales, equipos y software*

---

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Software</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Hoja de campo</li><li>• Útiles de escritorio</li><li>• Fundas Zipper</li><li>• Recipientes</li><li>• Machete</li><li>• Oz</li><li>• Papel periódico</li><li>• Fundas de basura</li><li>• Alcohol 70%</li><li>• Algodón</li><li>• Deja</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Computador</li><li>• Navegador GPS</li><li>• Cámara fotográfica</li><li>• Tijera podadora</li><li>• Cinta métrica</li><li>• Hipsómetro Suunto</li><li>• Balanza digital</li><li>• Estufa</li><li>• Barreno de Pressler</li><li>• Termómetro ambiental</li><li>• Higrómetro</li><li>• Binoculares</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Microsoft Excel</li><li>• Microsoft Word</li><li>• ArcGIS 10.3</li><li>• Merlin</li><li>• Biodiversity PRO</li></ul>

---

### **3.3. Metodología**

#### **3.3.1. Muestreo**

##### **3.3.1.1. Universo**

El área de investigación estuvo conformada por 118 prácticas de linderos ubicadas en la zona de Intag (Cevallos, 2017).

##### **3.3.1.2. Tamaño de la muestra**

Se aplicó la ecuación del tamaño de muestra y tamaño de muestra ajustado, planteada por Aguirre y Vizcaíno (2010), se obtuvo el número de prácticas de linderos a ser seleccionados. El parámetro considerado fue en función de la altitud de la zona, donde se determinó mediante:

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 S^2}{E^2} \quad n_a = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra

n<sub>a</sub> = Tamaño de muestra ajustada

N = Población

S<sup>2</sup> = Varianza

E = Error

t<sub>α</sub> = Valor tabular de la t de Student

### 3.3.2. Determinar la sostenibilidad financiera en la práctica agroforestal

Mediante encuestas y conversatorios con los propietarios y personas aledañas a la práctica agroforestal linderos de los tres sitios, se levantó información primaria, analizada y procesada mediante los siguientes indicadores: Valor Actualizado Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Relación Beneficio Costo (B/C) y Valor Esperado de la Tierra (VET).

Se realizó un análisis de los indicadores financieros, obteniendo costos e ingresos del componente forestal, así como de los cultivos presentes en cada sitio, los cuales se realizaron en base a la metodología de costo fijos y variables (Detlefsen, 2017). Además, se hizo un análisis del ingreso que se obtendrá por la venta de madera mediante el turno de corta económico y mediante los costos e ingresos obtenidos se realizó los cálculos que requieren los indicadores de rentabilidad financiera planteados como se indican:

#### 3.3.2.1. Valor Actualizado Neto (VAN)

Se calculó con la siguiente ecuación:

$$VAN = \sum \frac{(B_t - C_t)}{(1 + r)^2}$$

Donde:

B= Beneficio en el año t

C= Costos en el año t

r= tasa de descuento aplicada

### 3.3.2.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Se calculó con la siguiente ecuación:

$$TIR = \sum \frac{(B_t - C_t)}{(1 + p)^2}$$

Donde:

B= Beneficio alcanzados en el año t

C= Costos incurridos en el año t

P= tasa interna de retorno aplicada

### 3.3.2.3. Beneficio / Costo (B/C)

Se calculó con la siguiente ecuación:

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

Donde:

B/C= Relación beneficio costo

Tbe= Total beneficios encontrados

Tcd= Total costos encontrados

### 3.3.2.4. Valor esperado de la tierra (VET)

Se calculó con la siguiente ecuación:

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

Donde:

VET= Valor esperado de la tierra

i= Tasa de actualización

n= Número de años

## 3.3.3. Evaluar el impacto ambiental a nivel de suelo, biodiversidad, microclima y contenido de carbono en la práctica agroforestal

### 3.3.3.1. Suelo

Para la evaluación del impacto a nivel de suelo se comparó el análisis de la composición química dentro y fuera de la práctica de lindero, se realizó la toma de muestras de suelo con el

método de zigzag que se ajusta a la práctica agroforestal, se recolectó submuestras y se las mezcló para obtener la muestra representativa equivalente a 1 kg, una vez obtenidas las muestras representativas de cada sitio se procedió a embalar y separar en fundas zipper para luego identificarlo mediante la respectiva codificación del lugar recolectado, la altitud a la que se encontraba, superficie que representa y observaciones relevantes.

Finalmente se enviaron las muestras de suelo a los laboratorios de AGROCALIDAD que se encuentra ubicada en la ciudad de Quito para el respectivo análisis de las propiedades químicas específicamente de pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre, hierro, manganeso y zinc.

### **3.3.3.2. Biodiversidad**

Para evaluar la biodiversidad a nivel de macrofauna se tomó como indicadores a aves e insectos planteadas de la siguiente manera:

#### **3.3.3.2.1. Aves**

Se observó aves en los tres diferentes sitios donde se encuentra la práctica agroforestal teniendo a consideración la presencia del lindero (aliso).

A través de conversatorios con propietarios de los linderos e investigaciones bibliográficas se obtiene información secundaria de posibles especies de aves que se encuentren en los sitios, por lo que se planteó visitas de campo para el avistamiento en un horario de 5:00 am a 17:00 pm, mediante el instrumento de binoculares, se tomó a consideración la descripción de aves, el oír de sus cantos y sus principales características que ayudaron a la identificación de las especies, además de ello se utilizó la aplicación Merlin que tiene una base de datos sobre aves del noroccidente del Ecuador.

La información primaria de la observación fue llevada a expertos en el campo para lograr obtener de mejor manera la identificación de cada especie. Así una vez obtenida esta información se procedió al respectivo análisis mediante los índices planteados.

#### **3.3.3.2.2. Insectos**

Se colocaron trampas pitfall a lo largo de cada lindero y fuera del mismo en cada sitio para mantener su respectiva comparación, se instalaron en distintos días a un diferente horario para obtener de mejor manera una muestra representativa de los lugares, las especies encontradas fueron

llevadas al Laboratorio de Entomología de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales perteneciente a la Universidad Técnica del Norte para su respectiva identificación.

Los datos obtenidos en el muestreo e identificación se analizaron mediante los índices que se muestran a continuación:

- Índice de Shannon

Se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (P_i * \ln P_i)$$

Donde:

H'= Índice de Shannon – Wiener

Pi = (ni/N) = Proporción (abundancia relativa)

ln = logaritmo natural (base “e” = 2, 7182...,)

El impacto de acuerdo con el índice de Shannon se determinó por los valores que se expresan mediante rangos establecidos que varían entre 0 – 1,35 diversidad baja, 1,36 – 3,5 diversidad media y >3,5 diversidad alta (Aguirre, 2013).

- Índice de Simpson

Se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$D = \sum \frac{(n_i(n_i - 1))}{N(N - 1)}$$

Donde:

D = Índice de Simpson, expresado como 1-D o 1/D

ni = Número de individuos de la especie i

N = Número total

El impacto de acuerdo con el índice de Simpson indicó la importancia de las especies dominantes, relacionándolo con la diversidad existente mediante los rangos de 0 – 0,33 diversidad baja, 0,34 – 0,66 diversidad media y > 0,67 diversidad alta, según (Aguirre, 2013).

### 3.3.3.3. *Microclima*

Las variables microclimáticas estudiadas son temperatura y humedad, para lo cual se obtuvo información a través de instrumentos especiales como un higrómetro y termómetro ambiental, la toma de información se realizó una vez al mes en tres distintos horarios que abarca la mañana, medio día y tarde, obteniendo valores tanto de la práctica agroforestal lindero como fuera del mismo para su respectiva comparación.

### 3.3.3.4. Contenido de carbono

#### 3.3.3.4.1. Aliso

Para el cálculo del contenido de carbono se utilizó la biomasa viva aérea mediante el porcentaje que establece el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC), que corresponde al 50% de la misma.

Se calculó la biomasa viva como se muestra en la ecuación (FAO, 1998).

$$\text{Biomasa viva aérea} = D * V * FE$$

Donde:

D = Densidad de la muestra

V = Volumen de cada árbol

FE = Factor de expansión = 1,6

Para la obtención de la densidad que se muestra en la ecuación se utilizó el instrumento del barrenado de Pressler, donde se tomó una muestra del individuo con la finalidad de conseguir su volumen verde.

$$D = \frac{P_{\text{seco}}}{V_{\text{verde}}}$$

El volumen verde se calculó mediante la siguiente ecuación: (Valencia & Vargas, 1997).

$$Vv = 3,1416 * D^2 * \frac{L}{4}$$

Donde:

Vv = volumen estimado del cilindro de la madera (cm<sup>3</sup>)

D= diámetro interior del cilindro del taladro Pressler (0,5 cm)

L= Largo de la muestra de madera (cm)

Seguidamente se calculó el volumen del árbol con la siguiente ecuación: (Gutiérrez et al. 2013).

$$V = (DAP)^2 * 0,7854 * Hc * FM$$

Donde:

V= volumen ( $m^3$ )

DAP= diámetro a la altura del pecho

Hc= altura comercial

FM= factor mórfico (0,7)

#### 3.3.3.4.2. *Café y granadilla*

Se seleccionó una planta de granadilla y una de café que eran representativos de cada sitio, la cual se la extrajo en su totalidad, se las seccionó en sus componentes (raíz, tallo, ramas, hojas). Posteriormente se coló en fundas plásticas herméticamente selladas y se trasladó al Laboratorio de Anatomía de Madera y Xiloteca, donde se las pesó por separado y se sometió a un secado en estufa a  $105^\circ$  periodo aproximado de 48 horas. Para luego obtener el peso seco, es decir la biomasa y su respectivo porcentaje.

Una vez obtenido la biomasa total de la planta se extrapolo al número exacto de individuos que se encuentran en la práctica agroforestal, para obtener la biomasa de los distintos cultivos. Por último, se determinó el contenido de carbono multiplicando el valor por el coeficiente propuesto por el IPCC de (0,5).

#### 3.3.3.4.3. *Pasto*

Para la obtención de biomasa viva en pasto se obtuvo el área efectiva de pasto en la práctica agroforestal lindero. Luego con un cuadrado de madera de 50 cm x 50 cm ( $2.500\text{ cm}^2$ ) se tomó muestras aleatoriamente de aproximadamente 70 cm de alto desde el suelo, se calculó el porcentaje de materia seca (MS), relacionándose con el peso en verde del pasto recolectado y el área de la práctica; por último, se determinó el contenido de carbono multiplicando el valor por el coeficiente propuesto por el IPCC de (0,5).

De la misma manera se obtuvo la muestra de pasto, que fue empaquetada y enviada a los Laboratorios de Agrocalidad, donde se obtuvo el análisis bromatológico de humedad, materia seca, proteína, grasa, ceniza y fibra.

#### **3.3.4. Identificación del aporte a la seguridad alimentaria y el empleo en la práctica agroforestal**

El aporte a la seguridad alimentaria se determinó mediante el cálculo porcentual de la distribución de producción en la práctica agroforestal linderos de cada sitio, para el consumo interno de la familia y la comercialización.

Se indagó a los diferentes propietarios mediante entrevistas semiestructuradas que abordaba temas relacionados a la productividad, dinero adquirido por concepto de venta de cultivos, redistribución de dinero ganado, forma de empleo de los trabajadores, a fin de conocer la seguridad alimentaria de cada familia y su correspondiente uso.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Rentabilidad financiera de la práctica agroforestal (linderos)**

Los indicadores financieros presentan rentabilidad en los diferentes socios que se presenta a continuación:

##### **4.1.1. Lindero de socio aliso – café**

El socio mostró un VAN positivo de \$ 7.970,22, un TIR de 34% que supera la tasa de interés referencial del 12%, una relación B/C de \$1,68 indicando que por cada dólar invertido existe una ganancia de US \$ 0,68 ctvs y el VET de \$10.644,18 que asume un valor alto, siendo el mayor aporte proveniente de la especie forestal que a futuro se podrá obtener mayor ganancia por su presencia.

Paredes et al. (2020) en su investigación de rentabilidad financiera en el sistema agrosilvícola del socio de aliso - café - tura muestra un VAN de \$10.555,14, un TIR de 58% y un B/C de \$6,58 para ello se considera la densidad del cafetal que se encuentra con 3.000 plantas de café y 120 árboles de aliso en una extensión de 3 ha, a comparación con la presente investigación en el caso del socio aliso – café se presenta valores menores en cada uno de los indicadores, la diferencia existente probablemente recae en la extensión del terreno y las densidades presentadas por cada investigación, sin embargo, se puede deducir que los socios son rentables.

##### **4.1.2. Lindero de socio aliso – granadilla**

El socio determinó un VAN positivo de \$11.035,22, un TIR de 95% que supera la tasa de interés referencial del 12%, una relación B/C de \$1,74 indicando que por cada dólar invertido existe una ganancia de US \$0,74 ctvs y el VET de \$24.609,35 que asume un valor alto, considerando el mayor aporte de la especie forestal agregando una mayor ganancia a futuro.

Cadena (2013) en su estudio de factibilidad para la creación de una microempresa dedicada a la producción de granadilla (monocultivo), obtuvo indicadores financieros de VAN \$20.167 dólares americanos, TIR de 21,07% y un B/C de \$1,23 dólares americanos, comparando los resultados obtenidos en la investigación mediante el socio de aliso – granadilla, dan una similitud con un TIR y B/C rentables para los respectivos estudios. Sin embargo, muestran una diferencia con un VAN menor al estudio planteado por Cadena, esto podría deberse a la diferencia de densidad de la planta de granadilla establecido en el monocultivo.

### **4.1.3. Lindero de asocio aliso - pasto**

El asocio presentó un VAN positivo de \$5.670,30, un TIR de 46% que supera la tasa de interés referencial del 12%, una relación B/C de \$5,56, indicando que por cada dólar invertido existe una ganancia de US \$ 4,56 ctvs a razón de mantener la presencia del lindero forestal y el VET de \$24.412,49 presentado como un valor alto, indicando que a futuro se obtendrá mayor ganancia por presencia de la especie aliso.

Ocampo (2018) basado en su estudio de sostenibilidad del sistema silvopastoril entre *Alnus nepalensis* y *Brachiaria decumbens* con relación a un monocultivo mostró un VAN de \$24.262,00 dólares americanos, TIR de 41%, B/C de \$3,19 dólares americanos y un VET de \$35.783,00 dólares americanos, lo que define positivamente al sistema silvopastoril en comparación al monocultivo de su estudio, comparando con la investigación planteada en el caso del asocio aliso – pasto los indicadores de VAN Y VET generan valores menores pero los indicadores de TIR y B/C son valores mayores, comparados con el presente estudio se puede mencionar que al no contar con la venta de ganado se obtiene valores inferiores, sin embargo, se denota que en los estudios sobresale la madera de la especie forestal al ser generadora de una ganancia representativa por su venta.

## **4.2. Impactos ambientales de la práctica agroforestal (linderos)**

### **4.2.1. Suelo**

#### ***4.2.1.1. Propiedades químicas lindero de asocio aliso - café (1400msnms)***

El análisis de los resultados tomados por las muestras de suelo dentro y fuera del lindero, indican valores de pH, materia orgánica y nitrógeno interpretados como bajos, debido a la influencia del lindero.

Mediante análisis de correlaciones realizadas se obtiene dos altamente significativas y dos significativas (Tabla 2). Demostrando los resultados del análisis de la muestra de suelo, donde indica que las variables materia orgánica y nitrógeno se presentan en rangos menores por la determinación de la variable altitud.

**Tabla 2***Correlaciones directas*

<b>Correlaciones</b>	<b>Correlación</b>	<b>Significancia</b>	<b>95%</b>	<b>99%</b>
alt vs MO	0,929	**	0,754	0,874
alt vs N	0,924	**	0,754	0,874
alt vs Fe	0,825	*	0,754	0,874
alt vs Cu	0,794	*	0,754	0,874

**4.2.1.2. Propiedades químicas lindero de asocio aliso - granadilla (1786msnms)**

El análisis de los resultados mostró tener una disminución de pH por la presencia del lindero, la materia orgánica tiene un valor mayor con respecto a la influencia del lindero aportando mayor contenido al suelo y favoreciendo al cultivo, mientras que el fósforo tiene una incidencia menor.

Se obtiene dos correlaciones directas altamente significativas (Tabla 3), que aportan al análisis de las propiedades químicas del suelo para demostrar la influencia de materia orgánica en otros nutrientes como lo son nitrógeno y hierro.

**Tabla 3***Correlaciones directas*

<b>Correlaciones</b>	<b>Correlación</b>	<b>Significancia</b>	<b>95%</b>	<b>99%</b>
MO vs N	1,000	**	0,754	0,874
MO vs Fe	0,884	**	0,754	0,874

**4.2.1.3. Propiedades químicas lindero de asocio aliso - pasto (2000msnms)**

Los análisis de los resultados demostraron tener un pH menor por la presencia del lindero; por otra parte, se presentan valores favorables en cuanto a materia orgánica, N, P, K, Fe, Mn con la presencia del lindero y valores inferiores en Ca y Cu.

Los análisis de correlación determinaron relaciones inversas con tres altamente significativas y una significativa (Tabla 4), que contribuye al análisis de suelo enfatizando que los nutrientes de calcio, cobre y zinc se presenta en valores inferiores al ser inversamente proporcionales a otros nutrientes.

**Tabla 4***Correlaciones inversas*

<b>Correlaciones</b>	<b>Correlación</b>	<b>Significancia</b>	<b>95%</b>	<b>99%</b>
Zn vs Ca	-0,969	**	0,754	0,874
Mg vs Cu	-0,906	**	0,754	0,874
Mg vs Zn	-0,924	**	0,754	0,874
pH vs Cu	-0,859	*	0,754	0,874

Se puede manifestar que, en relación con los tres sitios según resultados antes mencionados existe un déficit de aporte en cuanto a materia orgánica y nitrógeno, con respecto a la parroquia de Vacas Galindo ubicado a 1400 msnm, esto puede deberse a la variación de altitudes que se presenta en el estudio. Así como se demuestra en la investigación de Sánchez et al. (2005), sobre la variación del contenido y composición de la materia orgánica con respecto a la altitud, manifestando que la influencia del relieve es determinante tanto en la cantidad como en la calidad de la materia orgánica.

Las muestras recolectadas en los tres sitios manifiestan la influencia por parte de los linderos (aliso), indican reducir los valores de pH significativamente haciendo del suelo más productivo para los diferentes cultivos establecidos, Farinango (2018) en su investigación realizó el análisis de las propiedades químicas, con valores de pH que demuestra la disminución de sus niveles por la presencia del lindero, en comparación a la de su testigo. Por lo tanto, se deduce un impacto positivo del lindero de aliso ante el parámetro mencionado.

En cuanto a los macronutrientes (P, K, Ca, Mg) y micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn) analizados, demuestran que la presencia del lindero forestal de aliso genera un impacto positivo al suelo aumentando los valores de los ya mencionados nutrientes. Ocampo (2018) menciona en su estudio el análisis de propiedades químicas del suelo en un sistema silvopastoril con la presencia de la especie forestal en estudio, indicando evidencias de valores favorables producto de este establecimiento. Reiterando así, el buen comportamiento de la especie en los distintos suelos presentes.

## 4.2.2. Biodiversidad

### 4.2.2.1. Aves

Los resultados de acuerdo con el índice de Shannon indican que, en los tres casos presentes de la práctica agroforestal existe un mayor valor de diversidad por la influencia del lindero (aliso), siendo la práctica de aliso – café la que mayor genera un impacto positivo a la biodiversidad como se observa en la tabla 5. Al comparar con los rangos de índice de Shannon los valores de 0 a 1,35 diversidad baja, 1,36 a 3,5 diversidad media y  $> 3,5$  diversidad alta, se presenta la biodiversidad de la investigación en un rango alto en cuanto a avifauna.

**Tabla 5**

*Índice de diversidad de Shannon - Wiener*

Práctica agroforestal	Índice	
	Con lindero	Sin lindero
Aliso - café	1,84	1,6
Aliso - granadilla	1,53	1,26
Aliso - pasto	1,81	1,41

La diversidad de las especies encontradas bajo el índice de Shannon presentan similitud en todos los casos al mantener una diversidad media por el hecho de contar con la influencia del lindero (aliso), en el primer caso del asocio existe una mayor significancia a comparación de los otros casos, este posiblemente se deba a que en sus alrededores mantienen una diversidad de flora, generando refugio, alimento y sitios de descanso para aves, lo que proporciona mayor avifauna en la práctica agroforestal.

Cárdenas et al. (2003) en su estudio de diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitats en Costa Rica, demuestra según índice de Shannon ser diferentes siendo los potreros de alta cobertura y bosques riparios ser más altos en diversidad a comparación de fragmentos de bosque seco y potreros de baja cobertura, expresando mantener la diferencia a razón de contar con especies de árboles como *Cordia alliodora*, *Tabebuia rosea*, *Byrsonima crassifolia* y *Acosmium panamense*, que brindan variados recursos a la avifauna presente de la zona, lo que se puede deducir que la especie *Alnus nepalensis* proporciona un impacto positivo para la avifauna fomentando una mayor diversidad.

Por otra parte, Alvarado et al. (2001) en su estudio sobre aves y plantas leñosas en cortinas rompevientos realizado en Nicaragua, presenta datos sobre índice de Shannon aplicado a diferentes categorías: cortinas rompeviento en buen estado (CRBE), cortinas degradadas (CD) y campos abierto (CA) con especies de eucalipto, leucaena y sardillo, indicando un resultado de una mayor diversidad en CRBE al presentar la captura de 31 especies a diferencia de 17 y 5 especies capturados en las otras categorías respectivamente, por lo tanto se mantiene una concordancia con el estudio presente al demostrar que la práctica agroforestal genera mayor número de especies que un campo abierto (Anexo 2).

Los resultados de acuerdo con el índice de Simpson (1-D) indican en los tres casos presentes de la práctica agroforestal existe un mayor valor de diversidad por la influencia del lindero (aliso), siendo el asocio de aliso – café la que mayor genera un impacto positivo a la biodiversidad, como se observa en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Índice de diversidad de Simpson*

<b>Práctica agroforestal</b>	<b>Índice</b>	
	<b>Con lindero</b>	<b>Sin lindero</b>
Aliso - café	0,85	0,6
Aliso - granadilla	0,72	0,66
Aliso - pasto	0,84	0,72

Por otra parte, para el caso de índice de Simpson también se realizó el análisis mediante programa BioDiversity Pro indicando valores con respecto a la dominancia (D) de cada práctica, la cual permite estimar la probabilidad de que dos individuos que fueron seleccionados al azar pertenezcan a diferentes especies interpretándose cuanto más se acerca el valor de D a 0, existe una equitatividad y cuanto más se acerca el valor de D a 1 se presentaría una sola sp (Anexo 4).

Lang et al. (2003) en su estudio sobre composición de la comunidad de aves en cercas vivas en Costa Rica, indica la comparación de diversidad de la avifauna entre cercas vivas complejas y cercas vivas simples aplicando índice de Simpson mediante Biodiversity Pro, dando un resultado de un mayor índice de diversidad en cercas complejas, sin embargo, no existió diferencias significativas entre ellas, pero si se presentó una dominancia mayor en cercas complejas. Por

consiguiente, mantiene similitud con el presente estudio, siendo el lindero (aliso) una fuente de hábitats que atrae a diferentes especies de aves.

Velasquez (2009) en su investigación de la estructura de la comunidad de aves en sistemas de producción del piedemonte amazónico, realiza el análisis de dominancia mediante índice de Simpson a sistemas de producción: ganadería tradicional, silvopastoril y agroforestal, donde no existió diferencias significativas entre sí pero se presentó una mayor diversidad en el sistema agroforestal lo que asemeja al estudio planteado mediante la incorporación de la práctica agroforestal (linderos) demostrando que al mantener un asocio equilibrado existirá un mayor nivel de diversidad.

#### 4.2.2.2. Insectos

Los resultados de acuerdo con el índice de Shannon indica que no existe una influencia por parte del lindero (aliso) para un mayor aporte en cuando a la diversidad de insectos (Tabla 7). Al comparar con los rangos de índice de Shannon los valores de 0 a 1,35 diversidad baja, 1,36 a 3,5 diversidad media y  $> 3,5$  diversidad alta, se presenta la biodiversidad de la investigación en un rango bajo.

**Tabla 7**

*Índice de diversidad Shannon - Wiener*

Práctica agroforestal	Índice	
	Con lindero	Sin lindero
Aliso - café	0,43	0,55
Aliso - granadilla	0,97	0,98
Aliso - pasto	1,16	1,20

Mediante rangos de valores de índice de Shannon, los tres casos se encuentran con una diversidad baja por lo que se indica que los cambios en el número de especies pueden variar de una época a otra respecto a temperatura y precipitación.

Caicedo et al. (2018) en su investigación sobre población de macrofauna en sistemas silvopastoriles dedicados a la producción de la leche, realiza el análisis de la diversidad mediante índice de Shannon reflejando resultados de 0,902 en *Alnus acuminata* - mezcla forrajera, 1,161 en *Acacia melanoxylon* - mezcla forrajera y 0,924 en mezcla forrajera, identificando un mayor valor de diversidad en el segundo caso, en relación al presente estudio se puede decir que mantienen

valores bajos según rangos establecidos del índice, esto probablemente se deba al tiempo y periodo de recolección de muestras.

Suárez et al (2015) en su estudio sobre macrofauna edáfica asociada con sistemas agroforestales en la Amazonía colombiana evalúa la diversidad por medio de índice de Shannon en épocas de máxima y mínima precipitación en diferentes arreglos agroforestales: *Cariniana pyriformis* (abarco) – *Eugenia stipitata* (arazá) – *Flemingia macrophylla* (flemingia), *Hevea brasiliensis* (caucho) – *Theobroma grandiflorum* (copoazú), *Schizolobium amazonicum* (parica) - *Hevea brasiliensis* (caucho) - *Theobroma grandiflorum* (copoazú), *Genipa americana* (uvito) – *Bactris gasipaes* (chontaduro) - *Theobroma grandiflorum* (copoazú) - *Eugenia stipitata* (arazá) - *Flemingia macrophylla* (flemingia), mostrando una mayor diversidad de macrofauna en períodos de máxima precipitación así, se puede decir que la presencia de insectos están determinadas por las condiciones del medio ambiente principalmente por la temperatura y la precipitación.

Los resultados de acuerdo con el índice de Simpson planteado indican que no existe una influencia significativa por parte del lindero (aliso) para generar una mayor diversidad. Sin embargo, según rangos de índice de Simpson (1-D) valores de 0 a 0,33 diversidad baja, 0,34 a 0,66 diversidad media y > 0,67 diversidad alta, demuestran mantener en una diversidad media en el segundo y tercer caso presentado en la tabla 8.

**Tabla 8**

*Índice de diversidad Simpson*

<b>Práctica agroforestal</b>	<b>Índice</b>	
	<b>Con lindero</b>	<b>Sin lindero</b>
Aliso - café	0,23	0,31
Aliso - granadilla	0,52	0,60
Aliso - pasto	0,64	0,64

Por otra parte, para el caso de índice de Simpson se realizó también el análisis mediante programa BioDiversity Pro que indica los valores con respecto a la dominancia (D), relacionadas a los valores de 0 a 1 (Anexo 4).

Caicedo et al. (2018) en su investigación realiza el análisis de diversidad mediante índice de Simpson que indicó mantener una mayor diversidad y dominancia en el asocio de *Acacia*

*melanoxilum* y mezcla forrajera, para el caso del asocio aliso – pasto del presente estudio mantiene un nivel mayor de diversidad y dominancia a diferencia de los otros socios.

Espinosa (2018) en su estudio realizado bajo un sistema agroforestal café – espino encontró diversidad de insectos catalogados bajo el orden de coleóptera, díptera, lepidóptera y himenóptera la cual mantiene similitud con el presente estudio donde se encontró los mismos tipos de ordenes (Tabla 24 - Anexo 3). Sin embargo, se presentan en bajos nivel pudiéndose deber a la frecuencia de la obtención de muestras y el tipo de recolección con las que se obtuvo las distintas muestras.

### 4.2.3. Microclima

#### 4.2.3.1. Temperatura

Mediante un termómetro ambiental se obtuvo los datos de promedios anuales relativos a la práctica agroforestal en los diferentes sitios presentes (Tabla 9), tomando referencia al lindero (aliso) se presenta valores inferiores por la presencia de este, manifestando que su influencia permite bajar o conservar una temperatura adecuada para los distintos cultivos en asocio.

**Tabla 9**

*Temperatura promedio anual (linderos)*

<b>Altitud</b>	<b>Referencia</b>	<b>Promedio anual</b>
1400	CL	20,8
1400	SL	21,8
1786	CL	19,4
1786	SL	20,5
2000	CL	17,9
2000	SL	19,0

Nota. CL= Con lindero, SL= Sin lindero

Se presenta promedios anuales de las diferentes altitudes sin la influencia del lindero (aliso) y se considera estaciones meteorológicas que se encuentran en rangos aproximados de altitud con la presente investigación, como se observa en la tabla 10. Demostrando que existen variaciones de temperatura en relación con la gradiente altitudinal.

**Tabla 10***Temperatura promedio anual práctica agroforestal - estaciones*

<b>Práctica agroforestal</b>			<b>Estaciones</b>		
<b>Sitio</b>	<b>Altitud</b>	<b>Promedio anual</b>	<b>Sitio</b>	<b>Altitud</b>	<b>Promedio anual</b>
Vacas Galindo	1400	21,8	Malacatos	1463	20,2
Peñaherrera	1876	20,5	Caldera	1765	18,6
Cuellaje	2000	19,0	Pimampiro	2070	17,0

Añazco (2017) en su investigación realiza el análisis de sustentabilidad ambiental mediante la variable microclima enfocada a la temperatura promedio de las diferentes prácticas agroforestales se considera el criterio de altitud sobre el nivel del mar, al correlacionar estas variables confirmó la relación de a mayor altitud menor temperatura y viceversa, comparado con los resultados obtenidos en la presente investigación se muestra la afinidad con la ley antes mencionada, acotando el aporte del lindero (aliso) para la disminución de temperatura en cada práctica sin la afectación de la relación altitud – temperatura (Anexo 6 Figura 13).

#### **4.2.3.2. Humedad**

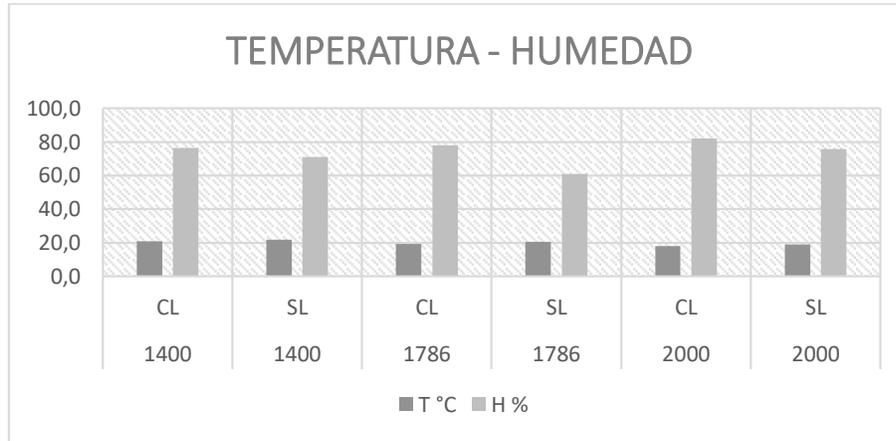
Se registró los promedios porcentuales de los datos obtenidos mediante el higrómetro, haciendo referencia a las diferentes altitudes presentadas con la presencia y ausencia del lindero (aliso) como se presenta en la tabla 11, indicando que su influencia aporta significativamente al aumento de humedad en la práctica agroforestal.

**Tabla 11***Humedad porcentual en la práctica agroforestal*

<b>Altitud</b>	<b>Referencia</b>	<b>H %</b>
1400	CL	76
1400	SL	71
1786	CL	78
1786	SL	61
2000	CL	82
2000	SL	76

Se obtuvo el análisis en relación con las variables temperatura – humedad, corroborando que a una menor temperatura existe un mayor porcentaje de humedad presenciado en los distintos sitios como se observa en la figura 2.

**Figura 2**  
*Relación Temperatura - Humedad*



*Nota.* CL= Con lindero  
 SL= Sin lindero

Fernández (2018) en su investigación obtiene resultados de temperatura del aire (28,27°C, 26,46°C, 23,77°C) y de humedad relativa ( 62,86%, 71,67%, 75,27%) en altitudes de 890, 960 y 1316 msnm respectivamente, relacionándolos validan la teoría de a menor temperatura existe un mayor porcentaje de humedad presente en el sistema agroforestal de café, en concordancia con los resultados de la presente investigación mediante análisis de correlaciones realizada (Anexo 6 Ilustración 14) mantiene similitud, lo que puede asegurar la generación de un microclima idóneo en el estudio.

#### 4.2.4. Captura de carbono

Para obtener los diferentes cálculos, en cuanto a la especie forestal (aliso) se toma a consideración su edad de ocho años aproximadamente en los tres casos presentes, su dap promedio (0,29m, 0,35m, 0,37m) respectivamente, el número de árboles por lindero (76, 160, 116) respectivamente y se considera la evaluación del manejo hacia el lindero.

Mediante los cálculos realizados se obtuvo la biomasa viva del lindero y de los distintos cultivos para ser transformada en carbono según IPCC, logrando resultados que se presentan en t C ha-1 presentada en la tabla 12, manifestando que el mayor aporte de carbono genera el asocio de aliso – pasto, sin embargo, la mayor cantidad de carbono proviene de la especie forestal siendo un resultado favorable si existiera una compensación económica.

**Tabla 12***Contenido de carbono*

Sitio	Altitud msnm	Asocio	Lindero t C/ha	Cultivo t C/ha	Total t C/ha
Vacas Galindo	1400	Aliso-café	5,08	1,09	6,17
Peñaherrera	1786	Aliso-granadilla	19,47	0,36	19,83
Cuellaje	2000	Aliso-pasto	42,07	10,82	52,89

Ocampo (2018) en su investigación realiza la obtención de carbono a la especie *Alnus nepalensis*, que se encuentra evidenciado bajo un sistema silvopastoril generando 23,56 t C ha<sup>-1</sup>, considerando la edad (diez años) y el inventario de 72 árboles/ha, en comparación a la presente investigación en el caso del asocio de aliso – pasto, la especie de aliso está presente con 116 árboles/ha, ello probablemente hace referencia a la diferencia de carbono presentado.

España (2016) menciona en su estudio sobre la determinación de biomasa aérea en *Alnus nepalensis* realizada en la zona de Intag, que obtiene un promedio de biomasa de 37,53 t/ha en árboles que mantiene un dap y ht promedio de 14,32 cm y 972 cm respectivamente a la edad de tres años en plantación, relacionándolo al contenido de carbono se demuestra que la especie forestal aporta significativamente al ser considerado una especie de rápido crecimiento como se expone en la presente investigación.

### 4.3. Aporte a la seguridad alimentaria y empleo

#### 4.3.1. Seguridad alimentaria

##### 4.3.1.1. Rendimiento café

El cafetal bajo la práctica agroforestal tiene nueve años aproximadamente desde su establecimiento, se realiza cosechas anuales bajo el total de 1886 plantas/ha y cuenta con un cierto porcentaje de sombra por parte del lindero (aliso) para mejora de su producción, la misma que se presenta en café cerezo, dando un promedio anual de 11.976,1 kg/ ha; bajo el mismo contexto de densidad se transformó de kg de café cereza a kg de café seco (pergamino), mediante información proporcionada por el propietario se tomó la relación de 5:1 determinando un valor de 2 404 kg/ha.

Ortega (2012) en su ensayo presenta resultados de la producción de café cereza, bajo tres sistemas agroforestales conformados por: Pachaco + café, Guabo + café y Fernán Sánchez + café añadiendo 500 cc/ha de Seamino como fertilizante, dando 13.312,80 kg/ha, 13.191,40 kg/ha y

11.687,40 kg/ ha respectivamente, al comparando a la presente investigación se obtiene un resultado diferente en un menor valor de producción, probablemente la diferencia difiera por la densidad del cafetal y el aumento de un fertilizante y la consideración del porcentaje de sombra que cada especie forestal proporciona al cultivo.

#### **4.3.1.2. Rendimiento granadilla**

Los resultados en cuanto a la producción de granadilla se basaron en una densidad de 333 plantas/ha, establecidas bajo el asocio de la especie *Alnus nepalensis* que genera aproximadamente 600 unidades/planta, lo que representa un total de 199.800 unidades/ha/año.

Cadena (2013) en su investigación, mediante información proporcionada por un Ingeniero Agrónomo realiza el análisis de productividad de la granadilla (monocultivo) para la implementación de una microempresa basada en una densidad de 625 plantas/ha con producción de 1.250 unidades/planta, la cual produciría alrededor de 781.250 unidades/ha/año, en comparación a la presente investigación se tiene una producción más baja, ello puede deberse a la densidad que presenta la investigación de Cadena y la producción por planta que concibe, incrementando el manejo que se le esté brindando respectivamente.

#### **4.3.1.3. Rendimiento del pasto**

Los datos de la producción de *Setaria sphacelata* se obtuvieron a los treinta años de su establecimiento tomando a consideración el alquiler del terreno para la estancia de ganado que se presenta tres veces al año, por consecuente su producción se obtuvo en un lapso de 103 días aproximadamente donde, le terreno se mantuvo en reposo dando como resultado una producción de 21.653 kg biomasa/ha.

Castillo (2012) en su investigación obtiene la producción de pasto a las 24 meses de establecido el ensayo cuando el pasto estuvo a una altura de 20 cm en referencia a *Setaria sphacelata* con asocio de *Alnus nepalensis*, obtuvo una producción de 11.236 kg biomasa/ha en Selva Alegre y 9.804 kg biomasa/ha en Cuellaje, a comparación de la presente investigación se obtiene una producción mayor a la presentada por Castillo debiéndose a las características que tuvo el pasto al momento de la recolección tanto en su edad como su altura, por consecuente la especie forestal genera un buen aporte al pasto de *Setaria sphacelata* para una producción beneficiosa en el ganado.

Los resultados obtenidos mediante el análisis bromatológico realizado al pasto que se encuentra en asocio con la especie *Alnus nepalensis* genera resultados favorables para una mejor producción (Tabla 13).

**Tabla 13**

*Resultado análisis bromatológico*

Parámetro	Unidad	Práctica agroforestal
Humedad	%	85,99
Materia seca	%	14,01
Proteína	%	10,38
Grasa	%	1,06
Ceniza	%	13,68
Fibra	%	4,86
ENN	%	70,02

Ocampo (2018) en su estudio realiza análisis bromatológicos a *Brachiaria decumbens* que se encuentra en asocio con *Alnus nepalensis* en un sistemas silvopastoril con resultados de: humedad 80,41 %, materia seca 19,59%, proteína 9 %, grasa 1,43%, ceniza 13,85% y fibra 30,38%, al comparar a la presente investigación mantiene valores mayores en cuanto a humedad y proteína, difiriendo en el resto de componentes posiblemente a que los requerimiento de la especie de pasto que presenta el estudio de Ocampo, sin embargo, el aporte de la especie forestal en los dos casos es beneficioso gracias al efecto de sombra y fijación de nitrógeno que se encuentra aportando.

#### **4.3.1.4. Rendimiento de madera en linderos aliso**

Los resultados se encuentran precedidos por los volúmenes de 24,88 m<sup>3</sup>, 92,00 m<sup>3</sup> y 115,65 m<sup>3</sup> respectivamente (Tabla 14), correspondientes a los linderos de ochos años en estudio (400m lineales) con diferentes distanciamientos promedios de siembra (5,15 m, 2,5 m, 3,5m) respectivamente.

**Tabla 14***Producción madera en linderos (aliso)*

<b>Sitio</b>	<b>Altitud msnm</b>	<b>N° árboles/ha</b>	<b>m<sup>3</sup>/ha</b>
Vacas Galindo	1400	76	24,88
Peñaherrera	1876	160	92,00
6 de Julio Cuellaje	2000	116	115,65

Paredes et al. (2020) en su estudio obtiene la producción de madera de *Alnus nepalensis* producto de la cosecha realizada a los diez años de edad en 72 árboles con diámetros superiores a los 50 cm de dap y superiores a 12 m de altura, la cual genera alrededor de 118,78 m<sup>3</sup> en rolliza, a comparación de la presente investigación con la misma especie forestal presenta una producción menor para el caso del sitio de Vacas Galindo, posiblemente la diferencia recae en la edad de aprovechamiento y el manejo respectivo que se le ha brindado la especie, no obstante, se asevera que las producción de madera en asocio con cultivos es fructuoso para el propietario a un periodo más extenso.

#### **4.3.1.5. Rentabilidad café**

Basado en la producción obtenida y según datos proporcionados por el propietario se indica el valor por quintal de café cerezo, estimándose alrededor de \$50, lo que infiere en un total \$ 5.988,05/ha y el valor por quintal de café seco se estima en \$192 precio que se encuentra establecido en la zona, obteniendo un total de \$4.598,4/ha en el cafetal de la práctica agroforestal.

Villavicencio (2012) en su estudio realiza la caracterización agroforestal del cafetal de tipo tradicional y rústico en Vera Cruz, México donde, el cafetal de los dos tipos cuenta con una densidad de 1350 plantas/ha basadas en las variedades de típica y robusta con la presencia de 58 y 15 especies de árboles respectivamente para los socios agroforestales, lo que arrojó un rendimiento de \$3.217,50 ha/año y \$2.047,50 ha/año respectivamente en café cereza, comparado a la presente investigación se presenta un mayor rendimiento, ello puede deberse principalmente a la densidad del cultivo con la variedad de café y al porcentaje de sombra que la especie forestal se encuentra generando.

#### **4.3.1.6. Rentabilidad granadilla**

Bajo el concepto de la producción que genera el cultivo de granadilla se obtiene su rendimiento, obteniendo un promedio de 400 cajas/ha que según información proporcionada por personal encargado del cultivo indica que su precio puede variar de acuerdo a la calidad y a la temporada en que suelen ser las cosechas, estos precios oscilan de \$8 a \$15.

Navarrete (2017) en su estudio sobre la producción y comercialización de granadilla en la provincia de Imbabura se basa en técnicas de campo y documental donde, obtiene información primaria por parte de cada propietario de los distintos sitios acerca de los rendimientos de este cultivo con resultados de 400 cajas/ha y precios desde los \$18 hasta los \$22, comparando con la presente investigación se mantiene una similitud en cuanto al promedio de cajas/ha pero existe una diferencia en cuanto a precios que se encuentra discrepando, se podría asumir que la variación proviene desde el punto de vista de calidad, manejo y temporadas de cosecha del cultivo.

#### **4.3.1.7. Rentabilidad pasto**

Los resultados del rendimiento se validan de acuerdo al alquiler del terreno en donde se encuentra ubicada la práctica agroforestal, dato proporcionado por el propietario indica que se alquila tres veces al año manteniendo un pastoreo rotativo, es decir, puede ingresar un número determinado de cabezas de ganado por parcela, la práctica agroforestal aliso – pasto alberga alrededor de 15 cabezas de ganado por hectárea, estableciéndose en un rango de 3 a 4 días, manteniendo el cultivo de pasto en un periodo de descanso aproximadamente de 100 días la cual permite la regeneración de un buen pasto.

FAO (2011) mediante módulo de conocimiento y comunicación aborda el tema de establecimiento y manejo de pasturas para ganado tipo lechero con información de la rotación de potreros indica que un potrero de una hectárea abarca 30 cabezas de ganado, dejándoles pastorear durante cuatro días y luego mantiene el respectivo reposos del pasto en un promedio de 40 a 50 días por potrero, comparando con los resultados obtenidos mantiene cierta similitud en percepción a la rotación de los potreros mediante el número de cabezas de ganado presentes en la práctica agroforestal, tomando a consideración que al ingresar tres veces al año, ello permite un mayor descanso al pasto para una mejor producción del mismo.

#### 4.3.1.8. Rentabilidad madera de lindero aliso

Basado en la producción generada por parte de los linderos (aliso), el rendimiento se concentra en el número de tablones por cada árbol, proporcionando alrededor de 8, 15, 28 tablones/árbol respectivamente, como se presenta en la tabla 15.

**Tabla 15**

*Rendimiento tablones/ha*

<b>Sitio</b>	<b>Altitud msnm</b>	<b>N° árboles/ha</b>	<b>N° tablones/ha</b>	<b>\$ Total tablones/ha</b>
Vacas Galindo	1400	76	646	3.107,5
Peñaherrera	1876	160	2453	12.661,5
6 de Julio Cuellaje	2000	116	3329	17.883,5

Añazco et al. (2018) mencionan desde una visión socioeconómica que la especie *Alnus nepalensis* proporciona un incremento de ingresos para los agricultores por venta de su madera, con referencia a un árbol de aproximadamente nueve años de edad vendido en forma de tablones en \$110, lo que indica que una familia al poseer un promedio de 30 árboles, obtiene un total de \$3.300, comparando con la presente investigación en el caso del asocio de aliso – café, el estudio de Añazco et presenta una rentabilidad mayor ello puede deberse al número de tablones que se obtiene por cada árbol, sin embargo, se deduce que *Alnus nepalensis* al ser una especie de rápido crecimiento, genera un aporte económico representativo para el agricultor.

#### 4.3.1.9. Redistribución

Según datos proporcionados por los diferentes propietarios se estipula los porcentajes de redistribución de acuerdo con los egresos y gastos que establece cada asocio planteado en el estudio (Tabla 16). Misma que se toma a consideración en el primer y tercer caso al ser propiedad de dos familias diferentes, que al contrario con el segundo caso forma parte de un colegio agropecuario.

Asocio de aliso – café necesita de un porcentaje mayor a comparación de los otros socios para su misma producción, por la magnitud de su mantenimiento y cosecha, en cuanto al porcentaje de abastecimiento se toma a consideración las necesidades básicas de las familias con: alimentación, educación, vestimenta, servicios médicos, servicios básicos y combustible como principales, mientras que para el caso del colegio se considera las necesidades de: alimento para animales,

insumos agrícolas, mantenimiento de herramientas, materiales de oficina y combustible, de esta manera la práctica agroforestal retribuye a la seguridad alimentaria de cada propietario.

**Tabla 16**

*Porcentajes de acuerdo con la redistribución*

<b>Asocio</b>	<b>% misma práctica</b>	<b>% abastecimiento familiar/colegio</b>	<b>% otros</b>
Aliso - café	9	32	49
Aliso - granadilla	6	28	66
Aliso - pasto	2	25	73

Machado et al. (2014) en su estudio de caracterización de nueve agroecosistemas de café, obtiene información basada en entrevistas semiestructuradas (puntuaciones) donde determina que para los atributos de seguridad alimentaria existe un agricultor que obtiene los mejores puntajes por mantener una alta variedad de cultivos (café, cacao, caña de azúcar y frutales) que las comercializa por diferentes vías, se presenta también un agricultor con riesgo económico al poseer solo el cultivo de café (monocultivo) con rendimiento bajos pero pesar de ello se tiene una seguridad media por el hecho de producir algunos alimentos para el autoconsumo, mediante la comparación de la presente investigación se puede indicar que al existir una buena producción del cultivo combinado con un buen rendimiento de la especie forestal genera una redistribución económica favorable para cada propietario.

#### **4.3.2. Empleo**

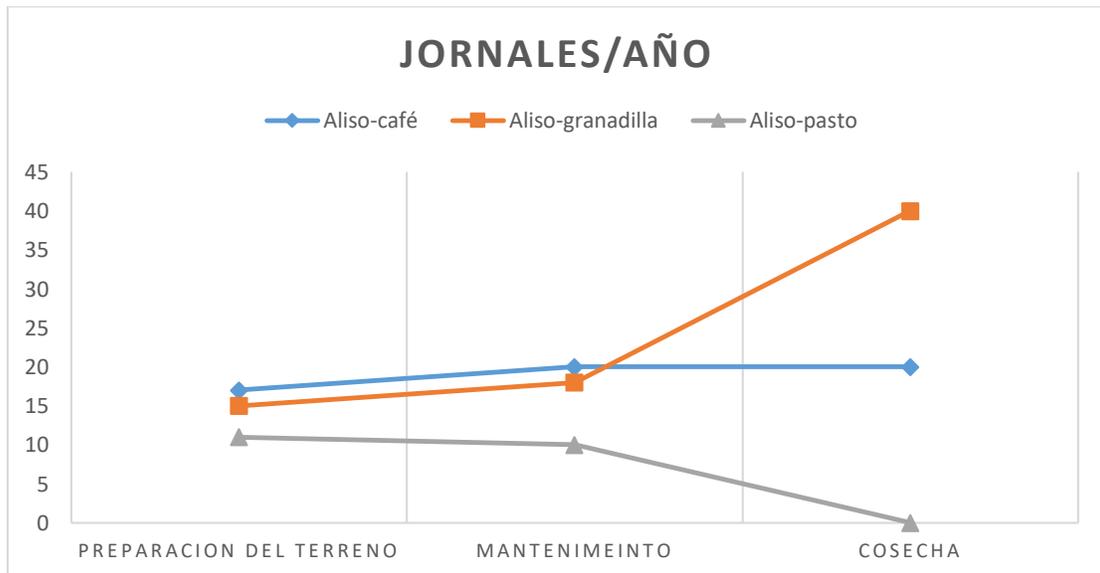
##### **4.3.2.1. Mano de obra**

De acuerdo con los datos proporcionados en los distintos sitios donde se encuentran ubicadas las prácticas agroforestales (linderos), se considera la mano de obra que aporta la familia y la que debe ser contratada en base a las actividades a realizarse (Tabla 17).

**Tabla 17***Mano de obra*

Asocio	Familiar	Contratada/ha	Total/ha
Aliso - café	6	51	57
Aliso - granadilla	4	69	73
Aliso - pasto	5	16	21

Del total de mano de obra que se maneja en los diferentes sitios se utiliza un número apropiado de acuerdo a las actividades a realizarse como son: preparación del terreno, mantenimiento y cosecha, se enfatiza con un mayor requerimiento del número de jornales en la cosecha, el asocio de aliso – granadilla genera una mayor demanda de jornales a diferencia de los otros socios en especial el asocio de aliso – pasto que no necesita jornales en la mencionada actividad a razón de mantener en alquiler el terreno (Figura 3).

**Figura 3***Número de jornales por actividad*

Yamberla (2017) en su estudio de sostenibilidad de un sistemas silvoagrícola realizado en el cantón Pimampiro con una superficie de cinco hectáreas en asocio de especies forestales de *Alnus acuminata* y *Juglans neotropical*, cultivos agrícolas como: pimiento (*Capsicum annum*), fréjol (*Phaseolus vulgaris*), granadilla (*Passiflora ligularis*) y cultivo forestal frutal de aguacate (*Persea americana*), en el contexto de la perspectiva social determina el desarrollo de puestos de trabajo

presentado a los 20 meses de evaluación del SAF que requirió de 812 jornales para las diferentes actividades de instalación, manejo y cosecha con un requerimiento de un mayor número de jornales en las actividades de instalación y cosecha, sin embargo, existe la necesidad constante de mano de obra para el respectivo manejo, comparando con los resultados de la presente investigación se presenta una lógica similar a la necesidad de contratar mano de obra en las actividades ya mencionadas por Yamberla, acotando la contribución de nuevas plazas de empleo a personas de la localidad a el fin de evitar la migración a las ciudades.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- El asocio entre la especie *Alnus nepalensis* y los cultivos de café (*Coffea arabica L*), granadilla (*Passiflora ligularis Juss*) y pasto (*Setaria sphacelata*) generó una rentabilidad eficiente con ventajas hacia otros sistemas por la intensificación de ingresos en diferentes periodos para la subsistencia de cada familia, lo que permite mantener una económica equilibrada.
- La presencia de la especie *Alnus nepalensis* en la práctica agroforestal (linderos) ejerce un impacto positivo ante los diferentes indicadores ambientales, aporta con nutrientes esenciales al suelo, provee una diversidad ecológica mayor, mantiene un microclima idóneo y proporciona cantidades propicias de carbono, generando una estabilidad entre el ecosistema y el ser humano que se encuentra en sus alrededores.
- La práctica agroforestal (linderos) en los distintos asocio aporta de manera favorable a la seguridad alimentaria en beneficio de una mejor calidad de vida del propietario y su familia, y asegura la generación de empleo proveyendo de plazas de trabajo para moradores de la zona.

#### 5.1.Recomendaciones

- Valorar la rentabilidad financiera de la práctica agroforestal con otros cultivos y en diferentes condiciones a fin de obtener más información en beneficio del productor.
- Realizar investigaciones del indicador sombra con el objetivo de complementar los servicios ecosistémicos de la práctica, el cual fomentará el uso de sistemas agroforestales en la zona de Intag.
- Analizar el estudio de macrofauna en insectos de la práctica agroforestal con requerimientos diferentes en periodos y métodos de recolección a razón de obtener mayores interpretaciones.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS

- Aguilar, R. (2016). Agroforestería una propuesta para el desarrollo sostenible de la agricultura en la cordillera Chongon Colonche-Ecuador. *Revista DELOS: desarrollo Local Sostenible*, 9, <https://www.eumed.net/rev/delos/25/agroforesteria.html>.
- Aguirre, C., & María, V. (2009). *Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales*.
- Aguirre, Z. (2013). *Guía de métodos para medir la biodiversidad*. <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medir-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>.
- Alvarado, V., Antón, E., Harvey, C., & Martínez, R. (2001). *Aves y plantas leñosas en cortinas rompevientos en León, Nicaragua*. <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Alvarado2001.pdf>.
- Añazco, M. (2017). Hacia la sustentabilidad de los sistemas agroforestales en el Ecuador continental...un aporte del árbol a la diversificación agrícola y ganadera. En A. Calvache, *Agricultura Sostenible en Ecuador* (págs. 48-68). CIDE EDITORIAL. [https://www.researchgate.net/publication/325481851\\_AGRICULTURA\\_SOSTENIBLE\\_EN\\_ECUADOR](https://www.researchgate.net/publication/325481851_AGRICULTURA_SOSTENIBLE_EN_ECUADOR).
- Añazco, M. (8 de Noviembre de 2018). *Alnus nepalensis*. (B. Proaño, Entrevistador)
- Añazco, M., Vallejos, H., & María, V. (2018). Dinámica de crecimiento de *Alnus nepalensis* D. Don en el noroccidente de Ecuador continental. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 6(3), 354-365. <http://scielo.sld.cu/pdf/cfp/v6n3/2310-3469-cfp-6-03-354.pdf>.
- Arroyave, J. (2004). *Prácticas agroforestales*. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=mXkzAQAAMAAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=beneficios+de+suelos+en+practicas+agroforestales&ots=azx477SRQ9&sig=k67CHsyhxR1kMZyHsfzpnQ1Js9Q#v=onepage&q&f=false>.
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito.
- Beer, J. (1994). *Consideraciones básicas para el establecimiento de especies maderables en linderos*. <http://hdl.handle.net/11554/922>.

- Cadena, E. (2013). *Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa, dedicada a la producción y comercialización de granadilla de hueso en la parroquia de San Roque, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Caicedo, C. (2020). Agroforestería: Una alternativa de agricultura sostenible en la amazonía ecuatoriana. *Revista Científica Ecuatoriana*, 7(1).
- Caicedo, D., Benavides, H., Carvajal, L., & Ortega, J. (2018). Población de macrofauna en sistemas silvopastoriles dedicados a la producción lechera: análisis preliminar. *LA GRANJA: Revista de Ciencias de la Vida*, 27(1), <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6323819>.
- Cárdenas, G., Harvey, C., Ibrahim, M., & Finegan, B. (2003). Diversidad y riqueza de aves en diferentes hábitats en un paisaje fragmentado en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 9(39-40), 78-85. <http://hdl.handle.net/11554/6080>.
- Castillo, N. (2012). *Análisis del comportamiento del aliso *Alnus nepalensis* D. Don, asociado con *brachiaria* *Brachiaria decumbens* Staff y pasto miel *Setaria sphacelata* (Schumach) Staff & C. E. Hubb y pasturas en monocultivos (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Castro, J. (2010). La sociedad: El reto de la agricultura. *ANSEMAT*(26), <http://www.ansemat.es/empresas/ansemat/revista/REVISTA%20n26.pdf>.
- CATIE. (2014). *Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana*. [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8231/Agroforesteria\\_sostenible.pdf](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8231/Agroforesteria_sostenible.pdf). Informe técnico.
- Ceccon, E. (2008). La revolución verde tragedia en dos actos. *Ciencias*, 21-29.
- Cevallos, J. L. (2017). *Determinación de la ubicación geográfica de *Alnus nepalensis* D. Don en la zona de Intag noroccidente del Ecuador (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Chilón, E. (2017). "Revolución Verde" Agricultura y suelos, aportes y controversias. *Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica UMSA*, 844-859.
- Cuellaje", G. A. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial PDOT, de la parroquia "6 de Julio - Cuellaje"*. Cotacachi.
- Detlefsen, G. (2017). *Análisis financiero en sistemas agroforestales*.

- Detlefsen, G., & Somarriba, E. (2012). *Producción de madera en sistemas agroforestales de Centroamérica*. <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/3512>.
- España, R. (2016). *Construcción de modelos alométricos para la determinación de biomasa aérea en aliso de nepal (Alnus nepalensis D. Don) en la zona de Intag, andes del norte del Ecuador (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Espinosa, A. (2018). *Impactos de la sombra de espino Vachellia macracantha Seigler & Ebinger en asocio con café Coffea arabica L var. Caturra rojo en la parroquia Santa Catalina de Salinas, provincia de Imbabura (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- FAO. (2004). *El estado mundo de la agricultura y la alimentación*.
- FAO. (2011). *Establecimiento y Manejo de Pasturas para Ganado Tipo Lechero*. <http://www.fao.org/3/a-bc982s.pdf>.
- FAO. (2011). *La seguridad alimentaria: información para la toma de decisiones*. <http://www.fao.org/3/al936s/al936s00.pdf>.
- FAO. (2013). *300 Años de actividades forestales sostenibles*. Unasylva. <http://www.fao.org/3/i3364s/i3364s.pdf>.
- FAO. (2017). *Agroforestería para la restauración del paisaje*. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/4c40fe3e-df0b-479a-8c75-bb4877a4d4e8/>.
- FAO. (2018). *El estado de los bosques del mundo - Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible*. <http://www.fao.org/3/i9535es/i9535es.pdf>.
- Farfán, F., & Urrego, J. (2004). Comportamiento de las especies forestales Cordia alliodora, Pinnus oocarpa y Eucalytus grandis como sombrío e influencia en la productividad del café. *Cenicafé*, 55(4), 317-329. <http://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/243/1/arc055%2804%29317-329.pdf>.
- 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 de pregrado)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Fassbender, H. (1993). *Modelos edafológicos de sistemas agroforestales*. <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/3162>.

- Fernández, Y. (2018). *Caracterización de la vegetación y el microclima en sistemas agroforestales café (Coffea arabica L.) en tres pisos altitudinales del cantón Puyango en la provincia de Loja (Tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Loja, Loja.
- Figuroa, E., Pérez, F., & Godínez, L. (s/f). *La producción y consumo del café*. Ecorfan.
- Flores, P. (2016). *Plan de negocios para la exportación de granadilla en su estado natural a Bélgica (Tesis de pregrado)*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito.
- Fournier, L. A. (1981). *Importancia de los sistemas agroforestales en Costa Rica*. Agronom. Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Rural de Vacas Galindo. (2015). *Actualización Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Vacas Galindo*. Cotacachi.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Rural de Peñaherrera. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial GAD Parroquial Peñaherrera*. Cotacachi.
- González, L., & Camacho, A. (1995). *Linderos maderables*.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2013). *Desarrollo Territorial con Enfoque de Sistemas Agroalimentarios Localizados (T - SIAL) Valle de Intag, Ecuador*. [https://www.researchgate.net/publication/282134949\\_Desarrollo\\_Territorial\\_con\\_Enfoque\\_de\\_Sistemas\\_Agroalimentarios\\_Localizados\\_Valle\\_del\\_Intag\\_E](https://www.researchgate.net/publication/282134949_Desarrollo_Territorial_con_Enfoque_de_Sistemas_Agroalimentarios_Localizados_Valle_del_Intag_E). Mexico.
- Instituto Nacional Tecnológico. (2016). *Manual del protagonista Pastos y Forrajes*. [https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual\\_de\\_Pastos\\_y\\_Forrajes.pdf](https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Pastos_y_Forrajes.pdf).
- Jiménez, F., & Muschler, R. (1999). Introducción a la agroforestería. En *Funciones y Aplicaciones de Sistemas Agroforestales*. [http://201.207.189.89/bitstream/handle/11554/8303/Introduccion\\_a\\_la\\_agroforesteria.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://201.207.189.89/bitstream/handle/11554/8303/Introduccion_a_la_agroforesteria.pdf?sequence=4&isAllowed=y).
- Jirón, A. (2015). *Análisis de la sostenibilidad financiera institucional*. <http://www.fao.org/3/a-av201s.pdf>. Ficha metodológica.
- Lang, I., Gormley, L., Harvey, C., & Sinclair, F. (2003). Composición de la comunidad de aves en cercas vivas de Río Frío, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 10(39-40), 86-92. [https://www.researchgate.net/profile/Celia\\_Harvey/publication/312970428\\_Composicion\\_de\\_la\\_comunidad\\_de\\_aves\\_en\\_cercas\\_vivas\\_de\\_Rio\\_Frio\\_Costa\\_Rica/links/5af1dd6ca](https://www.researchgate.net/profile/Celia_Harvey/publication/312970428_Composicion_de_la_comunidad_de_aves_en_cercas_vivas_de_Rio_Frio_Costa_Rica/links/5af1dd6ca)

6fdcc24364b829f/Composicion-de-la-comunidad-de-aves-en-cercas-vivas-de-Rio-Frio-Costa-.

- Loor, J. (2000). *Campesinos ecuatorianos frente a la revolución verde*.
- Macedo, B. (2005). *El concepto de la sostenibilidad*. OREALC.
- Machado, M., Nicholls, C., Márquez, S., & Turbay, S. (2014). Caracterización de nueve agroecosistemas de café de la cuenca del río Porce, Colombia, con un enfoque agroecológico. *IDESIA*, 33(1), 69-83. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/idesia/v33n1/art08.pdf>.
- Madrid, F. d., & Dulanto, P. (2018). Impacto de la variabilidad climática y de los sistemas agrarios en el cultivo de granadilla (*Passiflora Ligularis* Juss) de Oxapampa, Pasco, Perú. *Revista Biotiempo*, 15(1), 41-48.  
<http://revistas.urp.edu.pe/index.php/Biotempo/article/download/1694/1566>.
- Mas, C. (2007). *Setaria sphacelata*. Una gramínea a tener en cuenta. *INIA*, 33-36.  
[http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_megatermicas/56-setaria\\_sphacelata.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/56-setaria_sphacelata.pdf).
- Mazo, N. d., Rubiano, J. E., & Castro, A. (2016). Sistemas agroforestales como estrategia para el manejo de ecosistemas de Bosque seco Tropical en el suroccidente colombiano utilizando los SIG. *Revista Colombiana de Geografía*, 65-77.
- Méndez, E., Beer, J., Faustino, J., & Otárola, A. (2000). *Plantación de árboles en línea*.
- Mendieta, M., & Lester, R. (2007). *Sistemas agroforestales*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2010). *Acuerdo Ministerial No. 281*.
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito - Ecuador.
- Molina, J. F. (2012). *Descripción de Sistemas Agroforestales, en Asociación con Cultivos Perennes (Tesis de pregrado)*. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Monge, J., & Russo, R. (2009). *Agroforestería, Sostenibilidad y Biodiversidad*. Earth.  
[https://www.researchgate.net/publication/228328365\\_Agroforesteria](https://www.researchgate.net/publication/228328365_Agroforesteria).
- Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., & Eibl, B. (2015). *Sistemas agroforestales*. <http://hdl.handle.net/11554/7124>. Informe técnico, Colombia.
- Movimiento Agroecológico para Latinoamérica y el Caribe. (2004). *Agroforestería en Latinoamérica: experiencias locales*.

[https://www.academia.edu/38501318/AGROFORESTER%C3%8DA\\_EN\\_LATINOAM%C3%89RICA.pdf](https://www.academia.edu/38501318/AGROFORESTER%C3%8DA_EN_LATINOAM%C3%89RICA.pdf).

- Musálem, M. (2003). Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo rural sustentable para el tropico mexicano. *Revista Chapingo Serie Ciencoas Forestales y del Ambiente*, 8(2), 91-100.
- Navarrete, J. (2017). *Estudio de producción y comercialización de granadilla (Passiflora ligularis) en la provincia de Imbabura (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Ocampo, L. (2018). *Sostenibilidad del sistema silvopastoril con Alnus nepalensis D. Don en asocio con Brachiaria decumbens Stapf en la parroquia Peñaherrera, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura (Tesis de pregrado)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Ortega, L. (2012). *Evaluación agronómica y productiva del cultivo de (Coffea arábica) bajo tres sistemas agroforestales más la aplicación de un fertilizante foliar orgánico, en el cantón Echeandía, provincia Bolívar (Tesis de pregrado)*. Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda.
- Ospina, A. (2003). *Agroforestería*.  
[https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/1875356/mod\\_folder/content/0/Ospina03Agrofor-ConceptMetodolPract-EstudioAgrof\\_ACASOC.pdf?forcedownload=1](https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/1875356/mod_folder/content/0/Ospina03Agrofor-ConceptMetodolPract-EstudioAgrof_ACASOC.pdf?forcedownload=1).
- Paredes, H., Vallejos, H., & Añazco, M. (2020). Evaluación financiera de un sistema agroforestal de Alnus Nepalensis D. Don (aliso), en asocio con Coffea arabica (café) y Calliandra pittieri Standl (tura), en la zona de Intag, Cotacachi, Imbabura. *IV Congreso Internacional de Ingeniería Ambiental Forestal y Ecoturismo*. Quevedo - Ecuador.
- Ponce, L., Acuña, I., Proaño, W., & Orellana, K. (2018). El sistema agroforestal cafetalero. Su importancia para la seguridad agroalimentaria y nutricional en Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 6(1), <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6288190>.
- Ponce, L., Orellana, K., & Acuña, I. (2016). Diagnóstico y propuesta de un sistema de innovación tecnológica cafetalera en Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 4(2), <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5768631>.
- Ponce, L., Orellana, K., Acuña, I., Alemán, J., & Fuentes, T. (2018). Situación de la caficultura ecuatoriana: perspectivas. *Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 15(1), 307-325. <http://scielo.sld.cu/pdf/reds/v6n1/reds15118.pdf>.

- Quiliguango, R. M. (2013). *Inluencia de cuatro métodos de beneficio sobre la calidad física y organoléptica del café arábigo (Coffea arabica L.) en dos pisos altitudinales del noroccidente de Pichincha (Tesis de pregrado)*. Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Ramírez, W. (s/f). *Manejo de sistemas agroforestales*.  
[https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/sistemas\\_agroforestales/manejo.pdf](https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/sistemas_agroforestales/manejo.pdf).
- Reinaldo, T. (2006). La revolución verde y plaguicidas en el ambiente. *La Granja*(4), 47-50.  
<https://www.redalyc.org/pdf/4760/476047388006.pdf>.
- Rodríguez, J. A. (2018). *La sostenibilidad de los sistemas agroforestales en España en el horizonte 2050*. <http://www.ieee.es/publicaciones-new/documentos-de-investigacion/2018/DIEEEINV04-2018.html>.
- Román, M., Mora, A., & Gonzáles, G. (2016). Sistemas con especies de importancia maderables y no maderables e el trópico seco de México. *Centro Univeristario de Ciencia Biológicas y Agropecuarias*, 20(2), 53-72. <http://ww.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2016/mayo/5.pdf>.
- Rosa, A. (2010). *Desafíos de la legislación forestal para el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles del Cayo, Belice (Tesis de posgrado)*. Centro Agronómico Trocical de Investigación y Enseñanza, Turrialba. Obtenido de Desafíos de la legislación forestal para el aprovechamiento del recurso.
- Rubio, W. R. (2016). *Impactos de la revolucion verde en la agricultura colombiana*.
- Ruiz, N. (2012). *Investigación, análisis y propuesta gastronómica del café de la parroquia Apuela (Tesis de pregrado)*. Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito.
- Russo, R. (1993). *Los sistemas agrosilvopastoriles en el contexto de una agricultura sostenible*.  
<http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/90010027.pdf>.
- Saldarriaga, R. (1998). *Manejo Post-Cosecha de Granadilla (Passiflora ligularis Juss)*.  
<https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/5959>.
- Sánchez, B., Ruiz, M., & Ríos, M. M. (2005). Materia orgánica y actividad biológica del suelo en relación con la altitud, en la cuenca del río Maracay, estado Aragua. *ScieELO*, 55(4), 507-534. <http://ve.scielo.org/pdf/at/v55n4/art04.pdf>.
- Sarandón, S. (2002). *Agroecología El camino hacia una agricultura sustentable*. Ediciones Americanas.  
[https://www.researchgate.net/profile/Santiago\\_Sarandon/publication/324896530\\_Sarando](https://www.researchgate.net/profile/Santiago_Sarandon/publication/324896530_Sarando)

- n\_SJ\_2002\_AGROECOLOGIA\_El\_camino\_hacia\_una\_agricultura\_sustentable\_Editor\_Ediciones\_Cientificas\_Americanas\_La\_Plata\_560\_pgs\_ISBN987-9486-03-X/links/5.
- Senplades. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una vida*.
- Suárez, J., Duran, E., & Patiño, G. (2015). Macrofauna edáfica asociada con sistemas agroforestales en la Amazonía Colombiana. *Acta Agronómica*, 64(3), 214-220. <https://www.redalyc.org/pdf/1699/169940048003.pdf>.
- Tocancipá, J. (2002). El café, historia de la semilla que cambió al mundo. *Colombiana de antropología*, 340-343.
- Velasquez, A. (2009). *Estructura de la comunidad de aves en sistemas de producción del piedemonte (Tesis de maestría)*. Universidad Nacional de Colombia.
- Villavicencio, L. (2012). Caracterización agroforestal en sistemas de café tradicional y rústico, en San Miguel, Veracruz, México. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 67-80. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v19n1/v19n1a6.pdf>.
- Vos, V., Vaca, O., & Cruz, A. (2015). *Sistemas agroforestales en la Amazonía boliviana: una valoración de sus múltiples funciones*. [https://www.researchgate.net/profile/Vincent\\_Vos/publication/280805298\\_Sistemas\\_Agroforestales\\_en\\_la\\_Amazonia\\_Boliviana\\_una\\_valorizacion\\_de\\_sus\\_multiples\\_funciones](https://www.researchgate.net/profile/Vincent_Vos/publication/280805298_Sistemas_Agroforestales_en_la_Amazonia_Boliviana_una_valorizacion_de_sus_multiples_funciones).
- Yamberla, L. (2017). *Sostenibilidad del asocio de árboles con cultivos en el cantón Pimampiro, norte del Ecuador (tesis de pregrado)*. Universidad Técnica del Norte, Ibarra.

# CAPÍTULO VII

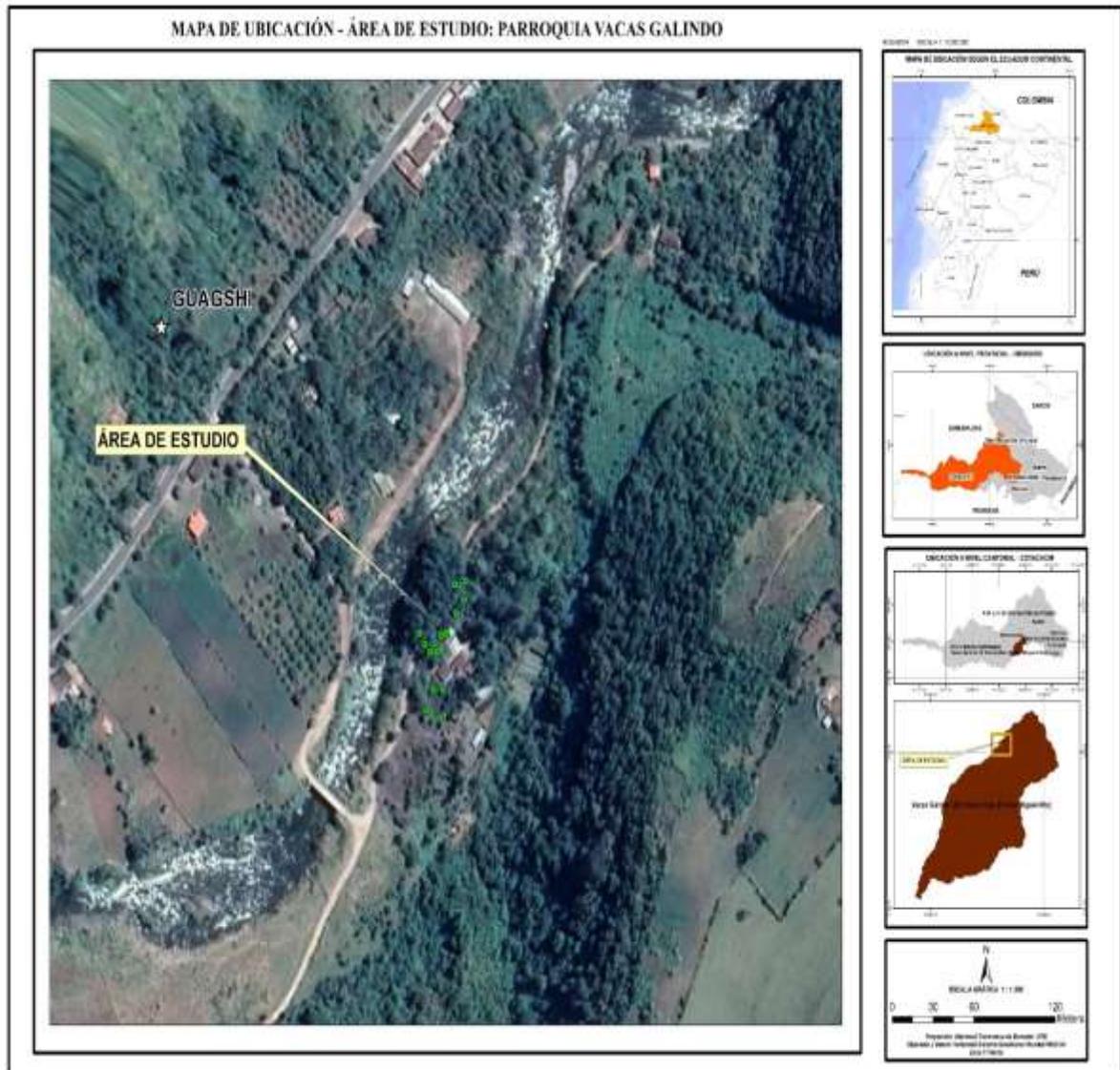
## ANEXOS

### Anexo 1

Ubicación del sitio

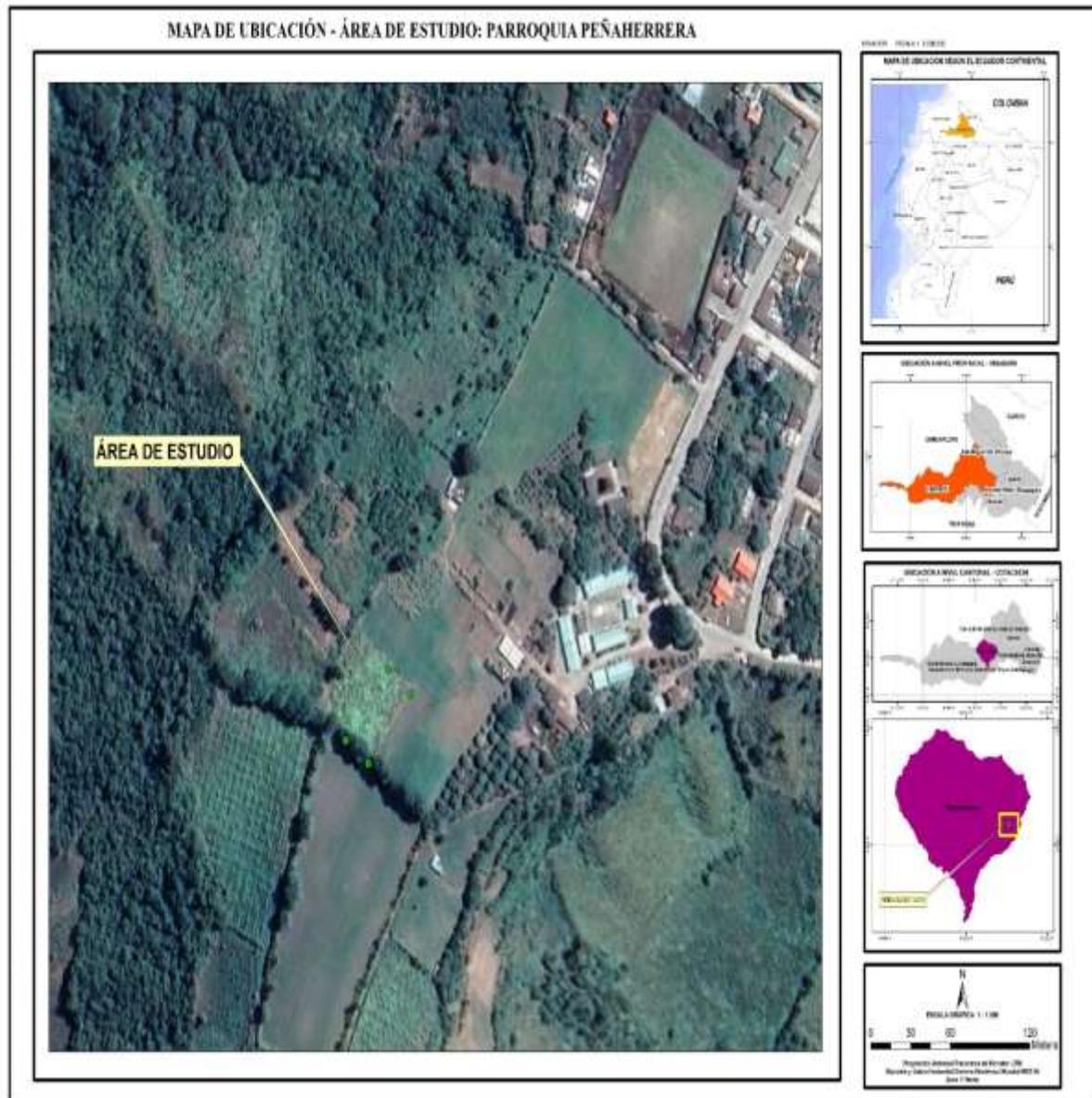
### Figura 4

*Ubicación del sitio 1 (Parroquia Vacas Galindo)*



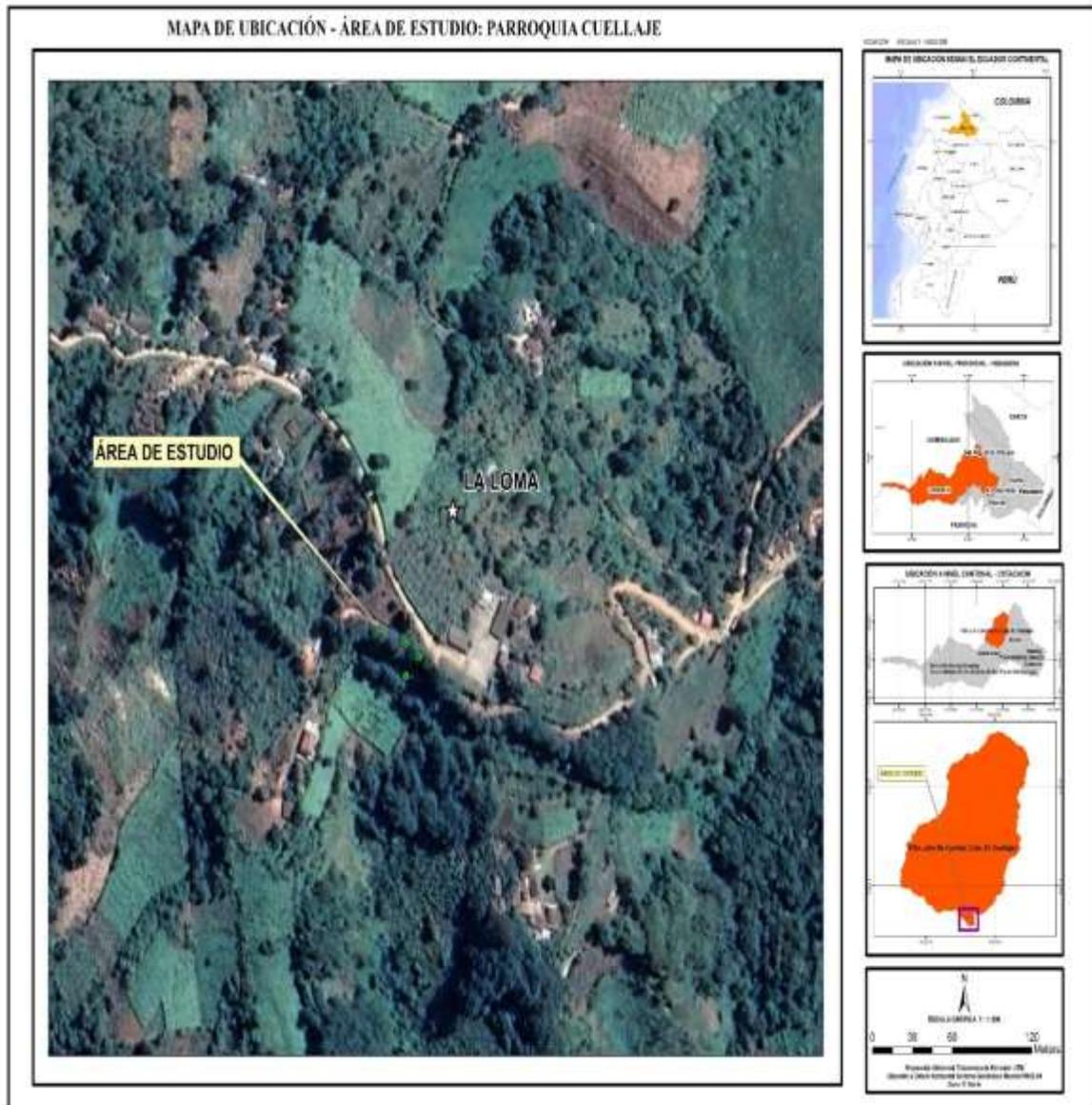
**Figura 5**

*Ubicación del sitio 2 (Parroquia Peñaherrera)*



**Figura 6**

*Ubicación del sitio 3 (Parroquia 6 de Julio Cuellaje)*



## Anexo 2

**Tabla 18**

*Análisis de propiedades químicas del suelo*

Parroquia	Altitud	pH	M.O %	Nitrógeno %	Fósforo mg/kg	Potasio cmol/kg	Calcio cmol/kg	Magnesio cmol/kg	Hierro mg/kg	Manganes o mg/kg	Cobre mg/kg	Zinc mg/kg	
Vacas	CL	1400	6,1	1,62	0,08	34,3	1,02	7	1,62	228,5	9,44	4,56	1,6
Galindo	SL	1400	6,57	2,24	0,11	33,7	0,55	6,55	1,42	140,2	5,32	4,28	1,6
Peñaherrera	CL	1786	5,43	4,15	0,21	45,8	0,51	4,24	0,63	344,5	13,85	9,05	1,86
	SL	1786	5,79	3,2	0,16	65,8	0,4	3,22	0,4	201,9	6,39	9,37	1,96
6 de Julio	CL	2000	5,81	5,87	0,29	4,9	0,9	6,03	1,15	420,2	13,02	7,65	1,6
Cuellaje	SL	2000	5,92	4,39	0,22	3,6	0,37	7,18	1,15	361,2	10,06	7,95	1,6

**Tabla 19***Datos correlaciones edáficas*

Altitud	pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
Altitud	0,654	0,919	0,924	0,418	0,324	0,201	0,500	0,829	0,552	0,794	0,160
pH		0,579	0,596	0,145	0,151	0,584	0,703	0,667	0,747	0,859	0,595
MO			1,000	0,521	0,110	0,130	0,360	0,884	0,675	0,640	0,010
N				0,510	0,126	0,141	0,375	0,887	0,682	0,656	0,026
P					0,266	0,778	0,562	0,631	0,397	0,204	0,825
K						0,408	0,627	0,124	0,284	0,533	0,502
Ca							0,924	0,092	0,010	0,716	0,969
Mg								0,141	0,125	0,906	0,924
Fe									0,888	0,518	0,148
Mn										0,416	0,036
Cu											0,720
Zn											

**Anexo 3****Tabla 20***Especímenes de avifauna extrapolados a ha (Vacas Galindo)*

Nombre común	Familia	Con Lindero	Sin Lindero
Batarito Cabecigris	Thamnophilidae	38	0
Tangara azuleja	Thraupidae	114	0
Tirano Tropical	Tyrannidae	19	0
Gallinazos negros	Cathartidae	38	91
Tangara Lomiflama	Thraupidae	19	454
Gorrión	Emberizidae	19	91
Jilguero Oliváceo	Fringillidae	19	0
Tangara matorralera	Thraupidae	38	0
Reinita Pechinaranja	Prulidae	0	46
Amazilia Colirrufa	Trochilidae	0	46

**Tabla 21**

Especímenes de avifauna extrapolados a ha (Peñaherrera)

Nombre común	Familia	Con Lindero	Sin Lindero
Batarito Cabecigris	Thamnophilidae	38	0
Tangara azuleja	Thraupidae	114	0
Tirano Tropical	Tyrannidae	19	0
Gallinazos negros	Cathartidae	38	91
Tangara Lomiflama	Thraupidae	19	454
Gorrión	Emberizidae	19	91
Jilguero Oliváceo	Fringillidae	19	0
Tangara matorralera	Thraupidae	38	0
Reinita Pechinaranja	Prulidae	0	46
Amazilia Colirrufa	Trochilidae	0	46

**Tabla 22**

Especímenes de avifauna extrapolados a ha (Cuellaje)

Nombre común	Familia	Con Lindero	Sin Lindero
Gorrión	Emberizidae	223	273
Golondrina Azuliblanca	Hirundinidae	267	39
Reinita Pechinaranja	Parulidae	45	0
Brillante Coroniverde	Trochilidae	45	39
Picogruoso Ventriero	Cardinalidae	89	0
Gavilanes negros	Cathartidae	45	39
Tangara Lomiflama	Thraupidae	89	0
Soterrey Criollo	Troglodytidae	45	0
Amazilia Colirrufa	Trochilidae	0	39
Hornero Patipálido	Furnariidae	0	78

**Tabla 23**

Especímenes entomológicos extrapolados a ha

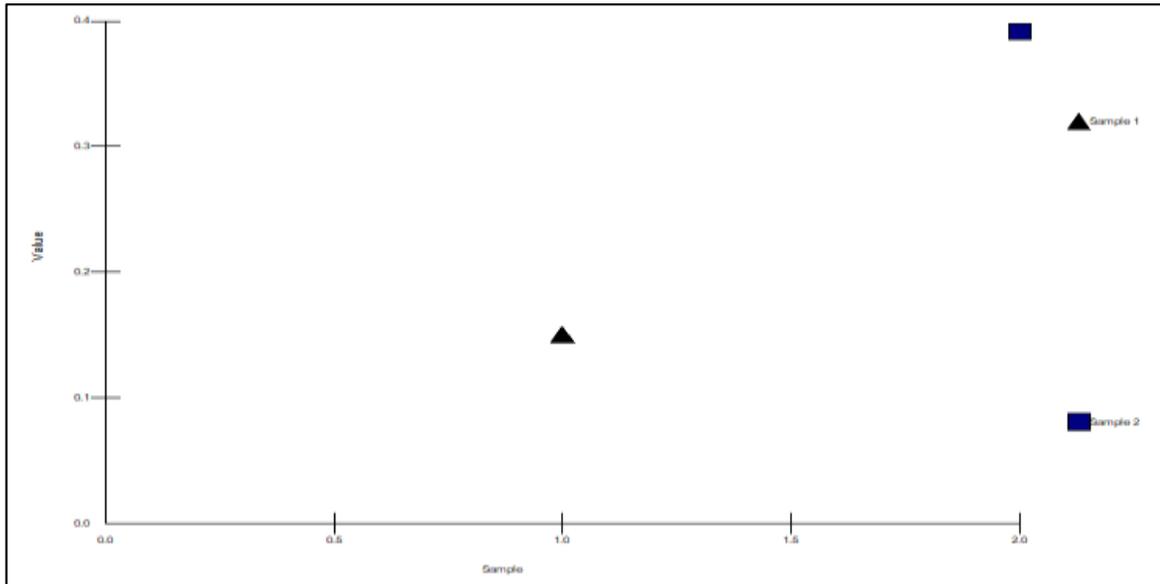
Orden	Aliso - café		Aliso - granadilla		Aliso - pasto	
	CL	SL	CL	SL	CL	SL
COLEÓPTERO	76	91	375	14	179	39
DÍPTERA	19	0	438	162	134	78
HYMENÓPTERA	227	1134	1875	135	580	351
ORTÓPTERO	0	45	125	0	0	39
LEPIDÓPTERO	0	0	0	14	0	0
HEMÍPTERO	0	0	0	0	133	78

## Anexo 4

Índice de Simpson – Aves

### Figura 7

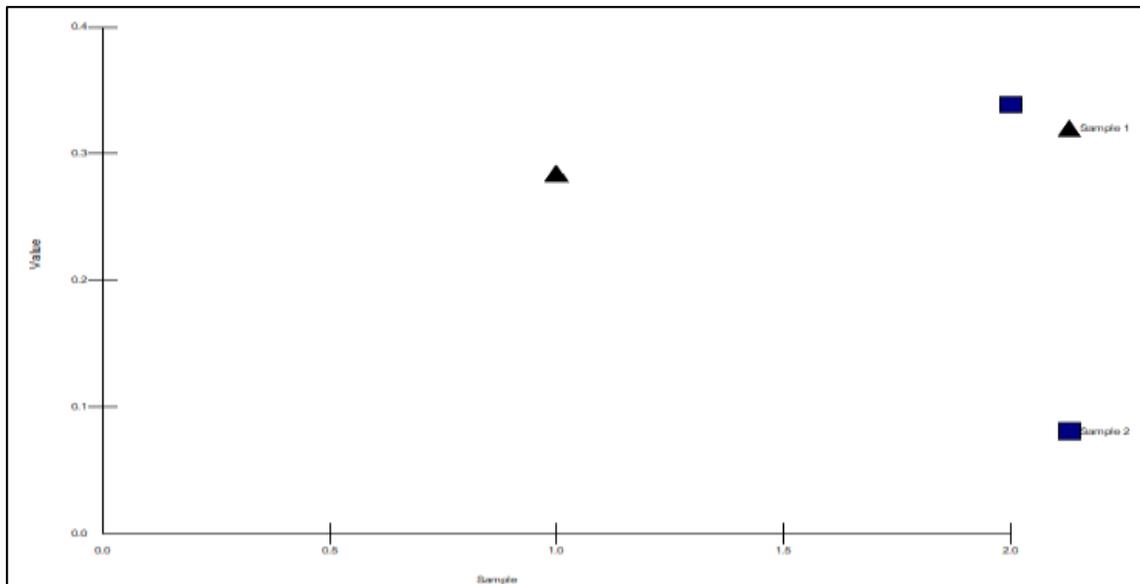
Índice de Simpson (aves) sector Vacas Galindo



Nota. ▲ = Con lindero ■ = Sin lindero

### Figura 8

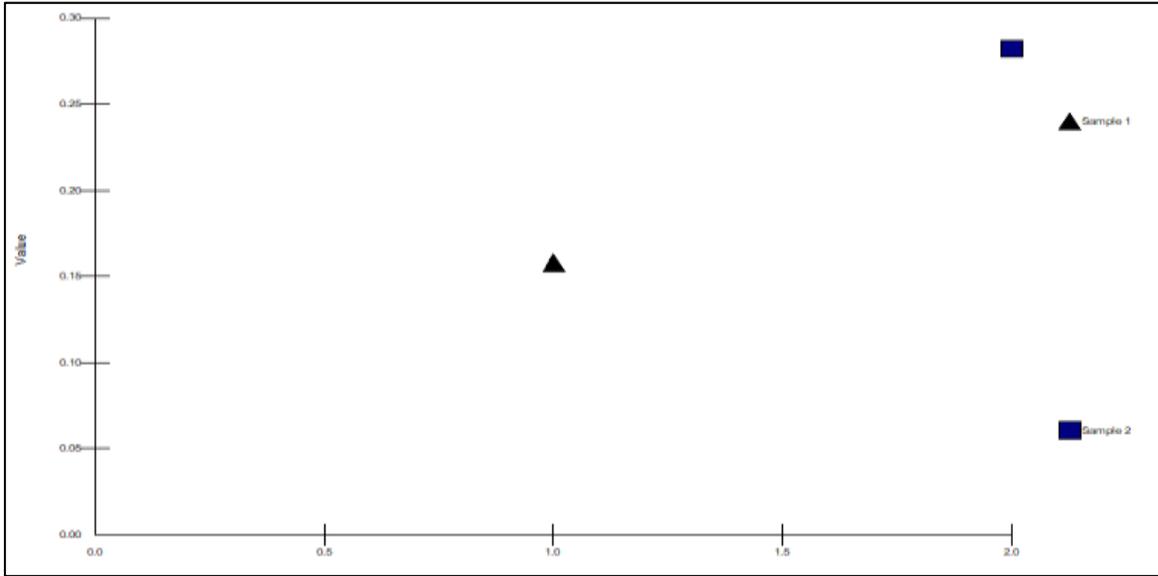
Índice de Simpson (aves) sector Peñaherrera



Nota. ▲ = Con lindero ■ = Sin lindero

### Figura 9

Índice de Simpson (aves) sector 6 de Julio Cuellaje



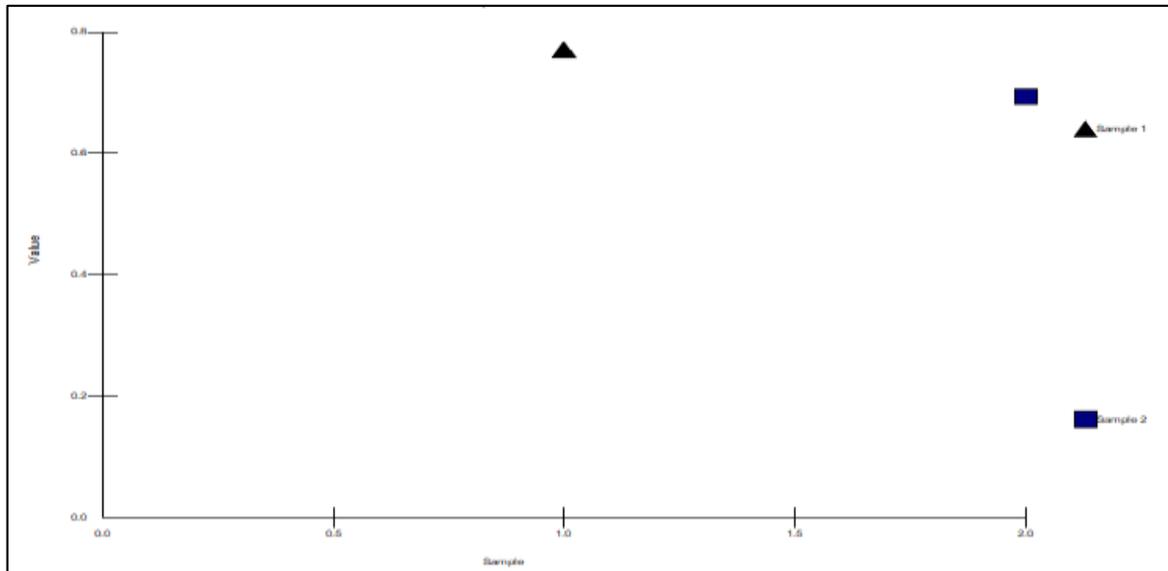
Nota. ▲ = Con lindero ■ = Sin lindero

### Anexo 5

Índice de Simpson – Insectos

### Figura 10

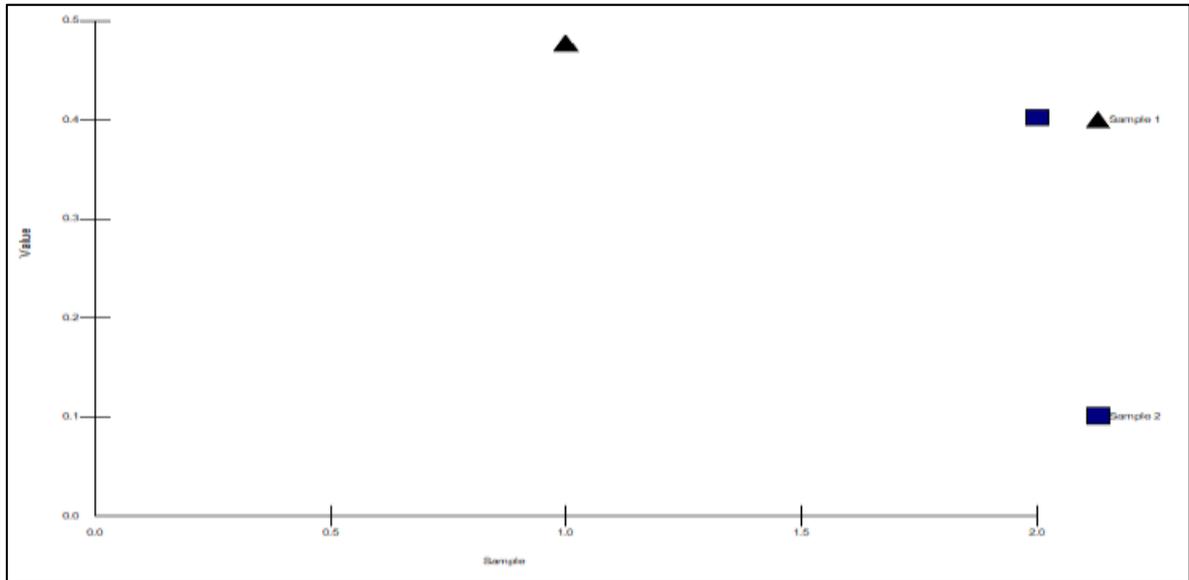
Índice de Simpson (insectos) sector Vacas Galindo



Nota. ▲ = Con lindero ■ = Sin lindero

**Figura 11**

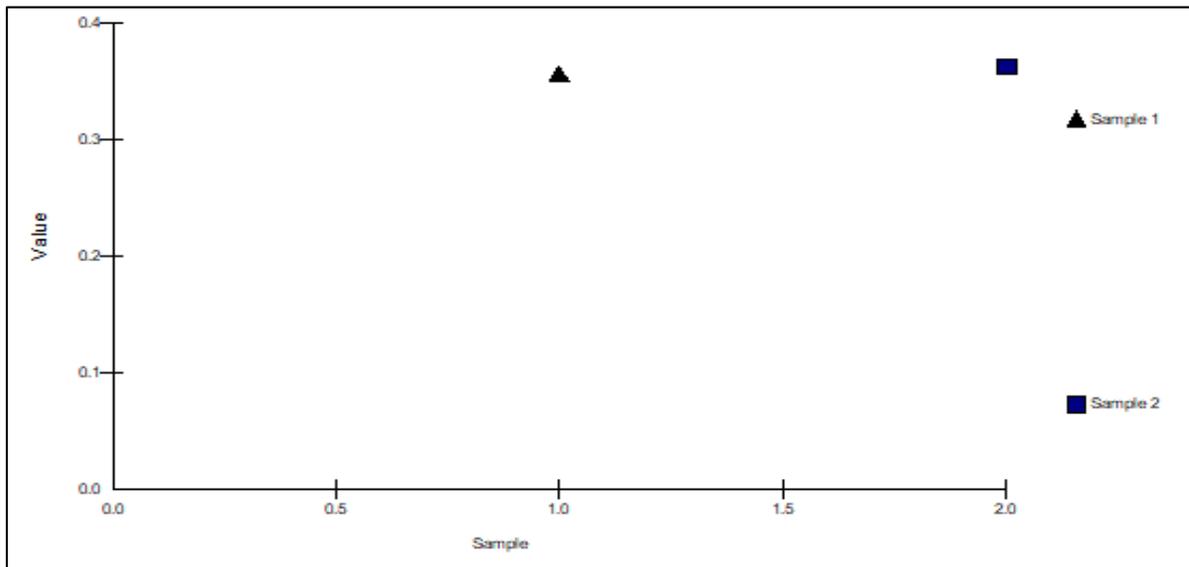
*Índice de Simpson (insectos) sector Peñaherrera*



*Nota.* ▲ = Con lindero ■ = Sin lindero

**Figura 12**

*Índice de Simpson (insectos) sector 6 de Julio Cuellaje*



*Nota.* ▲ = Con lindero ■ = Sin lindero

Anexo 6

Figura 13

Temperatura promedio anual

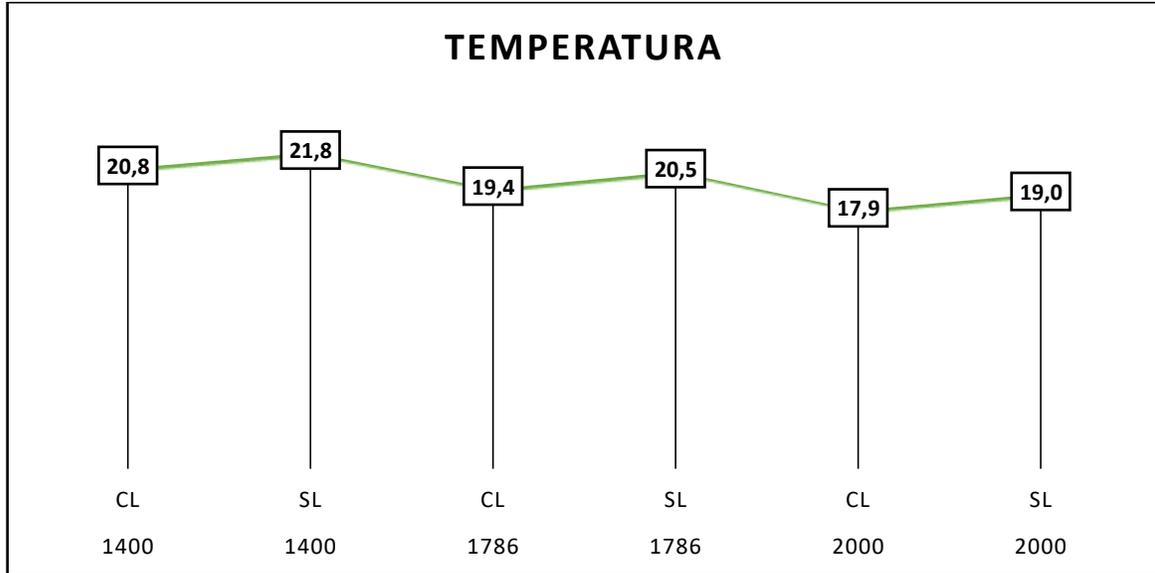
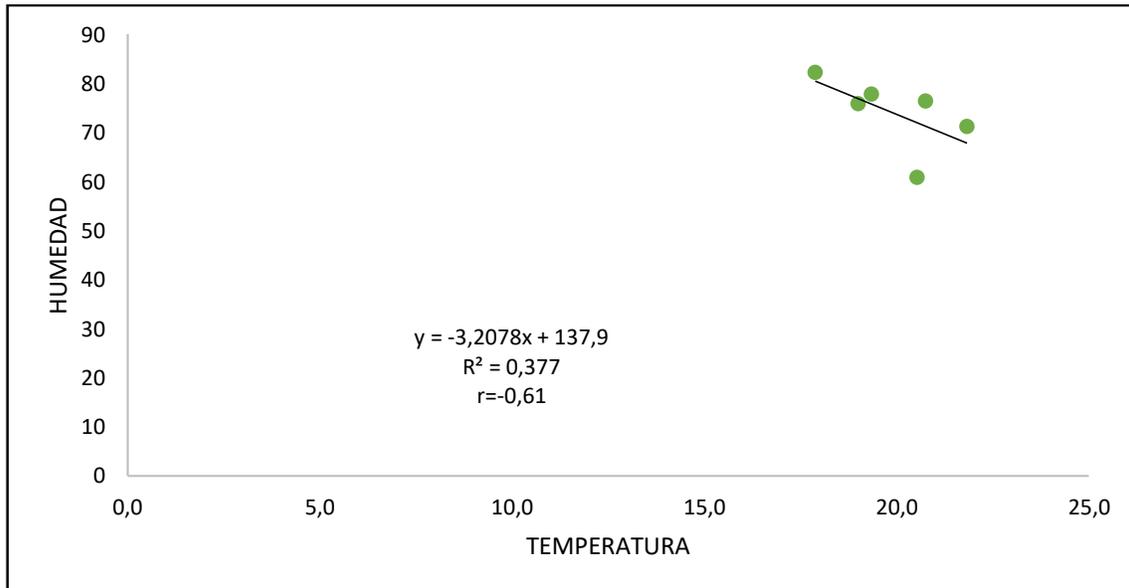


Figura 14

Correlación de Humedad % - Temperatura °C



## FOTOGRAFÍAS



**Foto 1.** Asocio aliso – café



**Foto 2.** Asocio aliso - granadilla



**Foto 3.** Asocio aliso – pasto



**Foto 4.** Entrevistas



**Foto 5.** Recolección muestras de suelo



**Foto 6.** Observación de aves



**Foto 7.** Colocación de trampas para insectos



**Foto 8.** Medición de temperatura y humedad



**Foto 9.** Obtención de muestras en linderos



**Foto 10.** Recolección de muestras para carbono



**Foto 11.** Pesaje de muestras para carbono

Resultados de análisis de suelos

**Figura 15**

Resultados análisis de suelo – Vacas Galindo – Con lindero aliso

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL RÍO Y ECOSANITARIO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 023828860 Ext. 2080	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	<b>Rev. 5</b>  <b>Hoja 1 de 2</b>

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

Informe N°: LN-SFA-E19-1451  
 Fecha emisión Informe: 23/09/2019

**DATOS DEL CLIENTE**

Persona o Empresa solicitante<sup>1</sup>: Brenda Proaño  
 Dirección<sup>1</sup>: Cayambe  
 Provincia<sup>1</sup>: Pichincha      Cantón<sup>1</sup>: Cayambe  
 Teléfono<sup>1</sup>: 0997728010  
 Correo Electrónico<sup>1</sup>: breml\_3195@hotmail.com  
 N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGLS-1731  
 N° Factura/Documento: 026-001-4895

**DATOS DE LA MUESTRA:**

Tipo de muestra <sup>1</sup> : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo <sup>1</sup> : ---	
Provincia <sup>1</sup> : Imbabura	X: ---
Cantón <sup>1</sup> : Cotacachi	Y: ---
Parroquia <sup>1</sup> : Vacas Galindo	Altitud: ---
Muestreado por <sup>1</sup> : Brenda Proaño	
Fecha de muestreo <sup>1</sup> : 11-09-2019	Fecha de inicio de análisis: 12-09-2019
Fecha de recepción de la muestra: 12-09-2019	Fecha de finalización de análisis: 25-09-2019

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>2</sup>	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-1651	VGSCA	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	6,10
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	1,62
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,08
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	34,3
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,02
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	7,00
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,62
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	228,5
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	9,44
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	4,56
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	< 1,60

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Edison Vega

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

<sup>1</sup> Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

*Nota.* Laboratorio de suelos, foliares y aguas AGROCALIDAD

**Figura 16**

*Resultados análisis de suelo – Vacas Galindo – Con lindero aliso*

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSSANITARIO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 023828860 Ext. 2080	<b>PGT/SFA/09-F001</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	<b>Rev. 5</b>
		<b>Hoja 2 de 2</b>

**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	< 3,0	< 0,15	< 10,0	< 0,70	< 2,0	< 0,5	< 20,0	< 5,0	< 1,0	< 3,0
MEDIO	3,0 - 5,0	0,15 - 0,30	10,0 - 20,0	0,20 - 0,38	2,0 - 5,0	0,5 - 1,5	20,0 - 40,0	5,0 - 15,0	1,0 - 4,0	3,0 - 7,0
ALTO	> 5,0	> 0,30	> 20,0	> 0,38	> 5,0	> 1,5	> 40,0	> 15,0	> 4,0	> 7,0

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA, COSTA Y AMAZONÍA					
	ÁCIDO	LIGERAMENTE ÁCIDO	PRÁCTICAMENTE NEUTRO	LIGERAMENTE ALCALINO	ALCALINO
pH	≤ 5,5	> 5,5 - 6,5	> 6,5 - 7,5	> 7,5 - 8,0	> 8,0

FUENTE: INIAF, E.E.S.C. 2002

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


**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSSANITARIO  
**LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS**  
 TUMBACO - ECUADOR

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

† Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

*Nota.* Laboratorio de suelos, foliars y aguas AGROCALIDAD

**Figura 17**

*Resultados análisis de suelo – Vacas Galindo – Sin lindero aliso*

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ECOSANITARIO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>  <b>Rev. 5</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	<b>Hoja 1 de 2</b>

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

Informe N°: LN-SFA-E19-1450  
 Fecha emisión Informe: 25/09/2019

**DATOS DEL CLIENTE**

Persona o Empresa solicitante<sup>1</sup>: Brenda Proaño

Dirección<sup>1</sup>: Cayambe

Provincia<sup>1</sup>: Pichincha

Cantón<sup>1</sup>:  
Cayambe

Teléfono<sup>1</sup>: 0997728010

Correo Electrónico<sup>1</sup>: bremi\_3195@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGL5-1731

N° Factura/Documento: 026-001-4895

**DATOS DE LA MUESTRA:**

Tipo de muestra <sup>1</sup> : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo <sup>1</sup> : ----	
Provincia <sup>1</sup> : Imbabura	X: ----
Cantón <sup>1</sup> : Cotacachi	Y: ----
Parroquia <sup>1</sup> : Vacas Galindo	Altitud: ----
Muestreado por <sup>1</sup> : Brenda Proaño	
Fecha de muestreo <sup>1</sup> : 11-09-2019	Fecha de inicio de análisis: 12-09-2019
Fecha de recepción de la muestra: 12-09-2019	Fecha de finalización de análisis: 25-09-2019

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>1</sup>	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-1650	VGSSA	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	6,57
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	2,24
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,11
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	33,7
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,55
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	6,55
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,42
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	140,2
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	5,32
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	4,28
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	< 1,60

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Edison Vega

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Esta prohibida la reproducción parcial de este informe.

<sup>1</sup> Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

*Nota.* Laboratorio de suelos, foliares y aguas AGROCALIDAD

**Figura 18**

*Resultados análisis de suelo – Peñaherrera – Con lindero aliso*

 <b>AGROCALIDAD</b> <small>AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO</small>	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01  Rev. 5
	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-E19-1452  
 Fecha emisión informe: 25/09/2019

**DATOS DEL CLIENTE**

**Persona o Empresa solicitante<sup>1</sup>:** Brenda Proaño  
**Dirección<sup>1</sup>:** Cayambe  
**Provincia<sup>1</sup>:** Pichincha      **Cantón<sup>1</sup>:** Cayambe  
**Teléfono<sup>1</sup>:** 0997728010  
**Correo Electrónico<sup>1</sup>:** bremi\_3195@hotmail.com  
**N° Orden de Trabajo:** SFA-19-CGLS-1731  
**N° Factura/Documento:** 026-001-4895

**DATOS DE LA MUESTRA:**

<b>Tipo de muestra<sup>1</sup>:</b> Suelo	<b>Conservación de la muestra:</b> Lugar fresco y seco
<b>Cultivo<sup>1</sup>:</b> ----	
<b>Provincia<sup>1</sup>:</b> Imbabura	<b>X:</b> ----
<b>Cantón<sup>1</sup>:</b> Cotacachi	<b>Coordenadas<sup>1</sup> Y:</b> ----
<b>Parroquia<sup>1</sup>:</b> Vacas Galindo	<b>Altitud:</b> ----
<b>Muestreado por<sup>1</sup>:</b> Brenda Proaño	
<b>Fecha de muestreo<sup>1</sup>:</b> 11-09-2019	<b>Fecha de inicio de análisis:</b> 12-09-2019
<b>Fecha de recepción de la muestra:</b> 12-09-2019	<b>Fecha de finalización de análisis:</b> 25-09-2019

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>1</sup>	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-1652	PSCA	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	5,43
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	4,15
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,21
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	45,8
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,51
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	4,24
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,63
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	344,5
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	13,85
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	9,05
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	1,86

**Analizado por:** Daniel Bedoya, Katty Pastás, Edison Vega

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

<sup>1</sup> Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

*Nota.* Laboratorio de suelos, foliares y aguas AGROCALIDAD

**Figura 19**

*Resultados análisis de suelo – Peñaherrera – Sin lindero aliso*

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	<b>Rev. 5</b>
		<b>Hoja 1 de 2</b>

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

Informe N°: LN-SFA-E19-1453  
 Fecha emisión informe: 25/09/2019

**DATOS DEL CLIENTE**

Persona o Empresa solicitante<sup>1</sup>: Brenda Proaño

Dirección<sup>1</sup>: Cayambe

Provincia<sup>1</sup>: Pichincha

Cantón<sup>1</sup>:  
Cayambe

Teléfono<sup>1</sup>: 0997728010

Correo Electrónico<sup>1</sup>: bremi\_3195@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGLS-1731

N° Factura/Documento: 026-001-4895

**DATOS DE LA MUESTRA:**

Tipo de muestra <sup>1</sup> : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo <sup>1</sup> : ---	
Provincia <sup>1</sup> : Imbabura	X: ----
Cantón <sup>1</sup> : Cotacachi	Y: ----
Parroquia <sup>1</sup> : Vacas Galindo	Altitud: ----
Muestreado por <sup>1</sup> : Brenda Proaño	
Fecha de muestreo <sup>1</sup> : 11-09-2019	Fecha de inicio de análisis: 12-09-2019
Fecha de recepción de la muestra: 12-09-2019	Fecha de finalización de análisis: 25-09-2019

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>1</sup>	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-1453	PSSA	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	5,79
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	3,20
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,16
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	65,8
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,40
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	3,22
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,40
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	203,9
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	6,39
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	9,37
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	1,96

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Edison Vega

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

<sup>1</sup> Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

*Nota.* Laboratorio de suelos, foliares y aguas AGROCALIDAD

**Figura 20**

*Resultados análisis de suelo – 6 de Julio Cuellaje – Con lindero aliso*

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14% y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 023828860 Ext. 2080	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	<b>Rev. 5</b>
		<b>Hoja 1 de 2</b>

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

Informe N°: LN-SFA-E19-1457  
 Fecha emisión Informe: 25/09/2019

**DATOS DEL CLIENTE**

Persona o Empresa solicitante<sup>1</sup>: Brenda Proaño

Dirección<sup>1</sup>: Cayambe

Provincia<sup>1</sup>: Pichincha

Cantón<sup>1</sup>:  
Cayambe

Teléfono<sup>1</sup>: 0997728010

Correo Electrónico<sup>1</sup>: bremi\_3195@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGL5-1733

N° Factura/Documento: 026-001-4895

**DATOS DE LA MUESTRA:**

Tipo de muestra <sup>1</sup> : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo <sup>1</sup> : ----	
Provincia <sup>1</sup> : Imbabura	Coordenadas <sup>1</sup> : X: ----
Cantón <sup>1</sup> : Cotacachi	Y: ----
Parroquia <sup>1</sup> : Vacas Galindo	Altitud: ----
Muestreado por <sup>1</sup> : Brenda Proaño	
Fecha de muestreo <sup>1</sup> : 11-09-2019	Fecha de inicio de análisis: 12-09-2019
Fecha de recepción de la muestra: 12-09-2019	Fecha de finalización de análisis: 25-09-2019

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>1</sup>	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-1657	CSCA	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	5,81
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	5,87
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,29
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	4,9
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,90
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	6,03
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,15
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	420,2
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	13,02
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	7,65
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	< 1,60

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Edison Vega

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

<sup>1</sup> Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

*Nota.* Laboratorio de suelos, foliares y aguas AGROCALIDAD

**Figura 21**

*Resultados análisis de suelo – 6 de Julio Cuellaje – Sin lindero aliso*

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	<b>LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Telef.: 023828860 Ext. 2080	<b>PGT/SFA/09-FO01</b>  <b>Rev. 5</b>
	<b>INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO</b>	<b>Hoja 1 de 2</b>

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

Informe N°: IN-SFA-419-1454  
 Fecha emisión informe: 25/09/2019

**DATOS DEL CLIENTE**

Persona o Empresa solicitante<sup>1</sup>: Brenda Proaño

Dirección<sup>1</sup>: Cayambe

Provincia<sup>1</sup>: Pichincha

Cantón<sup>1</sup>:  
Cayambe

Teléfono<sup>1</sup>: 0997728010

Correo Electrónico<sup>1</sup>: bremi\_3195@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-19-CGLS-1731

N° Factura/Documento: 026-001-4895

**DATOS DE LA MUESTRA:**

Tipo de muestra <sup>1</sup> : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco
Cultivo <sup>1</sup> : ----	
Provincia <sup>1</sup> : Imbabura	X: ----
Cantón <sup>1</sup> : Cotacachi	Coordenadas <sup>1</sup> : Y: ----
Parroquia <sup>1</sup> : Vacas Galindo	Altitud: ----
Muestreado por <sup>1</sup> : Brenda Proaño	
Fecha de muestreo <sup>1</sup> : 11-09-2019	Fecha de inicio de análisis: 12-09-2019
Fecha de recepción de la muestra: 12-09-2019	Fecha de finalización de análisis: 25-09-2019

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS**

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>1</sup>	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-19-1654	CSSA	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	5,92
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	4,39
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,22
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	3,6
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	0,37
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	7,18
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,15
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	361,2
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	10,06
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	7,95
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	< 1,60

Analizado por: Daniel Bedoya, Katty Pastás, Edison Vega

**Nota:** El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

<sup>1</sup> Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

*Nota.* Laboratorio de suelos, foliares y aguas AGROCALIDAD

Figura 22

Resultados análisis de pasto – 6 de Julio Cuellaje – Con lindero aliso

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FIRO Y ZOOSANITARIO	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA</b> Vía Interprovincial Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf: 02- 3828 860 ext. 2035	PGT/B/09-FO01  Rev. 6  Hoja 1 de 1
	INFORME DE ANÁLISIS	

Informe N°: LN-B-E19-147  
Fecha emisión informe: 02/10/2019

**DATOS DEL CLIENTE**

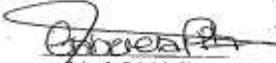
Persona o Empresa solicitante<sup>1</sup>: Brenda Proaño  
 Dirección<sup>1</sup>: Cayambe  
 Provincia<sup>1</sup>: Pichincha      Cantón<sup>1</sup>: Cayambe      Teléfono<sup>1</sup>: 0997728010  
 Correo Electrónico<sup>1</sup>: bremsi\_3195@hotmail.com  
 N° Orden de Trabajo: B-19-CGLS-01730  
 N° Factura/ Memorando: 26-4895

**DATOS DE LA MUESTRA:**

Lote <sup>1</sup> :	Conservación de la muestra <sup>1</sup> : Refrigeración
Provincia <sup>1</sup> : Imbabura	Tipo de envase <sup>1</sup> : Funda de papel
Cantón <sup>1</sup> : Cotacachi	Condiciones ambientales: Temperatura (°C): 24,0
Parroquia <sup>1</sup> : Cuellaje	Humedad relativa(% HR): 54,1
Responsable de toma de muestra <sup>1</sup> : Brenda Proaño	
Fecha de toma de muestra <sup>1</sup> : 11-09-2019	Fecha de inicio de análisis: 13-09-2019
Fecha de recepción de la muestra: 12-09-2019	Fecha de finalización de análisis: 02-10-2019

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA <sup>1</sup>	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN/ REFERENCIA <sup>1</sup>
#190181	CPCA	Humedad	%	Gravimétrico	85,99	---
		Materia Seca	%	PEE/B/01	14,01	---
		Proteína (Nx6,25)	%	AOAC 968.06 DUMAS METHOD	10,38	---
		Grass	%	Soxhlet PEE/B/03	1,06	---
		Cenizas	%	Gravimétrico PEE/B/04	13,68	---
		Fibra	%	Gravimétrico PEE/B/05	4,86	---
		ENN*	%	Cálculo	70,02	---

ENN\*: Elementos No Nitrogenados  
 Análisis por: Quím. A. Patricia Obando y Quím. A. Gabriela Pita  
 Observaciones:  
<sup>1</sup>Datos suministrados por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza por esta información.  
 Anexo Gráficos: NA  
 Anexo Documentos: NA

  
 Quím. A. Gabriela Pita  
 Responsable Técnico  
 Laboratorio de Bromatología



**RECIBIDO**  
TUMBACO - ECUADOR  
02 OCT 2019



**AGROCALIDAD**  
AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FIRO Y ZOOSANITARIO  
**LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA**  
TUMBACO - ECUADOR

  
 107 OCT 2019

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. No autoriza la reproducción total o parcial de este informe sin autorización del Laboratorio.

Nota. Laboratorio de suelos, foliares y aguas AGROCALIDAD

**Figura 23**

Resultados análisis de pasto – 6 de Julio Cuellaje – Sin lindero aliso

 <b>AGROCALIDAD</b> AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOO SANITARIO	<b>LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA</b> Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf: 02- 3828 860 ext. 2035 INFORME DE ANÁLISIS	<b>PGT/B/09-FO01</b>  Rev. 6  Hoja 1 de 1
	Informe N°: LN-B-E19-148 Fecha emisión informe: 02/10/2019	

**DATOS DEL CLIENTE**

Persona o Empresa solicitante: Brenda Proaño  
 Dirección: Cayambe  
 Provincia: Pichincha      Cantón: Cayambe      Teléfono: 0997728010  
 Correo Electrónico: breml3195@hotmail.com  
 N° Orden de Trabajo: IS-19-CGLS-01730  
 N° Factura/ Memorando: 28-4895

**DATOS DE LA MUESTRA:**

Lote: --      Conservación de la muestra: Refrigeración  
 Provincia: Imbabura      Tipo de envase: Funda de papel  
 Cantón: Cotacachi      Condiciones ambientales: Temperatura (°C): 24,0  
 Parroquia: Cuellaje      Humedad Relativa(% HR): 34,1  
 Responsable de toma de muestra: Brenda Proaño  
 Fecha de toma de muestra: 11-09-2019      Fecha de inicio de análisis: 13-09-2019  
 Fecha de recepción de la muestra: 12-09-2019      Fecha de finalización de análisis: 02-10-2019

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	ESPECIFICACIÓN/ REFERENCIA
8190182	CPSA	Humedad	%	Gravimétrico	80,62	---
		Materia Seca	%	PEE/B/01	19,38	---
		Proteína (Nx6,25)	%	AOAC 964,06 DUMAS METHOD	7,50	---
		Grasa	%	SokNet PEE/B/03	0,93	---
		Cenizas	%	Gravimétrico PEE/B/04	14,00	---
		Fibra	%	Gravimétrico PEE/B/05	6,13	---
		ENN*	%	Cálculo	73,44	---

ENN\*: Elementos No Nitrogenados  
 Analizado por: Quím. A. Gabriela Obando y Quím. A. Gabriela Pita.  
 Observaciones:  
 \*Datos suministrados por el cliente. El Laboratorio no se responsabiliza por esta información.  
 Anexo Gráficos: NA  
 Anexo Documentos: NA

  
**AGROCALIDAD**  
 AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOO SANITARIO  
**LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA**  
 TUMBACO - ECUADOR  
 07 OCT 2019

  
**RECIBIDO**  
 TUMBACO - ECUADOR  
 12 OCT 2019

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

Nota. Laboratorio de suelos, foliares y aguas AGROCALIDAD