



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA**

DIRECCIÓN DE POSTGRADOS

**TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGISTER EN AGRICULTURA SOSTENIBLE**

**TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS
SOSTENIBLES PARA EL INCREMENTO DEL RENDIMIENTO
DE LAS PASTURAS**

AUTOR: CLAVIJO LÓPEZ, FRANCISCO ESTEBAN

DIRECTOR: ING. RODRÍGUEZ, LUIS FERNANDO

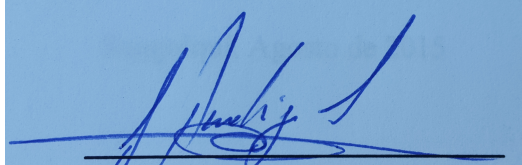
SANGOLQUÍ

2015

CERTIFICADO

Certifico que el presente proyecto “IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES PARA EL INCREMENTO DEL RENDIMIENTO DE LAS PASTURAS”, fue desarrollado en su totalidad por el señor Ing. Francisco Esteban Clavijo López, bajo mi dirección.

Sangolquí, Agosto de 2015



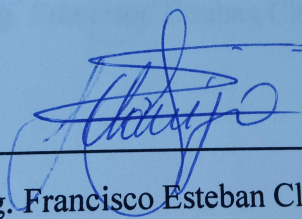
Ing. Luis F. Rodríguez
DIRECTOR

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

El presente proyecto titulado “IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES PARA EL INCREMENTO DEL RENDIMIENTO DE LAS PASTURAS” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado el derecho intelectual de terceros considerándolos en citas a pie de página y como fuentes en el registro bibliográfico.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance del proyecto en mención.

Sangolquí, Agosto de 2015

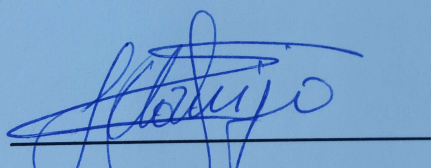


Ing. Francisco Esteban Clavijo López

AUTORIZACIÓN

Yo, Francisco Esteban Clavijo López, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” a publicar en la biblioteca virtual de la Institución el presente trabajo “IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES PARA EL INCREMENTO DEL RENDIMIENTO DE LAS PASTURAS”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, Agosto de 2015



Ing. Francisco Esteban Clavijo López

DEDICATORIA

Con todo el amor para mi hijo Nicolás Agustín, mi madre Yolanda, mi padre Manuel y mi hermano Augusto. Una dedicatoria especial para toda mi familia materna.

Francisco Esteban Clavijo López

AGRADECIMIENTOS

A toda mi familia y en especial a mi hijo Nicolás Agustín por brindarme inspiración y la fuerza necesaria.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE y a su equipo técnico y administrativo de la Maestría en Agricultura Sostenible, en especial a los Ingenieros Álvaro Yépez, Ramiro León y Emilio Basantes, por tan ardua labor en beneficio de los futuros técnicos de cuarto nivel.

Al Programa de Ganadería y Pastos de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP, en especial al Ing. Luis Fernando Rodríguez y Agr. Arturo Godoy, por participar activamente y colaborar en todo el desarrollo de la presente investigación.

Francisco Esteban Clavijo López

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO	ii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	1
1.1.OBJETIVOS	4
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1. Ganadería En América Latina.....	5
2.1.1. Ganadería y Ambiente	5
2.1.2. Desafíos y Respuestas	6
2.2. Forma De Obtener Información	7
2.2.1. La encuesta.....	7
2.3. Sistemas De Información Geográfica	9
2.3.1. Construcción de bases de datos geográficas	9
2.3.2. Topologías, Modelos de datos y tipos de SIG.....	10
2.4. Producción Ganadera Sostenible.....	13

2.4.1. Sistemas Silvopastoriles.....	13
2.5. Establecimiento De Pasturas Sostenibles.....	17
2.5.1. El concepto de pastura estable y sostenible	18
2.6. Capacitación.....	19
2.6.1. Escuelas de campo	19
2.7. Simulación	21
2.7.1. Estructura De Los Modelos De Simulación.....	21
2.7.2. Etapas En La Elaboración De Un Modelo De Simulación	22
CAPÍTULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
3.1. Características del Sitio Experimental	24
3.2. MATERIALES	26
3.2.1. Materiales de campo	26
3.2.2. Materiales de Oficina	26
3.3. MÉTODOS	26
3.3.1. DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE PASTOS Y LECHE.....	26
3.3.2. PARCELAS DE APRENDIZAJE DE PASTOS EN SISTEMA SILVOPASTORIL.....	27
3.3.2.1 IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN PARCELAS DE PASTOS EN SISTEMA SILVOPASTORIL	28
3.3.2.2. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN A LOS PRODUCTORES ORIENTADO A UN MANEJO SOSTENIBLE DE RECURSOS	39
3.3.3. SIMULACIÓN DE ESCENARIOS DEL SISTEMA PRODUCTIVO.....	41
3.3.3.1. Realizar una simulación de escenarios del sistema productivo.	41
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42

4.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1. Elaborar el diagnóstico de la producción de pastos y leche de pequeños campesinos.....	42
4.1.1. Análisis de los sistemas productivos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló, Sigchos – Cotopaxi, empleando Sistemas de Información Geográfica SIG	42
4.1.2. Análisis de los sistemas productivos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló, Sigchos – Cotopaxi, empleando encuestas y análisis técnicos.	51
4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2. Implementar parcelas de aprendizaje de pastos para realizar prácticas de manejo y desarrollo de tecnologías propuestas.	63
4.2.1. Análisis químicos de suelos de las parcelas de aprendizaje y los potreros de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.	63
4.2.2. Rendimiento forrajero de las parcelas de aprendizaje y los potreros de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.	70
4.2.3. Composición botánica de las parcelas de aprendizaje y los potreros de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.	73
4.2.4. Capacidad de carga de las parcelas de aprendizaje y los potreros de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	75
4.2.5. Valor nutritivo de los pastos de las parcelas de aprendizaje y los potreros de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.	76
4.2.6. Porcentaje de prendimiento de especies arbóreas empleadas en las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.	79
4.2.7. Altura de especies arbóreas implementadas en las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.	80

4.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3. Determinar las diferencias técnicas y económicas entre el sistema productivo convencional llevada a cabo por el productor y el propuesto por el presente proyecto, empleando el Software LIFESIM.....	82
4.3.1. Producción de leche de las parcelas de aprendizaje de pastos y los potreros de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	82
4.3.2. Costos de producción (ha) de una mezcla forrajera en las parcelas de aprendizaje de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	84
4.3.3. Costos de producción de los sistemas lecheros de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.	86
4.3.4. Análisis de los resultados empleando el software LIFE SIM DAIRY de las parcelas de aprendizaje de pastos y los potreros de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	89
4.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 4. Establecer un programa de capacitaciones para pequeños productores orientado a mejorar el rendimiento de las pasturas de una manera sostenible.....	94
4.4.1. Porcentaje de adopción de las alternativas tecnológicas implementadas en las parcelas de aprendizaje de pastos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.	94

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	99
5.1 CONCLUSIONES	99
5.2 RECOMENDACIONES	100
5.3 BIBLIOGRAFÍA	102

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Ubicación política, geográfica y datos edáficos de los sitios de la investigación.....	24
TABLA 2. Características climáticas del cantón Sigchos.....	25
TABLA 3. Mezcla forrajera a emplearse en las parcelas de aprendizaje de pastos. Sigchos – Cotopaxi.....	30
TABLA 4. Frecuencia de ocurrencia de las variables género y uso de registros de los productores de las comunidades de Guatualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	51
TABLA 5. Análisis estadístico de la información general de los productores de la comunidad de Guatualó. Sigchos – Cotopaxi.....	52
TABLA 6. Análisis estadístico de la información general de los productores de la comunidad de Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.	54
TABLA 7. Frecuencia de ocurrencia de los datos en las variables de uso de suelo y agua de los productores de las comunidades de Guatualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	55
TABLA 8. Frecuencia de ocurrencia de los datos en las variables de manejo de pastos de los productores de las comunidades de Guatualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	57
TABLA 9. Frecuencia de ocurrencia de los datos en las variables de nutrición animal de los productores de las comunidades de Guatualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	59
TABLA 10. Frecuencia de ocurrencia de los datos en las variables de producción de leche en las comunidades de Guatualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	61
TABLA 11. Análisis estadístico de las variables de producción láctea de la comunidad de Guatualó. Sigchos – Cotopaxi.....	62
TABLA 12. Análisis estadístico de las variables de producción láctea de la comunidad de Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.	62

TABLA 13. Análisis químico de suelo (N, P, S, K) inicial y final de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	63
TABLA 14. Análisis químico de suelo (Ca, Mg, B, pH) inicial y final de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	64
TABLA 15. Resultados de la variable rendimiento forrajero en kilogramos de materia seca por hectárea (kg/MS/ha) de las parcelas de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	70
TABLA 16. Resultados de composición botánica de las parcelas de pastos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	73
TABLA 17. Resultados de capacidad de carga de las parcelas de pastos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	75
TABLA 18. Resultados del análisis nutricional (proximal) de las mezclas forrajeras de las parcelas de pastos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	76
TABLA 19. Porcentaje de prendimiento de especies arbóreas distribuidas en un sistema silvopastoril en las parcelas de pastos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	79
TABLA 20. Seguimiento de altura de tres especies arbóreas empleadas en las parcelas de aprendizaje de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	80
TABLA 21. Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 30 meses después de la plantación de especies arbóreas en las parcelas de aprendizaje de pastos.....	80
TABLA 22. Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta (cm) a los 30 meses después de la plantación de especies arbóreas en las parcelas de aprendizaje de pastos.....	81
TABLA 23. Diferencia en producción de leche de animales alimentados en los potreros de los productores versus los alimentados con las parcelas de aprendizaje de pastos.....	83

TABLA 24. Costos de establecimiento y producción de una mezcla forrajera en las parcelas de aprendizaje de pastos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	84
TABLA 25. Costos de establecimiento y producción de una mezcla forrajera en las parcelas de aprendizaje de pastos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	84
TABLA 26. Costos de producción del sistema productivo lechero empleando pastos mejorados en las parcelas de aprendizaje de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	86
TABLA 27. Costos de producción del sistema productivo lechero empleando pastos naturales en los potreros de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	87
TABLA 28. Porcentaje de adopción de las alternativas tecnológicas para el manejo sostenible del recurso suelo en las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	95
TABLA 29. Porcentaje de adopción de las alternativas tecnológicas para el uso de pastos mejorados en sistemas silvopastoriles en las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Ubicación de los productores en las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	42
FIGURA 2. Distribución espacial de los predios de los productores agropecuarios de la comunidad de Guantualó. Sigchos - Cotopaxi.	43
FIGURA 3. Distribución espacial de los predios de los productores agropecuarios de la comunidad de Taxojaló. Sigchos - Cotopaxi.....	44
FIGURA 4. Relieve presente en la comunidad de Guantualó. Sigchos - Cotopaxi.	45
FIGURA 5. Relieve presente en la comunidad de Taxojaló. Sigchos - Cotopaxi.	46
FIGURA 6. Aptitudes agrícolas presentes en las comunidades Guantualó y Taxojaló. Sigchos - Cotopaxi.	47
FIGURA 7. Taxonomía de los suelos de las comunidades Guantualó y Taxojaló. Sigchos - Cotopaxi.	48
FIGURA 8. Textura de los suelos de las comunidades Guantualó y Taxojaló. Sigchos - Cotopaxi.	50
FIGURA 9. Evaluación del rendimiento forrajero de las parcelas de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	71
FIGURA 10. Resultados comparativos del rendimiento forrajero total de las ocho evaluaciones de las parcelas de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.....	72
FIGURAS 11 Y 12. Curva de producción de leche relacionada a energía y proteína, estimadas por el Software LIFE SIM de las parcelas de aprendizaje de pastos (izquierda) y los potreros de los productores (derecha) de las dos comunidades en estudio. Sigchos – Cotopaxi.....	89

FIGURAS 13 Y 14. Curva de producción de leche estimada y potencial estimada por el Software LIFE SIM de las parcelas de aprendizaje de pastos (izquierda) y los potreros de los productores (derecha) de las dos comunidades en estudio. Sigchos – Cotopaxi.	90
FIGURAS 15 Y 16. Ganancia de peso animal en el período de lactancia estimada por el Software LIFE SIM de las parcelas de aprendizaje de pastos (izquierda) y los potreros de los productores (derecha) de las dos comunidades en estudio. Sigchos – Cotopaxi.	91
FIGURAS 17 Y 18. Emisiones acumuladas de metano por mes estimadas por el Software LIFE SIM de las parcelas de aprendizaje de pastos (izquierda) y los potreros de los productores (derecha) de las dos comunidades en estudio. Sigchos – Cotopaxi.....	92
FIGURA 19. Total de emisiones de metano al año estimadas por el Software LIFE SIM de las parcelas de aprendizaje de pastos y los potreros de los productores de las dos comunidades en estudio. Sigchos – Cotopaxi.	93

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Encuesta a emplear para el levantamiento de la línea base del proyecto	108
ANEXO 2. Tabla para la variable altura de especie arbórea (cm) después de la plantación.....	113
ANEXO 3. Estaciones experimentales cercanas a las localidades en estudio y tabla de pluviosidad por mes de cada una de ellas	114
ANEXO 4. Resultados de los análisis de suelo y bromatológicos realizados en la investigación	115
ANEXO 5. Recomendación de empleo de especies forrajeras para zonas templadas húmedas y secas de la región interandina.....	117
ANEXO 6. Recomendación de fertilización desde la siembra hasta el primer año de una mezcla forrajera	118

RESUMEN

La producción de pasturas llevada a cabo por los pequeños productores de leche de la sierra ecuatoriana, se ve limitada por la falta de tecnologías sostenibles que estén acorde a las necesidades de sus sistemas productivos. Para mejorar las condiciones productivas y económicas de las comunidades de Guantualó y Taxojaló, del cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi, se realizó la implementación de tecnologías sostenibles que incrementen el rendimiento y valor nutritivo de los potreros destinados para la alimentación de bovinos de leche. Se inició con la realización de un diagnóstico de los sistemas productivos lecheros empleando Sistemas de Información Geográfica (SIG) y levantamientos de la información mediante encuestas directas y análisis técnicos en campo. Tomando en cuenta esta problemática se diseñaron y validaron tecnologías para mejorar los suelos, el rendimiento y valor nutritivo de los potreros de los productores. Dichas tecnologías fueron implementadas en forma práctica y participativa con la utilización de la metodología “aprender haciendo”. Posteriormente se analizó la adopción de estas tecnologías y se comparó los resultados obtenidos en las parcelas de aprendizaje manejadas con las tecnologías sostenibles, versus los resultados de los potreros que comúnmente llevan los pequeños productores de leche de las comunidades seleccionadas. Finalmente se obtuvo que con el empleo de estas tecnologías sostenibles, se logró un incremento significativo en el rendimiento y valor nutritivo de los pastos y en la producción de leche bovina, además se colaboró en la reducción del impacto de esta actividad productiva sobre el ambiente.

Palabras claves: CAPACITACIÓN PRÁCTICA PARTICIPATIVA, DIAGNÓSTICO, PASTOS, PRODUCCIÓN DE LECHE, TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES.

ABSTRACT

The pasture production conducted by small dairy farmers in the highlands of Ecuador is limited by the lack of sustainable technologies that are tailored to the needs of their production systems. In this context and in order to improve production and economic conditions of communities of Guantualó and Taxojaló, located in Sigchos of the province of Cotopaxi, was conducted the implementation of sustainable technologies that increase yield and nutritive value of the pastures intended for feeding dairy cattle. This project began with a diagnosis of dairy production systems using Geographic Information Systems (GIS) and survey information through technical analysis. After taking into account this problem was designed and validated sustainably technologies improve the soil, and the yield and nutritive value of the pasture. These technologies were implemented in practice and participatory form, in order to demonstrate in the field the benefits of its use, thought the employing of the methodology "learning by doing". Subsequently, the adoption of these technologies was analyzed comparing the results obtained in the learning plots, versus the results of pastures commonly carry for the small milk producers. Finally it was concluded that with the use of these sustainable technologies, is achieved a significant increase in yield and nutritive value of pastures, also it was collaborated on reducing the impact of this activities on the environment.

Keywords: PARTICIPATORY PRACTICE TRAINING, DIAGNOSTICS, PASTURES, PRODUCTION OF MILK, SUSTAINABLE TECHNOLOGIES.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Desde la perspectiva socio-económica, la ganadería es una actividad de marcada relevancia en América Latina y el Caribe (ALC). La producción pecuaria representa alrededor de un 13% del valor de la producción pecuaria mundial y tiene una tasa de crecimiento anual del 4.5% (superior al promedio mundial del 2.1%). La contribución del sector pecuario al PIB agropecuario regional es alrededor del 45% (FAO, 2008).

La producción lechera es uno de los sectores más importantes en cuanto a la generación de empleo en el sector agrícola y en la economía del Ecuador. Más que 600 mil personas dependen directamente de la producción de leche, entre ellas muchas mujeres campesinas. Los productores de leche garantizan el autoabastecimiento y contribuyen fundamentalmente a la seguridad y soberanía alimentaria del país (SIPAE, 2007; citado por Bedoya, 2012). En el Ecuador existen 5'235545 cabezas de animales bovinos (INEC-ESPAC, 2012)

La actividad lechera constituye uno de los renglones de mayor importancia del sector agropecuario. La producción nacional de leche en el 2010 alcanzó 5'709456 litros diarios, cifras que revelan un alto índice de autosuficiencia para el consumo nacional. Pero se observa que el promedio aproximado de producción de leche está en 3.1 kg/vaca/día (INEC-ESPAC, 2012). Esto refleja una baja productividad del sistema lechero y se hace evidente que este sector requiere urgentemente apoyo principalmente en capacitación, debido a que la mayor parte de la leche del país es producida por pequeños y medianos productores.

En el sector de pequeños productores, la ganadería bovina constituye la única fuente estable de ingresos (53% de los ingresos económicos provienen de la leche), sobre todo en los sectores marginales y de subsistencia (INEC-ESPAC, 2012).

Pese al crecimiento que ha tenido la actividad ganadera en el país no se ha logrado desarrollar a un nivel tal que permita satisfacer la creciente demanda de

leche y carne de la población. En los últimos tiempos la disponibilidad leche y sus derivados se ha reducido, siendo el consumo per cápita aproximado de 99 kg/habitante/año (INEC-ESPAC, 2012), frente a los 104 kg/habitante/año que menciona (Carámbula, 2013). El consumo promedio per cápita en los países desarrollados fue de 244.3 litros mientras que en los países en desarrollo fue de 67.5 l/hab/año; siendo el promedio mundial 104.1 litros (FAO, 2012).

Estudios realizados por el INIAP confirman que los pequeños y medianos productores de leche y carne poseen limitados recursos en términos de tierra, capital y tecnología; y en general se caracterizan por manejar complejos sistemas de producción, donde la ganadería bovina es lo más habitual. Estos sistemas también son afectados por factores externos (políticas, clima, etc.), cuyas consecuencias a menudo se reflejan en una baja productividad y sostenibilidad (INIAP, 2010).

La ganadería tiene significativos efectos sobre casi todos los aspectos del ambiente, ya sea en forma directa a través del pastoreo y la incorporación de nuevas tierras para pastos, o en forma indirecta a través de la expansión de la producción de granos destinados a la alimentación del ganado. Lo indicado anteriormente, el aumento en los ingresos, el crecimiento de la población y la creciente urbanización que está experimentando el planeta, se traducen en un rápido crecimiento de la demanda por productos y derivados pecuarios a nivel mundial (Steinfeld, y otros, 2009).

Esta situación está llevando a que la concomitante expansión en la actividad ganadera ejerza presión sobre la base de recursos y genere consecuencias ambientales indeseables a nivel del agua, el aire, el suelo, el cambio climático y la biodiversidad (FAO, 2008).

La producción ganadera debe ser competitiva; y en este afán requiere eficacia económica, la cual depende de la eficiencia biológica de las plantas, que son componentes básicos involucrados en el proceso de producción (INIAP, 2010).

El pasto desempeña un papel importante en la producción de leche, ya que constituye un alimento económico y de fácil aprovechamiento por los rumiantes. En las zonas de altura se pueden utilizar especies de pastos con una alta producción de forraje nutritivo a través del año y que presentan buena respuesta a la fertilización nitrogenada, dentro de estos pastos, los más comunes son los ryegrases (*Lolium perenne* y *Lolium multiflorum*). Los pequeños productores en cambio se caracterizan por poseer pastos naturalizados de los géneros *Pennisetum*, *Festuca*, *Holcus* y *Dactylis*. Por esto se debe considerar que el uso de una especie en particular depende de su grado de adaptación a las condiciones del suelo, temperatura, humedad y disponibilidad de la semilla en la región (Barrera, V. *et al.* 2004).

Así, las especies que componen un pastizal determinan diferencias en el valor nutritivo, donde las pasturas compuestas básicamente por ryegrass perenne (*Lolium perenne*), ryegrass anual (*Lolium multiflorum*), y trébol blanco (*Trifolium repens*), en condiciones similares de suelo y manejo, son más productivas que una pradera natural compuesta por especies naturalizadas, como el holco (*Holcus lanatus*) y la grama (*Paspalum* sp.) (Barrera, León, Grijalva, & Chamorro, 2004).

Por esta razón el establecimiento de pasturas con vida útil muy larga, debe enmarcarse dentro de la sostenibilidad, procurando cantidad y calidad de forrajes, con una producción animal sostenida, manteniendo y garantizando los recursos naturales para futuras generaciones (Gutiérrez, 1998).

1.1. OBJETIVOS

Objetivo General:

- Implementar tecnologías para el mejoramiento del rendimiento de las pasturas en las comunidades de Guantualó y Taxojaló del Cantón Sigchos, Provincia de Cotopaxi.

Objetivos Específicos:

- Elaborar el diagnóstico de la producción de pastos y leche de pequeños campesinos en las comunidades de Guantualó y Taxojaló (Sigchos – Cotopaxi), empleando Sistemas de Información Geográfica.
- Implementar parcelas de aprendizaje de pastos en sistema silvopastoril con alternativas tecnológicas de manejo de recursos.
- Determinar las diferencias técnicas y económicas entre el sistema productivo convencional llevada a cabo por el productor y el propuesto por el presente proyecto, empleando el Software LIFESIM.
- Establecer un programa de capacitaciones para pequeños productores orientado a mejorar el rendimiento de las pasturas de una manera sostenible.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Ganadería En América Latina

La ganadería es una actividad de marcada relevancia en América Latina y el Caribe (ALC). La producción pecuaria en ALC representa alrededor de un 13% del valor de la producción pecuaria mundial y tiene una tasa de crecimiento anual del 4.5% (superior al promedio mundial del 2.1%). La contribución del sector pecuario al PIB agropecuario regional es de alrededor del 45%, y en algunos países como Uruguay, Antigua y Barbuda, Venezuela, Panamá y Barbados, la producción pecuaria representa más de la mitad del total agropecuario del país . Cerca del 20% de los 535 millones de habitantes de la región se encuentra relacionado a las actividades agropecuarias, estando un tercio de ese porcentaje dedicado a la ganadería. La actividad ganadera en ALC, al igual que en otras partes del mundo, es fuente de empleo e ingresos para las familias rurales y, en el caso de las familias pobres, forma parte integral de las estrategias de vida para acumular capital y recursos.

El sector ganadero de la región ha mostrado un acelerado crecimiento en los últimos años. El rodeo ganadero de ALC (el cual asciende actualmente a unos 538 millones de cabezas y representa el 27% de la población de bovinos del mundo) ha aumentado un 15 por ciento desde el año 1990, y se prevé que seguirá creciendo en todos los países de la región gracias a los precios favorables de los productos pecuarios y el aumento en la demanda global por los mismos (FAO, 2008).

2.1.1. Ganadería y Ambiente

La ganadería tiene significativos efectos sobre casi todos los aspectos del ambiente, ya sea en forma directa a través del pastoreo y la incorporación de nuevas tierras para pastos, o en forma indirecta a través de la expansión de la producción de granos destinados a la alimentación del ganado. El aumento en los ingresos, el

crecimiento de la población y la creciente urbanización que está experimentando el planeta, se traducen en un rápido crecimiento de la demanda por productos y derivados pecuarios a nivel mundial (Steinfel. *et al.* 2009).

La ganadería representa uno de los principales usos de la tierra en América Latina y el Caribe (ALC). La superficie de praderas y pastos permanentes ocupan aproximadamente 561.8 millones de hectáreas, o el equivalente al 27% del total del área de la región. En algunos países de ALC, las tierras bajo pastoreo llegan a ocupar más de la mitad de la superficie de los mismos. A su vez, la ganadería basada en el pastoreo es una de las principales actividades que ha coadyuvado a la modificación de los ecosistemas naturales de la región. La incorporación de tierras destinadas a la ganadería en los países de ALC se ha dado a expensas de la reducción y modificación de áreas de bosques tropicales, subtropicales y de montaña, y en la alteración de humedales. Las drásticas modificaciones de ecosistemas asociadas a la expansión de la actividad ganadera han traído aparejados efectos ambientales negativos a escala local, regional y global. A escala local se ha dado degradación de suelos, contaminación de capas freáticas y pérdidas de productividad, en tanto que a escala regional se ha generado la pérdida de la capacidad de regulación hídrica, la contaminación de ríos y la pérdida de servicios ecosistémicos. Los efectos a escala global se manifiestan en la pérdida de biodiversidad y de recursos genéticos al degradarse o reducirse los ecosistemas boscosos neotropicales, los cuales se caracterizan por poseer una alta riqueza de especies de flora y fauna. Asimismo, el cambio de uso del suelo a pastizales contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero, entre ellos dióxido de carbono, óxido nitroso y metano (CEPAL. FAO. IICA. 2009).

2.1.2. Desafíos y Respuestas

El proceso de expansión de la ganadería que están viviendo los países de región de ALC, representa tanto una oportunidad como una amenaza para el desarrollo sustentable de la región. Por un lado, es una oportunidad para generar riqueza y mitigar la pobreza si se toman las decisiones políticas adecuadas y si se

promueven sistemas de producción ganaderos sustentables y amigables con el ambiente.

Ante este panorama, se requiere que se promuevan iniciativas que propendan a la prevención y mitigación de los efectos ambientales indeseables de la actividad. Para ello, se necesita que en los países de la región se fortalezcan los marcos de políticas públicas que favorecen el desarrollo de una ganadería sustentable y eco-amigable, se fortalezcan y articulen las capacidades institucionales entre los organismos encargados de abordar las interacciones entre la ganadería y el ambiente, y se promueva la generación y adopción de tecnologías productivas ganaderas eco-amigables. De no buscarse el desarrollo de una estrategia integral para una ganadería sostenible, los países de la región estarán dilapidando su capital natural y, lo que es peor, cerrando oportunidades de desarrollo sustentable en el futuro. Por lo que si se tiene en cuenta la relevancia social, económica y cultural de la actividad en ALC, se desprende que es de importancia estratégica para la región contar con una ganadería sustentable y amigable con el ambiente para asegurar una fuente de empleo y de ingresos para miles de pobladores rurales en el largo plazo (FAO, 2008).

2.2. Forma De Obtener Información

2.2.1. La encuesta

La encuesta se define como “una investigación realizada sobre una muestra de sujetos representativa de un colectivo más amplio, utilizando procedimientos estandarizados de interrogación con intención de obtener mediciones cuantitativas de una gran variedad de características objetivas y subjetivas de la población”. Mediante la encuesta se obtienen datos de interés sociológico interrogando a los miembros de un colectivo o de una población.

Como características fundamentales de una encuesta, se destacan:

- La encuesta es una observación no directa de los hechos sino por medio de lo que manifiestan los interesados.

- Es un método preparado para la investigación.
- Permite una aplicación masiva que mediante un sistema de muestreo pueda extenderse a una nación entera.
- Hace posible que la investigación social llegue a los aspectos subjetivos de los miembros de la sociedad (Sánchez, J., 2011).

2.2.1.1. Realización de una encuesta

- Definir el objetivo de la encuesta. Formulando con precisión los objetivos a conseguir, desmenuzando el problema a investigar, eliminando lo superfluo y centrado el contenido de las encuestas, delimitando, si es posible las variables intervinientes y diseñando la muestra.
- La formulación del cuestionario es fundamental en el desarrollo de una investigación, debiendo ser realizado meticulosamente y comprobando antes de pasarlo a la muestra representativa de la población.
- El trabajo de campo, consistente en la obtención de los datos. Para ello será preciso seleccionar a los entrevistadores, formarlos y distribuirles el trabajo a realizar en forma homogénea.
- Los datos obtenidos habrá que procesarlos, codificarlos tabularlos para obtener los resultados de la encuesta que serán presentados en el informe y que servirán para posteriores análisis (León C. y Barrera V., 2003).

2.2.1.2. Encuesta Estática

Con información inicial se diseña y ejecuta una encuesta con el objeto de obtener información específica y relevante del sistema agropecuario a estudiar. Considera las variables más importantes que influyen en el manejo del sistema de producción, así como los rangos de producción. Metodológicamente, este tipo de encuesta permite obtener información dentro de un amplio espacio muestral aleatorio en cada región o área. Se le considera como punto de partida o Línea base. Su inconveniente es el tiempo y costo (León C. y Barrera V., 2003).

2.3. Sistemas De Información Geográfica

El término SIG procede del acrónimo de Sistema de Información Geográfica (en inglés GIS, Geographic Information System).

Técnicamente se puede definir un SIG como una tecnología de manejo de información geográfica formada por equipos electrónicos (hardware) programados adecuadamente (software) que permiten manejar una serie de datos espaciales (información geográfica) y realizar análisis complejos con éstos siguiendo los criterios impuestos por el equipo científico (personal).

Son por tanto cuatro los elementos constitutivos de un sistema de estas características: Hardware, Software, Datos geográficos, Equipo humano (Ortiz, G., 2002).

Pero además de ser un factor limitante, la información geográfica es a su vez el elemento diferenciador de un Sistema de Información Geográfica frente a otro tipo de Sistemas de Información; así, la particular naturaleza de este tipo de información contiene dos vertientes diferentes: por un lado está la vertiente espacial y por otro la vertiente temática de los datos (Sánchez, E., 2004).

Un SIG trabaja a la vez con dos partes de información: su forma perfectamente definida en plano y sus atributos temáticos asociados. Es decir, tiene que trabajar con cartografía y con bases de datos a la vez, uniendo ambas partes y constituyendo con todo ello una sola base de datos geográfica.

Esta capacidad de asociación de bases de datos temáticas junto con la descripción espacial precisa de objetos geográficos y las relaciones entre los mismos (topología) es lo que diferencia a un SIG de otros sistemas informáticos de gestión de información (Ortiz, G., 2002).

2.3.1. Construcción de bases de datos geográficas

La construcción de una base de datos geográfica implica un proceso de abstracción para pasar de la complejidad del mundo real a una representación

simplificada asequible para el lenguaje de los ordenadores actuales. Este proceso de abstracción tiene diversos niveles y normalmente comienza con la concepción de la estructura de la base de datos, generalmente en capas; en esta fase, y dependiendo de la utilidad que se vaya a dar a la información a compilar, se seleccionan las capas temáticas a incluir.

Aunque a nivel geográfico las relaciones entre los objetos son muy complejas, siendo muchos los elementos que interactúan sobre cada aspecto de la realidad, la topología de un S.I.G. reduce sus funciones a cuestiones mucho más sencillas, como por ejemplo conocer el polígono (o polígonos) a que pertenece una determinada línea, o bien saber qué agrupación de líneas forman una determinada carretera.

Existen diversas formas de modelizar estas relaciones entre los objetos geográficos o topología. Dependiendo de la forma en que ello se lleve a cabo se tiene uno u otro tipo de Sistema de Información Geográfica dentro de una estructura de tres grupos principales: SIG vectoriales, SIG Raster y SIG Orientados a objetos.

No existe un modelo de datos que sea superior a otro, sino que cada uno tiene una utilidad específica (Ortiz, G., 2002).

2.3.2. Topologías, Modelos de datos y tipos de SIG

En función del modelo de datos implementado en cada sistema, podemos distinguir tres grandes grupos de Sistemas de Información Geográfica: SIG Vectoriales, SIG Rastery SIG con modelo de datos Orientados a Objetos. En realidad, la mayor parte de los sistemas existentes en la actualidad pertenecen a los dos primeros grupos (vectoriales y raster) (Sánchez, E., 2004).

2.3.2.1. SIG Vectoriales

Son aquellos Sistemas de Información Geográfica que para la descripción de los objetos geográficos utilizan vectores definidos por pares de coordenadas relativas a algún sistema cartográfico.

Con un par de coordenadas y su altitud gestionan un punto, con dos puntos generan una línea, y con una agrupación de líneas forman polígonos. De entre todos los métodos para formar topología vectorial la forma más robusta es la topología arco-nodo.

La topología arco-nodo basa la estructuración de toda la información geográfica en pares de coordenadas, que son la entidad básica de información para este modelo de datos. Con pares de coordenadas (puntos) forma vértices y nodos, y con agrupaciones de éstos puntos forma líneas, con las que a su vez puede formar polígonos. Básicamente esta es la idea, muy sencilla en el fondo.

Para poder implementarla en un ordenador, se requiere la interconexión de varias bases de datos a través de identificadores comunes. Estas bases de datos, que podemos imaginarlas como tablas con datos ordenados de forma tabular, contienen columnas comunes a partir de las cuales se pueden relacionar datos no comunes entre una y otra tabla.

En general, el modelo de datos vectorial es adecuado cuando trabajamos con objetos geográficos con límites bien establecidos, como pueden ser fincas, carreteras, etc. (Ortiz, G., 2002).

2.3.2.2. Los SIG Raster

Los Sistemas de Información Raster basan su funcionalidad en una concepción implícita de las relaciones de vecindad entre los objetos geográficos. Su forma de proceder es dividir la zona de afección de la base de datos en una retícula o malla regular de pequeñas celdas (a las que se denomina pixels) y atribuir un valor numérico a cada celda como representación de su valor temático. Dado que la malla es regular (el tamaño del pixel es constante) y que conocemos la posición en coordenadas del centro de una de las celdas, se puede decir que todos los pixels están georeferenciados.

Lógicamente, para tener una descripción precisa de los objetos geográficos contenidos en la base de datos el tamaño del pixel ha de ser reducido (en función de

la escala), lo que dotará a la malla de una resolución alta. Sin embargo, a mayor número de filas y columnas en la malla (más resolución), mayor esfuerzo en el proceso de captura de la información y mayor costo computacional a la hora de procesar la misma.

No obstante, el modelo de datos raster es especialmente útil cuando tenemos que describir objetos geográficos con límites difusos, como por ejemplo puede ser la dispersión de una nube de contaminantes, o los niveles de contaminación de un acuífero subterráneo, donde los contornos no son absolutamente nítidos; en esos casos, el modelo raster es más apropiado que el vectorial (Sánchez, E., 2004).

2.3.2.3. Los SIG Orientados a Objetos

No existe una definición clara ni un acuerdo general en la comunidad de usuarios acerca de la entidad de los modelos orientados a objetos, pero sí existe unanimidad en cuanto a las características que debe tener un S.I.G. de este tipo.

En primer lugar, los S.I.G. orientados a objetos plantean un cambio en la concepción de la estructura de las bases de datos geográficas; mientras los modelos de datos, vectorial y raster estructuran su información mediante capas los sistemas orientados a objetos intentan organizar la información geográfica a partir del propio objeto geográfico y sus relaciones con otros. De este modo, los objetos geográficos están sometidos a una serie de procesos y se agrupan en clases entre las cuales se da la herencia.

En segundo lugar, los S.I.G. orientados a objetos introducen un carácter dinámico a la información incluida en el sistema, frente a los modelos de datos vectoriales y raster que tienen un carácter estático.

Por ello, el modelo orientado a objetos es más aconsejable para situaciones en las que la naturaleza de los objetos que tratamos de modelar es cambiante en el tiempo y/o en el espacio (Ortiz, G., 2002).

2.4. Producción Ganadera Sostenible

Es obtener y desarrollar una forma económicamente rentable de explotar la ganadería sin deteriorar el entorno o sea el medio ambiente. Uribe (1996) considera que una alternativa para lograr este objetivo es el establecimiento y manejo de los sistemas silvopastoriles.

El silvopastoreo lo definimos entonces como una opción agropecuaria que involucra la presencia de árboles interactuando con gramíneas en pastoreo y el animal mismo. Esta relación suelo- planta- animal, se somete a un manejo determinado que permita incrementar la productividad y el beneficio neto de la explotación a mediano y corto plazo (CORPOICA, 1998).

Giraldo (1996) explica que el silvopastoreo conforma un sistema biológico-abiológico en desarrollo dinámico y evolución constante, el cual, se alcanza como tal por etapas con la evaluación de los componentes del mismo, o sea, los animales, los árboles, el pasto, la flora, la fauna terrestre, los factores abióticos y el carácter socioeconómico del sistema, de aquí que esas producciones animales y de cualquier otro tipo derivado de ese sistema varían positivamente en el tiempo, si se manejan bien, en la medida en que se vayan consolidando las relaciones del sistema suelo-planta-animal.

La producción animal basada en la utilización y aprovechamiento de los pastos, forrajes y praderas, es en esencia un proceso de conversión de energía solar en energía vegetal (materia orgánica), seguido de la transformación de esta energía vegetal para ser acumulada en productos animales: carne o leche (CORPOICA, 1998).

2.4.1. Sistemas Silvopastoriles

Serios problemas de erosión del suelo, vientos fuertes y heladas, así como la escasez de leña, madera y forraje caracterizan a la región andina del Ecuador. En tales circunstancias la sobrevivencia de las comunidades está limitada al uso del poco

especie de tierra para cultivar los básicos y conseguir algo de leña para preparar sus alimentos y calentar sus hogares. Una forma de enfrentar esta situación es la agroforestería con énfasis en el desarrollo de sistemas silvopastoriles como una alternativa para mejorar la producción ganadera y conservar el agua, el suelo y la biodiversidad. Este sistema consiste en combinar al mismo tiempo o alternadamente pastos, árboles, arbustos y animales en la misma parcela (Grijalva, Riofrío, Gonzáles, Ramos, & Sigcha, 2009).

Los sistemas silvopastoriles son aquellos compuestos por gramíneas rastreras o erectas, árboles y arbustos leguminosos o no, animales que se alimentan de los componentes y productos vegetales. Estos componentes al interactuar entre ellos ejercen una acción positiva o negativa sobre el suelo, el clima y sobre los productos del sistema. De otro lado, los factores climáticos, edáficos y bióticos ejercen una influencia sobre los componentes (Santana, 1997).

Las interacciones entre los componentes del sistema son de vital importancia, debido a que condicionan el éxito del sistema y proveen los principales puntos de intervención del hombre para su manejo (Borel 1987, citado por Giraldo 1996). La valoración económica de los beneficios ambientales del sistema aún no es usual pero se deben tener en cuenta las relaciones benéficas entre el árbol y la pastura y cómo influyen éstas relaciones en la productividad de las especies forrajeras, en el reciclaje dentro del sistema y en su manejo en general.

Las entradas o componentes del sistema silvopastoril son los elementos que necesita el sistema para realizar los procesos, ellas son: el suelo, la pastura, los animales, los insumos (sales, abonos, medicinas), especie forestal y la maquinaria (Santana, M., 1997).

El Sistema es una estrategia para el desarrollo de la ganadería sostenible y la conservación de los bosques. Los beneficios del Sistema son varios: reduce los efectos perjudiciales del clima, evita la erosión y conserva la tierra, conserva los recursos naturales y la bio-diversidad, fija los gases contaminantes y disminuye los

efectos del cambio climático, provee de varios productos y servicios como leche, carne, semillas, frutos, leña, madera, postes, alimento para los animales, entre otros (Grijalva, 2014).

El sistema silvo pastoriles una alternativa de uso del suelo que combina, no solo la conservación de los recursos naturales, sino también la producción y la adaptación al cambio climático. Consiste en la asociación de árboles en terrenos dedicados al pastoreo de ganado. Varias son las ventajas de la incorporación de árboles en tierras dedicadas al pastoreo, pues al dar sombra parcial al ganado éste ahorra energía, para que, esta energía esté disponible y se incremente la producción de carne y leche. Al incorporar árboles en sitios de pasto se incrementa la producción de leche de un 30 al 50%. Con este sistema se ahorra humedad, y al hacerlo economizamos el consumo de agua, esto es importante, sobre todo debido al cambio climático que estamos sufriendo. Un tercer elemento del sistema silvo - pastoril es el aporte de la hojarasca que proviene de los árboles y que en el suelo se convierte en materia orgánica que contribuye al mejoramiento de la fertilidad de los suelos. Se da un ciclo continuo de aporte y de balance energético positivo para mejorar la producción animal. Con este sistema se evita el problema de avance de la frontera agrícola, ya que sobre la misma superficie se gana productividad y se mejora los ingresos del productor (Grijalva, 2013).

2.4.1.1. Interacciones entre los componentes del sistema silvopastoril.

En los sistemas silvopastoriles interactúan productores y consumidores. Los productores son básicamente los árboles, gramíneas y leguminosas (especies herbáceas), los consumidores son en su mayoría los animales herbívoros. En estos sistemas la producción total de biomasa es siempre mayor que en el monocultivo (Santana, M., 1997).

Algunas interacciones que ocurren entre las entradas del sistema son: El clima afectando al suelo por que determina su formación y fertilidad.; a la pastura debido a que influye en la producción, disponibilidad y calidad y al animal porque la lluvia y

el viento afectan los hábitos del animal para alimentarse y la producción del mismo (CORPOICA, 1998).

El suelo afecta a la pastura porque es su medio de sostén y de él depende el crecimiento, producción, reproducción y duración, además determina el tipo de pasto que puede cultivarse. A los animales un suelo con pendiente o inundado les exige más esfuerzo. En cambio la pastura afecta el suelo debido a que le extrae nutrientes y al animal porque le determina su ganancia de peso, su producción y su reproducción al ser la principal fuente de alimentación para él. El animal a su vez, afecta al suelo aportándole heces y orina ricas en nitrógeno y potasio, y le causa compactación por el pisoteo; a la pastura le causa daño mecánico en los puntos de crecimiento como consecuencia del pastoreo y el pisoteo reduciéndole su producción (Santana, M., 1997).

2.4.1.2. Salidas del Sistema.

Son los productos que se obtienen después de realizado el proceso y pueden ser: crías, novillas de reemplazo, novillas para ceba, machos cebados, leche, carne o carne y leche según el sistema de producción animal que se tenga. Además, en estos sistemas se pueden presentar productos secundarios que son madera, forrajes conservados para la venta, frutos para autoconsumo o para la venta (CORPOICA, 1998).

2.4.1.3. Clasificación de los sistemas silvopastoriles:

Los sistemas silvopastoriles se pueden clasificar en según su distribución espacial y uso en:

Setos vivos.- cuando se siembran árboles espinosos en altas densidades de tal forma que impidan el paso de animales, actúan como cerca.

Cercas vivas.- Se siembran árboles a una distancia de 3-4 metros en las cercas de alambre de púas; si se usan árboles leguminosos, éstos proporcionan sombra al

ganado, forraje, pueden fijar nitrógeno al suelo y reciclar nutrientes de los horizontes profundos del suelo. En el verano éstos árboles florecen y se defolían (Dávila, O., 2005).

Árboles en potreros.- Cuando los árboles se encuentran dispersos en los potreros, ellos cumplen funciones similares a las cercas vivas pero además con la muerte natural de raíces ayudan a mejorar la aireación del suelo y a veces la absorción de nutrientes. La densidad de árboles a establecer o conservar en un área determinada depende del objetivo principal del proyecto, la altura del fuste de la especie arbórea, el diámetro de la copa, el tipo de hoja (especies con hojas simples y abundantes no dejan pasar luz), de la tolerancia de la gramínea a la sombra (CORPOICA, 1998).

Bancos de proteína.- Se siembran especies forrajeras, leguminosas o no en altas densidades (10.000 a 20.000 plantas por hectárea) para utilizarlas en corte o ramoneo en la alimentación animal.

Cortina rompe-vientos.- se establecen árboles intercalados con arbustos en franjas de 2 a 3 hileras para proteger los cultivos de los vientos (CORPOICA, 1998).

2.5. Establecimiento De Pasturas Sostenibles

La producción ganadera debe ser eficiente y competitiva; y en este afán requiere eficiencia económica, pero todo depende de la eficiencia biológica de las plantas y los animales que son dos componentes básicos involucrados en el proceso de producción (Gutiérrez, M., 1998).

Por esta razón el establecimiento de pasturas con vida útil muy larga, debe enmarcarse dentro de la sostenibilidad, procurando cantidad y calidad de forrajes, con una producción animal sostenida, manteniendo y garantizando los recursos naturales para futuras generaciones (Gutiérrez, M., 1998).

2.5.1. El concepto de pastura estable y sostenible

Es la capacidad de un ecosistema para suministrar productos agrícolas (pasto, frutos), pecuarios (carne, leche, lana, etc.) y forestales (leña, madera) en volúmenes altos y estables en el tiempo, que a la vez sean económicamente rentables, que no produzcan efectos negativos en el ambiente y que también conserven o mejoren los recursos naturales (Sierra, J., 2005).

El desarrollo de pasturas sostenibles debe mantener la base de los recursos naturales. Paradójicamente cuando se trata de establecer ecosistemas de pasturas sostenibles y estables, contra lo primero que se atenta y lo que más se deteriora son los recursos naturales. Hay que aceptar, por lo tanto, que la ganadería, se niega la posibilidad de establecer pasturas sostenibles y pierde así el norte del principio de la verdadera sostenibilidad (Sierra, J., 2005). Hay que tener en cuenta también que un manejo sostenible integral requiere de un período de implementación que puede durar algunos años (por ejemplo el inicio de funcionamiento de un sistema silvopastoril).

La ganadería requiere de una tecnología que garantice la sostenibilidad, y en el caso concreto de las pasturas como ecosistemas hay que ser estrictos desde el establecimiento, manejo y utilización de la pastura con el animal, respetando los recursos naturales. La sostenibilidad se mejora con sistemas ganaderos diversos, con reciclaje de nutrientes y energía, reduciendo el uso de elementos externos, con nuevos y apropiados sistemas de producción (Giraldo, V., 1996). En la presente investigación se buscó integrar a parte de prácticas netamente sostenibles, alternativas viables que puedan reducir la afectación al ambiente provocada por el manejo común que dan los pequeños productores a sus potreros. Un manejo más amigable requiere de cierto tiempo para su realización efectiva y en el transcurso de este tiempo se pueden descartar o seleccionar las prácticas más adecuadas dependiendo de las circunstancias.

Para enfocar la sostenibilidad de las pasturas, a establecer o en las ya establecidas, hay que tener en cuenta tres componentes básicos: el suelo, la planta y el animal que interactúan entre sí y con el clima (Gutiérrez, M., 1998).

2.6. Capacitación

2.6.1. Escuelas de campo

Según las diversas experiencias de capacitaciones en diferentes continentes, las mejores intervenciones para la capacitación de productores contienen las siguientes características:

Ocurren en grupos.- donde los productores observan, analizan, discuten y aprenden entre ellos.

Son holísticas.- aceptan la realidad y complejidad del productor, la agropecuaria y su campo.

Son prácticas.- toman lugar en el campo, con mucha práctica y repetición.

Enfatizan el proceso de toma de decisiones.- no solo enfocan en las tecnologías, si no en el proceso de análisis de alternativas para la toma de decisiones.

Incluyen seguimiento individual.- donde el facilitador visita a individuos en sus campos para ayudarles a enfrentar obstáculos particulares (Pumisacho M. y Sherwood S. 2005).

Los adultos aprenden mejor a través de la experiencia de primera mano y cuando la materia que están estudiando se relaciona con sus experiencias y actividades diarias. En una Escuela de Campo se les anima a los campesinos a explotar y descubrir por sí mismos. Los conocimientos adquiridos de este modo se interiorizan y se ponen en práctica más fácilmente después que se termina la capacitación. En todas las clases se toman en cuenta las habilidades, los conocimientos, y las experiencias de los participantes como su punto de partida. Las actividades de las Escuelas de Campo están diseñadas para profundizarlas. Las capacitaciones deben realizarse en un campo, donde los participantes pueden hacer

observaciones, análisis y experimentos vivenciales. Los campesinos laboran en pequeños grupos para afinar el proceso de aprendizaje (Pumisacho M. y Sherwood S. 2005).

El enfoque de las Escuelas de Campo en Buenas Prácticas Agropecuarias es la salud del medio ambiente, del suelo, de los cultivos y de las personas. Un ambiente sano es prerequisite para lograr buenos resultados. La sanidad de todos los componentes del sistema productivo son conclusiones necesarias para la conservación del agro-ecosistema y la sostenibilidad de la empresa agropecuaria.

Las Escuelas de Campo consisten en una serie de sesiones que se desarrollan durante todo un periodo determinado y se conduce en el campo. Las actividades siguen las diferentes etapas del cultivo y las prácticas de manejo en conjunto (FAO, 2013).

2.6.1.1. Principios De Las Escuelas De Campo

La metodología usada no es una modalidad de extensión completamente nueva, sólo es una idea muy efectiva que se construye sobre la base de los conocimientos y motivaciones de los productores. En vez de reunirse en un edificio, el “aula” es una parcela de aprendizaje que sirve como un laboratorio en vivo. Aquí es donde el grupo de beneficiarios se juntan regularmente durante el periodo programado. El objetivo principal de una Escuela de campo es mejorar la capacidad de los productores para solucionar problemas y tomar decisiones. Así, todas las actividades contienen elementos de observación y análisis del sistema que conlleva a la toma las decisiones, como también a la experimentación continua. Tales habilidades pueden beneficiar a cualquier productor, y son adaptables a todo cultivo y sistema productivo. Debido a su enfoque humano, es decir a los conocimientos y al manejo de la finca en vez de simplemente tecnologías, la metodología de las Escuelas de campo se diferencia categóricamente de la extensión convencional (Pumisacho M. y Sherwood S. 2005) (FAO, 2013).

2.7. Simulación

La simulación denota la acción de reproducir o imitar con cierto grado de abstracción un fenómeno biológico, mediante un modelo bio-matemático. Se entiende por simulación al proceso de diseñar un modelo de un sistema real y conducir experimentos con él para entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias para la operación del sistema (Barrera, *et al.*, 2004).

Los modelos de simulación están dirigidos a la solución o estudio de un problema específico. Se observan dos variantes en esta clase de modelos; una dirigida hacia aspectos de investigación y otra hacia factores productivos, administrativos o financieros. Se denomina de investigación cuando hay predominio por el estudio del funcionamiento del sistema. En los otros casos, el modelo está diseñado para evaluar estrategias de operación del sistema (Barrera, *et al.*, 2004).

Por lo tanto, los modelos de simulación constituyen una metodología experimental y aplicada que busca:

- Describir el comportamiento de los sistemas.
- Construir hipótesis o teorías que expliquen el comportamiento observado.
- Usar esas teorías para predecir el comportamiento futuro; es decir, el efecto que se producirá con los cambios en el sistema o en su método de operación (Barrera, *et al.*, 2004).

2.7.1. Estructura De Los Modelos De Simulación

Un modelo de simulación es la representación de un sistema de tal forma que, aun siendo distinto a la entidad que representa, puede homologar su funcionamiento y/o uno o varios atributos de ella. En este marco general, un modelo de simulación incluye los siguientes elementos:

Componentes.- Son las diferentes partes que describen y conforman un modelo.

Variables.- Describen las relaciones entre los componentes y se clasifican; como variables de estado, exógenas y endógenas (Barrera, *et al.*, 2004).

Parámetros.- Son cantidades que toman valores arbitrarios, asignados por el operador del modelo.

Relaciones funcionales.- Describen variables y parámetros, de tal forma que muestran su comportamiento dentro de un componente o entre componentes de un sistema.

Limitaciones.- Está dado por los valores de las variables, de tal forma que demarcan el límite del sistema. Las limitaciones están generalmente impuestas por la naturaleza del sistema y características de los elementos del modelo.

Restricciones.- Son las limitaciones impuestas a valores variables o a la forma en que los recursos son asignados o usados.

• **Funcionamiento.-** Es la sentencia explícita de los objetivos del sistema y de cómo son evaluados (Barrera, *et al.*, 2004).

2.7.2. Etapas En La Elaboración De Un Modelo De Simulación

Definición de objetivos.- Es necesaria una definición previa del propósito del estudio. El objetivo definido determina el tipo de modelo a utilizar, los componentes que deben formar parte del modelo, sus alcances y la información necesaria que debe procesarse.

Análisis del sistema.- Una vez definido el objetivo, debe realizarse la tarea de entender las partes del sistema real y sus relaciones. El análisis del sistema permite detectar los factores relevantes que afectan el problema a estudiar y que influyen en el objetivo especificado.

Síntesis del sistema.- Definidos los componentes relevantes del sistema a estudiar, se organizan en un sistema lógico. Esto implica la elaboración de diagramas de flujo o algoritmos y la especificación de la forma en que las variables del sistema se relacionan expresadas en forma matemática. El conjunto de estas relaciones conforman el modelo que representa el sistema en estudio. A los efectos de

establecer la forma específica de las relaciones existentes entre las variables, quien elabora el modelo debe recurrir a la información relevante, a los resultados de la investigación vinculada a los aspectos en estudio y a procedimientos estadísticos adecuados (Barrera, *et al.*, 2004).

La estimación de los elementos integrantes del modelo y su operación, podrá realizarse manualmente o por medio de computadoras. El carácter representativo del modelo elaborado, dependerá, en última instancia, de la medida en que han sido incorporadas las variables relevantes, los supuestos válidos, la correcta formulación lógica y matemática, y la correcta estimación de los parámetros (Barrera, *et al.*, 2004).

Verificación.- Es la etapa racional, donde a las funciones matemáticas calculadas se les da una interpretación de acuerdo al fenómeno real. La aceptación de una función está basada en el conocimiento y racionalismo que se tiene sobre la materia.

Validación.- Es la etapa de comprobación del modelo. Hay quienes sostienen que un modelo existe, como tal, solamente si está validado. Para que esta comprobación sea general, debe usarse un amplio rango de datos de entrada. Algunos modelos es difícil encontrar en la práctica; por lo tanto, la información debe aproximarse lo más posible al sistema real para comparar los resultados simulados con lo real (Barrera, *et al.*, 2004).

Experimentación.- Permite variar algunas de las funciones para predecir el comportamiento del sistema, a través de experimentos. La posibilidad de hacer inferencias es una de las mayores ventajas de los modelos de simulación.

Documentación.- Se refiere a la constancia escrita de todas las etapas del proyecto, de tal forma que un usuario que no intervino en su desarrollo puede entender, teniendo a la vista los objetivos del estudio, la lógica del modelo, validaciones de inferencias. Si el modelo es usado por otros grupos se debe proporcionar un manual de operación (León C., Barrera V. 2003).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del Sitio Experimental

El presente estudio se realizó en las comunidades de Guantualó y Taxojaló del cantón Sigchos, en la provincia de Cotopaxi. Los datos políticos, geográficos y edáficos se presentan en las Tabla 1.

Tabla 1.

Ubicación política, geográfica y datos edáficos de los sitios de la investigación.

Descripción	Característica	
Provincia	Cotopaxi	Cotopaxi
Cantón	Sigchos	Sigchos
Parroquia	Isinliví	Sigchos
Comunidad	Guantualó	Taxojaló
Altitud^{a/}	3248m	3108m
Latitud	0°47'16.5''S	0°44'02.4''S
Longitud	78°52'27.5''O	78°54'19.7''O
Topografía	Quebrado	Quebrado
pH de suelo^{b/}	5.9	5.6
M.O.	4.7%	5.8%

^{a/}Georeferenciación realizada por el autor con GPS marca Garmin, en el año 2012. ^{b/}Fuente: Datos en base al análisis de suelo realizado en el Laboratorio de Suelos de la EESC (Anexo 4).

Para las características climáticas Tabla 2, se realizó una triangulación de Estaciones Meteorológicas tomando en cuenta su ubicación y las respectivas isoyetas e isotermas en relación a las dos localidades en estudio. Se seleccionaron las Estaciones: Sigchos (M0363), Cotopilaló (1066) y Pilaló (M0122).

La ubicación de las Estaciones Meteorológicas respecto a las comunidades de Guantualó y Taxojaló, además de la distribución de las lluvias se presentan en el Anexo 3.

Los requerimientos de la mezcla forrajera seleccionada tiene relación con las características y condiciones ambientales de las comunidades en estudio, pero lo que se buscó es mejorar la producción de forraje en los lotes más aptos (sin mucha inclinación y en lo posible con riego) de cada sistema productivo y con esto ganar en eficiencia y preservación de los recursos disponibles. Este tema está ampliado en el numeral 3.3.2.1.5.

Tabla 2.

Datos climáticos de las Estaciones Meteorológicas cercanas a las localidades en estudio.

Características	Estación Meteorológica		
	Sigchos (M0363)	Cotopilaló (M1066)	Pilaló (M0122)
Temperatura media anual ^{c/}	9.5°C	10.9°C	12.8°C
Temperatura máxima	14.7°C	15.9°C	17.2°C
Temperatura mínima	4.4°C	6.0°C	8.4°C
Precipitación anual	1005.7mm	794 mm	1423mm
Humedad relativa	84%	80%	86%

^{c/}Fuente: Anuario Meteorológico INAMHI 2012.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Materiales de campo

Encuestas, semilla de pastos, árboles de especies nativas, fertilizantes, GPS, computador laptop, proyector, libro de campo, voleadora manual, balanza, hoz, cuadrante de medición de rendimiento de pasturas, medidor de materia seca grass master, papelotes, fundas, saquillos, trípode, plástico negro, melaza, sal mineralizada, etc.

3.2.2. Materiales de Oficina

Esferográficos, lápices, papel, computador, impresora, programa PASW Statistics 18, programa ArcView GIS 3.2, programa LIFE SIM, programa Infostat 2.0, etc.

3.3. MÉTODOS

Inicialmente se realizó la identificación de las localidades donde se trabajó, luego se efectuó una socialización del proyecto, en la cual, se dio a conocer todas las actividades previstas y se generó compromisos de trabajo con los productores de las dos comunidades, posteriormente se realizó un diagnóstico del sistema productivo de pastos y leche mediante encuestas y Sistemas de Información Geográfica, a continuación se realizó la implementación, seguimiento y evaluación de parcelas de pastos mejorados en sistemas silvopastoriles, después se realizaron análisis comparativos entre el sistema convencional del productor y el sistema que emplea pastos mejorados con tecnologías sostenibles, y finalmente se realizó un programa de capacitación práctica participativa hacia los productores beneficiarios del proyecto. El detalle de las actividades por objetivos se presentan a continuación:

3.3.1. DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE PASTOS Y LECHE

Esta se realizó mediante el empleo de una encuesta Anexo 1 (Encuesta elaborada por el personal técnico del Programa Nacional de Ganadería), a una

muestra de 41 productores de la comunidad de Guantualó y de 29 productores de la comunidad de Taxojaló. Estas encuestas proporcionaron principalmente información sobre el manejo de las pasturas (uso y características del suelo, riego, manejo de pastos, producción silvopastoril, entre otras).

Para el mejor aprovechamiento de la información obtenida en las encuestas se realizó una validación de la misma mediante un levantamiento inicial al 10% de la muestra establecida, obteniendo un alto porcentaje de información útil que permitió cumplir los objetivos planteados (León C. y Barrera V., 2003).

Las encuestas se levantaron empleando el método de entrevista directa a los pequeños productores de las dos localidades en estudio con el fin de obtener la información más real posible.

Una vez realizadas las encuestas se procedió a tabular, procesar y analizar los resultados mediante la codificación de las preguntas y respuestas en una base de datos. Para el análisis estadístico se empleó el paquete estadístico PASW Statistics 18.

En esta etapa se realizó también una georeferenciación de las localidades es estudio, empleando un GPS. Mediante el programa Arc View GIS 3.2 se realizó un análisis espacial de las principales características de los sistemas productivos de los pequeños productores de leche de las dos comunidades y se elaboraron mapas temáticos sobre: ubicación, relieve, aptitudes agrícolas, taxonomía y textura de suelos.

3.3.2. PARCELAS DE APRENDIZAJE DE PASTOS EN SISTEMA SILVOPASTORIL

En esta fase se implementaron dos parcelas de aprendizaje compuestas de una mezcla forrajera (Tabla 3), con árboles nativos como el yagual, quishuar y lupino con el fin de realizar una producción ambiental sostenible y comparar con los potreros

que manejan los pequeños productores de las dos comunidades en estudio y evaluar posibles ventajas y desventajas de los dos manejos.

3.3.2.1 IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS EN PARCELAS DE PASTOS EN SISTEMA SILVOPASTORIL

3.3.2.1.1. Toma participativa de muestras de suelo para análisis químico

Se recogieron las muestras de los suelos de cada localidad de acuerdo a la metodología del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas de la EESC del INIAP (INIAP, 2008) y se realizó el análisis de macro y micronutrientes, pH y materia orgánica. La metodología de toma de muestras de suelo consistió en ir recolectando sub-muestras a lo largo de todo el lote formando una “X”. La profundidad de toma de muestra fue similar a la de las raíces de los pastos, ósea de 15 a 20 cm. Se tomaron 20 sub-muestras, se las mezcló y finalmente se tomó un kilogramo y se colocó en una funda con su respectiva identificación, para finalmente enviarla al laboratorio.

Al finalizar la implementación de las tecnologías se volvió a tomar muestras de suelos para realizar el respectivo análisis, y poder comparar los resultados con los obtenidos inicialmente.

3.3.2.1.2. Interpretación de análisis de suelos

Para la interpretación del resultado de los análisis de suelo, se tomó en cuenta las recomendaciones del Departamento de Suelos y Aguas del INIAP, con las cuales se realizó una interpretación participativa de macro y micronutrientes con los pequeños productores de las dos comunidades, incluyendo las principales características y funciones de los elementos.

3.3.2.1.3. Ajuste de pH del suelo

Este se realizó dependiendo del resultado del análisis de suelo. Como los suelos de las localidades en estudio son ácidos (Guantualó pH 5.9 y Taxojaló pH 5.6) se realizó la aplicación al voleo de carbonato de calcio (99%) al momento de la preparación del suelo, a una dosis de una tonelada por hectárea (Barrera, V. *et al.* 2004).

3.3.2.1.4. Preparación de suelo

Para realizar un manejo sostenible del recurso suelo se recomienda remover lo menos posible la capa superficial del mismo, debido principalmente a que puede favorecer agentes erosivos que perjudiquen sus características (Grijalva J. *et al.* 1995). Los lotes seleccionados para las parcelas de aprendizaje de pastos tenían un área de 10000 m², fueron los más aptos para este fin y se caracterizaron por no tener una inclinación muy fuerte y en lo posible la disponibilidad de agua de riego. Bajo estas condiciones se realizó una labor de arado a una profundidad no mayor a 20 cm y dos pases de rastra con el fin de homogeneizar el suelo para la siembra de pastos. Se espera no volver a realizar esta remoción de suelo, y las próximas preparaciones cuando el potrero baje su calidad se recomienda efectuar labores de cero y mínima labranza.

Una característica importante de estos suelos es su perfil, realizando una calicata se observó que la capa arable (horizonte "A") tiene una profundidad entre 35 a 45 cm, luego de está existe otra capa compuesta por cascajo y arena. Es importante tener en cuenta que las labores de preparación de suelo no deben sobrepasar la capa arable, ya que al profundizar más, el horizonte poco fértil y con características no deseables puede aflorar, esto provoca una alteración negativa en las condiciones físicas, químicas y biológicas de la capa superficial fértil. Esta característica hace notar también que por la sensibilidad de estos suelos, las alternativas de preparación serían la cero y mínima labranza.

3.3.2.1.5. Manejo y siembra de semillas de pastos

Para la siembra se dispersó al voleo 55 kg/ha de semillas de una mezcla forrajera compuesta de ryegrass perenne, ryegrass anual, pasto azul, trébol blanco y trébol rojo Tabla 3 (Barrera, V. *et al.* 2004). Esta dispersión se hizo muy homogéneamente con el empleo de equipos específicos (voleadora manual). Posteriormente se pasó una rastra de ramas procurando que todas las semillas esparcidas hayan quedado cubiertas (Grijalva J. *et al.* 1995). Con el establecimiento de estas especies a partir de un suelo con buena preparación, se espera que la pradera perdure al menos cuatro años, logrando una disminución en la remoción del suelo en un período considerable de tiempo. En la mezcla forrajera que se propuso predominan las especies perennes (ryegrass inglés, pasto azul y tréboles), con el fin de mantener el mayor tiempo posible la pradera, ya que según INIAP (2010), mientras más dure un potrero luego de su siembra, este es más rentable. El establecimiento del potrero se lo realizó en la época de siembra que coincide con el inicio de la época lluviosa (mes de octubre).

Tabla 3.

Mezcla forrajera empleada en las parcelas de aprendizaje de pastos.

Nombre común	Nombre científico	Variedad	Cantidad	Cantidad
			(kg/ha)	(lb/ha)
Gramíneas				
Ryegrass perenne	<i>Lolium perenne</i>	Max leche	15.5	34.1
Ryegrass perenne	<i>Lolium perenne</i>	Barutti	3.5	7.7
Ryegrass intermedio	<i>Lolium perenne</i>	Remington	11.0	24.2
Ryegrass anual	<i>Lolium multiflorum</i>	Maximus	14.0	30.8
Pasto azul	<i>Dactylis glomerata</i>	Baridana	8.0	17.6
Leguminosas				
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>	Ladino gigante	2.0	4.4
Trébol rojo	<i>Trifolium pratense</i>	Freedom	1.0	2.2
TOTAL			55.0	121.0

Se emplearon estas especies en base a lo recomendado por Grijalva (*et al.* 1995) (Anexo 5) y las variedades en base a su disponibilidad en el mercado, pero los

datos de la presente investigación sirvieron para el diseño y ejecución de nuevos ensayos como es el caso de Guacapiña (2014) con su estudio “Evaluación del comportamiento agronómico y valor nutritivo de 65 variedades de pastos de la sierra”, además de evaluaciones de prácticas de renovación de praderas empleando cero y mínima labranza, la evaluación de diferentes mezclas forrajeras y nuevos métodos para evaluaciones del rendimiento forrajero.

3.3.2.1.6. Elaboración y empleo de abonos orgánicos

En vista de que los pequeños productores de leche y carne generalmente tienen a disposición estiércol de sus animales, se tomó este material y se realizó compost. Para esto se colocó la materia orgánica sin descomponer en pilas de compostaje y se formaron capas de 20 cm entre las cuales se colocó carbonato de calcio (cal agrícola), para regular el pH y neutralizar el compost. Cuando las pilas tenían aproximadamente un metro de alto se procedió a dar un riego bien distribuido, y a tapar con plástico para acelerar el proceso. Cada dos días se volteó la pila hasta que estuvo completamente descompuesta aproximadamente a los 30 días (Rivero, 1999). Todo el compost obtenido se empleó en la fertilización orgánica de las parcelas de aprendizaje de pastos.

3.3.2.1.7. Ajustes de fertilización inorgánica y orgánica

Con los análisis de suelo realizados por el Departamento de Manejo de Suelos y Aguas del INIAP (DMSA) (Anexo 4), se calcularon los requerimientos nutricionales de las dos parcelas de aprendizaje de pastos, en base a la Guía de recomendaciones de fertilización para los principales cultivos del callejón interandino (Alvarado, Novoa, Valverde, Cartagena, & Parra, 2009) (Anexo 6).

Para el caso de Guantualó la recomendación de fertilización dada por el DMSA para la siembra hasta el año de establecimiento de una mezcla forrajera fue de 60kg de N, 40kg de P₂O₅, 20kg de S y 30 kg de K₂O por hectárea; por esto se aplicó 1 saco de abono completo (10-30-10), 2 sacos de Sulpomag (0-22-0-18Mg-22S), 2 sacos de

urea (46-0-0), 1 saco de Nitrato de amonio (33-3-0), 1 saco de Triple 15 (15-15-15) y un saco de K+Mg (0-0-21.2-16.7Mg-13.9S).

Para Taxojaló el requerimiento fue de 60kg de N, 80kg de P₂O₅, 20kg de S y 30 kg de K₂O por hectárea por año; por esto se aplicó 1 saco de abono completo (10-30-10), 2 sacos de Sulpomag (0-22-0-18Mg-22S), 1 saco de DAP (18-46-0), 2 sacos de urea (46-0-0), 1 saco de Nitrato de amonio (33-3-0), 1 saco de Triple 15 (15-15-15) y un saco de K+Mg (0-0-21.2-16.7Mg-13.9S).

La época de aplicación para distribuir los fertilizantes en el primer año de la mezcla forrajera fue:

- El Abono completo, Sulpomag y DAP al momento de la siembra.
- La urea se fraccionó 30 y 60 días después de la siembra como fertilización nitrogenada de desarrollo.
- El triple 15 y el K+Mg se aplicó a los 6 meses después de la siembra, como la segunda fracción de la fertilización de fondo realizada a la siembra.
- El nitrato de amonio se fraccionó en dos aplicaciones después del tercer y sexto aprovechamiento del potrero, como fertilización nitrogenada de mantenimiento.
- El compost que se preparó (literal 3.3.2.1.6) y a una dosis de una tonelada por hectárea se aplicó al momento de la siembra, con el fin de apoyar la fertilización inorgánica y mejorar la textura y estructura del suelo.

La cantidad de nutrimentos extraídos del suelo depende principalmente de la especie de pasto, de la producción de materia seca y de las condiciones ambientales. Según (Bernal, 1998), la práctica de fertilización adquiere mayor significado en aquellas especies con alto potencial genético de producción. En la medida que los niveles de tecnificación en el manejo de la explotación ganadera permitan alcanzar altos rendimiento de forraje, la práctica de la fertilización adquiere mayor importancia y justificación. En la identificación de la dosis apropiada de fertilización debe tomarse en cuenta el nivel esperado de producción de forraje, en función de las condiciones de suelo, medio ambiente, tecnología aplicada y potencial genético de productividad de la especie forrajera. En estudios realizados en Colombia se reportan

extracciones de nutrientes de una mezcla forrajera de 220 kg/ha de nitrógeno, 28 kg/ha de fósforo y 200 kg/ha de potasio.

Las recomendaciones de fertilización en la presente investigación estuvieron en función del análisis de suelo y el requerimiento del cultivo (Anexo 6), pero se podría incrementar el rendimiento y valor nutritivo de las mezclas forrajeras aumentando en forma técnica la dosis de materia orgánica y fertilizantes químicos, tomando en cuenta los costos de producción.

3.3.2.1.8. Plantación de especies forestales nativas

Este fue la principal actividad para fomentar una producción sostenible y se realizó mediante la formación de un sistema silvopastoril, a través de la incorporación de árboles nativos en los potreros.

Para la plantación se emplearon dos métodos, el primero formando cortinas rompe vientos, plantando al contorno del terreno a una distancia de 5 m entre plantas, y el segundo se realizó plantando dentro del lote a tres bolillo a una distancia de 20 m entre plantas, teniendo una población de 90 árboles por hectárea. Para esto se cavó hoyos de 0.40 m³, empleando una pala de desfonde, colocando la mitad de suelo superficial a un lado del hoyo y la mitad de suelo más profundo al otro lado del hoyo (Ramos, *et al.* 2004). Se colocaron especies seleccionadas por los mismos productores en base a sus intereses (Yagual, Quishuar y Lupino), al ras del suelo y se taparon primero con la tierra superficial y luego con la tierra más profunda. Se colocó una dosis de 2 kg de abono orgánico bien descompuesto en cada hoyo. Finalmente se presionó bien el suelo para evitar la presencia de aire excesivo y se realizó coronas en cada árbol plantado.

Entre los beneficios que se busca mediante la incorporación de especies forestales (árboles nativos) a los potreros (sistema silvopastoril) están: aumento de la población de micro y macro organismos en el suelo, aporte de materia orgánica (hojarasca), disminución de la compactación del suelo, mejoramiento del rendimiento y calidad de las pasturas, ahorro de energía en los animales para

utilizarla en mayores rendimientos de leche, ofrecer un ambiente más abrigado para los animales dado que funciona como barrera contra vientos fuertes provocando un aumento sensible en la temperatura durante horas críticas en la madrugada y al final de tarde, acoger mayor biodiversidad de aves silvestres, evitar la erosión, recuperar la belleza del paisaje, ayudar a evitar la migración ya que promueve la salud y la felicidad de los productores, ahorro de recursos y disponibilidad de madera (leña) usada como combustible (Grijalva, Riofrío, Gonzáles, Ramos, & Sigcha, 2009). En la presente investigación se presentan datos del sistema silvopastoril de prendimiento y crecimiento de las especies forestales nativas (fase de implementación).

3.3.2.1.9. Aprovechamiento inicial de la pastura

El primer aprovechamiento de las parcelas de aprendizaje de pastos se realizó mediante un corte y no un pastoreo, debido a que las raíces de las plantas no están bien desarrolladas y no cumplen en totalidad su labor de sostén, y los animales al consumirlas las extraen completamente y existe una elevada pérdida de plantas (Paladines, 1992). El corte se lo realizó dependiendo del estado fenológico (madurez) de la mezcla forrajera (tomando en cuenta que el ryegrass anual empiece floración, etc.) aproximadamente a los 90 días después de la siembra, empleando una motoguadaña. La materia verde obtenida sirvió para dar de comer a los animales de los productores, pero fuera de las parcelas.

3.3.2.1.10. Evaluación de la cantidad de pasto disponible (Rendimiento)

Para esta variable se tomó en cuenta lo descrito por (Mcbeath 2002 citado por Robalino, 2010) que dice que, si el tiempo entre aprovechamientos de la pastura es muy corto, las nuevas hojas no son capaces de lograr su máxima tasa de crecimiento, reduciendo con ello el rendimiento y la calidad de la pradera. En cambio sí es muy largo, ocurrirá un sombreado de las hojas basales, provocando su muerte, lo que trae consigo que se produzca una mayor acumulación de materia muerta (Mcbeath

2002 citado por Robalino, 2010). El clima influye directamente sobre la producción, disponibilidad y calidad de la pastura. Cuando una especie forrajera no cuenta con las condiciones ambientales adecuadas (precipitación, temperatura, luminosidad, etc.) su desarrollo se ve disminuido (Santana, M., 1997).

En la presente investigación a partir del corte de igualación se realizaron 8 aprovechamientos, para los cuales se tomó en cuenta el estado de madurez de la mezcla forrajera, el cual dependió de las condiciones ambientales presentes. El indicativo para esta época de utilización fue la presencia de tres hojas en los ryegrass ingleses (*Lolium perenne*) dentro de la mezcla forrajera. Dependiendo de las condiciones ambientales se adelantó o retrasó el intervalo entre aprovechamientos por la madurez de las especies forrajeras, pero este período estuvo comprendido entre los 30 a los 45 días.

Para la evaluación de los 8 rendimientos se empleó un cuadrante metálico de 1 m², el cual se ubicó al azar en cada lote y se cortó el pasto dejando una reserva de 5cm desde el suelo. Se tomó un total de 10 muestras que representarán 10m². Posteriormente se pesó en una balanza tipo reloj y los datos obtenidos se expresaron en kilogramos de materia verde por hectárea, para después procesar una muestra en laboratorio y obtener los datos en materia seca (Paladines, O., 1992). Esta misma labor se realizó en parcelas de pastos de los pequeños productores para comparar los datos obtenidos. Como forma de ratificar los datos obtenidos se evaluó también la cantidad de materia seca empleando el equipo medidor de materia seca Grass Master.

3.3.2.1.11. Composición botánica de la pastura

Se usó el mismo corte de la vegetación empleado para medir producción. Se tomó una alícuota de 500 g del material, recogéndolo al azar, al sexto aprovechamiento de la pastura. Esta muestra de pasto se separó en tres grupos: gramínea, leguminosa y adventicia. Se pesó cada grupo y se anotó cada peso. Luego se realizó el respectivo cálculo por cada grupo y el resultado se expresó en porcentaje (Paladines, O., 1992).

3.3.2.1.12. Cálculo de capacidad de carga

La capacidad de carga se calculó dividiendo el rendimiento ajustado (rendimiento menos el residuo y desperdicio que correspondió a 20% promedio) para la cantidad de pasto que consumen los animales disponibles (Paladines, 1992). Los datos para los cálculos de esta variable se presentan en la tabla 21. Para evitar excesiva variabilidad (muchas variaciones en el pastoreo de los lotes de los productores) entre los resultados y por efectos de cálculo, se ajustó el residuo para el caso de las parcelas de aprendizaje y los lotes de los productores en 20%, ya que pese a la diferenciación entre el pastoreo con cerca eléctrica y “al sogueo” se asumió un consumo similar.

3.3.2.1.13. Evaluación nutricional de los pastos

Esta se realizó tomando una muestra representativa de cada pastizal al sexto corte. Se tomó un kilogramo de pasto y se lo envió a los laboratorios del Departamento de Nutrición y Calidad del INIAP, para su respectivo análisis bromatológico (Proximal). Conjuntamente se tomó una muestra de los pastos que poseen los pequeños productores y se comparó los resultados obtenidos.

3.3.2.1.14. Evaluación de la cantidad de la leche producida

Se evaluó tomando al azar tres Unidades Bovinas Adultas (UBA) en producción, las cuales fueron alimentadas con la parcela de pastos implementada. Se ordeñó y se midió la leche producida, esta cantidad se comparó con la producción del mismo número de UBA, alimentadas con los pastos que cultivan generalmente los pequeños productores. Para este cálculo se seleccionaron en los dos grupos los animales más homogéneos y con características similares para evitar en lo posible la influencia de otros factores (edad, días de lactancia, etc.).

3.3.2.1.15. Manejo del pastoreo

Este se realizó después de la evaluación de la cantidad de pasto disponible mediante el empleo de cerca eléctrica y tomando en cuenta el resultado del cálculo

de carga animal. Los animales consumieron el pasto hasta dejar 5 cm en la base, como reserva para su respectivo rebrote (Paladines, O., 1992). Además se calculó el tiempo de consumo (días que pueden permanecer los animales en el potrero) de cada parcela de aprendizaje dependiendo del rendimiento ajustado obtenido por corte y el número de animales disponibles del productor.

3.3.2.1.16. Cortes de igualación de pastos

Esta labor se realizó luego de que se efectuó el pastoreo con los pequeños productores, en los sitios de las parcelas de aprendizaje de pastos donde no fue bien aprovechado el pasto por los animales, con la finalidad de homogenizar el rebrote y estimular su crecimiento (Paladines, O., 1992).

3.3.2.1.17. Dispersión de heces

Esta se realizó después de cada pastoreo con los pequeños productores procurando dispersar lo más posible las heces depositadas en la parcela por los animales con la ayuda de herramientas (pala, azadón, rastrillo, etc.). Esta labor se realizó por dos fines, la mejor distribución de las heces en el lote como abono orgánico y para el control de parásitos presentes en las heces a través de los rayos solares (Grijalva J., *et al.* 1995).

3.3.2.1.18. Conservación de forrajes

En la Sierra ecuatoriana hay dos épocas de temporalidad: la lluviosa y la seca. Estas épocas son variables y afectan el crecimiento del pasto, por lo cual la época lluviosa es vital y determina en gran parte la producción del forraje; mientras que en la época seca, se produce una disminución de la tasa de crecimiento del pasto, por lo que se hace necesario usar con más eficiencia los recursos que se tienen disponibles y buscar una alternativa de alimentación para la época de baja producción de pasto, al mismo tiempo que se mejora su utilización en la época de lluvias. En la época lluviosa, los pequeños y medianos productores proporcionan gran cantidad de forrajes verdes a sus animales; y, cuando estos poseen excedentes de pastos, es posible transformarlos, conservarlos y utilizarlos en el futuro, durante períodos de

escasez de alimentos, que por lo general se produce en la época seca (Barrera, V. *et al.* 2004).

Esta práctica se realizó cuando las parcelas de aprendizaje presentaron una buena cantidad de materia verde, la cual se suscitó entre la época de mayor precipitación (mes de enero). El tipo de conservación que se empleó es el ensilaje tipo parva (o forma de pan), para el cual inicialmente se cortó el pasto cuando estuvo listo para ser consumido, luego se colocó en capas y se fue apisonando, entre estas capas se adicionó melaza (30kg por tonelada de pasto) y sal mineralizada (5 kg por tonelada de pasto). Una vez que se colocó todo el pasto y se apisonó muy bien para evitar la presencia de aire dentro del silo, se tapó empleando un plástico. Posteriormente se colocó chambas sobre todo el silo para que no pueda ingresar aire, y finalmente se cavó una zanja alrededor para que tenga un buen drenaje. Por las características de los silos realizados estos estuvieron listos para su consumo a los 30 días después de su elaboración (UGRJ, 2012). El pasto ensilado se aprovechó dependiendo de las necesidades de los animales de los productores y principalmente en la época seca (meses de junio a agosto).

3.3.2.1.19. Manejo y evaluación de las especies forestales nativas

En el manejo de las especies forestales nativas se realizó las labores de limpieza de corona, poda, protección contra los animales y fertilizaciones. En las evaluaciones se midió el porcentaje de prendimiento y altura de planta (Ramos., *et al.* 2005). Todavía no se pudo realizar otro tipo de evaluación como cantidad de materia orgánica, temperatura, etc. debido a que las especies forestales nativas que se emplearon alcanzan un tamaño óptimo en un largo período de tiempo. Los datos obtenidos fueron analizados empleando el Software estadístico Infostat 2.0 y se realizó la Prueba de Tukey al 5% para los tratamientos que presentaron significación estadística.

3.3.2.1.20. Costos de producción y rentabilidad

Se realizó el cálculo de costo total anual, ingreso neto total, costos de producción por unidad de leche producida, ganancia o pérdida por unidad de leche producida de acuerdo a la metodología empleada por (Barrera, *et al.* 2004).

3.3.2.1.21. Adopción de las tecnologías empleadas

Esta se realizó mediante la entrevista directa a los beneficiarios del proyecto y al seguimiento a nivel de campo de sus unidades productivas, en la cuales se observó y registró el empleo o no de las tecnologías recibidas en las capacitaciones (Pumisacho M., Sherwood S. 2005).

3.3.2.1.22. Ventajas de las tecnologías implementadas

Todas estas tecnologías buscaron incrementar el rendimiento de las pasturas a través del manejo eficiente y sostenible de los recursos disponibles en la unidad productiva. Con un manejo adecuado del recurso suelo (análisis, interpretación, enmiendas y correcciones) se logró mantener y mejorar las características químicas, orgánicas y físicas del mismo para que las plantas posean los nutrientes y el sostén necesario para una producción eficiente y sostenible. Dando un buen manejo a las pasturas (primer aprovechamiento, cortes de igualación, manejo del pastoreo, etc.) logramos que estas se adapten y produzcan homogéneamente a lo largo del ciclo productivo, además de que perduraron por todo el período de evaluación (Rodríguez, *et al.* 2013).

3.3.2.2. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN A LOS PRODUCTORES ORIENTADO A UN MANEJO SOSTENIBLE DE RECURSOS

El plan de capacitaciones se realizó conjuntamente con las labores prácticas que se programaron en la implementación, seguimiento y evaluación de las parcelas de aprendizaje de pastos bajo un sistema silvopastoril. Este plan se efectuó de acuerdo al siguiente esquema:

a) Manejo del recurso suelo

- Toma de muestras de suelo para análisis químico
- Interpretación de resultado de análisis de suelo
- Ajustes de pH del suelo
- Preparación de suelo(establecimiento para 4 años)
- Elaboración y empleo de abonos orgánicos
- Ajustes de fertilización inorgánica y orgánica

b) Uso de especies forrajeras mejoradas empleando sistemas silvopastoriles

- Manejo y siembra de semillas de pastos
- Plantación de especies arbóreas
- Fertilizaciones de desarrollo
- Aprovechamiento inicial de pastura
- Evaluación de la producción de pastos
- Composición botánica de la pastura
- Formas y manejo del pastoreo
- Cortes de igualación
- Dispersión de heces
- Conservación de forrajes
- Manejo de especies arbóreas en sistemas silvopastoriles

c) Costos de producción

- Costos de Producción
- Rentabilidad

El plan de capacitaciones fue basado en el concepto de “aprender haciendo”, por lo tanto se coordinó con las labores que se realizaron en las parcelas de aprendizaje mediante el seguimiento práctico participativo. Este plan tuvo como finalidad el desarrollo de destrezas y habilidades en cada uno de los pequeños productores que son beneficiarios del proyecto, para poder mejorar el manejo de su sistema productivo (Pumisacho M., Sherwood S. 2005).

3.3.3. SIMULACIÓN DE ESCENARIOS DEL SISTEMA PRODUCTIVO

3.3.3.1. Realizar una simulación de escenarios del sistema productivo.

El objeto de realizar una simulación de escenarios fue el observar las diferencias que existen entre el manejo realizado comúnmente por los pequeños productores de las comunidades seleccionadas y el manejo propuesto por el presente proyecto. Para el análisis del sistema los datos que fueron empleados se obtuvieron de las encuestas realizadas, sistematizadas, procesadas y analizadas, y de los resultados arrojados del seguimiento de las parcelas de aprendizaje y la capacitación de los beneficiarios del proyecto. Para esto se empleó el Software LIFE- SIM DAIRY: *A milk production simulation model* Versión 10.1 (León C. y Barrera V., 2003) y se consideraron los factores de: Descripción animal (Animal, Ajuste de valores, Potencial de Materia Seca MS consumida, Potencial del campo); Condiciones climáticas (Temperatura, Humedad y Velocidad del viento); Descripción de la pastura (Pastura, y Corte y Acarreo); Datos de suplementación; Datos económicos (Costo y Precio de venta). Los datos que se presentaron en el resultado de la simulación de los escenarios son: Producción de leche tomando en cuenta energía versus proteína; Producción total de leche; Ganancia de peso; Producción; Costo de Producción; Comparación Económica; Emisión acumulativa de metano; Emisión total de metano.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1. Elaborar el diagnóstico de la producción de pastos y leche de pequeños campesinos.

4.1.1. Análisis de los sistemas productivos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló, Sigchos – Cotopaxi, empleando Sistemas de Información Geográfica SIG.

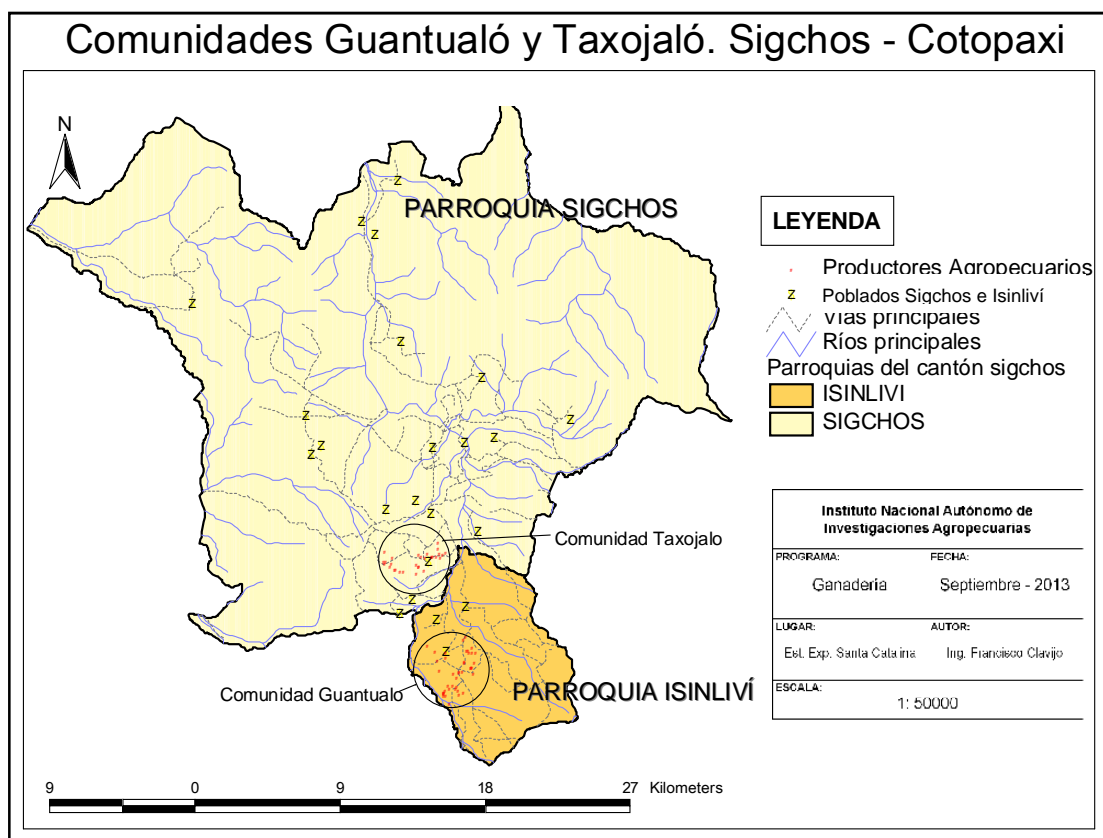


Figura 1: Ubicación de los productores en las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Los productores agropecuarios beneficiarios del proyecto están ubicados en las comunidades de Guantualó, parroquia Isinliví y Taxojaló, parroquia Sigchos, del cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi. En la leyenda de la Figura 1, se simboliza a los productores agropecuarios, los poblados de Sigchos e Isinliví, las vías y ríos principales.

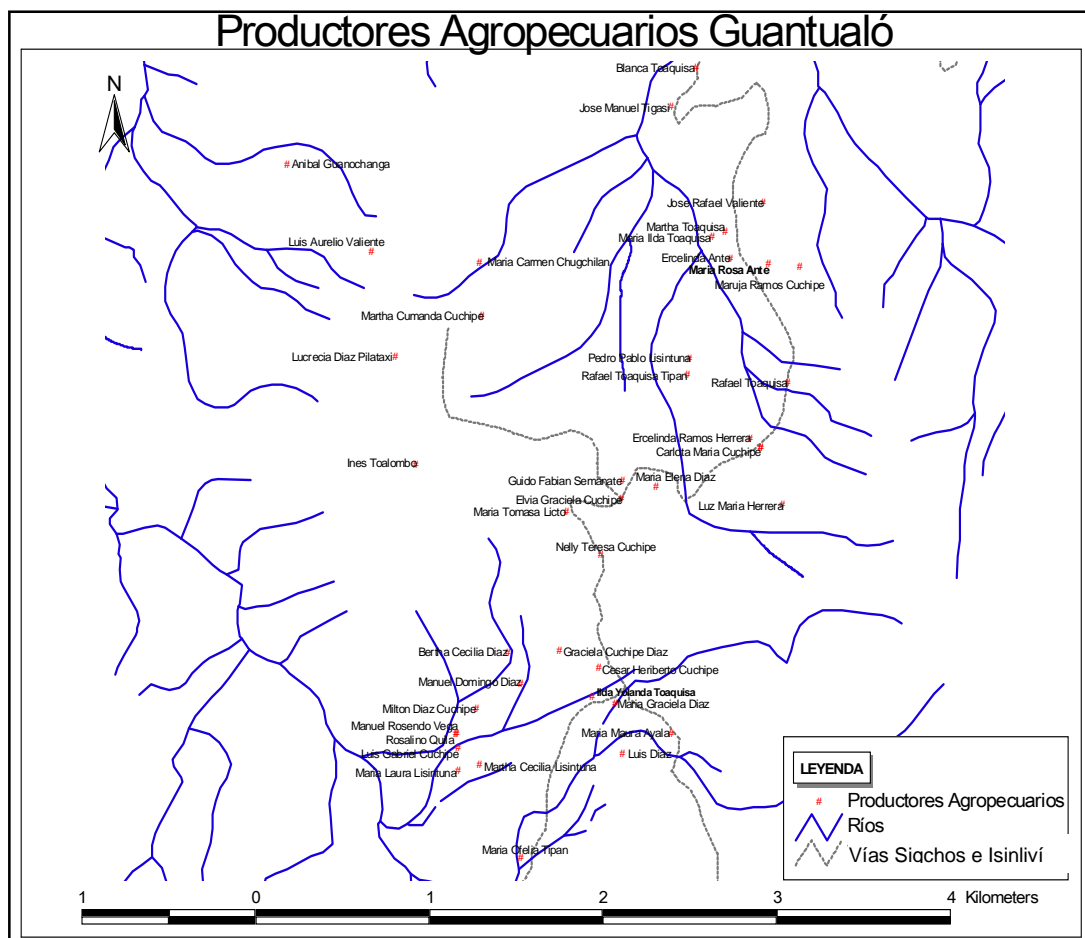


Figura 2: Distribución espacial de los predios de los productores agropecuarios de la comunidad de Guantualó. Sigchos - Cotopaxi.

En la Figura 2 se representa la ubicación de los predios de los productores agropecuarios de la comunidad de Guantualó, los ríos y las vías (carreteras) de la parroquia de Isinlivi. Los predios de los productores de esta comunidad están asentados en áreas de difícil acceso, las cuales poseen en el mejor de los casos vías de tercer orden o vías no carrozables. Existen predios donde permanecen los animales a una distancia considerable de las viviendas o de cualquier centro poblado, lo que dificulta mucho tanto el manejo de las áreas de pastoreo como el manejo de los animales. La comunidad de Guantualó se ubica a una distancia aproximada de 85 km de la ciudad de Latacunga. Como se observa en la Figura 2, pese a que existen fuentes de agua relativamente cerca de las propiedades, no poseen riego para sus pastos y cultivos debido al relieve y falta de organización.

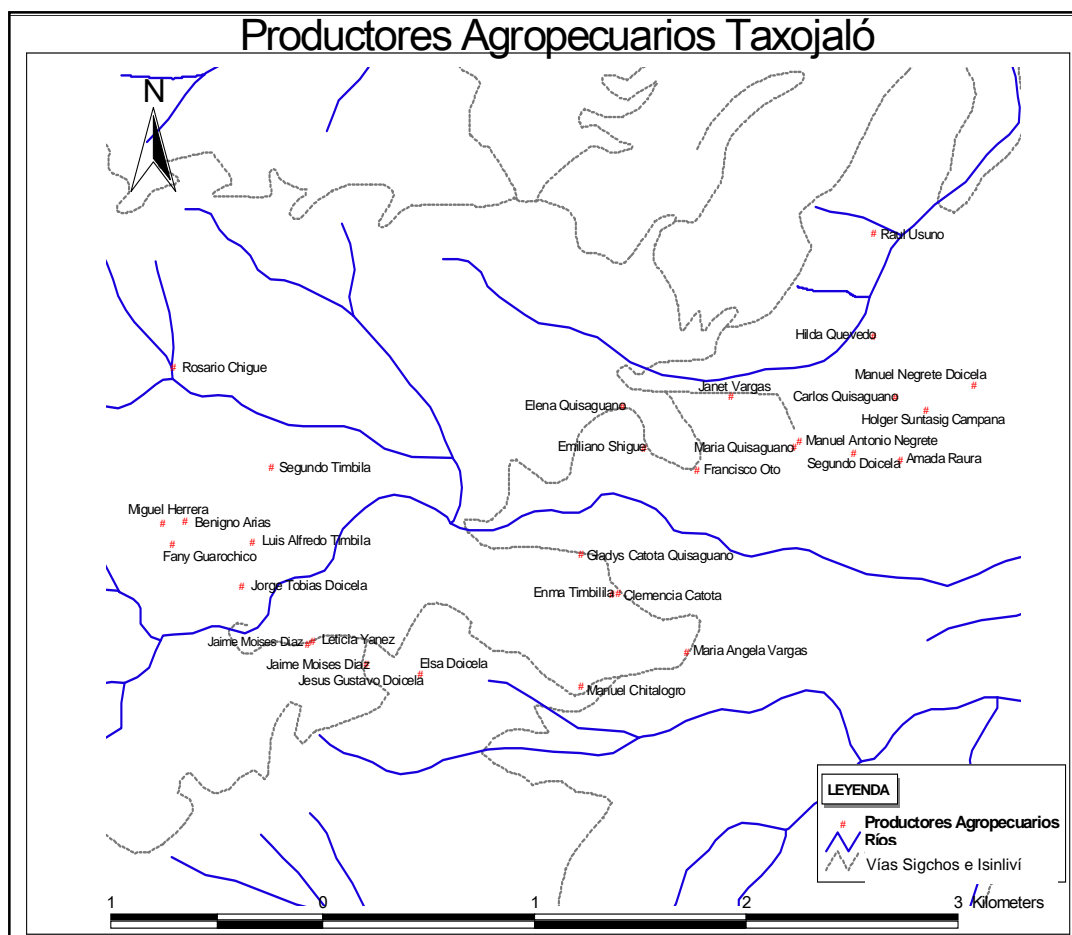


Figura 3: Distribución espacial de los predios de los productores agropecuarios de la comunidad de Taxojaló. Sigchos - Cotopaxi.

En la Figura 3 se representa la ubicación de los predios de los productores agropecuarios de la comunidad de Taxojaló, los ríos y las vías (carreteras) de la parroquia de Sigchos. Los predios de los productores agropecuarios de la comunidad de Taxojaló están distribuidos en zonas alejadas y de difícil acceso. Esta comunidad se encuentra a una distancia aproximada de 100 km de la ciudad de Latacunga, y a 10 km de la ciudad de Sigchos. Las vías de acceso son de tercer orden y/o en la mayoría de casos no carrosables. Como se observa en la Figura 3 existen ciertas fuentes de agua, pero no poseen agua de regadío.

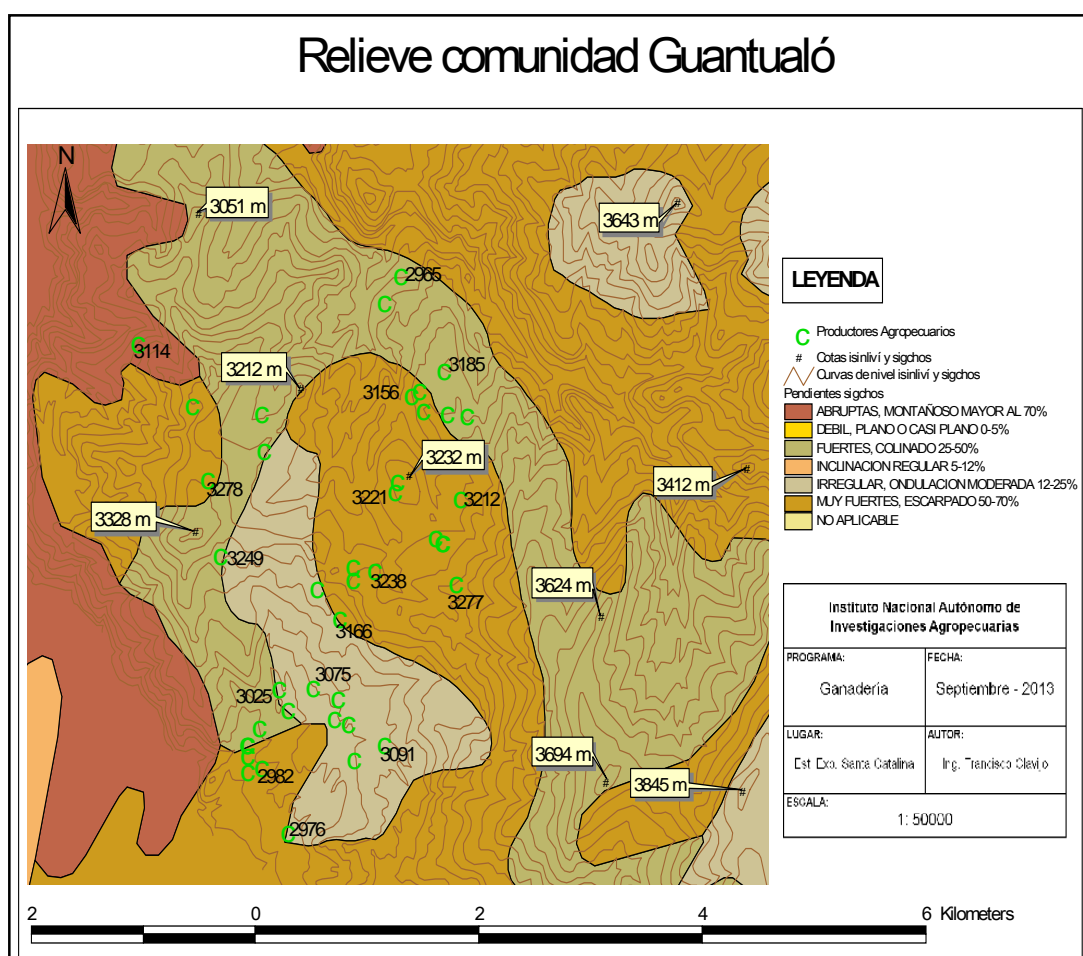


Figura 4: Relieve presente en la comunidad de Guantualó. Sigchos - Cotopaxi.

En la Figura 4 se observa el relieve presente en la comunidad de Guantualó. La leyenda indica a los productores agropecuarios, las cotas, las curvas de nivel y las pendientes presentes. Los predios de los productores están ubicados en altitudes comprendidas entre los 2965 a los 3277 metros y en pendientes que van desde irregular ondulada moderada de 12-25%, a muy fuertes escarpado de 50 – 70%.

Las características mostradas en la Figura 4, hacen visible las condiciones de los sistemas productivos lecheros de la comunidad de Guantualó, donde se presentan altitudes considerables y superficies mayormente irregulares y escarpadas. Bajo este escenario se consideró la implementación de alternativas tecnológicas sostenibles apegadas a la realidad, tratando de optimizar y maximizar la producción de forraje en los terrenos que presten las mejores características dentro de cada uno de los predios y así reducir la erosión de los suelos destinados a la producción pecuaria.

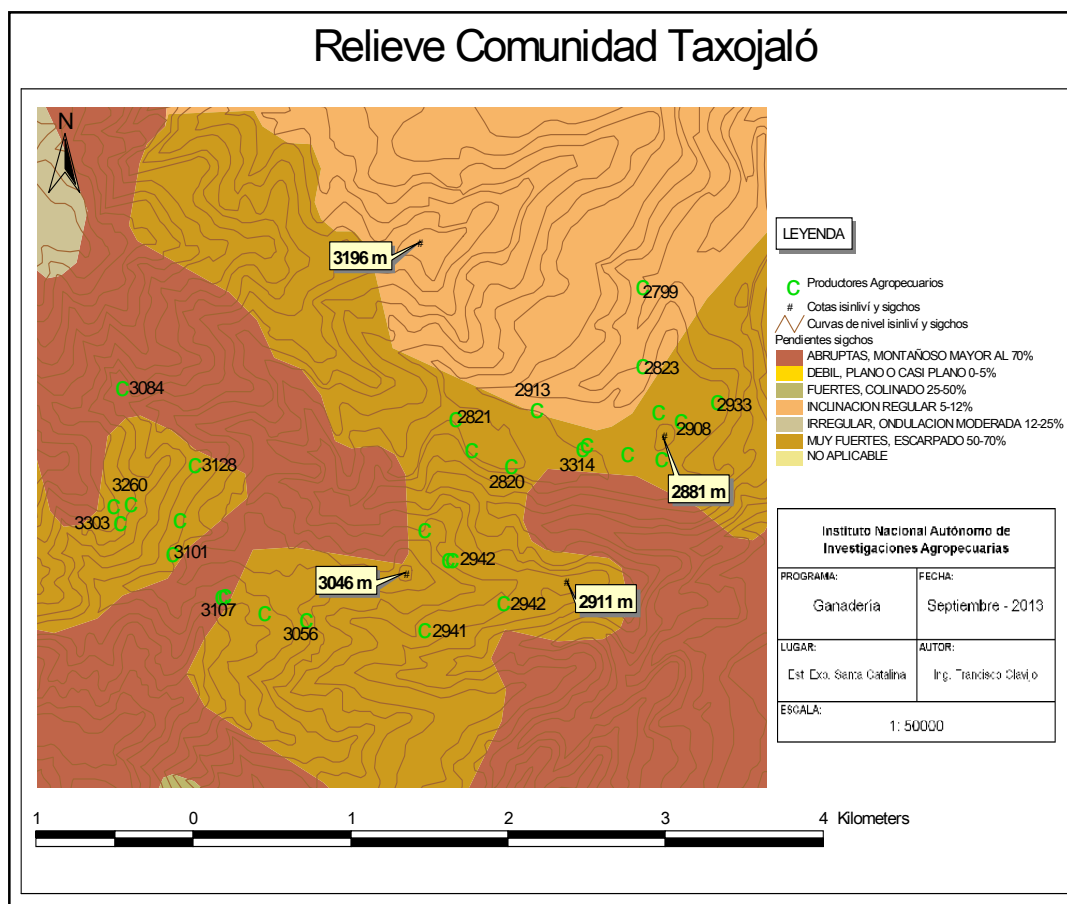


Figura 5: Relieve presente en la comunidad de Taxojaló. Sigchos - Cotopaxi.

En la Figura 5 se observa el relieve presente en la comunidad de Taxojaló. La leyenda indica a los productores agropecuarios, las cotas, las curvas de nivel y las pendientes presentes. Los predios de los productores están ubicados en altitudes comprendidas entre los 2799 a los 3314 metros y en pendientes que van de inclinación regular de 5 – 12%, a muy fuertes escarpado de 50 – 70% principalmente. Este estudio también sirvió para identificar opciones de manejo de uso sostenible de recursos debido a que bajo estas condiciones específicas en varios sectores de las dos comunidades, algunas de las tecnológicas propuestas no se podrían realizar.

En general las dos comunidades estudiadas presentan condiciones adversas para una buena producción de pastos. Las labores de renovación de praderas e implementación de especies forrajeras mejoradas, son complejas en terrenos muy inclinados a parte del alto riesgo de erosión. Bajo estas condiciones la alternativa de

manejo sería la cero labranza y el empleo de maquinaria liviana (Rodríguez, *et al.*, 2013). Las parcelas de aprendizaje fueron establecidas en lotes seleccionados con buenas características, y con el fin de potencializar su uso, pero se observó la necesidad de futuras investigaciones que evalúen a la mínima y cero labranza como opciones para los sitios con inclinaciones fuertes, siendo estas alternativas más viables y sostenibles bajo estas condiciones.

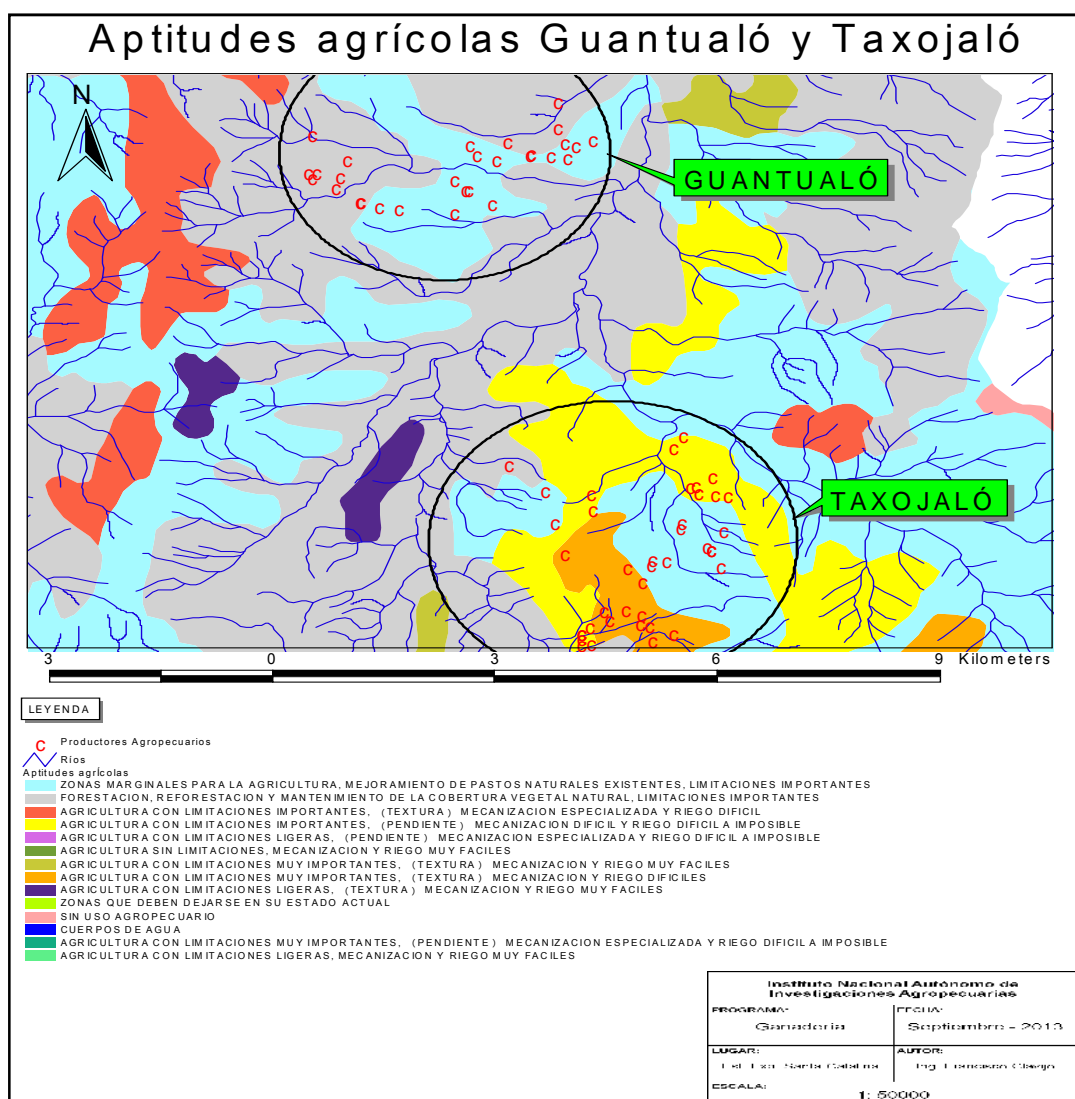


Figura 6: Aptitudes agrícolas presentes en las comunidades Guantualó y Taxojaló. Sigchos - Cotopaxi.

En la Figura 6 se observan las aptitudes agrícolas de las dos comunidades. En Guantualó los productores están ubicados en zonas con las siguientes características:

a) Zonas marginales para agricultura con mejoramiento de pastos naturales existentes

y bajo limitaciones importantes. b) Zonas de forestación, reforestación y mantenimiento de la cobertura vegetal natural que poseen limitaciones importantes.

En Taxojaló en cambio los predios de los productores están situados en zonas como: a) Zonas marginales para agricultura con mejoramiento de pastos naturales existentes y bajo limitaciones importantes. b) Zonas de Agricultura con limitaciones importantes (pendiente) de difícil mecanización y riego de dificultoso a imposible. c) Zonas de agricultura con limitaciones muy importantes (textura) con mecanización y riego difíciles. d) Zonas de Forestación, reforestación y mantenimiento de la cobertura vegetal natural que poseen limitaciones importantes.

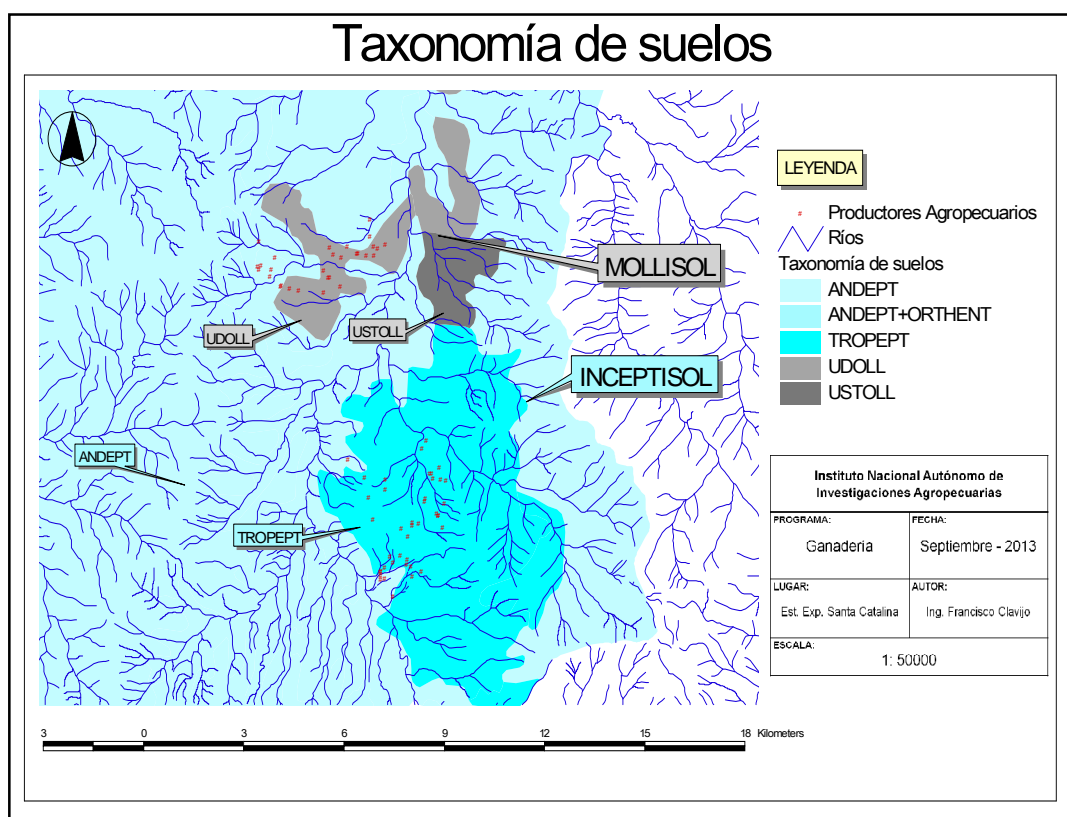


Figura 7: Taxonomía de los suelos de las comunidades Guantualó y Taxojaló. Sigchos - Cotopaxi.

En la Figura 7 se observa la taxonomía de los suelos de las dos comunidades en estudio. En Guantualó los suelos presentes se encuentran en el orden Mollisol y dentro de este los sub órdenes Udoll y Ustoll. En Taxojaló en cambio son del orden Inceptisol y suborden Tropept y Andept.

El concepto central de Inceptisoles es el de suelos poco desarrollados predominantemente eluviales en todas sus partes, que están continuamente perdiendo materiales (sílice, aluminio, hierro y bases). La posición que ocupan en el paisaje, generalmente en pendientes fuertes, favorece el constante rejuvenecimiento del perfil, impidiendo procesos de translocación de arcilla o una meteorización muy intensa (Perdomo, C., 2009).

Los suelos de los ecosistemas de pastizales se caracterizan por un horizonte espeso, superficie oscura. Este horizonte superficie fértil, conocido como un epipedón mólico, resulta de la adición a largo plazo de los materiales orgánicos derivados de raíces de las plantas. Ustolls - Mollisoles de climas semiáridos y subhúmedos. Udolls–Mollisoles de climas húmedos (College of Agricultural and Life Sciences, 1999).

Los suelos característicos de las dos comunidades son fértiles y útiles para agricultura en términos de formación, pero debido a un mal manejo (deforestación, relieve quebrado, erosión, mal empleo de maquinaria, monocultivo, etc.), estos han perdido características físico – químicas adecuadas. Por lo tanto es un trabajo grande el mejorar el rendimiento y valor nutritivo de los pastos presentes.

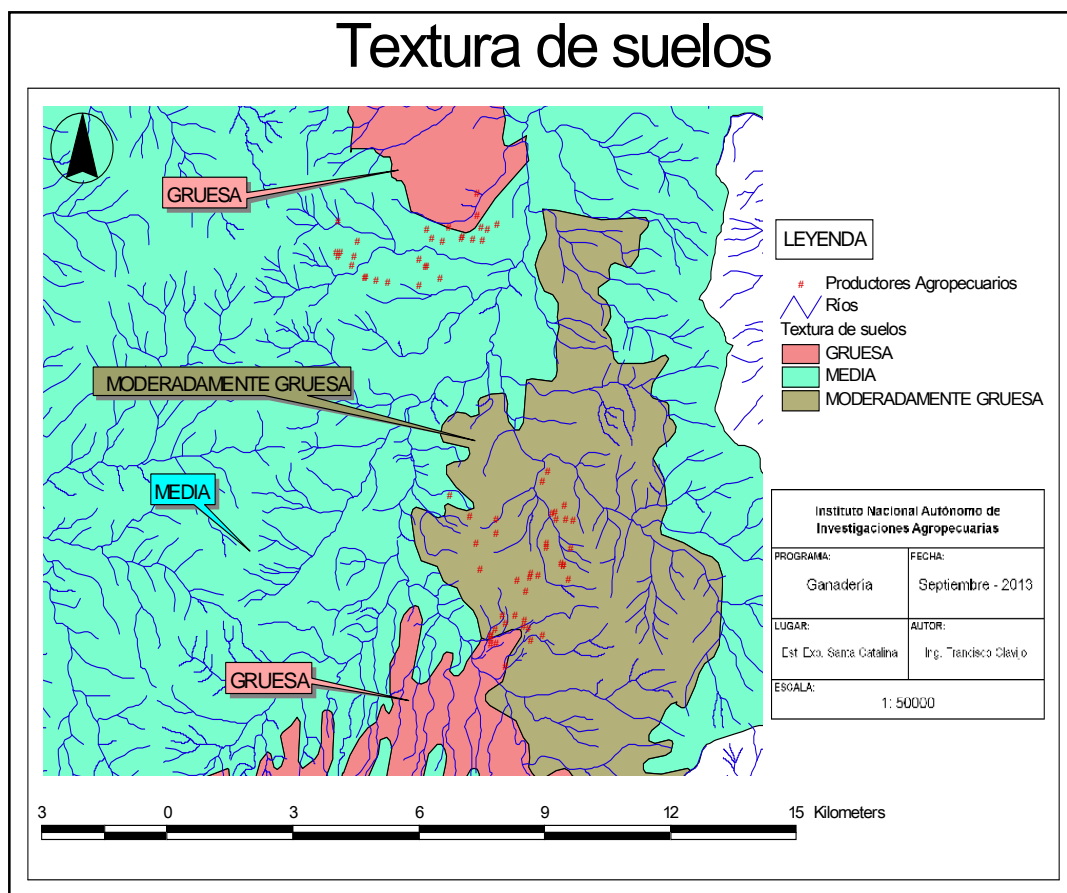


Figura 8: Textura de los suelos de las comunidades Guantualó y Taxojaló. Sigchos - Cotopaxi.

En la Figura 8 se observa la textura de los suelos de las dos comunidades. La mayoría de las unidades productivas poseen suelos con texturas que van de moderadamente gruesa a un grosor medio, esto se ratifica debido a que según los análisis de suelos realizados las texturas van de franco arenosa a arenosa.

Los suelos arenosos se caracterizan por ser livianos (propensos a erosión hídrica y eólica) y con una alta porosidad (pérdida de nutrientes y agua por escurrimiento). Estos suelos son generalmente ácidos pero en general carecen de los nutrientes para un óptimo desarrollo de las pasturas. Para mejorar las características físicas y químicas de estos suelos es recomendable aplicar materia orgánica. Y en la presente investigación se buscaron lotes con poca inclinación y sensibilidad a la erosión para la implementación de las parcelas de aprendizaje de pastos, donde funcionaron las tecnologías empleadas. El objetivo es potencializar estas áreas y con

los resultados obtenidos se identificó que en lotes con susceptibilidad a la erosión la alternativa para su renovación sería la mínima y cero labranza.

4.1.2. Análisis de los sistemas productivos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló, Sigchos – Cotopaxi, empleando encuestas y análisis técnicos.

Tabla 4.

Frecuencia de ocurrencia de la variable género y uso de registros de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

CARACTERÍSTICA	Comunidad Guantualó		Comunidad Taxojaló	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Género del encuestado				
Masculino	15.0	36.6	16.0	55.2
Femenino	26.0	63.4	13.0	44.8
¿Usa registros?				
SI	1.0	2.4	3.0	10.3
NO	40.0	97.6	26.0	89.7

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos en las dos comunidades en estudio, sobre género y uso de registros. En Guantualó de 41 personas encuestadas, 26 fueron de género femenino, lo que corresponde al 63.4 %. De este total tan solo una persona usa registros lo que corresponde al 2.4 %. En Taxojaló de 29 encuestas realizadas 16 corresponden al género masculino lo que equivale al 55.2%. Del mismo total 3 personas usan registros que representa el 10.3%.

En los resultados obtenidos se observa que la participación de las mujeres en el proceso productivo lechero es amplia y esta abarca labores como alimentación y cuidado de los animales, traslado, suministro de agua, ordeño, etc. Este resultado se explica debido a que la mujer se queda en casa al cuidado de los hijos y animales, mientras que los hombres emigran a otros lugares para laborar en otras actividades. Bajo estas condiciones se mantienen los hogares rurales de las comunidades en estudio y la actividad ganadera comúnmente es complementaria al ingreso total de recursos de la familia.

En lo referente al uso de registros, este es sumamente bajo. Los productores no llevan los datos de sus sistemas productivos lo que ocasiona un desconocimiento total de parámetros tanto productivos como reproductivos. Esta actividad es fundamental para manejar una finca (cualquier sea la escala) eficientemente.

Tabla 5.

Análisis estadístico de la información general de los productores de la comunidad de Guantualó. Sigchos – Cotopaxi.

CARACTERÍSTICA	\bar{x}	M_0	σ	R	Min	Max	C.V.^{1/}
Edad productor (años)	43.9	44.0	10.3	46.0	21.0	67.0	23.4
Superficie total (ha)	2.3	1.0	1.8	5.7	0.4	6.0	78.4
Superficie pastos naturales (ha)	1.4	1.0	1.5	5.9	0.2	6.0	102.7
Superficie pastos mejorados	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Superficie cultivos (ha)	1.1	0.0	1.2	4.0	0.0	4.0	112.3
Superficie árboles (ha)	0.0	0.0	0.1	0.5	0.0	0.5	506.7
Vacas en producción (U)^{3/}	2.3	2.0	2.0	11.0	0.0	11.0	88.2
Vacas secas (U)	0.6	0.0	0.9	4.0	0.0	4.0	155.1
Vaonas (U)	1.3	1.0	1.3	6.0	0.0	6.0	102.8
Terneritas (U)	1.6	1.0	1.4	7.0	0.0	7.0	89.9
Toretas (U)	0.8	0.0	1.2	7.0	0.0	7.0	149.9
Reproductor (U)	0.3	0.0	0.6	2.0	0.0	2.0	179.0
UBA^{2/} (U)	4.6	2.8	2.5	13.4	1.8	15.2	53.0

^{1/} \bar{x} = Media; M_0 = Moda; σ = Desviación estándar; **R**= Rango; **Min**= Mínimo; **Max**= Máximo; **C.V.**= Coeficiente de Variación.

^{2/}UBA= Unidades Bovinas Adultas.

^{3/}U= Unidad

En la Tabla 5 se presenta el análisis estadístico de la información general de los productores de la comunidad de Guantualó.

En la variable edad, los productores poseen una media de 43.9 años. El valor que aparece con más frecuencia en la distribución de los datos (Moda) es de 44 años. La desviación estándar 10.3, muestra que los datos se separan considerablemente debido a que existen edades desde 21 hasta 67 años. La variable edad de los productores fue analizada debido a que es importante saber la sostenibilidad del

manejo de los sistemas productivos a largo plazo, considerando que un grave problema de las comunidades rurales es la migración. En el caso de Guantualó las edades de las personas evaluadas están distribuidas en un rango amplio, el cual por sí mismo, no influenciaría de mayor manera en las explotaciones. El coeficiente de variación es de 23.4%.

En las variables de superficie la media de tenencia de tierra por productor es de 2.3 hectáreas. Los datos poseen poca separación y están ubicados entre las 0.4 a 6.0 hectáreas. En todos los predios existen únicamente pastos naturales, para la alimentación de los animales. Poseen cultivos principalmente para auto sustento y una baja presencia de especies arbóreas. Los coeficientes de variación son aceptables teniendo en cuenta las diferencias de los datos de superficie por el grupo de productores.

En las variables de número de animales por categoría, la media de tenencia de vacas en producción es de 2.3 cabezas, con un total de 4.6 UBA. Se presentó una separación considerable de los datos debida posiblemente a que se observaron productores que no disponían de animales en el momento de la investigación, versus productores que tienen hasta 15.2 UBA. Los animales están distribuidos en todas las categorías pero se observa un mayor valor en vacas en producción. Los coeficientes de variación poseen diferentes valores los cuales se explican por la variabilidad de los datos tomados.

Tabla 6.

Análisis estadístico de la información general de los productores de la comunidad de Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

CARACTERÍSTICA	\bar{X}	M_0	σ	R	Min	Max	C.V.^{1/}
Edad del productor (años)	48.5	60.0	13.7	47.0	23.0	70.0	28.2
Superficie total (ha)	3.2	0.6	3.3	12.5	0.5	13.0	103.4
Superficie pastos naturales (ha)	2.3	3.0	3.0	11.9	0.0	11.9	129.3
Superficie pastos mejorados (ha)	0.6	0.0	1.0	4.0	0.0	4.0	0.0
Superficie cultivos (ha)	0.5	0.5	0.6	3.0	0.0	3.0	105.4
Superficie árboles (ha)	0.0	0.0	0.2	1.0	0.0	1.0	405.8
Vacas en producción (U)^{3/}	3.0	2.0	3.3	15.0	1.0	16.0	108.7
Vacas secas (U)	1.4	0.0	2.0	10.0	0.0	10.0	148.1
Vaonas (U)	1.8	0.0	3.2	15.0	0.0	15.0	178.8
Terneritas (U)	2.0	0.0	3.3	17.0	0.0	17.0	164.7
Toretas (U)	1.0	0.0	1.3	5.0	0.0	5.0	128.2
Reproductor (U)	0.4	0.0	0.6	2.0	0.0	2.0	138.5
UBA^{2/} (U)	7.8	1.0	8.2	34.0	1.0	35.0	105.1

^{1/} \bar{X} = Media; M_0 = Moda; σ = Desviación estándar; **R**= Rango; **Min**= Mínimo; **Max**= Máximo; **C.V.**= Coeficiente de Variación.

^{2/}UBA= Unidades Bovinas Adultas

En la Tabla 6 se presenta el análisis estadístico de la información general de los productores de la comunidad de Taxojaló.

En la variable edad del productor, se presentó una media de 48.5 años. La desviación estándar 13.7, muestra que los datos se separan considerablemente debido a que existen edades desde 23 hasta 70 años. Como las edades de los productores de esta comunidad se distribuyen en un rango de 47 años, este no influenciaría de mayor manera en las explotaciones. Se obtuvo un coeficiente de variación es de 28.2%.

En las variables de superficie la media de tenencia de tierra por productor es de 3.2 hectáreas. Los datos poseen una baja separación y están ubicados entre las 0.5 a 13.0 hectáreas. En los predios analizados existe poca superficie dedicada a pastos mejorados. Poseen cultivos principalmente para auto sustento y una casi nula presencia de especies arbóreas. Los coeficientes de variación obtenidos se justifican debido a las diferencias de los datos de superficie que se obtuvieron.

En las variables de números de animales por categoría la media de tenencia de vacas en producción es de 3.0 cabezas, con un total de 7.8 UBA. Se presentó separación de los datos debido posiblemente a que se observaron disposiciones de 1 animal, versus productores que poseían hasta 35.0UBA. Los animales están distribuidos en todas las categorías pero se observa un mayor valor en vacas en producción. Los coeficientes de variación poseen diferentes valores los cuales se explican por la variabilidad de los datos tomados.

Tabla 7.

Frecuencia de ocurrencia de los datos en las variables de uso de suelo y agua de los productores de las comunidades de Guatualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

CARACTERÍSTICA	Comunidad Guatualó		Comunidad Taxojaló	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Topografía				
Plana	0.0	0.0	4.0	13.8
Ondulada	38.0	92.7	20.0	69.0
Quebrada	3.0	7.3	5.0	17.2
¿Qué es erosión?				
SI	1.0	2.4	1.0	3.4
NO	40.0	97.6	28.0	96.6
¿Causas de la erosión?				
Viento	1.0	2.4	1.0	3.4
Desconoce	40.0	97.6	28.0	96.6
¿Formas de prevención?				
Sembrar árboles	0.0	0.0	1.0	3.4
Desconoce	41.0	100.0	28.0	96.6
¿Realiza análisis de suelo?				
SI	0.0	0.0	2.0	6.9
NO	41.0	100.0	27.0	93.1
¿Cómo prepara los suelos?				
Manual	4.0	9.8	18.0	62.1
Fuerza animal	3.0	7.3	1.0	3.4
Mecanizada (Arado y Rastra)	34.0	82.9	10.0	34.5
¿Dispone de agua de riego?				
SI	0.0	0.0	4.0	13.8
NO	41.0	100.0	25.0	86.2
¿Posee agua para los animales?				

Entubada	15.0	36.6	16.0	55.2
Potable	5.0	12.2	1.0	3.4
Río	6.0	14.6	4.0	13.8
Acequia	13.0	31.7	8.0	27.6
Pozo	2.0	4.9	0.0	0.0

En la Tabla 7 se presenta la ocurrencia de los datos de las variables de uso del suelo y agua de los productores de las dos comunidades en estudio.

La topografía de los suelos donde están ubicados los sistemas productivos de las dos comunidades es mayoritariamente ondulada, esta característica se puede apreciar en las figuras 4 y 5. El término erosión es desconocido para casi todos los productores, al igual que sus causas y su posible prevención.


El análisis de suelo no es realizado en casi ninguna explotación, únicamente 2 productores de Taxojaló la han realizado, esto muestra la falta de tecnificación del sistema, siendo esta práctica, básica para un adecuado manejo del suelo. En cuanto a la preparación generalmente esta es mecanizada, siempre y cuando las condiciones se presten para este fin (suelos no muy inclinados), para el resto de labranzas se lo hace en forma manual y en un bajo porcentaje empleando fuerza animal. Como casi ningún productor dispone de pastos mejorados las preparaciones de suelo las realizan para cultivos. Debido a la preparación continua del suelo en forma mecanizada existe un riesgo alto de degradación de los suelos por erosión, por tal razón se escogieron lotes sin mayor pendiente y se espera no prepararlos mientras permanezcan el potrero en buen estado (mínimo 4 años); cuando se identifique una degradación de la pradera la alternativa sería la renovación con cero y mínima labranza.

No existen muchas fuentes de agua, debido a esto pocos productores disponen de riego en Taxojaló, pero en el transcurso de esta investigación se apoyó en la comunidad de Guantualó la gestión al gobierno zonal para que por medio del trabajo comunitario se disponga de hidrantes en varias fincas. El bebedero de los animales proviene generalmente de agua entubada, esta característica abre la posibilidad de contagio con diversos patógenos.

Tabla 8.

Frecuencia de ocurrencia de los datos en las variables de manejo de pastos de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

CARACTERÍSTICA	Comunidad Guantualó		Comunidad Taxojaló	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Especies pastos naturales				
Kikuyo + Trébol	20.0	48.8	14.0	48.3
Gramma + Holco + Trébol	14.0	34.1	4.0	13.8
Otros	7.0	17.1	11.0	37.9
Especies de cultivos				
Papa – maíz	14.0	34.1	7.0	24.1
Maíz – haba	14.0	34.1	4.0	13.8
Papa – haba	3.0	7.3	3.0	10.3
Papa – chocho	1.0	2.4	0.0	0.0
Papa	2.0	4.9	5.0	17.2
Maíz	1.0	2.4	6.0	20.7
Ninguno	6.0	14.6	4.0	13.7
¿Fertiliza orgánicamente los pastos?				
SI	1.0	2.4	10.0	34.5
NO	40.0	97.6	19.0	65.5
¿Fertiliza químicamente los pastos?				
SI	1.0	2.4	10.0	34.5
NO	40.0	97.6	19.0	65.5
¿Realiza conservación de forrajes?				
SI	0.0	0.0	0.0	0.0
NO	41.0	100.0	29.0	100.0
¿Qué sistema de pastoreo utiliza?				
Sogueo	41.0	100.0	26.0	89.7
Cerca eléctrica	0.0	0.0	3.0	10.3

CONTINUA 

¿Realiza cortes de igualación?				
SI	6.0	14.6	4.0	13.8
NO	35.0	85.4	25.0	86.2
¿Realiza dispersión de heces?				
SI	2.0	4.9	3.0	10.3
NO	39.0	95.1	26.0	89.7
¿Qué es un sistema Silvopastoril?				
SI	0.0	0.0	0.0	0.0
NO	41.0	100.0	29.0	100.0

En la Tabla 8 se presenta la ocurrencia de los datos de las variables de manejo de pastos de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló.

En la variable especies de pastos naturales, las especies más presentes en las dos comunidades son el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y el trébol blanco nativo (*Trifolium* sp.). Estas plantas debido a sus características y a su mal manejo, no cubren las necesidades nutritivas de los animales que las consumen. En menor proporción se encuentran especies como: grama (*Paspalum* sp.), holco (*Holcus lanatus*), entre otras.

Las especies más cultivadas en las dos zonas son: maíz (*Zea mays*), papa (*Solanum tuberosum*), haba (*Vicia faba*) y chocho (*Lupinus mutabilis*). Estos cultivos sirven básicamente para el autoconsumo y los excedentes se comercializan en mercados locales. Este tipo de agricultura es un complemento a la producción de leche y apoya ostensiblemente a la seguridad alimentaria de los pobladores de las dos comunidades.

Las variables de fertilización orgánica e inorgánica muestran una mínima realización de correcciones de las deficiencias del suelo en las dos comunidades. Prácticamente la única fuente de nutrientes devueltos al suelo, provienen involuntariamente de las heces y orina de los animales.

En la variable pastoreo casi todos los productores manejan sus animales “al sogueo”, es mínimo el uso de cerca eléctrica y solo 3 productores de Taxojaló la emplean. Mantener los animales bajo estas condiciones provoca un incremento de los costos de producción, debido a la mano de obra que requiere. Además la mayoría de productores no realiza un adecuado pastoreo “al sogueo”, lo que provoca la afectación directa del bienestar animal, básicamente por la limitación en el acceso de alimento y agua. Como la mayoría de los potreros son inclinados existe además la posibilidad de muerte de los animales por estrangulamiento.

En las variables de manejo de pastos, es mínima la realización de la práctica de dispersión de heces, contribuyendo a una constante posibilidad de parasitosis de los animales. En cuanto a los cortes de igualación, casi ningún productor los realiza, esto genera una baja homogeneidad y calidad del potrero, además de una permanente contaminación de adventicias que semillan tempranamente. Una alternativa para mejorar los potreros sería el empleo de técnicas silvopastoriles, pero todos los encuestados desconocen completamente sobre este tema.

Tabla 9.

Frecuencia de ocurrencia de los datos en las variables de nutrición animal de los productores de las comunidades de Guatualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

CARACTERÍSTICA	Comunidad Guatualó		Comunidad Taxojaló	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
¿Alimenta solo con pastos a sus animales?				
SI	10.0	24.4	1.0	3.4
NO	31.0	75.6	28.0	96.6
¿Suministra balanceado?				
SI	12.0	29.3	13.0	44.8
NO	29.0	70.7	16.0	55.2
¿Frecuencia de suministro de balanceado?				
Diariamente	5.0	12.2	4.0	13.8
Tres veces por semana	3.0	7.3	5.0	17.2
Una vez por semana	2.0	4.9	3.0	10.3

Una vez al mes	2.0	4.9	1.0	3.4
Nunca	29.0	70.7	16.0	55.2
¿Suministra rechazo de otros productos?				
SI	4.0	9.8	1.0	3.4
NO	37.0	90.2	28.0	96.6
¿Qué rechazos de otros productos?				
Plátano de rechazo	3.0	7.3	0	0
Rastrojo de maíz	1.0	2.5	1.0	3.4
¿Cuál es la frecuencia de suministro?				
Una vez por semana	1.0	2.5	0.0	0.0
Una vez al mes	3.0	7.3	1.0	3.0
Nunca	38.0	90.2	29.0	97.0
¿Suministra sal mineral?				
SI	27.0	65.9	28.0	96.6
NO	14.0	34.1	1.0	3.4
¿Cuál es la frecuencia de suministro de sal mineral?				
Diariamente	10.0	24.4	9.0	31.0
Tres veces por semana	7.0	17.1	12.0	41.4
Una vez por semana	4.0	9.8	4.0	13.8
Una vez al mes	6.0	14.6	3.0	10.3
Nunca	14.0	34.1	1.0	3.4

En la Tabla 9 se presenta la ocurrencia de los datos de las variables de nutrición animal de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló.

La alimentación de la mayoría de animales de las dos comunidades es casi exclusivamente a base de pastos, pero generalmente a los animales en producción se les suministra balanceados o rechazos de otros productos esporádicamente. Los principales productos empleados son plátano (rechazo de las bananeras) y rastrojo de maíz.

La sal mineral es suministrada a los animales por casi todos los productores a una frecuencia diariamente, hasta tres veces por semana. Estos análisis se realizaron con el fin de observar el resto de factores que pueden influir en la nutrición de animales bajo pastoreo.

Tabla 10.

Frecuencia de ocurrencia de los datos en las variables de producción de leche en las comunidades de Guatualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

CARACTERÍSTICA	Comunidad Guatualó		Comunidad Taxojaló	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
¿Realiza doble ordeño?				
SI	1.0	2.4	5.0	17.2
NO	40.0	97.6	24.0	82.8
¿Qué tipo de ordeño realiza?				
Manual	41.0	100.0	29.0	100.0
Mecánico	0.0	0.0	0.0	0.0
¿Ordeña con el ternero al pie?				
SI	40.0	97.6	29.0	100.0
NO	1.0	2.4	0.0	0.0

En la Tabla 10 se presenta la ocurrencia de los datos de las variables de producción de leche de las dos comunidades en estudio. La mayoría de productores de las dos comunidades realizan un solo ordeño, principalmente porque desconocen los beneficios productivos de efectuar dos ordeños en el día, además de que las pasturas naturales y el manejo limitado de los animales no cubren los requerimientos para una mayor producción de leche. Ningún pequeño ganadero posee ordeño mecánico debido a que no se justifica la adquisición de este equipo por el número reducido de animales y su baja producción. Casi todos los productores ordeñan con el ternero al pie, debido a que los animales en producción están acostumbrados a ese manejo, pero no se considera la pérdida de recursos que este procedimiento genera.

Tabla 11.

Análisis estadístico de las variables de producción láctea de la comunidad de Guantualó. Sigchos – Cotopaxi.

CARACTERÍSTICA	\bar{x}	M_o	σ	R	Min	Max	C.V. ^{1/}
Producción total de leche al día (l)	7.8	0.0	7.0	39.0	0.0	39.0	90.7
Venta de leche (l)	6.1	0.0	6.0	34.0	0.0	34.0	98.6

^{1/} \bar{x} = Media; M_o = Moda; σ = Desviación estándar; **R**= Rango; **Min**= Mínimo; **Max**= Máximo; **C.V.**= Coeficiente de Variación.

En la Tabla 11 se observa el análisis estadístico de las variables de producción láctea de la comunidad de Guantualó. La media de producción total de leche al día es de 7.8 litros por productor. Existe alta variabilidad de los datos ya que hay pequeños ganaderos que no disponían de animales en lactación, de los cuales se reportó 0.0 litros de leche, versus productores que disponen diariamente de 39 litros. El coeficiente variación es de 90.7% y se justifica debido a la variabilidad de las condiciones de los sistemas productivos presentes. Como se observa en la tabla la mayor parte de la leche producida es destinada a la venta, el resto se dedica para autoconsumo y alimentación de terneras principalmente. Dividiendo el número de litros producidos para los animales ordeñados se obtiene una promedio de 3.39 l/vaca/día.

Tabla 12.

Análisis estadístico de las variables de producción láctea de la comunidad de Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

CARACTERÍSTICA	\bar{x}	M_o	σ	R	Min	Max	C.V. ^{1/}
Producción total de leche al día (l)	16.8	4.0	18.5	77.0	3.0	80.0	109.8
Venta de leche (l)	14.7	3.0	17.3	69.0	2.0	71.0	117.8

^{1/} \bar{x} = Media; M_o = Moda; σ = Desviación estándar; **R**= Rango; **Min**= Mínimo; **Max**= Máximo; **C.V.**= Coeficiente de Variación.

En la Tabla 12 se observa el análisis estadístico de las variables de producción láctea de la comunidad de Taxojaló. La media de producción total de leche al día es de 16.8 litros por productor. Existe una alta dispersión de los datos debido a que existen valores mínimos de 3.0 litros, versus productores que disponen de 80 litros de

leche al día. El coeficiente variación es de 109.8% y se justifica debido a la variabilidad de las condiciones de los sistemas productivos presentes. Dividiendo el número de litros producidos para los animales ordeñados se obtiene una promedio de 5.6 l/vaca/día.

4.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2. Implementar parcelas de aprendizaje de pastos en sistema silvopastoril con alternativas tecnológicas de manejo de recursos.

A continuación se presentan los datos obtenidos en la implementación de las tecnológicas en las parcelas de aprendizaje de pastos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

4.2.1. Análisis químicos de suelos de las parcelas de aprendizaje y los potreros de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Tabla 13.

Análisis químico de suelo (N, P, S, K) inicial y final de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Localidad	Muestra	N (ppm)		P (ppm)		S (ppm)		K (meq/ 100ml)	
Guantualó	Inicial	26.0	B ^{1/}	13.0	M	3.2	B	0.2	M
	Final	28.0	B	26.0	A	7.6	B	0.3	M
Taxojaló	Inicial	35.0	M	8.6	B	3.1	B	0.3	M
	Final	28.0	B	7.1	B	6.8	B	0.2	M

^{1/}A= Contenido alto; M= Contenido medio; B= Contenido bajo.

Tabla 14.

Análisis químico de suelo (Ca, Mg, B, pH) inicial y final de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Localidad	Muestra	Ca (meq/100ml)	Mg (meq/ 100ml)	pH	M.O.			
Guantualó	Inicial	4.4 ^{1/}	M	0.6	B	5.9 LA	4.7	M
	Final	7.6	M	1.1	M	6.0 LA	6.6	A
Taxojaló	Inicial	3.8	B	0.5	B	5.6 LA	5.8	A
	Final	6.1	M	0.8	B	6.1 LA	6.8	A

^{1/}A= Contenido alto; M= Contenido medio; B= Contenido bajo; LA= Ligeramente ácido

La cantidad de fertilizante empleado está descrito en el numeral 3.3.2.1.7 (Ajustes de fertilización) y se calculó en base a los análisis de suelo realizado y ajustado a una mezcla forrajera en establecimiento. En las tablas 13 y 14 se observan los resultados del análisis de suelo de las muestras tomadas en las parcelas de aprendizaje antes y después (inicial - final) de la implementación de las alternativas tecnológicas sostenibles. Se analizaron los elementos y las características con mayor importancia en las muestras de las dos comunidades. Los análisis de suelo se presentan en el Anexo 4.

En los análisis de la comunidad de Guantualó se observa en forma general movilidad de los elementos en el suelo, estos se describen a continuación:

El Nitrógeno se incrementó en 2 ppm (de 26 a 28ppm), esto puede deberse por la adición de abonos orgánicos e inorgánicos ricos en este elemento y como residuo de la toma de las raíces de los pastos para su alimentación. El nitrógeno es considerado el elemento más importante para el cultivo de las pasturas, específicamente para las gramíneas. Según Palma y Segat (2010), este nutriente en la solución del suelo, se localiza en las zonas donde el fertilizante ha sido aplicado (orgánico y/o inorgánico). Los iones NH₄⁺ y NO₃⁻ provenientes del fertilizantes actúan igual que los derivados de la descomposición de los residuos orgánicos por los microorganismos. Por estas razones, es sumamente importante realizar continuas correcciones de deficiencias del suelo, que restituyan las extracciones realizadas por las raíces de los pastos.

El fósforo se incrementó en 13 ppm (de 13 a 26ppm) probablemente por las fertilizaciones realizadas, según Smart (2013) este elemento se encuentra en el suelo en compuestos orgánicos y en minerales. Sin embargo, la cantidad del fósforo disponible en el suelo es muy baja en comparación con la cantidad total del fósforo en el suelo. Por lo tanto, en muchos casos, los fertilizantes de fósforo deben ser aplicados para satisfacer los requerimientos nutricionales del cultivo. Por estas razones se explica la presencia de un nivel alto de fósforo, sin que este necesariamente se presente disponible para su absorción.

El azufre en los suelos de las parcelas de aprendizaje se incrementó en 4.4 ppm, pero sigue siendo considerado como un nivel bajo (7.6 ppm). Según Colacelli (2010) este nutriente se encuentra en el suelo bajo diferentes formas químicas: azufre formando parte de compuestos orgánicos asociados con la llamada materia orgánica del suelo, azufre inorgánico formando principalmente sulfatos (que es la forma que es disponible para los vegetales). Del azufre total del suelo aproximadamente el 97% se encuentra bajo formas orgánicas y el 3% restante como formas inorgánicas. Estos conceptos indican claramente la importancia de la necesidad de que los suelos estén adecuadamente dotados de materia orgánica, para que los procesos de descomposición de la misma entreguen a los vegetales las cantidades necesarias de este nutriente. El contenido de azufre de los suelos es muy variable, los valores más bajos se encuentran en suelos arenosos mientras que los valores más altos se encuentran en zonas de mareas donde el azufre tiende a acumularse.

El contenido de potasio subió en el análisis final en 0.1 meq/100ml, este nivel es considerado medio (0.3 meq/100ml) y se explica debido a las adiciones de fertilizantes realizadas. Este elemento se clasifica generalmente en cuatro formas: estructural o de reserva, fijado, intercambiable y potasio en la solución de suelo. La base para la clasificación, de las formas del potasio en el suelo, es la disponibilidad para la absorción por parte de la planta. Dependiendo del tipo de suelo y las condiciones ambientales, la disponibilidad de potasio puede variar (SMART, 2013). El potasio en el suelo de la parcela de Guantualó al mantenerse en un nivel medio, muestra que no existen problemas marcados de deficiencia de este elemento.

El calcio se incrementó en 3.2 meq/100ml, manteniéndose en un nivel medio. El incremento de este elemento se debe principalmente a las enmiendas cálcicas y fertilizaciones realizadas. El contenido en calcio de los diferentes tipos de suelo varía ampliamente dependiendo principalmente de: los materiales de origen, del grado en que la meteorización y la lixiviación han influenciado el proceso de edafización y a las adiciones al suelo con este elemento en sus diferentes fuentes (Alarcón, *et al.*, 2014).

El magnesio se incrementó en 0.5 meq/100ml y subió de un nivel bajo (0.6 meq/100ml) a medio (1.1meq/100ml). Según Summers (2014), aunque las rocas madres de algunos suelos pueden contener cantidades muy altas de magnesio, los contenidos totales de este elemento, en la mayoría de los suelos, son normalmente en el intervalo comprendido entre 0,05 a 0,5 por 100 de Mg. De esta cantidad sólo está a disposición de la planta el que se encuentra en la solución del suelo, y el cambiante absorbido bien por las partículas minerales de arcilla o por la materia orgánica del suelo. En base a esto y a los resultados obtenidos se observa la importancia de fertilizar los suelos empleando fuentes orgánicas e inorgánicas.

El pH se incrementó de 5.9 a 6.0 lo que corresponde a una denominación de un suelo ligeramente ácido (LA), lo que se buscó es mantener o subir este parámetro, ya que generalmente los suelos de la sierra y más aún los dedicados a la ganadería bovina son ácidos. Este resultado se logró por la realización de enmiendas cálcicas en las parcelas de aprendizaje y debido a que existe una problemática bastante grande cuando se posee suelos ácidos. Los suelos ácidos se refieren aquellos que contienen un pH de valor inferior a 5.5 durante la mayor parte del año. Están asociados con un número de toxicidades (Aluminio), deficiencias de elementos y otras condiciones restringentes para las plantas. Un enfoque integrado al manejo de los suelos ácidos comprende una estrategia mediante un sistema variable de adición de cal, el uso de variedades tolerantes a la acidez, el uso eficiente de fertilizantes, rotaciones de cultivo adecuadas y la diversificación de cultivos. Los análisis del suelo se deben implementar cada dos a tres años para determinar los requerimientos de materia orgánica en el campo. Los efectos negativos de la acidez del suelo se deben a las

propiedades físicas y químicas del suelo. Sin embargo, se puede parcialmente compensar si se asegura un alto contenido de materia orgánica en el suelo (FAO, 2014). Si se requiere subir aún más el pH la cantidad de enmienda cálcica sería mayor, pero los resultados de la presente investigación son aceptables debido a que se colocó una tonelada de carbonato de calcio al 99% y con esto se logró incrementar en una décima el dato inicial del suelo.

La materia orgánica se incrementó en 1.9 %, de 4.7% (contenido medio) a 6.6% (contenido alto). Se obtuvo este resultado por la incorporación de materia orgánica y por las condiciones propias de realizar el pastoreo de los animales, ya que bajo estas condiciones los bovinos aportan al suelo heces diariamente. El bovino adulto promedio defeca de 10 a 15 veces por día, el área cubierta por las heces se encuentra entre medio y un metro cuadrado diario y la cantidad total de heces eliminada es de unos 20 a 30 kg por día, pudiendo elevarse hasta 45 kg (Bavera y Peñafort, 2006). La materia orgánica tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas y formando el complejo de cambio, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso. El efecto sobre las propiedades químicas del suelo se evidencia en la capacidad de cambio, la reserva de nutrientes para la vida vegetal y la capacidad tampón del suelo favorece la acción de los abonos minerales y facilita su absorción a través de la membrana celular de las raicillas. El efecto sobre las propiedades biológicas, favorece los procesos de mineralización, el desarrollo de la cubierta vegetal, sirve de alimento a una multitud de microorganismos y estimula el crecimiento de la planta en un sistema ecológico equilibrado. La cantidad de materia orgánica en el suelo depende de muchos factores, tales como la incorporación de nuevos restos orgánicos y su velocidad de oxidación química y biológica, la velocidad de descomposición, la textura del suelo, la aireación, humedad y los factores climáticos. Las prácticas de manejo del cultivo tienen también efecto, por ejemplo las fertilizaciones inorgánicas aceleran la descomposición de la materia orgánica en el suelo (Julca., *et al.*, 2006).

En los análisis de la comunidad de Taxojaló se ajustan las discusiones realizadas para la comunidad anterior, por lo tanto se presentan los resultados resumidos y estos se describen a continuación:

El nitrógeno bajó en 7 ppm de una disponibilidad media (35.0 ppm) a una baja (28.0 ppm), este resultado puede deberse a la absorción por parte de las plantas y pérdidas por lixiviación y volatilización. Este elemento requiere de alta humedad para que pueda ser absorbido, cualidad que no siempre está presente bajo las características de las dos comunidades (Tabla del Anexo 3). Además los suelos presentes en estos sitios son de textura franca - arenosa. El contenido de fósforo en el suelo se redujo de 8.6 a 7.1 (1.5 ppm), según SMART (2013) la cantidad del fósforo disponible en el suelo es muy baja en comparación con la cantidad total del fósforo en el suelo, lo que hace evidente el requerimiento de fertilización para cubrir los requerimientos nutricionales del cultivo, al parecer y en el caso de este estudio la fertilización fosforada fue insuficiente, debido a que no mantuvo al menos el valor inicial de 8.6 ppm. El azufre en cambio se incrementó de 3.1 a 6.8 ppm, se observa este efecto posiblemente a que este elemento forma parte de compuestos orgánicos asociados a la materia orgánica y por las fertilizaciones realizadas. El potasio decreció en 1 ppm pero se mantiene en un rango medio. El calcio subió de 3.8 a 6.1 meq/100ml, de un rango bajo (3.8) a un rango medio (6.1), posiblemente por las razones ya citadas anteriormente. El magnesio subió de 0.5 a 0.8 meq/100ml, manteniéndose en un contenido bajo.

El pH se incrementó de 5.6 a 6.1 lo que corresponde a suelos ligeramente ácidos, este incremento fue más significativo que en Guantualó y puede deberse a factores como: la reacción del suelo a la enmienda cálcica y la reducción del contenido de nitrógeno como elemento acidificante.

Igual que en la comunidad de Guantualó la materia orgánica subió de 5.8 a 6.8 % manteniéndose en un rango alto y esto pudo deberse a la incorporación de materia orgánica y por las condiciones propias de realizar el pastoreo de los animales, ya que bajo estas condiciones los bovinos aportan al suelo heces diariamente, el resto de

razones fueron reportadas en el incremento de materia orgánica de la comunidad de Guantualó.

En los cuatro análisis de suelo realizado en las dos comunidades se observa contenidos de altos de hierro. Óxidos de este elemento contenidos en: Hematita, Limonita, Magnetita, Goetita, aportan hierro a los suelos que son los responsables de las tonalidades rojas, rojo amarillentas etc. de los suelos bien drenados y altamente meteorizados. Particularmente en suelos ácidos reacciona con los iones fosfato (H_2PO_4) fijándolo al suelo, no permitiendo que la planta utilice el fósforo. Cuando existen cantidades elevadas de hierro en el suelo puede o no afectar a los cultivos en base al pH, pero dependiendo de las condiciones se puede aplicar enmiendas con sulfatos para su reducción (Juárez, Cerdán, & Sánchez, 2014). En la presente investigación se aplicó carbonato de calcio para subir el pH, pero esta práctica no influyó en el contenido de hierro en el suelo, por lo tanto sería importante la adición de enmiendas que contribuyan a corregir esta situación, tales como: silicatos de magnesio (magnesil), sulfato de calcio (yeso), etc.

El boro en los suelos de las dos comunidades fue bajo en los análisis de suelo realizados. Este elemento es muy importante en las plantas debido a que desempeña un papel esencial en el transporte de azúcares, en la síntesis de sacarosa, en el metabolismo de ácidos nucleicos, en la biosíntesis de carbohidratos, en la fotosíntesis, en el metabolismo proteico, en la síntesis y estabilidad de las paredes y membranas celulares, entre otras. Los suelos arenosos, con textura ligera, contienen generalmente menos boro asimilable que los suelos arcillosos, además el boro es fácilmente lavable de los suelos de textura ligera. Existe también una estrecha correlación entre el contenido de materia orgánica y la cantidad de boro asimilable presente en un suelo. El boro asimilable está preferentemente concentrado en las capas superficiales de los suelos bien drenados, donde está íntimamente ligado a la materia orgánica. Las funciones fisiológicas del boro no están todavía aclaradas totalmente. Su papel en el metabolismo vegetal, quizá sea el más desconocido de todos los nutrientes esenciales, pese a ser el micronutriente que mayores concentraciones molares, al menos en dicotiledóneas, cuyos requerimientos en boro

son muy superiores a monocotiledóneas (Alarcón, 2014). Debido a esto es recomendable la aplicación de fertilizantes como el bórax o el tetraborato sódico, principalmente para apoyar la nutrición de las leguminosas.

4.2.2. Rendimiento forrajero de las parcelas de aprendizaje y los potreros de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Tabla 15.

Resultados de la variable rendimiento forrajero en kilogramos de materia seca por hectárea (kg/MS/ha) de las parcelas de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Localidad	Característica	Rendimiento ajustado (kg/MS/ha) ^{1/}								
		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Guantualó	Parcela	1724	1880	1720	1360	1280	1995	2240	1900	14099
	Productor	460	860	620	960	400	877	400	900	5477
Taxojaló	Parcela	1644	1980	1560	1400	960	1700	1240	960	11444
	Productor	560	700	620	600	360	400	360	480	4080

^{1/}El rendimiento ajustado se obtuvo considerando el 80% del rendimiento total, con un residuo de pastoreo general de 20%.

En la Tabla 15 se observan los resultados para la variable rendimiento forrajero en kilogramos de materia verde por hectárea de ocho evaluaciones de las comunidades en estudio, comparando los resultados de las parcelas de aprendizaje (Parcela), versus los potreros comunes que disponen los productores (Productor).

Las evaluaciones realizadas a las parcelas de aprendizaje de las dos comunidades las cuales contienen una mezcla forrajera mejorada establecida, sobrepasan en las ocho evaluaciones a los resultados obtenidos en los potreros de los productores, dando un resultado total en Guantualó de 14099 kg/MS/ha con un promedio de 1762 kg/MS/ha por corte para la parcela y de 5477 kg/MS/ha con un promedio de 685 kg/MS/ha para el productor; en Taxojaló se obtuvo 11444

kg/MS/ha con un promedio por corte de 1431 kg/MS/ha en la parcela y 4080 kg/MS/ha con un promedio de 510 kg/MS/ha para el potrero del productor. Se pueden divisar los resultados de las evaluaciones realizadas y sus respectivas diferenciaciones en la Figura 9.

Según datos del estudio de Robalino (2010), realizado en Nono provincia de Pichincha el cual empleó una mezcla forrajera similar, obtuvo un rendimiento de 1511 kg/MS/ha por corte sin empleo de fertilizante, mientras que ajustando la fertilización a la recomendación en base al análisis de suelo, obtuvo 2438.12 kg/MS/ha por corte. Estos resultados están relacionados a los obtenidos en la presente investigación, pero se observa que incrementando las dosis de las fertilizaciones podríamos acercarnos a los rendimientos ideales o a la mejor producción posible. Para esto se debería tomar en cuenta también los costos de producción en base al beneficio, además de todas las recomendaciones técnicas para un uso eficiente y sostenible de los recursos disponibles.

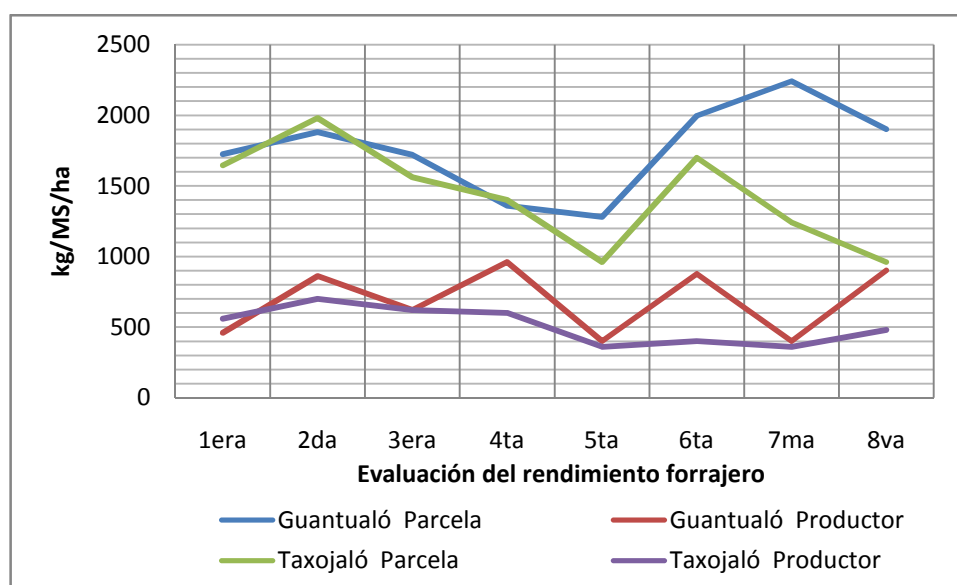


Figura 9. Evaluación del rendimiento forrajero de las parcelas de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Los resultados de rendimiento del pasto obtenidos en las parcelas de aprendizaje de las dos comunidades son mucho mayores que los de los potreros de los productores. Este incremento se debe a las características de precocidad y adaptación de las especies mejoradas de pastos, las cuales con un manejo adecuado

pueden incrementar el rendimiento forrajero y por ende la oferta hacia los animales, confluendo todo a un incremento de la productividad lechera. Los rendimientos de las dos parcelas evaluadas se asemejan con lo sostenido por (León, 2003), que bajo influencia de la estación climática y en condiciones naturales el rendimiento de una mezcla forrajera puede ser de 14400 kg/MS/ha/año, correspondiente a 1800-2160 kg/MS/ha/corte. El rendimiento forrajero es importante, ya que de este depende la alimentación de los animales en términos de cantidad y la base fundamental está en el manejo y uso que se le dé a la pradera. Un ganado bien comido genera buenos ingresos y por lo tanto una mejoría del nivel de vida del ganadero (Dávila, O., 2005). Los resultados comparativos del rendimiento total de las ocho evaluaciones se observan en la figura 2.

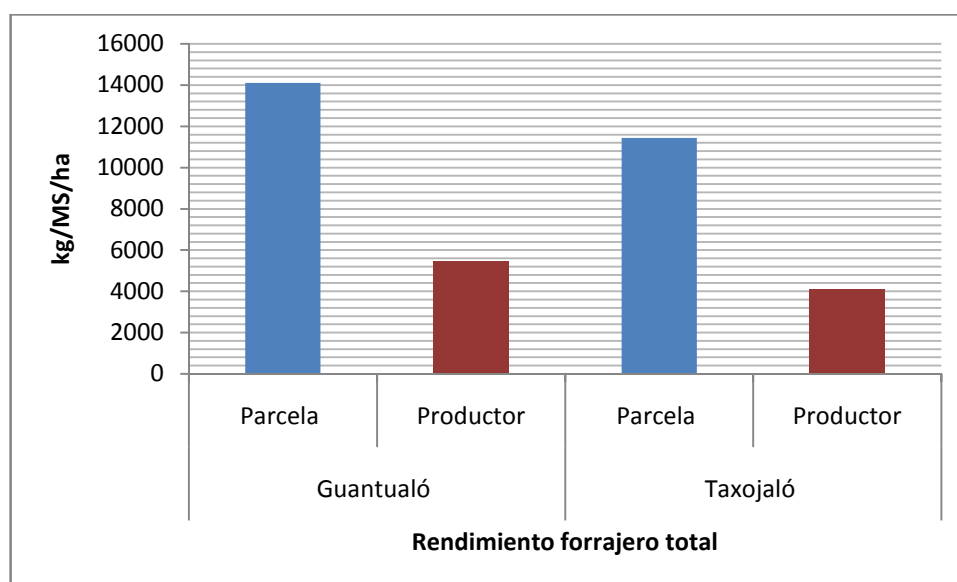


Figura 10. Resultados comparativos del rendimiento forrajero total de las ocho evaluaciones de las parcelas de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

4.2.3. Composición botánica de las parcelas de aprendizaje y los potreros de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Tabla 16.

Resultados de composición botánica de las parcelas de pastos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Localidad	Característica	Composición botánica (%)			
		Gramíneas	Leguminosas	Adventicias	Total
Guantualó	Parcela	61.1	28.93	9.97	100
	Productor	19.35	22.29	58.36	100
Taxojaló	Parcela	50.73	29.46	19.81	100
	Productor	27.93	6.02	66.05	100

En la Tabla 16 se observan los resultados de la variable composición botánica en porcentaje de las dos comunidades en estudio, comparando los resultados de las parcelas de aprendizaje de pastos (Parcela), versus los potreros comunes que disponen los productores (Productor).

El porcentaje de gramíneas en la comunidad de Guantualó fue de 61.1% en la parcela de aprendizaje y de 19.35% en la parcela del productor. En Taxojaló el porcentaje de gramíneas fue de 50.73% en la parcela de aprendizaje y de 27.93% en la parcela del productor. Los resultados obtenidos en las parcelas de aprendizaje se acercan a los recomendados por León (2003) el cual dice que la composición botánica de una mezcla forrajera debe estar constituida por un porcentaje sobre el 75% de gramíneas, ya que estas especies aportan la mayor cantidad de materia seca y carbohidratos a los animales, estos hidratos de carbono al estar constituidos por azúcares, son la fuente principal de energía utilizada por los bovinos para la producción de leche y carne. En cambio el porcentaje de gramíneas en las parcelas llevadas comúnmente por los productores están muy por debajo de los valores recomendados. Las especies de gramíneas en las parcelas de aprendizaje fueron: anual (*Lolium multiflorum*), perenne (*Lolium perenne*) y Pasto azul (*Dactylis*

glomerata); y las presentes en las parcelas de los productores fueron kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), grama (*Paspalum* sp.) y holco (*Holcus lanatus*).

El porcentaje de leguminosas en la comunidad de Guantualó fue de 28.93% en la parcela de aprendizaje y de 22.29% en la parcela del productor. En Taxojaló el porcentaje de leguminosas fue de 29.46% en la parcela de aprendizaje y de 6.02% en la parcela del productor. Los resultados obtenidos en las parcelas de aprendizaje se ajustan a los recomendados por León (2003), que indica que la proporción de leguminosas en una mezcla forrajera no debe sobrepasar del 30%, ya que estas especies aportan un gran contenido de proteína en la dieta de los bovinos y si este nivel es mayor al recomendado pueden causar timpanismo en el hato. En cambio el porcentaje de leguminosas en las parcelas llevadas comúnmente por los productores están muy por debajo de los valores recomendados. Finalmente las especies de leguminosas en las parcelas de aprendizaje fueron: Trébol blanco (*Trifolium repens*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*); y las presentes en las parcelas de los productores fueron el trébol blanco nativo (*Trifolium* sp.).

El porcentaje de adventicias en la comunidad de Guantualó fue de 9.97% en la parcela de aprendizaje y de 58.36% en la parcela del productor. En Taxojaló el porcentaje de adventicias fue de 19.81% en la parcela de aprendizaje y de 66.05% en la parcela del productor. Los resultados obtenidos en las parcelas de aprendizaje se encuentran sobre lo recomendado por León (2003) que dice que el porcentaje de adventicias en una mezcla forrajera debe estar entre el 2 y 3%. Los resultados de las parcelas de los productores se ubican sobre el 58%, esto muestra la baja calidad del alimento que está disponible para los animales. Las especies adventicias de mayor presencia en las dos comunidades son: Alfarillo (*Spergula arvensis*); Llantén (*Plantago lanceolata*) que es considerada como una “maleza noble”; Taraxaco (*Taraxacum officinale*); Pacta (*Rumex crispus*); Corazón herido (*Polygonum nepalense*); Bledo blanco (*Amaranthus spinosus* L.);

4.2.4. Capacidad de carga de las parcelas de aprendizaje y los potreros de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Tabla 17.

Resultados de capacidad de carga de las parcelas de pastos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Localidad	Característica	Rendimiento	UBA/ha/Año ^{1/}
		ajustado ^{2/} (kg/MS/ha/año)	
Guantualó	Parcela	12375	2.35
	Productor	5017	0.95
Taxojaló	Parcela	9800	1.86
	Productor	3520	0.67

^{1/}La capacidad de carga se calculó con un consumo de 14.4 kg de materia seca/animal/día (3% de 480kg de peso vivo por animal) y un consumo anual por animal de 5256kg/MS.

^{2/}El rendimiento ajustado se obtuvo considerando el 80% del rendimiento total, con un residuo de pastoreo general de 20%.

En la tabla 17 se observa las diferencias en rendimiento y la capacidad de carga de las parcelas de aprendizaje y los potreros de los productores. En este estudio se realizaron 8 evaluaciones del rendimiento, pero para este cálculo el resultado se obtuvo de la suma de siete pastoreos que se pudo lograr al año (por el intervalo entre pastoreos), bajo las condiciones de las dos comunidades y con el condicionante de que exista un aforo de potreros, debido a que según Valencia, (2014), el ganadero con mucha frecuencia no tiene claridad sobre la capacidad real de carga de sus potreros, razón por la cual debería seguirse una secuencia para medir la cantidad de pasto que hay en un área específica, y establecer el período de tiempo que puede durar un lote de animales pastoreando.

En el resultado en Unidad Bovina Adulta (UBA) por hectárea (ha) por año de la comunidad de Guantualó, la parcela de aprendizaje puede soportar una capacidad de carga de 2.35, mientras que el potrero que comúnmente llevan los productores tan solo 0.95, lo que corresponde a una diferencia de 1.4 UBA/ha/año. Este resultado obtenido es similar en Taxojaló, ya que la parcela de aprendizaje posee 1.86 versus

0.67 que tiene un potrero de los productores, dando como diferencia 1.19 UBA/ha/año. Estos resultados muestran que renovando los potreros de los productores mediante el empleo de mezclas forrajeras mejoradas podemos incrementar el número de animales en producción y por ende aumentar la productividad de los sistemas pecuarios.

4.2.5. Valor nutritivo de los pastos de las parcelas de aprendizaje y los potreros de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Tabla 18.

Resultados del análisis nutricional (proximal) de las mezclas forrajeras de las parcelas de pastos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Localidad	Parcela	Cenizas (%)	Extracto Etéreo (%)	Proteína (%)	Fibra cruda (%)	Extracto Libre de Nitrógeno (%)
Guantualó	Parcela	9.6	2.8	10.9	25.7	51.0
	Productor	10.9	2.9	8.6	35.6	42.1
Taxojaló	Parcela	8.8	3.5	12.1	31.6	44.0
	Productor	10.7	2.4	8.4	31.9	46.6

En la Tabla 18 se presentan los resultados del análisis proximal de las muestras de pastos de las parcelas de aprendizaje y los potreros de los productores de las dos comunidades.

En la Comunidad de Guantualó el resultado del contenido de cenizas (minerales) en la parcela de aprendizaje fue de 9.6% y en el potrero de los productores 10.9%. En Taxojaló la parcela obtuvo 8.8% y el potrero 10.7%. Se observa que existe mayor contenido de cenizas en los potreros que en las parcelas y esto se explica debido a la alta presencia del kikuyo (*Pennisetum clandestinum*),

especie natural que generalmente posee menor capacidad de absorber y transportar los elementos que otros pastos, manteniéndolos como parte constitutiva de la planta (Marais, J., 2001). Por otra parte los valores de ceniza obtenidos están en un rango aceptable (no >15%), lo que señala que no hubo contacto con tierra en las muestras (Correa, H. *et al* 2008).

Los resultados de extracto etéreo (lípidos) de la comunidad de Guantualó para la parcela de aprendizaje fue de 2.8% y para el potrero del productor 2.9%. Para Taxojaló la parcela obtuvo 3.5% y el potrero del productor 2.4%. Los resultados son variables en las parcelas de aprendizaje versus los potreros de los productores, esta diferencia puede deberse a que las mezclas forrajeras con pastos mejorados están constituidas principalmente por perenne (*Lolium perenne*) especie que generalmente contiene mayor cantidad de lípidos (4,00 - 5,00%) (León, R., 2003). Otra razón es que a medida que avanza la madurez del forraje, los lípidos que se encuentran en las hojas declinan con la madurez de la planta (Bernal, J., 2003).

Los resultados de proteína en la parcela de aprendizaje de Guantualó fue de 10.9% y en la parcela de Taxojaló fue de 12.1%, estos valores pese hacer relativamente bajos superan a los obtenidos en los potreros de los productores correspondientes a 8.6% y 8.4% respectivamente. León 2003, señala que las leguminosas poseen más proteínas que las gramíneas y es en las hojas donde más se concentran que en los tallos, esto explicaría el incremento de porcentaje de proteína en las parcelas de aprendizaje debido a que como se observa en la tabla 16, estas poseen mayor contenido de leguminosas y de especies mejoradas de pastos, las cuales están compuestas por un número mayor de hojas que de tallos. Los resultados obtenidos se pueden explicar debido a que los pastos mejorados requieren de las mejores condiciones para expresar sus caracteres óptimos y en las condiciones de las localidades en estudio superaron a las parcelas de los productores pero no llegaron a dichos estándares. Los resultados de Robalino (2010), muestran que en una mezcla forrajera bajo las condiciones de su estudio y sin fertilizar puede tener un promedio de 17.55% de proteína, mientras que una con la dosis de fertilización recomendada alcanzaría 18.34% en promedio.

Los resultados de fibra cruda de la comunidad de Guantualó para la parcela de aprendizaje fue de 25.7% y para el potrero del productor 35.6%. Para Taxojaló la parcela obtuvo 31.6% y el potrero del productor 31.9%, posiblemente los resultados de esta comunidad puedan deberse a que al momento de tomar la muestra, la mezcla forrajera estaba muy madura. Las especies de pastos que poseen tallos herbáceos (especies naturales y/o naturalizadas) se caracterizan por tener mayor cantidad de fibra, además la madurez incrementa la lignificación en los forrajes (León, R., 2003). Los potreros de los productores generalmente contienen especies fibrosas, esta característica más su reducido valor nutritivo influyen directamente en una baja condición corporal de los animales y una disminución en la producción de leche.

Los resultados de extracto libre de nitrógeno (Azúcares y Almidones) de la comunidad de Guantualó para la parcela de aprendizaje fue de 51.0% y para el potrero del productor 42.1%. Para Taxojaló la parcela obtuvo 44.0% y el potrero del productor 46.6%. Los resultados son variables en las parcelas de aprendizaje versus los potreros de los productores, esta diferencia puede deberse a que las gramíneas como parte constitutiva de las mezclas forrajeras son una fuente importante de carbohidratos (León, R., 2003). Los carbohidratos y azúcares se encuentran en gran cantidad pero a medida que el pasto madura y semilla estos hidratos de carbono disminuyen ya que son utilizados para la formación de las semillas (Bernal, J., 2003).

Estos datos mostraron la necesidad de evaluar especies más rústicas para este tipo de sistemas productivos tales como: Festuca (*Festuca arundinacea*), Pasto azul (*Dactylis glomerata*), Cebadilla, Festulolium, Llantén forrajero (*Planta gomajor*) y Achicoria (*Cichorium* sp).

4.2.6. Porcentaje de prendimiento de especies arbóreas empleadas en las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

En el presente estudio se realizó la fase de implementación de los sistemas silvopastoriles (arborización de potreros), por tal razón se presentan los datos de prendimiento y altura de las especies forestales nativas.

Tabla 19.

Porcentaje de prendimiento de especies arbóreas distribuidas en un sistema silvopastoril en las parcelas de pastos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Localidad	Nombre común	Nombre científico	N° Árboles plantados	N° Árboles prendidos	Prendimiento (%)
Guantualó	Yagual	<i>Polylepis incana</i>	30	12	40.0
	Quishuar	<i>Buddleja incana</i>	30	9	30.0
	Lupino	<i>Genista monspessulana</i>	30	23	76.7
Taxojaló	Yagual	<i>Polylepis incana</i>	30	25	83.3
	Quishuar	<i>Buddleja incana</i>	30	15	50.0
	Lupino	<i>Genista monspessulana</i>	30	28	93.3

En la tabla 19 se presentan los resultados de prendimiento de las especies arbóreas plantadas en las parcelas de aprendizaje de pastos con el fin de formar un sistema silvopastoril. El porcentaje de prendimiento es variable tanto en las especies como en las comunidades.

El yagual (*Polylepis incana*) tuvo 40.0% de prendimiento en Guantualó y 83.3% en Taxojaló, los bajos niveles en esta variable se deben al hábito de crecimiento de esta especie. El Quishuar (*Buddleja incana*) en Guantualó presentó un 30.0% de prendimiento y en Taxojaló 50%, los porcentajes son mayores en esta comunidad debido a que en esa parcela se dio un mejor cuidado a la especies arbóreas por parte de los productores. El lupino (*Genista monspessulana*) presentó un 76.7% de prendimiento en Guantualó y 93.3% en Taxojaló. En términos generales la especie que obtuvo el mayor porcentaje de prendimiento y por ende una mejor

adaptación bajo las condiciones de las dos comunidades es el lupino. Se recomendaría el empleo de esta especie para trabajos de arborización de potreros, con el fin de promover una ganadería sostenible. Al ser esta especie una leguminosa fija nitrógeno atmosférico al suelo y además posee propiedades diuréticas laxantes y cardiotónicas (Rednaturaleza, 2014).

4.2.7. Altura de especies arbóreas implementadas en las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Tabla 20.

Seguimiento de altura de tres especies arbóreas empleadas en las parcelas de aprendizaje de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Comunidad	Especie arbórea	Tratam.	Altura de planta (cm)					
			0 Meses	6 Meses	12 Meses	18 Meses	24 Meses	30 Meses
Guantualó	Yagual	1	21	40	57	75	96	122
	Quishuar	2	14	33	45	56	56	69
	Lupino	3	21	32	56	88	131	163
Taxojaló	Yagual	4	22	39	66	94	109	133
	Quishuar	5	15	29	50	83	90	120
	Lupino	6	20	38	90	121	143	178

Tabla 21. *Análisis de varianza para la variable altura de planta (cm) a los 30 meses después de la plantación de especies arbóreas en las parcelas de aprendizaje de pastos.*

F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Total	58290.70			29	
Tratamiento	35924.30			5	7184.86 10.43 <0.0001**
Error	13771.53			20	688.58

CV: 20.05%

Promedio: 131 cm

Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para la variable altura de planta (cm) a los 30 meses después de la plantación de especies arbóreas en las parcelas de aprendizaje de pastos.

Tratamiento	Medias	n		
2	69.40	A		
5	120.40	A	B	
1	122.40		B	
4	132.60		B	C
3	162.80		B	C
6	177.80			C

En la Tabla 20 se presentan los resultados de altura de planta de las especies arbóreas empleadas en las parcelas de aprendizaje de pastos. Se observa un incremento progresivo de altura hasta los 30 meses de evaluación Figura 10. En el análisis de varianza presente en la Tabla 21 se observa alta significación estadística para tratamientos, con un coeficiente de variación del 20.05% y un promedio de 131cm. Al realizar la prueba de Tukey al 5% para los tratamientos, Tabla 22 se observan 5 rangos de significancia. El promedio más alto lo posee el t6 (Lupino + Taxojaló) con 177.80 cm, seguido por el t3 (Lupino + Taxojaló) 162.80cm, en cambio el menor valor fue obtenido por el t2 (Quishuar + Guantualó). Los datos obtenidos dependen del grado de adaptación y vigor de las especies evaluadas, mostrando al lupino como la planta que más creció en el período evaluado. Se podría emplear esta especie en planes de arborización de potreros, sea en árboles dispersos o plantados en los linderos, con el fin de obtener los beneficios de un sistema silvopastoril. Los resultados completos de la evaluación de altura de planta de las especies arbóreas se presentan en el Anexo 2.

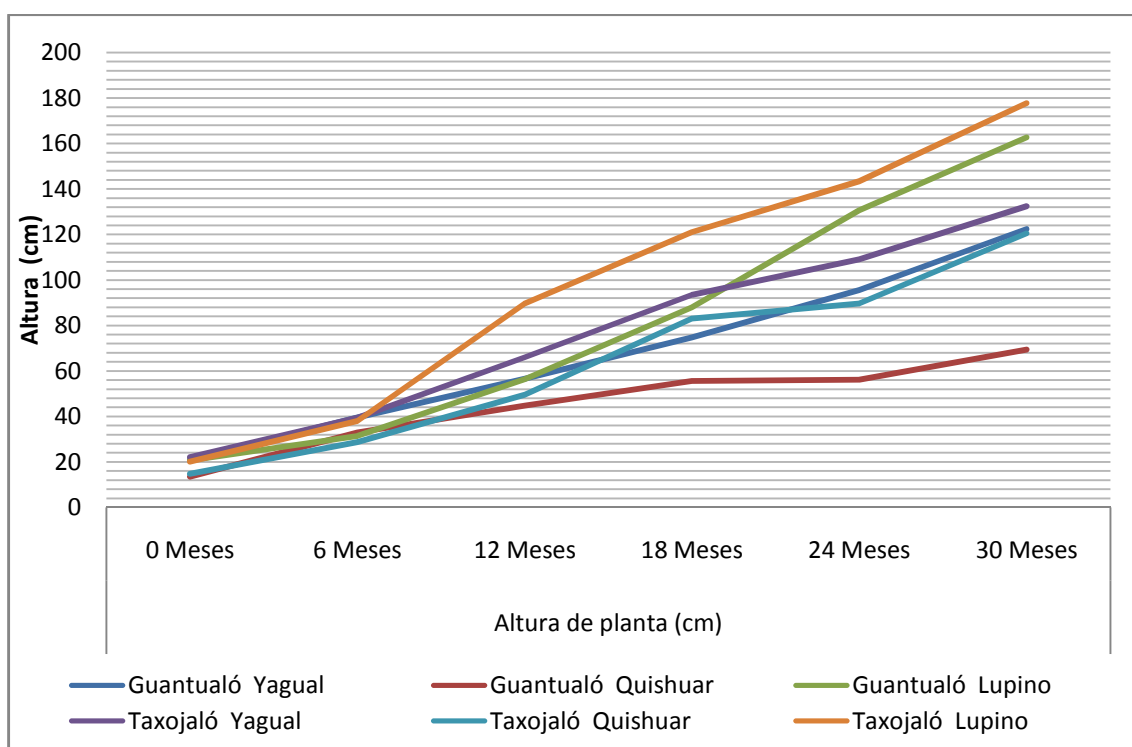


Figura 10. Seguimiento de la altura de tres especies arbóreas empleadas en las parcelas de aprendizaje de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

4.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3. Determinar las diferencias técnicas y económicas entre el sistema productivo convencional llevada a cabo por el productor y el propuesto por el presente proyecto, empleando el Software LIFESIM.

Para determinar las diferencias técnicas y económicas entre los sistemas, se realizó el análisis de la producción de leche, costos de producción y emisiones de metano, de los resultados obtenidos por el productor versus los de las parcelas de aprendizaje de pastos. Estos datos se los presentan a continuación:

4.3.1. Producción de leche de las parcelas de aprendizaje de pastos y los potreros de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Tabla 23.

Diferencia en producción de leche de animales alimentados en los potreros de los productores versus los alimentados con las parcelas de aprendizaje de pastos.

Comunidad	Rep.	N° animales	Productor		Parcela		Incremento (%)
			l/vaca/ día ^{1/}	l/día/ UP ^{2/}	l/vaca/ día	l/día/ UP	
Guantualó	1	2	3	6	5	10	67
	2	2	3	6	4	8	33
	3	3	4	12	7	21	75
	\bar{x}	2	3	8	5	13	58
Taxojaló	1	2	5	10	8	16	60
	2	4	6	24	9	36	50
	3	3	6	18	8	24	33
	\bar{x}	3	6	17	8	25	48
Promedio total		2.7	4.5	12.7	6.8	19.2	53.1

1/ Litros de leche por vaca por día. 2/ Litros de leche por día por Unidad de producción.

En la tabla 23 se presenta la diferencia en producción de leche de los animales pastoreados en las parcelas de aprendizaje de pastos versus los pastoreados en los potreros de los productores. En Guantualó hay un promedio de dos animales en ordeño, 3 litros de leche por vaca por día, lo que corresponde a una producción total de 8 litros diarios en el caso de los productores, y para la parcela es de 5 litros/animal/día con una producción total de 13 litros diarios, el incremento promedio obtenido es del 58% de la producción de leche. En Taxojaló para los productores existe un promedio de 3 animales, 6 litros/vaca/día y un total de 17 litros diarios, en cambio para la parcela de aprendizaje se obtuvo 8 litros/vaca/día y una producción total de 25 litros diarios, este incremento en la producción corresponde al 48%. La alimentación de los animales evaluados se basó en el pastoreo.

Se observa que al emplear una mezcla forrajera mejorada con un buen manejo, existe un incremento en la producción de leche (producción secundaria del potrero), esto debido a que estas especies poseen mayor valor nutritivo que los pastos naturales naturalizados.

4.3.2. Costos de producción (ha) de una mezcla forrajera en las parcelas de aprendizaje de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Tabla 24.

Costos (USD) de establecimiento por hectárea para el primer año de una mezcla forrajera en las parcelas de aprendizaje de pastos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$
1. Costo de la tierra	-	-	-	-
2. Análisis de suelo	unidad	1	22.8	22.8
3. Corrección pH suelo	saco	20	4.8	96.0
SUBTOTAL				118.8
4. Preparación mecanizada suelo				
Arado	hora	8	12.0	96.0
Rastra	hora	4	12.0	48.0
SUBTOTAL				144.0
5. Semilla				
Gramíneas				
Rye grass Perenne	kg	19	4.7	89.5
Rye grass Intermedio	kg	11	3.9	43.3
Rye grass Anual	kg	14	3.0	41.3
Pasto azul	kg	8	7.9	63.0
Leguminosas				
Trébol rojo	kg	1	7.2	7.2
Trébol blanco	kg	2	8.6	17.2
SUBTOTAL				261.6
6. Fertilizante orgánico				
Insumos para preparación (Ca)	saco	10	4.8	48.0
Mano de obra	jornal	4	8.0	32.0
SUBTOTAL				80.0
7. Fertilizante químico				
Fertilizante completo (10-30-10)	saco	1	43.0	43.0
Sulpomag	saco	2	36.0	72.0
Urea	saco	2	32.9	65.7
Nitrato de amonio	saco	1	34.0	34.0
Triple 15	saco	1	31.0	31.0
K+Mg	saco	1	33.6	33.6
SUBTOTAL				279.3
8. Mano de Obra				
Siembra	jornal	1	8.0	8.0
Fertilizaciones	jornal	2	8.0	16.0
Tapado de semilla	jornal	2	8.0	16.0
Corte inicial	jornal	5	8.0	40.0
SUBTOTAL				80.0
9. Asistencia Técnica	visitas	0	65.0	0.0
SUBTOTAL				0.0
TOTAL				963.6

En la tabla 24 se presenta el costo de establecimiento para el primer año de una mezcla forrajera compuesta por pastos mejorados. Se observa que los valores más altos corresponden a las semillas y a los fertilizantes, en base a esto es importante manejar bien la pradera para que se mantenga por un tiempo considerable y emplear abonos orgánicos disponibles en el sistema productivo.

La inversión total por hectárea para establecer una mezcla forrajera mejorada es de 963.6 USD. El rendimiento promedio por aprovechamiento en las dos comunidades fue de 1596.4 kg/MS/ha, tomando en cuenta que realizaron 7 pastoreos en el año se obtiene una producción total de 11174.8 kg/MS/ha, lo que corresponde a un costo de 0.09 UDS por kilogramo de materia seca de pasto.

La inversión que se realiza para mejorar un potrero se ve reflejada en el incremento de la producción de leche y se debe tomar en cuenta que el costo de 963.6 UDS es para establecimiento. Según Rodríguez, *et al.* 2013, un potrero mejorado debe durar por los menos cuatro años y luego del establecimiento que se realiza en el primer año, esta pradera únicamente requiere de gastos mínimos de mantenimiento en los próximos años.

Tabla 25.

Costos (USD) por hectárea para cuatro años de producción de una mezcla forrajera en las parcelas de aprendizaje de pastos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Años del potrero	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Concepto del costo	Establecimiento y Mantenimiento	Mantenimiento	Mantenimiento	Mantenimiento
Costo anual (USD)	963.6	494.1	494.1	494.1
Rendimiento (kg/MS/ha)	11174.8	10057.3	9051.6	8146.4
Costo pasto (kg/MS)	0.09	0.05	0.05	0.06

En la Tabla 25 se observa el costo estimado de un potrero con una mezcla forrajera en cuatro años desde su establecimiento. En el año 1 se consideran los costos de establecimiento y mantenimiento, mientras que desde al año 2 los costos son únicamente de mantenimiento debido a que no se requeriría adquirir semillas ni tampoco gastar en preparación del suelo. Para el rendimiento se estimó una reducción del 10% anual, debido a la degradación natural de la pradera, pero pese a esto el costo por kilogramo de materia seca de pasto se reduce.

4.3.3. Costos de producción de los sistemas lecheros de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Tabla 26.

Costos de producción del sistema productivo lechero empleando pastos mejorados en las parcelas de aprendizaje de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$
1. Costo arriendo de la tierra	mes	12	0.0	0.0
2. Costo de agua	m3	36	1.0	36.0
3. Costo de los animales	mes	12	2.0	24.0
4. Costo producción de pasturas (año1)	unidad	1	963.6	963.6
5. Concentrados y otros alimentos	sacos	22.5	21.0	472.5
6. Sales minerales	funda	12	16.0	192.0
7. Medicinas y productos farmacéuticos	unidad	3	28.0	84.0
8. Costos de reproducción	unidad	3	25.0	75.0
9. Herramientas y accesorios	unidad	1	35.0	35.0
Total Costos directos				1882.1
Total litros de leche producido al año (3 vacas en producción) 6.80 l/vaca/día		20.4	305.0	6222.0
Costo Litro de leche				0.30
Ingreso bruto por venta de leche	Litros	6222.0	0.42	2613.2
Ingreso neto				731.1

Tabla 27.

Costos de producción del sistema productivo lechero empleando pastos naturales en los potreros de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor Unitario \$	Valor Total \$
1. Costo arriendo de la tierra	mes	12	0.0	0.0
2. Costo de agua	m3	36	1.0	36.0
3. Costo de los animales	UBA	12	2.0	24.0
4. Costo producción de pasturas	unidad	0	963.6	0.0
5. Concentrados y otros alimentos	sacos	45	18.5	832.5
6. Sales minerales	funda	12	16.0	192.0
7. Medicinas y productos farmacéuticos	unidad	7	28.0	196.0
8. Costos de reproducción	unidad	7	25.0	175.0
9. Herramientas y accesorios	unidad	1	35.0	35.0
Total Costos directos				1490.5
Total litros de leche producido al año (3 Vacas en producción) 4.5 l/vaca/día		13.5	305.0	4117.5
Costo Litro de leche				0.36
Ingreso bruto por venta de leche	litros	3458.7	0.42	1729.4
Ingreso neto				238.9

En las Tablas 26 y 27 se presentan los costos de producción de leche de un sistema productivo que emplea mezclas forrajeras mejoras y de uno que emplea pastos naturales.

El total de costos directos empleando pastos mejorados Tabla 24, fue de 963.6 USD y se calculó un estimado de producción de 6222.0 litros de leche al año, esta cantidad corresponde a un promedio de tres animales en producción correspondiente a 20.4 litros diarios y está ajustado a 305 días de producción que tendrían los animales en forma anual. Tomando en cuenta el total de los costos y dividiéndolo para la leche producida se obtuvo un costo de producción por litro de 0.30USD. El precio de venta en finca de un litro de leche está establecido por el estado ecuatoriano en 0.42 USD, este valor multiplicado por la cantidad de leche producida

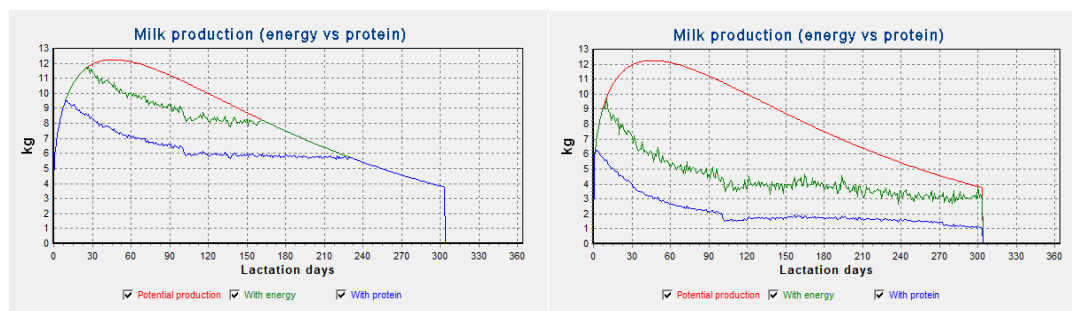
6222.0, es igual a 2613.2 USD que corresponde al ingreso bruto del sistema productivo. Con la diferencia entre el ingreso bruto y el total de los costos obtuvimos un ingreso neto de 731.1 UDS.

El total de costos directos empleando pastos naturales Tabla 27, fue de 1490.5 USD y se calculó un estimado de producción de 4117.5 litros de leche al año, esta cantidad corresponde a un promedio de tres animales correspondiente a 13.5 litros diarios y está ajustado a 305 días. Tomando en cuenta el total de los costos y dividiéndolo para la leche producida se obtuvo un costo de producción por litro de 0.36 USD. El precio de venta en finca fue de 0.42 USD, este valor multiplicado por la cantidad de leche producida 4117.5, es igual a 1729.4 USD que corresponde al ingreso bruto del sistema productivo. Con la diferencia entre el ingreso bruto y el total de los costos se obtuvo un ingreso neto de 238.9 UDS.

Las diferencias en costos de producción Tablas 26 y 27 se presentan en los rubros: producción de pasturas; concentrados y otros alimentos; medicinas y productos farmacéuticos; y costos de reproducción. La diferencia del ingreso neto entre 731.1 USD para el sistema productivo con pastos mejorados y 238.9 USD para uno con pastos naturales es de 492.2 USD. El empleo de pastos mejorados incrementa la producción de leche de las vacas, pero de igual manera aumenta los costos de producción; aunque hay que tomar en cuenta que si no se proporciona pastos de buena calidad a los animales, los costos de suplementación y de medicamentos son mayores, debido a los problemas que se presentan por una mala nutrición animal.

Es importante regenerar los potreros con el empleo de mezclas forrajeras mejoradas ya que existe una mejor nutrición animal y un mayor rendimiento neto en el sistema productivo, comparado con uno que emplea pastos naturales naturalizados.

4.3.4. Análisis de los resultados empleando el software LIFE SIM DAIRY de las parcelas de aprendizaje de pastos y los potreros de los productores de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

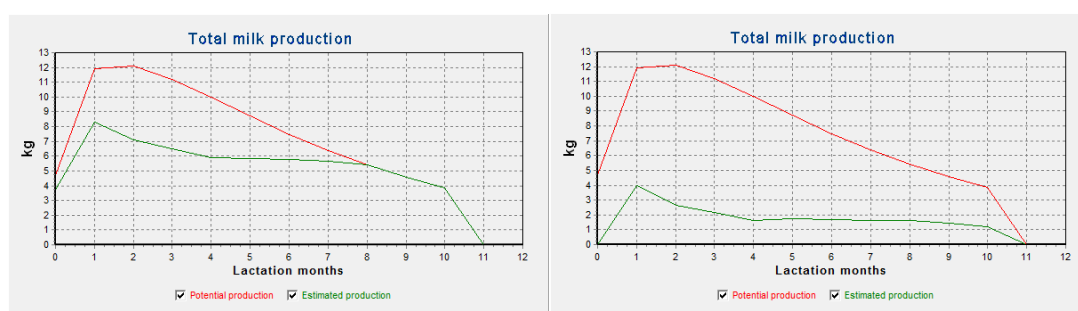


Figuras 11 y 12. Curva de producción de leche relacionada a energía y proteína, estimadas por el Software LIFE SIM de las parcelas de aprendizaje de pastos (izquierda) y los potreros de los productores (derecha) de las dos comunidades en estudio. Sigchos – Cotopaxi.

En las Figuras 11 y 12 se observan los resultados de la curva de producción de leche relacionadas a la energía y proteína. Se define como energía a la capacidad para realizar trabajo; éste a su vez como el producto de una fuerza dada, actuando a través de una distancia determinada. La transformación de una forma de energía a otra por organismo vivos se denomina bioenergética (Laveaga, A., 2009); así tenemos que la energía radiante del sol es utilizada por las plantas para producir constituyentes requeridos por ellas, estas plantas a su vez son consumidas por el bovino, quien obtiene energía de ellas, y la utiliza para trabajo mecánico, síntesis de elementos y obtención de calor en condiciones climatológicas que así lo demanden (Laveaga, A., 2009). Entre las funciones metabólicas normales de las proteínas, están la formación y reparación de tejidos, así como la producción de secreciones orgánicas tales como enzimas, hormonas, leche, etc.; para esto el organismo requiere que se le proporcione el material necesario para la producción de los aminoácidos que son las unidades de construcción (NRC, 2011).

Como se observa en las Figuras 11 y 12 la curva del potencial de producción es similar en el sistema que emplea especies mejoradas y el que utiliza pastos naturales. Empleando la tecnología propuesta por este proyecto (Figura 11), los valores de energía y proteína se acercan mucho al potencial de producción de leche. En cambio analizando los resultados de un sistema alimenticio animal que depende de pastos naturales (Figura 12), los valores de energía y proteína que se podrían obtener, están muy por debajo del potencial de producción de leche.

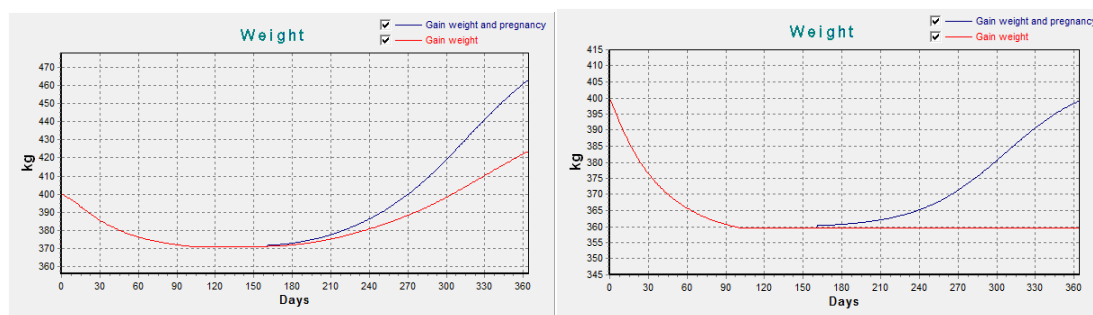
Con estos resultados se observa que la mezcla forrajera empleada no presentó sus mejores índices productivos y de calidad (rendimiento, energía y proteína bajos; y contenido de fibra alto), por tal razón es importante el realizar evaluaciones de otras mezclas forrajeras constituidas con especies de pastos más rústicos. Los resultados obtenidos son mayores que los de los productores, pero no alcanzan los niveles óptimos.



Figuras 13 y 14. Curva de producción de leche estimada y potencial estimada por el Software LIFE SIM de las parcelas de aprendizaje de pastos (izquierda) y los potreros de los productores (derecha) de las dos comunidades en estudio. Sigchos – Cotopaxi.

En las Figuras 13 y 14 se observan las curvas de producción de leche estimada y potencial del sistema que emplea pastos mejorados (parcelas de aprendizaje) y el que emplea pastos naturales (potreros de los productores), calculado por el programa LIFE SIM.

Empleando pastos mejorados la producción estimada se acerca a la potencial (líneas rojas Figuras 13 y 14), esto debido a que los animales están mejor nutridos, lo que promueve un incremento en la cantidad de leche producida. Posiblemente se podría alcanzar al potencial productivo lechero en cada finca siempre y cuando se maneje de mejor manera el resto de factores que intervienen en el sistema como son: suministro de agua a voluntad, bienestar animal, salud y manejo reproductivo, entre otras. En el caso de los sistemas que emplean pastos naturales la curva estimada es muy inferior a la del potencial de producción y esto puede deberse principalmente al déficit alimenticio en términos de cantidad y calidad de los pastos disponibles para los animales.



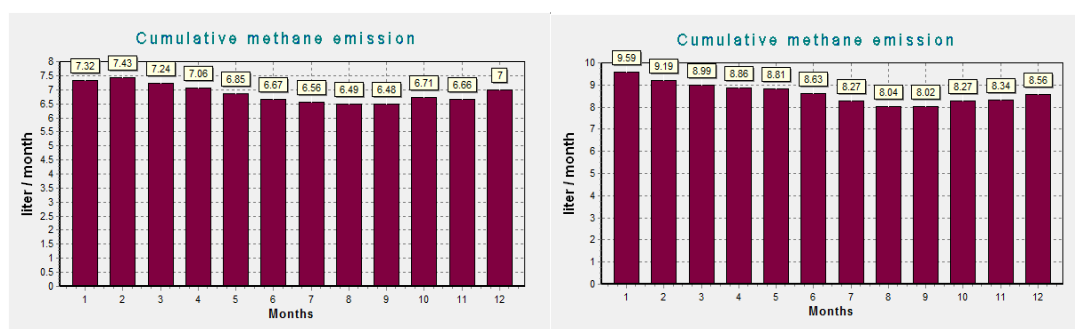
Figuras 15 y 16. Ganancia de peso animal en el período de lactancia estimada por el Software LIFE SIM de las parcelas de aprendizaje de pastos (izquierda) y los potreros de los productores (derecha) de las dos comunidades en estudio. Sigchos – Cotopaxi.

En las Figuras 15 y 16 se observan las curvas de ganancia de peso estimadas por el Software en base a la producción de leche y preñez de los animales, comparando el sistema que emplea pastos mejorados (parcelas de aprendizaje) y el que emplea pastos naturales (potreros de los productores).

Como se observa en las figuras, después del parto de los animales (0 días) se presenta una pérdida de peso por efecto de la producción de leche la que en los primeros 160 días llega a su límite superior. Marini y Oyarzabal (2002), mencionan que el valor óptimo del periodo abierto (promedio de días de vaca no preñada) es de 85 a 110 días, mientras que si sobrepasa de los 140 días se considera un valor

problema. Este parámetro crece a medida que aumenta la producción de leche y puede ser influenciado por una deficiente nutrición, ya que esta concatena en problemas de fertilidad. Después de este periodo en teoría se espera que el animal esté preñado y su peso siga incrementándose hasta el próximo parto debido al desarrollo del feto.

Las diferencias de ganancia de peso en los dos sistemas evaluados son evidentes y se observa con un suministro adecuado de pastos con un buen rendimiento y valor nutritivo a los animales, estos recuperan prontamente su peso y con esto llegan al próximo parto en condiciones óptimas. En cambio con una baja nutrición animal se observa que el incremento de peso de los animales se debe a su preñez, mas no a una ganancia por mejoramiento de su condición corporal.



Figuras 17y 18. Emisiones acumuladas de metano por mes estimadas por el Software LIFE SIM de las parcelas de aprendizaje de pastos (izquierda) y los potreros de los productores (derecha) de las dos comunidades en estudio. Sigchos – Cotopaxi.

En las Figuras 17 y 18 se observan las emisiones acumuladas de metano por mes, comparando el sistema que emplea pastos mejorados (parcelas de aprendizaje) y el que emplea pastos naturales (potreros de los productores).

Las emisiones de metano de los rumiantes no solamente son un peligro ambiental, sino que también generan una pérdida de productividad ya que el metano representa una pérdida de carbono del rumen y, por lo tanto, un uso ineficiente de la energía alimentaria (EPA, 2005). Las emisiones por animal y por unidad de producto son más altas cuando la dieta es más pobre. El enfoque más promisorio para la reducción de las emisiones de metano del ganado es el mejoramiento de la

productividad y la eficiencia de la producción animal a través de una mejora nutricional y genética. Una mayor eficiencia significa que una porción más alta de la energía contenida en el alimento del animal se dirige a la formación de productos útiles (leche, carne, fuerza detracción), lo que comporta una reducción de la producción de metano por unidad de producto (Steinfeld.,*et al.* 2009).

Las parcelas de aprendizaje con pastos mejorados generaron un promedio mensual de 6.87 litros de metano por mes, muy por debajo de lo emitido por animales que consumen pasturas naturales que fue de 8.63 l/mes. Este resultado se debe al contenido de fibra que poseen las mezclas forrajeras empleadas.

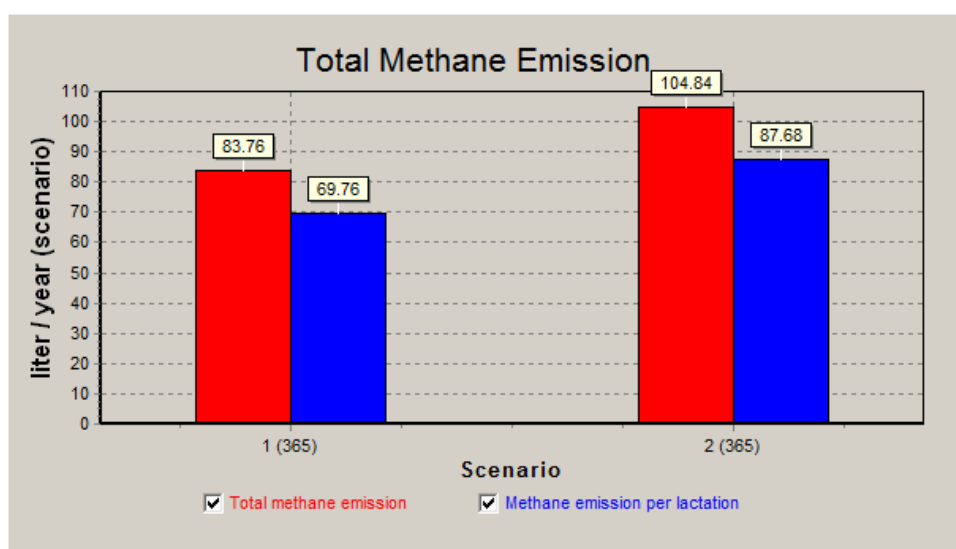


Figura 19. Total de emisiones de metano al año estimadas por el Software LIFE SIM de las parcelas de aprendizaje de pastos y los potreros de los productores de las dos comunidades en estudio. Sigchos – Cotopaxi.

En la Figura 19 se observan las emisiones totales de metano al año, comparando el sistema que emplea pastos mejorados (parcelas de aprendizaje, izquierda) y el que emplea pastos naturales (potreros de los productores, derecha).

Los valores de emisiones de metano calculados por el software LIFE-SIM de las parcelas de aprendizaje de pastos que emplean especies mejoradas fueron de 83.76 litros para el total de las emisiones y de 69.76 litros para las emisiones por

lactación del animal. Para los potreros de los productores que emplean especies de pastos naturales se obtuvo 104.84 litros totales emitidos y 87.68 litros por lactación. Los valores obtenidos muestran que existen mayores emisiones cuando se emplea pastos naturales y esto posiblemente se debe a que estas especies poseen mayor fibra y su aprovechamiento es pobre en los animales tanto al momento del pastoreo como en la metabolización del material.

EPA (2005) se señala que, en los Estados Unidos de América, la mayor eficiencia de la producción pecuaria ha generado un aumento en la producción de leche y, contemporáneamente, una disminución de las emisiones de metano durante las últimas décadas. El potencial para el aumento de la eficiencia y, por consiguiente, para la reducción de metano, es mayor en los bovinos de carne otras especies de rumiantes destinadas al mismo fin, cuyas condiciones de manejo son generalmente más pobres y cuyas dietas son de inferior calidad. EPA(2005) y Steinfeld, *et al.* (2009), menciona una serie de medidas de manejo que pueden mejorar la eficiencia de la producción del ganado y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, entre las que cabe destacar: mejora de la gestión del pastoreo; análisis de suelos, seguido de la adición de los correctores y fertilizantes apropiados; suplementación de las dietas del ganado con los nutrientes necesarios; fomento de planes preventivos de salud del hato; suministro de los recursos hídricos adecuados y protección de la calidad del agua; mejoramiento genético y de la eficiencia reproductiva.

4.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 4. Establecer un programa de capacitaciones para pequeños productores orientado a mejorar el rendimiento de las pasturas de una manera sostenible.

4.4.1. Porcentaje de adopción de las alternativas tecnológicas implementadas en las parcelas de aprendizaje de pastos de las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Con el fin de analizar el grado de adopción de las alternativas tecnológicas propuestas e implementadas en las parcelas de aprendizaje de las dos comunidades

en estudio, se recolectó información en finca mediante la observación del empleo o no de dichas tecnologías por parte de los productores.

Tabla 28.

Porcentaje de adopción de las alternativas tecnológicas para el manejo sostenible del recurso suelo en las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Alternativas tecnológicas	Guantualó		Taxojaló	
	N° Productores	Adopción (%)	N° Productores	Adopción (%)
Muestreo y análisis	3.0	7.3	2.0	6.9
Correcciones de acidez	1.0	2.4	1.0	3.4
Preparación de suelo para cultivo de pastos	38.0	92.7	25.0	86.2
Elaboración y empleo de abonos orgánicos	3.0	7.3	2.0	6.9
Ajustes de fertilización orgánica e inorgánica	39.0	95.1	26.0	89.7
Adopción total en	16.8	41.0	11.2	38.6

En la Tabla 28 se presenta el porcentaje de adopción de las alternativas tecnológicas en finca para un total de 41 productores para Guantualó y 29 para Taxojaló.

En términos generales el porcentaje de adopción de las tecnologías para un uso sostenible del recurso suelo es bajo. Son pocos los productores que realizan muestreo y análisis químico de suelos, correcciones de acidez, y elaboración y empleo de abonos orgánicos. Estos resultados se deben a la dificultad de envío de muestras, consecución de insumos y falta de conciencia de los productores. Para la preparación de suelo y los ajustes de fertilización la adopción fue buena, esto posiblemente a la influencia de los resultados obtenidos en la parcela de aprendizaje y por la coordinación de la dirigencia de la comunidad para conseguir el fertilizantes inorgánico.

Tabla 29.

Porcentaje de adopción de las alternativas tecnológicas para el uso de pastos mejorados en sistemas silvopastoriles en las comunidades de Guantualó y Taxojaló. Sigchos – Cotopaxi.

Alternativas tecnológicas	Guantualó		Taxojaló	
	N° Productores	Adopción (%)	N° Productores	Adopción (%)
Reconocimiento y siembra de semillas de pastos mejorados	38.0	92.7	25.0	86.2
Arborización de potreros	2.0	4.9	1.0	3.4
Fertilizaciones de desarrollo	36.0	87.8	24.0	82.8
Aprovechamiento eficaz del pasto	35.0	85.4	24.0	82.8
Evaluación de la producción de pastos	1.0	2.4	1.0	3.4
Composición botánica de la pastura	1.0	2.4	1.0	3.4
Empleo de cerca eléctrica para pastoreo	39.0	95.1	27.0	93.1
Cortes de igualación	37.0	90.2	26.0	89.7
Dispersión de heces	34.0	82.9	24.0	82.8
Conservación de forrajes para épocas de escases	2.0	4.9	2.0	6.9
Manejo de especies arbóreas en sistemas silvopastoriles	2.0	4.9	1.0	3.4
Fertilizaciones de mantenimiento	39.0	95.1	27.0	93.1
Uso e interpretación de registros	20.0	48.8	15.0	51.7
Análisis de rentabilidad de la finca	1.0	2.4	1.0	3.4
Adopción total en porcentaje	20.5	50.0	14.2	49.0

En la Tabla 29 se presenta el porcentaje de adopción de las alternativas tecnológicas en finca para un total de 41 productores para Guantualó y 29 para Taxojaló, para el uso de pastos mejorados en sistemas silvopastoriles.

Para las alternativas: siembra de semillas de pastos mejorados, fertilizaciones de desarrollo, aprovechamiento eficaz del pasto, empleo de cerca eléctrica, cortes de igualación, dispersión de heces y fertilizaciones de mantenimiento, el porcentaje de adopción por parte de los productores en cada una de sus fincas es alto. Esto debido posiblemente a que los productores observan el beneficio directo de emplear pastos mejorados y fertilizarlos, obteniendo en pocas tiempo cantidades altas de materia verde para alimentar sus animales.

Las tecnologías que no tuvieron una buena adopción fueron: arborización de potreros, evaluación de la producción de pastos, composición botánica de la pastura, conservación de forrajes y análisis de rentabilidad. Estos resultados se explican debido a que: los productores no observan a corto plazo los beneficios de disponer de

un sistema silvopastoril, las evaluaciones de rendimiento y composición botánica se realizan en forma visual, no se dispone de excedentes de pasto y este conservado (ensilaje) no es consumido por animales que no están acostumbrados, se requiere de mano de obra, y los productores no llevan registros.

4.4.2. Publicación realizada con la información obtenida en el presente estudio.

Con los resultados, experiencias e información obtenida en el presente proyecto se elaboró en conjunto con el personal técnico del Programa de Ganadería del INIAP, un manual de manejo de pasturas el cual se presenta a continuación:



Figura 13. Manual de Manejo de pasturas para pequeños y medianos productores en la sierra centro del Ecuador, elaborado y publicado con los resultados del presente proyecto.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Las comunidades de Guantualó y Taxojaló del cantón Sigchos provincia de Cotopaxi, se ubican en una zona que se caracteriza por poseer, vías de acceso de segundo y tercer orden, suelos superficiales, poco fértiles e inclinados, casi nula disponibilidad de agua de riego, mínimo acceso a contratación de servicios y adquisición de insumos para los sistemas productivos.
- Los pequeños productores de leche de dos comunidades en estudio poseen serias limitaciones en términos de capital, capacitación y tecnología lo que influye directamente en un manejo sostenible deficiente de sus sistemas productivos.
- En las comunidades en estudio existe un número similar de personas del género femenino y masculino lo que mostraría cierta equidad de género en la participación activa en el manejo de los sistemas productivos.
- La mayoría de productores de las dos comunidades poseen poca disponibilidad de tierra y un bajo número de animales bovinos en producción.
- La alimentación de los animales de las comunidades en estudio se basan en el pastoreo de potreros con especies naturales, las cuales poseen bajo rendimiento y valor nutritivo.
- Por las características propias tanto naturales como de comportamiento de los productores los sistemas productivos lecheros son manejados de forma inadecuada.
- Realizando enmiendas y correcciones de deficiencias del suelo se logra mejorar las condiciones para el mejor desarrollo y producción de pastos en los potreros de los productores de las dos comunidades.
- Implementando las alternativas tecnológicas propuestas se logró mejorar el rendimiento forrajero, composición botánica, capacidad de carga y valor nutritivo de los potreros de las comunidades en estudio.
- La productividad de leche bovina puede ser incrementada mediante la alimentación de los animales con especies de pastos mejorados y bien manejados.

- El costo de producción para establecimiento de una hectárea de pastos mejorados en el primer años es de 963.6 USD, lo que corresponde a un valor de 0.09 USD por kilogramo de materia seca de pasto. En los años 2, 3 y 4 el costo de mantenimiento es de 494.1, con un costo de 0.05 a 0.06 USD por kg/MS.
- Empleando alternativas tecnológicas sostenibles como la arborización de potreros y el empleo de pastos mejorados se puede incrementar el ingreso neto de los sistemas productivos lecheros.
- Con el empleo de pastos mejorados de alto rendimiento y valor nutritivo, y el aprovechamiento del forraje en estado juvenil, se puede reducir las emisiones de metano debido a una mejor síntesis de los nutrientes en el rumen del bovino lechero.
- El porcentaje de adopción de las alternativas tecnológicas propuestas y establecidas en las parcelas de aprendizaje de pastos, es relativamente bajo debido posiblemente a: poca disponibilidad de recursos, difícil acceso a la adquisición de insumos y contratación de servicios, ideologías de los productores y condiciones ambientales adversas.
- Los resultados de este proyecto sirvieron para diseñar nuevas investigaciones las cuales serán llevadas a cabo por el Programa de Ganadería y Pastos de la Estación Experimental Santa Catalina.

5.2 RECOMENDACIONES

- Emplear mezclas forrajeras compuestas de especies y variedades de pastos acorde con la disponibilidad de riego y el tipo de suelo de cada sitio y proveerlas de un manejo sostenible con el fin de optimizar la nutrición de los animales, incrementar la producción de leche y reducir las emisiones de metano.
- Considerar al manejo de suelo (conservación y rehabilitación) como el pilar fundamental para una adecuada y sostenible producción de pastos y forrajes.
- Previo a la siembra, aplicar enmiendas y a la siembra fertilizar según la recomendación del Laboratorio de Suelos. Luego del primer año de establecimiento del potrero efectuar fertilizaciones de mantenimiento con base en el cálculo de restitución de los nutrientes extraídos del sistema, mismo que entre otras herramientas se apoya en el análisis foliar de los pastos, el análisis del suelo, carga animal y producción de leche.

- Para reducir los contenidos de hierro en los suelos sería importante la adición de enmiendas que contribuyan a corregir esta situación, tales como: silicatos de magnesio (magnesil), sulfato de calcio (yeso), etc.
- Diseñar e implementar sistemas silvopastoriles para mejorar las condiciones de suelo, planta, animal y productor, en las unidades productivas de leche bovina a pequeña escala en la serranía ecuatoriana.
- Una buena incorporación de árboles nativos en los potreros puede mejorar: las condiciones del suelo, el rendimiento y valor nutritivo de los forrajes, y el bienestar animal, tomando en cuenta que estos beneficios pueden ser visibles en un tiempo prudencial debido al lento crecimiento de estas especies.
- Incentivar la producción de leche mediante el apoyo directo de los productores con: formación de asociaciones, crédito, apoyo en la adquisición de insumos y asesoramiento técnico.
- Mejorar la adopción de las alternativas tecnológicas sostenibles por parte de los productores mediante el análisis individualizado de su problemática.
- Investigar otras alternativas sostenibles de manejo de pasturas, como siembra y resiembra con cero y mínima labranza, inoculación de semillas de leguminosas, micorrización de las pasturas, uso de materiales fertilizantes más amigables con el ambiente, abonos orgánicos, etc.
- Registrar información meteorológica del sitio, durante el tiempo de las investigaciones para que sirva de soporte a decisiones tecnológicas: especies y variedades forrajeras a utilizar, riego, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, A. (2014). *El boro como nutriente esencial*. Cartagena: Departamento de producción agraria, Área edafología y química agrícola.
- Alvarado, S., Novoa, V., Valverde, F., Cartagena, Y., & Parra. (2009). *Guía de recomendaciones de fertilización para los principales cultivos del callejón interandino*. Quito: INIAP.
- Barrera, V., León, C., Grijalva, J., & Chamorro, F. (2004). MANEJO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN "PAPA-LECHE" EN LA SIERRA ECUATORIANA. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS. En *Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Centro Internacional de la Papa (CIP). Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios (PROMSA)* (pág. 63). Quito, Ecuador: Abya-Yala.
- Bernal, J. (1998). *Fertilización de cultivos de clima frío. Fertilización de pastos mejorados*. Bogotá, Colombia: EMA.
- Carámbula, P. (2013). *DÍA MUNDIAL DE LA LECHE*. Recuperado el 10 de Abril de 2014, de SANAR: <http://www.sanar.org/alimentos/dia-mundial-de-la-leche>
- FAO. (2009). *WWGNNM*. Recuperado el 2013
- Grijalva, J. (2013). Recuperado el 26 de Febrero de 2015, de http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=779:el-sistema-silvo-pastoril
- Grijalva, J. (31 de Diciembre de 2014). Recuperado el 26 de Febrero de 2015, de http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=799:el-sistema-silvo-pastoril-una-alternativa-sostenible-del-uso-de-la-tierra&catid=97:noticias&Itemid=208
- Grijalva, J., Riofrío, J., Gonzáles, J., Ramos, R., & Sigcha, F. (2009). *Sistemas silvopastoriles*. Riobamba: NINA.
- Guacapiña, A. (2014). Evaluación del comportamiento agronómico y nutricional de 65 variedades de pastos de la sierra. IASA - ESPE. Sangolquí - Ecuador.
- Gutiérrez, M. (1998). Establecimiento de pasturas sostenibles. Bajo Cauca Antioqueño: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA- CRECED.
- Gutiérrez, M. (1998). ESTABLECIMIENTO DE PASTURAS SOSTENIBLES. En *I Seminario Regional de Producción Ganadera Sostenible. Silvopastoreo. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (COPROICA)*.

Universidad Nacional de Colombia. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología (PRONATTA) (pág. 24). Cauca, Colombia.

INAMHI Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2012). Anuario Meteorológico 2008. Recuperado Marzo 08, 2012, de <http://www.inamhi.gov.ec/anuarios/am2008.pdf>.

INEC-ESPAC. (2012). Visualizador De Estadísticas Agropecuarias Del Ecuador. Recuperado el 9 de Abril de 2014, de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos:
http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=75

INEC-ESPAC. (2012). *VISUALIZADOR DE ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS DEL ECUADOR*. Recuperado el 9 de Abril de 2014, de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos:
http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=103&Itemid=75

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2008). Muestreo de suelos para análisis químico (No. Plegable N° 298). Quito, Ecuador.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. (2010). Proyecto Mejoramiento de la productividad de sistema de producción de leche y carne bovina en áreas críticas de la costa, sierra y amazonía ecuatoriana.

Instituto Nacional de Nutrición. (2010, Noviembre 30). Biblioteca Digital. doi:10.11606/issn.2316-9036.v0i35p46-53

Juárez, M., Cerdán, M., & Sánchez, A. (2014). *Hierro en el sistema suelo planta*. Alicante España: Departamento de Agroquímica y Bioquímica. Departamento de ciencias.

Juárez, M., Cerdán, M., & Sánchez, A. (2014). Hierro en el sistema suelo planta. Alicante España: Departamento de Agroquímica y Bioquímica. Departamento de ciencias.

Julca, A., Meneses, L., Blas, R., y Bello, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. Recuperado de <http://www.scielo.cl/pdf/idesia/v24n1/art09.pdf>

Laveaga, A. 2009. Producción de leche en ganado bovino. Nutrición Planificada. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.

Lehninger, A. (1969). *Bionergetics: The molecular basis of biological energy transformations*. New York: W.A. Benjamin, Inc.

- León, C., y Barrera, V. (2003). *Métodos bio-matemáticos para el análisis de sistemas agropecuarios en el Ecuador* (1st ed., pp. 72–74). Quito, Ecuador: INIAP, CIP, SLP, PROMSA.
- León, R. (2003). *Pastos y Forrajes* (1st ed.). Producción y Manejo. Editorial San Agustín. Quito - Ecuador.
- Marais, J. (2001) Factors affecting the nutritive value of Kikuyu grass (*Pennisetum clandestinum*)
- Marini, P., y Oyarzabal, M. (2002). Producción de leche e intervalo parto-parto en vacas Holando. *Revista Argentina de Producción Animal*, 19(3-4), 425–433.
- Mcbeath 2002 citado por Robalino, N. (2010). *INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN Y EL INTERVALO DE PASTOREO EN EL CONTENIDO DE FDN Y ENERGÍA DE UNA MEZCLA FORRAJERA*. Sangolquí: IASA ESPE.
- NRC National Research Council. (2011). *Nutrient Requirements Of Dairy Cattle* (7th ed.). Washington, D.C: National Academy Press.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2008). *Ayudando a desarrollar una ganadería sustentable en América latina y el Caribe Lecciones a partir de casos exitosos* (p. 101). Santiago, Chile.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010). *Perspectivas Alimentarias. Sistema Mundial de información y alerta sobre agricultura y alimentación, División de comercio y mercados*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). *Situación de la lechería en América Latina y el Caribe en 2011* (pp. 10–12). Chile.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). *Suelos Ácidos*. Recuperado de <http://www.fao.org/soils-portal/manejo-del-suelo/manejo-de-suelos-problematicos/suelos-acidos/es/>
- Ortiz, G. (2002). *Qué son los Sistemas de Información Geográfica: Un artículo introductorio para entender las bases de los SIG*. Recuperado Marzo 08, 2012, de <http://www.gabrielortiz.com>
- Paladines, O. (1992). *Metodología de pastizales para trabajar en fincas y proyectos de desarrollo agropecuario* (No. Manual 1) (p. 219). Quito, Ecuador.
- Palma, M., y Segat, L. (2010). Nitrógeno del suelo, 239–253. Recuperado de <ftp://ftp.at.fcen.uba.ar/maestria/SUELOS/MaterialDeLectura/Nitr%F3geno.pdf>

- Perdomo, C. (2009). Clasificación de suelos. Recuperado Julio 22, 2014, de http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/equipo/carlosperdomo_archivos/ClasSuelos/orden.htm
- Pumisacho, M., y Sherwood, S. (2005). *Guía metodológica sobre Escuelas de Campo* (p. 185). Quito, Ecuador.
- Ramos, R., Nieto, C., y Galarza, J. (2005). *La agroforestería una alternativa productiva y ambiental para la sierra ecuatoriana* (No. Boletín Divulgativo N°323) (p. 20).
- REDNATURALEZA. (2014). Lupino (*Genista monspessulana*). Recuperado de <http://www.rednaturaleza.com/plantas/directorio/ref/lupino-gesnista-monspessulana>.
- Rivero, C. (1999). *Materia orgánica del suelo*. Maracay, Venezuela: Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.
- Robalino, N. (2010). Influencia de la fertilización y el intervalo de pastoreo en el contenido de FDN y energía de una mezcla forrajera. Sangolquí: IASA ESPE.
- Rodríguez, L., Clavijo, F., Llangarí, P., y Godoy, A. (2013). *Manejo de pasturas para pequeños y medianos productores en la sierra centro del Ecuador* (No. Manual N° 98) (p. 22). Quito, Ecuador.
- Sánchez, P., y Ara, M. (1989). Contribución potencial de las pasturas mejoradas a la sostenibilidad de los ecosistemas de sabana y de bosque húmedo tropical, 1–24.
- Sánchez, E. (2004). Introducción a los sistemas de información geográfica fundamentos conceptuales, modelos de datos y capacidades analíticas. In *Primer curso de experto universitario en SIG* (pp. 1–81). Andalucía, España: Universidad Internacional de Andalucía.
- Sánchez, J. (2011). *La encuesta, herramienta cognitiva*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Políticas y Sociología.
- Santana, M. (1997). *Los sistemas agroforestales y su calificación*. Bajo Cauca Antioqueño: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA- CRECED.
- Sierra, J. (2005). *Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros*. Universidad de Antioquia. Segunda Edición. Medellín - Colombia.
- SIPAE Sistema de Investigación de la Problemática Agraria del Ecuador. (2006). *Prólogo libre comercio y lácteos*. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Recuperado de www.sipae.com

- SIPAE Sistema de Investigación de la Problemática Agraria del Ecuador. (2007). La producción de leche en el Ecuador entre el mercado nacional y la globalización. Quito, Ecuador. Recuperado de www.sipae.com
- SMART. (2013). El fósforo en suelo y agua. Recuperado de <http://www.smart-fertilizer.com/articulos/fosforo>
- Steinfiel, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & De Haan, C. (2009). EL ESTADO MUNDIAL DE LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN. En *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación* (págs. 3-6). Roma, Italia: FAO.
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., y De Haan, C. (2009). *La larga sombra del ganado*. Roma, Italia.
- Summers, P. (2014). Importancia del Magnesio y el Azufre en una fertilización equilibrada. Recuperado de <http://www.traderargentina.com.ar/Papa.pdf>
- Unión Ganadera Regional de Jalisco. (2012). Conservación de forrajes por el método de ensilaje. Recuperado de www.org.mx-index2.php?option=com_content
- Uribe, A. (1996). Una Alternativa para una ganadería moderna y competitiva. In CORPOICA (Ed.), *Memorias del II Seminario Internacional*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Valencia, E. (2014). Manual de manejo de parcelas en pastoreo. Recuperado Septiembre 29, 2014, de http://avalon.cuautitlan2.unam.mx/vaquillas/manuales/manual_pastoreo.pdf.
- Villamar, M. (2010). Sobre producción de leche en el Ecuador. Ecuador: La Televisión. Recuperado de http://www.tvecuador.com/index.php?id=1480yoption=com_reportajesyview=showcanal.

ANEXOS

Anexo 1. Encuesta a emplear para el levantamiento de la línea base del proyecto

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

PROGRAMA NACIONAL DE GANADERÍA

1. CARACTERISTICAS GENERALES

1.1. Fecha:

1.2. Nombre completo de la persona entrevistada:

1.3. Localidad..... Parroquia.....Cantón.....

Provincia..... Coordenadas geográficas.....

1.4. Sexo: F.....M.....

1.5. Edad:

1.6. ¿Cuál es su principal fuente de ingresos?.....

1.7. ¿Lleva usted algún tipo de registros de su unidad de producción de leche? Si..... No.....

1.8. ¿Qué tipo de registro lleva usted?.....

1.9. ¿Cuántos animales posee usted? Vacas en producción..... Vaconas..... Terneras.....
Reproductor..... Toretas.....

2. USO ACTUAL DEL SUELO

CULTIVOS	Superficie (ha/cuadra)	%	Especies
Pastos Naturales			
Pastos mejorados o Pasturas			
Especies arbóreas			
Cultivos			
Superficie total			

3. ROTACIÓN DE CULTIVOS

Rotación 1					
Rotación 2					
Rotación 3					

4. COMPONENTE SUELO

4.1. ¿Cuál es la topografía que tienen los suelos dedicados a pastos naturales o pasturas?

Plano..... Ondulado..... Quebrado.....

4.2. Conoce sobre la erosión del suelo Si..... No.....

4.3. Si la respuesta es positiva, ¿Cuáles cree usted que son las causas de la erosión?

.....

4.4. Posee suelos erosionados Si..... No..... Superficie.....

4.5. ¿Conoce formas de prevenir la erosión?

4.6. ¿Ha realizado análisis de suelo? Si..... No.....

4.7. ¿Cómo realiza la preparación del suelo para la siembra de especies forrajeras?

Manual..... Con fuerza animal.....

Mecanizada: Arada..... Rastrada..... Subsolada..... Otro.....

5. COMPONENTE AGUA

5.1. ¿Dispone de agua de riego para los pastos naturales o pasturas? Si..... No.....

5.2. ¿Cómo riega sus pastos naturales o pasturas? Inundación.....Aspersión.....

5.3. ¿Con qué frecuencia riega sus pastos naturales o pasturas?

Cada semana.....Cada 15 días..... Cada mes.....Otro.....

5.4 ¿De dónde proviene el agua que da de beber a sus animales?

Entubada..... Potable..... Río..... Acequia..... Pozo

6. COMPONENTE PASTOS

6.1. ¿Efectúa renovación de pastos? Si... No.... ¿Cada qué tiempo?.....años

6.2. ¿Realiza aplicación de abonos orgánicos e inorgánicos (químicos), para el cultivo de pastos naturales o pasturas? Si..... No.....

Época de aplicación	Abonos Orgánicos	Dosis (sacos/ha)	Abonos Inorgánicos	Dosis (sacos/ha)
Siembra				
Desarrollo				
Mantenimiento				

6.3. ¿Realiza control de adventicias? Si.... No.... ¿Cómo lo realiza?: Mecánica.... Manual... Química...

6.4. La primera utilización de la pastura (potrero). ¿Cómo la realiza?
Corte.....Pastoreo.....

6.5. ¿Realiza mantenimiento de cercas? Si.....No..... ¿Cada qué tiempo?
meses.....años.....

6.6. ¿Realiza conservación de pastos? Si..... No..... ¿De qué tipo? Heno..... Silo.....

6.7. ¿Qué sistema de pastoreo utiliza? Al sogueo..... Cerca eléctrica..... Extensivo.....

6.8. ¿Cada qué tiempo regresan las vacas al mismo potrero?.....días

6.9 ¿Realiza cortes de igualación? Si.... No.... ¿Cada qué tiempo?días.

¿Cómo lo realiza? Machete..... Hoz..... Guadaña.....Repelo de animales.....

6.10. ¿Realiza dispersión de heces? Si..... No..... ¿Cada qué tiempo?días.

¿Cómo lo realiza? Con el pie..... Azadón..... Rastrillo..... Pala..... Chorro de agua.....

6.11. ¿Tiene árboles en los lotes de pastos naturales o pasturas? Si..... No.....

6.12. ¿Cómo los tiene distribuidos? cerca viva.....dispersos.....

6.13. ¿Conoce lo que es un sistema silvopastoril? Si..... No.....

7. COMPONENTE ALIMENTACIÓN ANIMAL

7.1. ¿Qué alimentación suministra a sus animales? ¿Solo pasto? Si..... No.....

Alimento/Suplemento	Si	No	Vacas producción		Otras categorías	
			Dosis (g)	Frecuencia Días	Dosis (g)	Frecuencia Días
Concentrado						
Rechazo de otros productos						
Sal común						
Sal mineralizada						

8. SANIDAD ANIMAL.

8.1. ¿Contra qué enfermedades vacuna a sus animales? ¿Y cada qué tiempo?

Fiebre aftosa.....días, Brucelosis.....días,
Otras.....

8.2. ¿Cuáles son las enfermedades que más afecta a sus animales y qué tratamiento les proporciona?

Enfermedad	Tratamiento

8.3. ¿Cuántos animales se le mueren al año? ¿Y por qué razones?

Categoría	N° animales	Razones de la muerte
Adultos		
Terneros		

8.4. ¿Realiza control de parásitos internos y externos? Si..... No.....

8.4.1. ¿Desparasita a todos los animales? Si.....No.....

8.4.2. ¿Cada qué tiempo desparasita a sus animales?.....días

8.4.3. ¿Quién realiza la desparasitación? Propietario..... Veterinario..... Otro.....

8.5. ¿Inmediatamente después de nacido el ternero, realiza desinfección del ombligo? Sí..... No.....
¿Suministra calostro? Si..... No.....

9. REPRODUCCIÓN

9.1. ¿Cuál es la edad de sus animales al primer servicio?.....meses

9.2. ¿Sabe usted cuando sus animales están en celo? Si..... No..... ¿Cómo lo detecta?
.....

9.3. ¿Qué método utiliza para preñar a sus animales? Monta..... Inseminación.....

9.4. ¿Si realiza inseminación artificial, quien la realiza? Veterinario..... Propietario..... Otro.....

9.5. ¿En caso de monta el toro es? Propio..... Alquilado..... Prestado.....

9.5.1. ¿Qué tiempo pasa el toro con las vacas? Siempre..... Al momento de la monta.....

9.6. ¿Qué cuidados le realiza al animal antes, durante y después del parto?
Antes..... Durante..... Después.....

9.7. ¿Al momento del parto sus vacas presentan algún problema? Si..... No..... ¿Cuáles son los más frecuentes?
.....

9.8. ¿Después del parto que tiempo pasan sus vacas sin preñarse?.....meses

9.9. Realiza selección de sus vaconas? Si..... No.....

9.10. ¿En base a qué criterio selecciona sus vaconas?
.....

9.11. ¿Cuántos animales parieron el año pasado?

10. PRODUCCIÓN DE LECHE.

10.1. ¿Durante qué tiempo ordeña a las vacas?.....meses

10.2. ¿Realiza doble ordeño? Si..... No.....

10.2.1. ¿Si la respuesta es negativa, por qué no lo realiza?.....

10.3. ¿Qué tipo de ordeño realiza? Manual..... Mecánico.....

10.4. ¿Si el ordeño es manual quien lo hace?..... ¿A qué hora?..... ¿En qué lugar?.....

10.5. Indique los pasos que realiza para el ordeño
.....

10.6. ¿Cuántas vacas ordeñó el día de ayer?.....

10.7. ¿Cuántos litros de leche obtuvo en total el día de ayer?.....litros

10.8. ¿Cuál fue el principal destino de la producción de leche?.

Vende en liquido..... l/día

Auto consumo..... l/día

Alimentación de terneros..... l/día

Procesada en la comunidad. quesera.....l/día

Destinada a otros fines.l/día.

Anexo 2. Tabla para la variable altura de especie arbórea (cm) después de la plantación

Localidad	Especie arbórea	Rep.	Altura de planta desde la plantación (cm)					
			0 Meses	6 Meses	12 Meses	18 Meses	24 Meses	30 Meses
Guantualó	Yagual	1	22	41	58	85	113	154
		2	19	36	47	54	73	90
		3	18	35	47	53	72	88
		4	22	42	61	85	86	110
		5	24	44	70	95	133	170
	Quishuar	1	15	35	49	75	77	95
		2	13	34	44	48	45	57
		3	13	30	41	46	44	55
		4	13	31	43	48	48	60
		5	14	35	47	62	66	80
	Lupino	1	20	31	53	85	129	160
		2	18	30	44	78	120	146
		3	18	30	47	78	124	156
		4	23	33	68	102	138	173
		5	25	34	70	97	142	179
Taxojaló	Yagual	1	20	38	64	102	109	132
		2	21	40	70	94	110	133
		3	23	42	74	95	110	133
		4	24	38	64	89	110	134
		5	23	39	58	89	108	131
	Quishuar	1	16	28	53	95	94	114
		2	14	28	47	89	87	108
		3	14	30	49	54	65	126
		4	15	27	49	89	101	122
		5	15	29	50	89	101	132
	Lupino	1	23	38	111	183	219	268
		2	19	37	88	95	115	156
		3	20	37	88	103	124	151
		4	19	39	67	75	92	111
		5	20	39	95	149	167	203

Anexo 3. Estaciones experimentales cercanas a las localidades en estudio y tabla de pluviosidad por mes de cada una de ellas



Estación Meteorológica	Código	Latitud	Longitud	Altitud (m)	Pluviosidad por mes (mm) año 2012												
					Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Sigchos	M0363	0°41'58"S	78°53'25"O	2880	130	178	94	247	20	36	56	28	14	54	17	131	1005,7
Cotopilaló	M1066	0°41'0"S	78°42'0"O	3250	71	106	51	178	27	33	61	34	25	60	28	122	794,0
Pilaló	M0122	0°56'37"S	78°59'42"O	2504	234	270	192	328	42	55	43	17	24	52	24	143	1423,0

Anexo 4. Resultados de los análisis de suelo y bromatológicos realizados en la investigación

ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Quito-Ecuador. Telf.: 699-6919293 Fax: 699-693

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : FABIÁN SEMANATE Dirección : COTOPAXI Ciudad : Teléfono : Fax :		DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : GUANTUALÓ Provincia : COTOPAXI Cantón : SIGCHOS Parroquia : ISN.LIVI Ubicación :	
DATOS DEL LOTE Cultivo Actual : Cultivo Anterior : MEZCLA FORRAIER Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : GUANTUALÓ		PARA USO DEL LABORATORIO N° Reporte : 2.526 N° Muestra Lab. : 46150 Fecha de Muestreo : 10/05/2012 Fecha de Ingreso : 22/05/2012 Fecha de Salida : 12/06/2012	

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION			
N	36.00	ppm	[Barra]			
P	13.00	ppm	[Barra]			
S	3.20	ppm	[Barra]			
K	0.24	meq/100 ml	[Barra]			
Ca	4.40	meq/100 ml	[Barra]			
Mg	0.59	meq/100 ml	[Barra]			
Zn	1.10	ppm	[Barra]			
Cu	4.20	ppm	[Barra]			
Fe	164.00	ppm	[Barra]			
Mn	1.50	ppm	[Barra]			
B	0.82	ppm	[Barra]			
pH	5.36		[Barra]			
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	[Barra]			
Al		meq/100 ml	[Barra]			
Na		meq/100 ml	[Barra]			
CE		mmhos/cm	[Barra]			
MO	4.70	%	[Barra]			

Cat	Mg	Ca+Mg	%	ppm	(%)	Clase Textural			
Mg	K	K	Σ Bases	N Tot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
7,5	2,3	20,8	5,2			65	36	9	Francoso-Arenoso

ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Quito-Ecuador. Telf.: 699-6919293 Fax: 699-693

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : FABIÁN SEMANATE Dirección : SIGCHOS Ciudad : Teléfono : Fax :		DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : COMUNIDAD GUANTUALO Provincia : COTOPAXI Cantón : SIGCHOS Parroquia : SIGCHOS Ubicación :	
DATOS DEL LOTE Cultivo Actual : PASTO Cultivo Anterior : PASTO Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : PARCELA GUANTUALO		PARA USO DEL LABORATORIO N° Reporte : 3.096 N° Muestra Lab. : 46438 Fecha de Muestreo : 03/07/2013 Fecha de Ingreso : 04/07/2013 Fecha de Salida : 12/07/2013	

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION			
N	28.00	ppm	[Barra]			
P	26.00	ppm	[Barra]			
S	7.60	ppm	[Barra]			
K	0.34	meq/100 ml	[Barra]			
Ca	7.60	meq/100 ml	[Barra]			
Mg	1.10	meq/100 ml	[Barra]			
Zn	0.70	ppm	[Barra]			
Cu	4.10	ppm	[Barra]			
Fe	173.00	ppm	[Barra]			
Mn	1.00	ppm	[Barra]			
B	0.50	ppm	[Barra]			
pH	6.01		[Barra]			
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	[Barra]			
Al		meq/100 ml	[Barra]			
Na		meq/100 ml	[Barra]			
CE		mmhos/cm	[Barra]			
MO	6.60	%	[Barra]			

Cat	Mg	Ca+Mg	%	ppm	(%)	Clase Textural			
Mg	K	K	Σ Bases	N Tot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
6,9	3,2	25,6	9,0						

ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Quito-Ecuador. Telf.: 699-6919293 Fax: 699-693

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : GUSTAVO DAICELA Dirección : COTOPAXI Ciudad : Teléfono : Fax :		DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : TAXOJALO Provincia : COTOPAXI Cantón : SIGCHOS Parroquia : SIGCHOS Ubicación :	
DATOS DEL LOTE Cultivo Actual : Cultivo Anterior : MEZCLA FORRAIER Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : TAXOJALO		PARA USO DEL LABORATORIO N° Reporte : 2.527 N° Muestra Lab. : 46151 Fecha de Muestreo : 10/05/2012 Fecha de Ingreso : 22/05/2012 Fecha de Salida : 11/06/2012	

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION			
N	35.00	ppm	[Barra]			
P	8.60	ppm	[Barra]			
S	3.10	ppm	[Barra]			
K	0.25	meq/100 ml	[Barra]			
Ca	3.80	meq/100 ml	[Barra]			
Mg	0.52	meq/100 ml	[Barra]			
Zn	0.90	ppm	[Barra]			
Cu	3.10	ppm	[Barra]			
Fe	115.00	ppm	[Barra]			
Mn	1.50	ppm	[Barra]			
B	0.74	ppm	[Barra]			
pH	5.62		[Barra]			
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	[Barra]			
Al		meq/100 ml	[Barra]			
Na		meq/100 ml	[Barra]			
CE		mmhos/cm	[Barra]			
MO	5.80	%	[Barra]			

Cat	Mg	Ca+Mg	%	ppm	(%)	Clase Textural			
Mg	K	K	Σ Bases	N Tot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
7,3	2,1	17,3	4,6			61	30	9	Francoso-Arenoso

ESTACION EXPERIMENTAL "SANTA CATALINA"
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
Km. 14 1/2 Panamericana Sur, Apdo. 17-01-340
Quito-Ecuador. Telf.: 699-6919293 Fax: 699-693

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : JESUS DIOCELA Dirección : SIGCHOS Ciudad : Teléfono : Fax :		DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : COMUNIDAD TAXOJALO Provincia : COTOPAXI Cantón : SIGCHOS Parroquia : SIGCHOS Ubicación :	
DATOS DEL LOTE Cultivo Actual : PASTO Cultivo Anterior : PAPA Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : PARCELA TAXOJALO		PARA USO DEL LABORATORIO N° Reporte : 3.097 N° Muestra Lab. : 46439 Fecha de Muestreo : 03/07/2013 Fecha de Ingreso : 04/07/2013 Fecha de Salida : 12/07/2013	

Nutriente	Valor	Unidad	INTERPRETACION			
N	28.00	ppm	[Barra]			
P	7.10	ppm	[Barra]			
S	6.80	ppm	[Barra]			
K	0.19	meq/100 ml	[Barra]			
Ca	6.10	meq/100 ml	[Barra]			
Mg	0.84	meq/100 ml	[Barra]			
Zn	0.60	ppm	[Barra]			
Cu	2.80	ppm	[Barra]			
Fe	87.00	ppm	[Barra]			
Mn	0.60	ppm	[Barra]			
B	0.50	ppm	[Barra]			
pH	6.12		[Barra]			
Acidez Int. (Al+H)		meq/100 ml	[Barra]			
Al		meq/100 ml	[Barra]			
Na		meq/100 ml	[Barra]			
CE		mmhos/cm	[Barra]			
MO	6.80	%	[Barra]			

Cat	Mg	Ca+Mg	%	ppm	(%)	Clase Textural			
Mg	K	K	Σ Bases	N Tot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
7,3	4,4	36,5	7,1						



INFORME DE ENSAYO No: 13-223

NOMBRE PETICIONARIO: Ing. Luis F. Rodríguez
 DIRECCION: Panamericana Sur km 1
 FECHA DE EMISION: 17 de julio del 2013
 FECHA DE ANALISIS: Del 10 al 17 de julio del 2013

INSTITUCION:
 ATENCION:
 FECHA DE RECEPCION.:
 HORA DE RECEPCION:
 ANALISIS SOLICITADO

PROGRAMA DE GANADERIA
 Agr. Arturo Godoy
 04 de julio del 2013
 11h05
 Proximal

ANÁLISIS	HUMEDAD	CENIZAS ^Ω	E.E. ^Ω	PROTEINA ^Ω	FIBRA ^Ω	E.L.N. ^Ω	IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
13-1335	76,47	8,84	3,51	12,07	31,61	43,97	Mezcla forrajera, especies mejoradas, parcela INIAP Taxojalo
13-1336	67,69	10,71	2,43	8,39	31,91	46,56	Mezcla forrajera, especies nativas naturalizadas, parcela productor Taxojalo
13-1337	79,30	9,59	2,80	10,88	25,69	51,04	Mezcla forrajera especies mejoradas, parcela INIAP Guantualó
13-1338	75,21	10,89	2,87	8,55	35,55	42,14	Mezcla forrajera, especies nativas naturalizadas, parcela aprendizaje productor Guantualó

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

Anexo 5. Recomendación de empleo de especies forrajeras para zonas templadas húmedas y secas de la región interandina

CUADRO 6. Especies forrajeras adaptadas a zonas templadas húmedas y secas de la región interandina.

ESPECIE	ZONA GANADERA			VARIEDADES MAS DIFUNDIDAS EN LA REGION
	muy húmeda	húmeda	seca	
Rye grass anual	x	x	x	Pichincha, Florida 80, Paroa, Tama, surrey, Nui, Tetralite, Ariki, Manawa, Marathon, Apanui, Wana, Potomac, Matua, Gala, Cajun, Fiola, Manade. ----- Ganadero, Maru INIAP 180 -----
Rye grass perenne	x	x	x	
Pasto azul	x	x	x	
Bromo		x	x	
Festuca alta	x	x	x	
Pasto miel	x	x		
Falaris	x	x		
Maíz forrajero		x	x	
Avena forrajera	x	x	x	
LEGUMINOSAS				
Alfalfa		x	x	Abunda verde, WL 516, Cuf 101, Florida, Nacional, Africana, Pioneer 5229, Moapa, Huia, Pitau, Turoa, Kenland. ----- Maku
Trébol blanco	x	x	x	
Trébol rojo	x	x	x	
Vicia		x	x	
Lotus	x	x		

Fuente: Informes anuales del Programa de Ganadería y pastos, EESC-INIAP. 1980-1993.

Elaboración: Los autores

Anexo 6. Recomendación de fertilización desde la siembra hasta el primer año de una mezcla forrajera.

6.3. MEZCLA FORRAJERA (gramíneas y leguminosas)

Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*)

Rye grass inglés (*Lolium perenne*)

Pasto azul (*Dactylis glomerata*)

Trébol blanco (*Trifolium repens L.*)

Trébol rojo (*Trifolium pratense L.*)

Tabla 39. Recomendaciones de fertilización para establecimiento de mezcla forrajera

Análisis de Suelo	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	MgO
	(kg/ha/año)				
Bajo	60 - 80	80 - 120	60 - 100	20 - 30	10 - 15
Medio	40 - 60	40 - 80	30 - 60	10 - 20	5 - 10
Alto	20 - 40	0 - 40	0 - 30	0 - 10	0 - 5

Los cálculos de fertilización se realizaron tomando en cuenta estas recomendaciones y en base a las fuentes disponibles (Alvarado, Novoa, Valverde, Cartagena, & Parra, 2009).