



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
SILVOPASTORIL EN EL CENTRO NACIONAL DE
MEJORAMIENTO GENÉTICO CAPRINO, GRANJA EL
AZÚCAR”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Holger Andrés Chóez Veintimilla.

La Libertad, 2017



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
SILVOPASTORIL EN EL CENTRO NACIONAL DE
MEJORAMIENTO GENÉTICO CAPRINO, GRANJA EL
AZÚCAR”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Holger Andrés Chóez Veintimilla.

Tutor: Ing. Juan Valladolid Ontaneda MSc.

La Libertad, 2017

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Lenni Ramírez Flores Mg.
DECANA (E)

Ing. Mercedes Arzube Mayorga MSc.
**DELEGADA DEL DIRECTOR DE
CARRERA**

Ing. Ángel León Mejía MSc.
PROFESOR DEL ÁREA

Ing. Juan Valladolid Ontaneda MSc.
PROFESOR TUTOR

Abg. Brenda Reyes Tomalá. Mg.
SECRETARIA GENERAL

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Antonio Mora, Ing. Lenni Ramírez, demás autoridades y personal administrativo de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por haberme admitido en las aulas de la Facultad y ofrecer su apoyo incondicional para culminar mis estudios universitarios.

A los docentes de la Universidad Estatal Península de Santa Elena por guiarme en el ámbito académico, por brindar sus conocimientos y experiencias para formarnos y saber enfrentar los retos que presenta la vida profesional.

A la Dirección Provincial Agropecuaria Santa Elena y a la Prefectura de Santa Elena por permitir desarrollar mi trabajo de titulación en el Proyecto de Mejoramiento Genético Caprino que llevan a cabo conjuntamente para el desarrollo agropecuario de la Provincia de Santa Elena.

Al Ing. Juan Valladolid, tutor de tesis, por proporcionar asesoría suficiente con sus conocimientos en el tema para poder desarrollar el trabajo de titulación.

Holger Chóez Veintimilla

DEDICATORIA

A mi padre Holger, mi madre Sara y a mi hermano Jairo, quienes me brindaron apoyo económico y moral durante mi formación académica lo que me permitió tener perseverancia para alcanzar la meta de ser un profesional.

Holger Chóez Veintimilla

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL EN EL CENTRO NACIONAL DE MEJORAMIENTO GENÉTICO CAPRINO, GRANJA EL AZÚCAR”

Autor: Holger Andrés Chóez Veintimilla.

Tutor: Ing. Juan Valladolid Ontaneda MSc.

RESUMEN

La Provincia de Santa Elena presenta las condiciones climáticas para desarrollar la ganadería caprina, en las comunas Santa Elena encontramos generalmente producciones caprinas manejadas bajo el sistema de libre pastoreo. Las condiciones climáticas de la zona no favorecen una producción adecuada de forraje para la alimentación y consecuentemente bajos niveles de producción caprina. La implementación de sistemas silvopastoriles podría ser una solución para que en las comunidades dispongan de forraje fresco en la época de mayor estiaje mediante el uso de especies arbóreas y arbustivas de las cuales se pueden aprovechar el forraje y los frutos. La disponibilidad de forraje durante todo el año permitiría una explotación caprina en sistemas estabulados mejorando la producción de carne y leche. El sistema silvopastoril implementado en el proyecto Centro de Mejoramiento Genético Caprino consta de un banco forrajero de gliricidia (*Gliricidia sepium* JACQ.), cercas vivas de las especies de algarrobo (*Prosopis juliflora* SW.), leucaena (*Leucaena leucocephala* LAM.), gliricidia (*Gliricidia sepium* JACQ.), guasmo (*Guazuma ulmifolia* LAM.) y plantaciones en hileras de gliricidia (*Gliricidia sepium* JACQ.) y leucaena (*Leucaena leucocephala* LAM.). El objetivo del sistema silvopastoril es producir forraje proteico para la alimentación de cabras en forma estabulada. Los costos de establecimiento dependen de la existencia de humedad en el suelo, especies a utilizar y la mano de obra requerida.

ABSTRACT

The Province of Santa Elena presents climatic conditions to develop the goat raising, in the communities of Santa Elena are usually goat productions managed under free grazing system. The climatic conditions of the area do not favor an adequate production of forage for food and consequently low levels of goat production. The implementation of silvopastoral systems could be a solution for the communities to have fresh fodder in the time of greater drought by the use of arboreal and shrub species of which they can be used the fodder and the fruits. The availability of fodder throughout the year would allow goat farming in housing systems improving meat and milk production. The silvopastoral system implemented in the Goat Genetic Improvement Center project consists of a gliricidia fodder bank (*Gliricidia sepium* JACQ), live fences of algarrobo (*Prosopis juliflora* SW.), Leucaena (*Leucaena leucocephala* LAM), gliricidia (*Gliricidia sepium* JACQ.), guasmo (*Guazuma ulmifolia* LAM.) and plantations in rows of gliricidia (*Gliricidia sepium* JACQ.) And leucaena (*Leucaena leucocephala* LAM.). The objective of the silvopastoral system is to produce protein fodder for the feeding of goats in a stable form. The establishment costs depend on the existence of wetness in the soil, species to be used and the labor required.

“El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena”

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
1. 1.- Sistemas silvopastoriles	3
1.1.1.- Componentes de un sistema silvopastoril.....	4
1.1.2.- Interacciones que se producen en sistemas silvopastoriles.....	5
1.2.- Diseños y arreglos silvopastoriles	7
1.2.1.- Cercas vivas.....	7
1.2.2.- Bancos forrajeros.....	8
1.2.3.- Plantaciones en hileras.....	9
1.2.4.- Árboles y arbustos dispersos en potreros.....	10
1.2.5.- Pastoreo en plantaciones maderables o frutales.....	10
1.2.6.- Cortinas rompevientos.....	11
1.2.7.- Árboles en linderos.....	11
1.3.- Especies forrajeras proteicas utilizadas en sistemas silvopastoriles	11
1.3.1.- Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i> LAM.).....	12
1.3.2.- Gliricidia (<i>Gliricidia sepium</i> JACQ.).....	13
1.3.3.- Guasmo (<i>Guazuma ulmifolia</i> LAM.).....	14
1.3.4.- Algarrobo (<i>Prosopis juliflora</i> SW.).....	16
1.3.4.- Otras especies forrajeras proteicas.....	16
1.4.- Sistemas de producción caprina	17
1.4.1.- Sistema de producción extensiva.....	17
1.4.2.- Sistema de producción semi-intensivo.....	18
1.4.3.- Sistema de producción intensivo.....	18
1.5.- Requerimientos nutricionales del ganado caprino	18
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS	21
2.1.- Caracterización del área de estudio	21
2.2.- Ubicación de estudio	21
2.3.- Materiales y equipos	22
2.3.1.- Materiales e insumos.....	22
2.3.2.- Herramientas.....	23
2.3.3.- Materiales de oficina.....	23
2.4.- Metodología	23
2.4.1.- Diseño del sistema silvopastoril.....	23

2.4.2.- Implementación del sistema silvopastoril	25
2.4.3.- Costos de implementación del sistema silvopastoril	26
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
3.1.- Diseño del sistema silvopastoril.....	27
3.1.1.- Diseño de banco de proteínas	28
3.1.2.- Diseño de cercas vivas.....	30
3.1.3.- Diseño de plantaciones en hileras	31
3.2.- Implementación del sistema silvopastoril.....	32
3.2.1.- Implementación de banco de proteínas	32
3.2.2.- Implementación de cercas vivas	32
3.2.3.- Implementación de plantaciones en hileras	33
3.3.- Costos de implementación.....	33
3.3.1.- Costo de materiales e insumos.....	33
3.3.2.- Costo de herramientas.....	34
3.3.3.- Costo de mano de obra.....	34
3.3.4.- Costo total de implementación	35
3.3.5.- Costo por hectárea del sistema silvopastoril	35
3.4.- Proyección de producción de forraje.....	36
3.5.- Discusión.....	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
Conclusiones.....	39
Recomendaciones.....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la especie leucaena	12
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la especie gliricidia	13
Tabla 3. Clasificación taxonómica de la especie guasmo	15
Tabla 4. Clasificación taxonómica de la especie algarrobo	16
Tabla 5. Requerimientos nutricionales para cabras.	19
Tabla 6. Costo de insumos para la implementación del sistema silvopastoril.	33
Tabla 7. Costo de herramientas.	34
Tabla 8. Costo de mano de obra.	35
Tabla 9. Costo total de implementación.	35
Tabla 10. Costo por hectárea	36
Tabla 11. Producción proyectada en banco de proteína.....	37
Tabla 12. Producción proyectada en plantaciones en hileras.	37
Tabla 13. Producción de forraje relacionada al número de animales a alimentar.	37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de estudio.....	22
Figura 2. Área de distribución del Centro de Mejoramiento Genético Caprino.	24
Figura 3. Diseño silvopastoril aprobado para el Centro de Mejoramiento Genético..	28
Figura 4. Diseño del banco de proteína	29
Figura 5. Distanciamiento de siembra de banco de proteína.....	29
Figura 6. Diseño de cercas vivas en el sistema silvopastoril.....	30
Figura 7. Distanciamiento de siembra de cercas vivas.....	31
Figura 8. Diseño de plantaciones en hileras.....	31
Figura 9. Distanciamiento de siembra de plantaciones en hileras.	32

ÍNDICE DE ANEXOS

- Figura 1A.** Propuesta 1 de sistema silvopastoril.
- Figura 2A.** Propuesta 2 de sistema silvopastoril.
- Figura 3A.** Propuesta 3 de sistema silvopastoril.
- Figura 4A.** Centro de Mejoramiento Genético Caprino.
- Figura 5A.** Implementación de cerca viva de leucaena.
- Figura 6A.** Riego manual.
- Figura 7A.** Cerca viva de gliricidia.
- Figura 8A.** Implementación de banco de proteína de gliricidia.
- Figura 9A.** Banco de proteína de gliricidia.
- Figura 10A.** Plantación en hilera de gliricidia.
- Figura 11A.** Implementación de cerca viva de guasmo.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas tradicionales de producción ganadera en el mundo tienden a degradarse rápidamente debido al sobrepastoreo, lo que provoca impactos ambientales, económicos y sociales negativos. Ante esta situación, es necesaria la implementación de nuevos sistemas de uso del suelo y prácticas de manejo ganadero para aumentar la productividad y rentabilidad, además de reducir el efecto negativo en el ambiente que provocan las producciones ganaderas. Los sistemas silvopastoriles, junto con otras prácticas como manejo de sanidad animal y conservación de forrajes, son una alternativa para encaminarse hacia una ganadería más sostenible (CRS., USDA., CIAT. 2015).

La ganadería caprina en el Ecuador se ha desarrollado de forma extensiva, el incremento de la ganadería se basa en la incorporación de nuevos pastizales y animales más no en un mejoramiento en la producción de forraje, lo cual se evidencia en bajos rendimientos de producción caprina.

La provincia de Santa Elena generalmente cuenta con producciones caprinas distribuidas en las comunas y manejadas en una forma tradicional a libre pastoreo, la producción caprina representa un medio de subsistencia e ingresos económicos para las familias dedicadas a la cría de ganado caprino, sin embargo no se dispone de forraje de calidad que cubra las necesidades nutritivas de las cabras durante todo el año debido a las bajas precipitaciones que se presentan en la zona.

Con la implementación de sistemas silvopastoriles con especies arbóreas y arbustivas forrajeras, para la alimentación de ganado caprino, se logra producir cantidad y calidad de alimento satisfaciendo las necesidades nutritivas de los animales durante todo el año, sobre todo en la época de menor precipitación. Las especies arbóreas y arbustivas además de proveer forraje, sirven para mejorar la fertilidad de los suelos mediante el reciclaje de nutrientes y la fijación de nitrógeno con especies vegetales leguminosas como gliricidia, leucaena y algarrobo, especies que son palatables por el ganado caprino.

Problema Científico:

¿La escasez de forraje para la alimentación de ganado que se presenta en determinadas épocas del año influye negativamente en la producción caprina?

Objetivo General:

- Implementar un sistema silvopastoril para el “Centro Nacional de Mejoramiento Genético Caprino, Granja El Azúcar”, como una alternativa para producir forraje en la época de mayor estiaje que se presenta en la Península de Santa Elena a partir de especies arbóreas y arbustivas forrajeras.

Objetivos Específicos:

- Diseñar un sistema silvopastoril utilizando especies arbóreas y arbustivas forrajeras para el “Centro Nacional de Mejoramiento Genético Caprino, Granja el Azúcar”.
- Implementar el sistema silvopastoril diseñado.
- Calcular los costos de implementación del sistema silvopastoril para un área de 4,99 ha que comprende al “Centro Nacional de Mejoramiento Genético Caprino, Granja el Azúcar”.

Hipótesis:

Con la implementación de un sistema silvopastoril se dispone de forraje para la producción caprina en el Centro de Mejoramiento Genético Caprino.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. 1.- Sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles son una modalidad de los agroforestales en los que se desarrollan, conjuntamente, árboles y pasturas que se explotan para la producción animal. El objetivo de estos sistemas es incrementar la productividad de forma sostenible, además de alcanzar otros beneficios. Los sistemas silvopastoriles son también una opción para revertir los procesos de degradación de los pastizales, al aumentar la protección física del suelo y contribuir a la recuperación de la fertilidad con la intervención de leguminosas que fijan el nitrógeno al suelo y de árboles de raíces pivotantes que aprovechan las capas profundas y reciclan los nutrientes (Carranza y Ledesma, 2009).

De acuerdo a Alonso (2011), el silvopastoreo es un sistema biológico en el que interactúan constantemente sus componentes que involucran al suelo, árboles, pasto, animales, la producción animal y sus derivados, flora y fauna del área. El sistema silvopastoril es una de las modalidades más prometedoras de la agroforestería desde la perspectiva social, ecológica, económica y productiva.

SAGARPA (s.f.) menciona que los sistemas silvopastoriles se han establecido con el objetivo de proporcionar forraje a los animales, desconociendo otro tipo de beneficios como el mejoramiento de la fertilidad del suelo a través del ciclaje de nutrientes y la fijación de nitrógeno realizada por algunas especies, regulación del balance hídrico al conservar agua y reducir la evaporación, diversificación de la producción (madera, leña, frutos, entre otros) y reducción del estrés calórico de los animales a través del efecto de la sombra.

1.1.1.- Componentes de un sistema silvopastoril

a) Tierra

La tierra se gestiona para que sea utilizada a largo plazo beneficiando al propietario del terreno, al medio ambiente y a la sociedad. La agricultura y ganadería convencional tienden a degradar y compactar los suelos rápidamente, los sistemas silvopastoriles son una alternativa para reducir el desgaste del suelo (Motis, 2007).

b) Árboles

Según Fey, Malavasi y Malavasi (2015) y Motis (2007), en este componente del sistema silvopastoril pueden involucrarse especies de árboles nativos o introducidas y pueden aprovecharse para la producción de maderas, frutas o forraje. En agroforestería se le da mayor importancia a los árboles de propósito múltiple, generalmente árboles leguminosos debido a su capacidad de fijar nitrógeno además de mejorar la fertilidad del suelo.

Para planificar el aprovechamiento de los árboles es necesario conocer las características de cada especie tales como tamaño del árbol, forma de la copa y sistema radicular además de conocer la adaptabilidad a las condiciones edafo climáticas de la zona. Los árboles pueden ser aprovechados como cerca viva, barrera rompevientos, dispersos en cultivos o potreros, linderos y control de erosión en laderas (Motis, 2007).

Cuervo, Narváez y Hahn (2013) argumentan que el forraje de los árboles es una buena opción para la alimentación de animales debido a su valor nutritivo y niveles de proteína altos. También intervienen en el control biológico de plagas ya que pueden albergar especies como aves e insectos que se alimentan de las plagas.

c) Animales

La cría de ganado a campo abierto es una de las formas más comunes de producción en las regiones tropicales pero en las estaciones cálidas la producción de alimento para

el ganado es limitada y como consecuencia la producción de leche y carne disminuye. Los animales establecidos en sistemas silvopastoriles tienen a disposición alimento durante la mayor época del año, además de estar bajo para protegerse del sol durante las horas más calurosas del día y así producir proteína animal de calidad de acuerdo a Fey, Malavasi y Malavasi (2015).

1.1.2.- Interacciones que se producen en sistemas silvopastoriles

a) Interacciones árboles - pasto

Los árboles, debido a su tamaño y densidad foliar, proporcionan sombra y esto impide que los pastos que estén en las áreas sombreadas tengan un buen desarrollo, no florecer y no reproducirse. El aprovechamiento de agua y nutrientes depende de la época del año, en época seca los árboles consumen la mayor cantidad de agua y nutrientes del suelo mientras que en época húmeda los pastos consumen más agua y nutrientes (Carranza y Ledesma, 2009).

Según Hurtado (2004) los árboles protegen el área de posibles erosiones causadas por lluvias. Las raíces de los árboles extraen desde las profundidades del suelo los nutrientes, las hojarascas de los árboles proveen de materia orgánica al suelo y los pastos aprovechan estos nutrientes además los pastos que crecen en los alrededores de los árboles contienen más cantidad de proteína.

Los pastizales que solo contienen gramíneas perennes sin árboles muestran poca capacidad para reciclar nutrientes y el nitrógeno del suelo tiende a inmovilizarse durante largos periodos de tiempo. El establecimiento de sistemas silvopastoriles puede ser efectivo para aumentar la fertilidad de los suelos degradados en las regiones ganaderas del trópico (Crespo, 2009).

b) Interacción árbol – ganado

El estrato arbóreo, generalmente de especies leñosas, tiene el objetivo de proveer forraje de alta calidad nutritiva además de proveer frutos y participar de forma indirecta en la producción y calidad de los pastizales de los que se alimenta el ganado. Los árboles además modifican las condiciones ambientales como temperatura, flujo de aire y humedad relativa (Carranza y Ledesma, 2009).

Navas (2010) indica que la utilización de árboles en sistemas silvopastoriles genera sombra y microclimas en las áreas de pastoreo que el ganado aprovecha para reducir el estrés calórico producido por las altas temperaturas en las horas más calientes del día mejorando así el bienestar animal y la productividad animal.

c) Interacciones positivas

De acuerdo a Nair (1993) la principal interacción positiva es la producción de biomasa animal de alto valor nutricional, en segundo lugar está el incremento de la productividad de los pastos o forrajes mediante el uso del estiércol de los animales como fertilizantes. También reduce el estrés térmico de los animales evitando que gasten más energía cuando pastorean.

Los árboles y arbustos leguminosos debido a la simbiosis entre bacterias y raíces tienen la capacidad de fijar nitrógeno que la planta puede aprovechar, además la planta aporta materia orgánica al suelo a través de la caída de hojas, frutos, flores y ramas muertas consecuentemente mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo (Botero, 2016).

d) Interacciones negativas

Debido a que todos los componentes vegetales del sistema silvopastoril utilizan los mismos recursos para su desarrollo existe una competencia directa por luz solar, agua y nutrientes. La luz solar influye en el crecimiento de las plantas por lo que las especies más altas captan más luz o energía solar. La competencia por agua y nutrientes está

relacionada con la profundidad de las raíces de las especies arbóreas arbustivas y cuando el agua y fertilizantes no están bien distribuidos (Nair, 1993).

Una interacción negativa entre las especies vegetales y los animales puede ser el consumo excesivo de ciertas especies vegetales que contienen sustancias tóxicas que son perjudiciales y esto conlleva a la disminución de la producción animal (Motis, 2007).

1.2.- Diseños y arreglos silvopastoriles

De acuerdo a Navas (2007) y Carranza y Ledesma (2009), para realizar un diseño silvopastoril en producciones ganaderas se debe de considerar las condiciones medioambientales de la zona para elegir el tipo de especies ya sean arbóreas, leñosas o semileñosas que se adaptan a ésta además de que produzcan forraje en todas las épocas del año y la resistencia a la época seca. Las especies seleccionadas deben tener un objetivo específico ya sea producir frutos, leña, sombra o forraje determinando así el manejo de las especies.

Para diseñar un sistema se debe seleccionar el área, considerar las características del suelo, disponibilidad de agua, vegetación existente, la planificación del sistema si va a ser temporal o permanente. Con estas consideraciones se seleccionan los árboles, arbustos y gramíneas que van a ser implementados en el sistema (Nair, 1993).

1.2.1.- Cercas vivas

Esta es una de las prácticas más utilizadas en las áreas tropicales. Consiste en el establecimiento de árboles o arbustos para la delimitación de potreros o propiedades. Su establecimiento es hasta un 50% más barato que el de las cercas convencionales. Por otro lado, las cercas reducen la presión que existe sobre el bosque para la obtención de postes y leña. (SAGARPA, s,f)

Murgueitio et al. (2009) mencionan que las cercas vivas se caracterizan por sus líneas de árboles o arbustos separados por distancias cortas que sostienen alambres, se usan

para marcar linderos o para la separación de potreros. Pueden ser de una o más especies endémicas o introducidas.

Las cercas vivas han estado vinculadas generalmente a impedir el acceso de animales o personas hacia el terreno pero también se pueden utilizar de acuerdo a los objetivos. Uno de los objetivos es el uso de cercas con una gran densidad de plantas que posean muchas ramas para delimitar y proteger parcelas ante las incursiones de los animales. Otro objetivo de las cercas vivas es producir forraje y abono, para este objetivo se deben utilizar plantas muy productivas que soporte podas constantes según Hernández, Pérez y Sánchez (2009).

Las cercas vivas se dividen según sus componentes. Entre estas constan las cercas compuestas por plantas espinosas o arbustos sembrados a distanciamientos reducidos manejados mediante podas para su producción. Otro tipo son las cercas compuestas por árboles en las que se usan generalmente árboles que se reproducen mediante semillas o estacas que tienen la capacidad de rebrotar, se siembran más distanciadas y van acompañadas por alambres de púas. También hay cercas compuestas por árboles y arbustos (Hernández, Pérez y Sánchez, 2009).

1.2.2.- Bancos forrajeros

Los bancos forrajeros son áreas en las cuales las especies forrajeras se cultivan en bloque compacto y a alta densidad. Si la especie empleada es un arbusto o árbol el banco forrajero se constituye en una opción silvopastoril. El objetivo del banco es maximizar la producción de biomasa de alta calidad nutritiva. Si el forraje de la especie utilizada contiene más del 15% de proteínas cruda, el sistema se denomina “banco de proteína” y si además presenta altos niveles de energía digerible, recibe el nombre de “banco energético-proteínico». (SAGARPA. s,f.)

Según Orozco (2005) es el área destinada a la siembra de algún tipo de material forrajero utilizado para alimentar al ganado. El forraje producido puede ser guardado para ser aprovechado en las épocas más difíciles del año. Los bancos forrajeros pueden

ser utilizados para corte o ramoneo y según sus características nutricionales pueden ser bancos proteicos o bancos energéticos.

Los bancos forrajeros son las partes de la finca en la que se siembra altas densidades de especies forrajeras destinadas para la producción de forraje rico en nutrientes en época seca y evitando así comprar suplementos nutricionales utilizados en la alimentación de los animales (Ramírez, Dávila e Ibrahim, 2015).

Arronis (2012) menciona que con los bancos forrajeros tenemos la ventaja de alimentar con forraje de calidad a los animales en corrales, se tienen cargas animales altas debido a la abundante producción de biomasa, mejora la calidad de la dieta de los animales y tenemos mejor rendimiento de carne por animal, además de bajar los costos de producción debido al uso de los recursos de la finca destinados para la producción animal.

El mismo autor menciona que los bancos forrajeros se caracterizan por su alta producción de biomasa, debe tener una buena capacidad de rebrotar debido a que los bancos forrajeros son sometidos a podas constantes o ramoneos intensivos además deben de tener una alta calidad de proteína o energía ya que hay bancos proteicos y energéticos.

1.2.3.- Plantaciones en hileras

Es un sistema agroforestal en el que se siembra hileras de plantas leñosas perennes con cultivos anuales sembrados en los espacios entre las hileras. Lo habitual es sembrar leguminosas y gramíneas de rápido crecimiento entre los espacios. Se considera silvopastoril cuando las plantas leñosas son sometidas regularmente a podas con propósitos forrajeros, o bien cuando el cultivo entre las hileras de leñosas es alguna especie forrajera (SAGARPA. s,f.).

Otras funciones de las plantas en callejones es conservar o incrementar la productividad del cultivo asociado por medio de la incorporación de materia orgánica

u hojarascas, disminución de evapotranspiración, regulación de micro clima, extraer nutrientes del suelo y evitar el crecimiento de malas hierbas según Ospina (2006).

1.2.4.- Árboles y arbustos dispersos en potreros

FEDEGAN (2011) menciona que este sistema puede ocurrir de manera natural a que la vegetación clímax de un sitio está constituida por la combinación de árboles y arbustos con pasturas como en el caso de los matorrales o las sabanas, o como resultado de proceso de sucesión vegetal tendientes a una vegetación clímax, como es el caso de los acahuals. Los árboles y arbustos dispersos en los potreros también pueden ser el resultado de la intervención del hombre, a través de manejo selectivo de la vegetación remanente o bien por la introducción de árboles arbustos en praderas ya existentes.

El ganado bovino expuesto demasiado tiempo a rayos del sol sufre de estrés calórico, no consumen alimento y consecuentemente la producción de carne o leche disminuye, es por esto la importancia de los arboles dispersos en potreros y la sombra que nos brindan.

1.2.5.- Pastoreo en plantaciones maderables o frutales

En estos sistemas, la actividad ganadera sirve para obtener ingresos durante el período transcurrido para que los árboles alcancen una condición rentable. En el trópico es frecuente el pastoreo en plantaciones de mangos, cítricos y otros frutales. En la zona templada es muy común el pastoreo en rodales de pinos. En los años próximos se espera que estos sistemas tomen más relevancia, ya que la reforestación se está incrementando en muchas de las áreas cubiertas por praderas degradadas (SAGARPA. s,f.).

Mendieta y Rocha (2007) indican que en este sistema la principal actividad o fuente de ingresos económicos es la producción de madera o de frutales mientras que la actividad ganadera es complementaria. Esta asociación puede empezar cuando los arboles tengan una edad suficiente y no puedan ser alcanzados por el ganado ya que pueden dañar las plantaciones.

1.2.6.- Cortinas rompevientos

SAGARPA. (s.f.) menciona que las cortinas rompe vientos se consideran silvopastoriles cuando rodean áreas de pastoreo o de corte. Estos sistemas favorecen el bienestar de los animales por su protección contra el viento y la lluvia, pero también ayudan a contrarrestar el efecto del viento sobre los forrajes. Esto es importante en zonas con sequía estacional pues la presencia de las cortinas puede prolongar la estación de crecimiento de las plantas forrajeras. Además, en pasturas degradadas, las cortinas rompe vientos pueden reducir la erosión eólica. Aparte de su acción protectora, las cortinas pueden funcionar como cercas vivas y proporcionar productos alternativos como forraje, leña, madera, frutos, postes, entre otros.

De acuerdo a FEDEGAN (2011) también son llamadas cortinas cortavientos o cinturones verdes de protección. Estos arreglos agroforestales son de gran importancia para contrarrestar vientos que suelen causar daños mecánicos a los cultivos o pastos, también evitan daños en la floración, contribuyen a reducir la evapotranspiración y sirven de habitat para aves u otros animales que pueden servir como control biológico para ganado o cultivos.

1.2.7.- Árboles en linderos

Son especies leñosas que sirven para delimitar internos o externos entre lotes o fincas además de sede aprovechar para producción de forraje, frutas, proveer sombra, adornar fincas o caminos, controlar la erosión y conservar la vida silvestre (Ospina, 2006).

1.3.- Especies forrajeras proteicas en sistemas silvopastoriles

Según Ramírez, Dávila e Ibrahim (2015) para seleccionar las especies forrajeras a sembrar se debe de tener en cuenta que se adapten a las condiciones edafoclimáticas de la zona, que tengan la facilidad de rebrotar con facilidad, que aguanten podas frecuentes, la producción de forraje debe ser abundante y de buena calidad nutricional y que produzca forraje en época seca.

En las regiones tropicales las especies forrajeras arbóreas y arbustivas tienen gran utilidad principalmente por su capacidad de producir forraje en época seca, cuando las gramíneas no pueden producir o su valor nutritivo es bajo sin embargo la producción de forraje no es de gran beneficio cuando no son palatables para los animales (Nair, 1993).

1.3.1.- *Leucaena (Leucaena leucocephala LAM.)*

Debido a su amplio uso y distribución en algunas partes es conocida como: acacia forrajera, acacia pálida, aroma blanco, aroma Boba, aroma mansa, barba de león, carbonero blanco, flamboyán falsísimo, granadillo bobo, granadino, granolino, guaje, guaje blanco, guaslim, huaje, leucaena, macata, macata Blanca, mimosa, panelo, peladera, tamarindo silvestre, tamarindillo, yaravisco y chapra.

Su nombre científico es *Leucaena leucocephala* LAM. Pertenece a la familia de las fabáceas o leguminosas.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la especie leucaena.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Genero	<i>Leucaena</i>
Especie	<i>leucocephala</i> (LAM.)

Es un árbol o arbusto caducifolio de hasta 12 metros de altura y 25 cm de diámetro, su copa es redondeada y un poco rala. Sus hojas son alterna, bipinnadas de color verde grisáceas. Sus flores son blancas y sus frutos son vainas oblongas de 11 a 25 cm de largo que contienen de 15 a 30 semillas. Las semillas son ligeramente elípticas de color café que están recubiertas por una cera que retarda la absorción de agua durante la germinación. Su raíz es profunda por lo que penetra las capas del suelo y aprovecha el agua y nutrientes (CONABIO, s.f).

Su distribución se extiende por las regiones tropicales de América latina, se ha reportado en lugares de hasta 8 meses de sequía. La leucaena puede emplearse como cerca viva, banco forrajero, cultivos en callejones o cortinas rompevientos. Se usa en mejoramiento de suelos debido a su capacidad de fijar nitrógeno. Las hojas y tallos tiernos contienen de 20 a 30% de proteína cruda y tiene una digestibilidad de 60 a 70% de acuerdo a García (2003).

El mismo autor menciona que el forraje es muy palatable para el ganado bovino, caprino y para los caballos sin embargo no debe ser usado como dieta única sino como suplemento en la dieta con otras especies debido a que es perjudicial su consumo en exceso.

1.3.2.- Gliricidia (*Gliricidia sepium* JACQ.)

También es conocido como cacahuananche, madriago, madriado, mata ratón, madre cacao, balo, yuca de ratón, madero negro, kakawate, cocoite earratón.

Su nombre científico es *Gliricidia sepium* JACQ. Pertenece a la familia de las fabáceas o leguminosas.

Tabla 2. Clasificación taxonómica de la especie gliricidia.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Genero	<i>Gliridicia</i>
Especie	<i>sepium</i> (Jacq.)

La gliricidia es un árbol o arbusto caducifolio de hasta 20 m de altura con un diámetro entre 25 y 60 cm. Su copa es irregular, tiene una amplia cobertura de forraje. Las hojas son compuestas, alternas e imparipinnadas. Las flores son rosadas y se agrupan en racimos. Los frutos son vainas aplanadas de 10 a 20 cm de largo que contienen de 3 a

10 semillas de color pardo amarillas. Las raíces de gliricidia provenientes de semillas son pivotantes y fuertes mientras en plantas provenientes de estacas el sistema radicular es superficial (CONABIO, s.f.)

La gliricidia tiene un alto valor nutritivo, su contenido de proteína bruta es de 18-30% y digestibilidad in vitro de 60-65%. Tiene algunos problemas de palatabilidad en rumiantes debido a la falta de experiencia comiendo gliricidia ya que a veces las rechazan solo olfateándola sin haberlas probado, en algunas partes no se han reportado problemas de palatabilidad. Puede ser toxico debido a los nitratos, alcaloides y taninos por lo que se recomienda no ser la base de una dieta más bien debe usarse como complemento con otras especies (TROPICAL FORAGES, s.f.).

La gliricidia se caracteriza por su alto potencial productivo como especie forrajera en cultivos intensos. El matarratón en base seca contiene 23% de proteína bruta, 45% de fibra bruta, 1,7% de calcio y 0,2% de fósforo (Gómez et al, 2002).

García (2003) menciona que se extiende por todo Latinoamérica, crece en climas secos, húmedos y suelos pobres. Su uso más común es de cerca viva debido a su capacidad de reproducción vegetativa, también se usa para recuperar suelos degradados por su aptitud de fijar nitrógeno. Su contenido de proteína cruda va desde 18 a 30 % y tiene una digestibilidad de 48 a 77 %.

1.3.3.- Guasmo (*Guazuma ulmifolia* LAM.)

Conocido en algunos lugares vulgarmente como guásimo, guásima, guasmo, guácimo, caulote o majahua.

Su nombre científico es *Guazuma ulmifolia* LAM. Pertenece a la familia de las malváceas.

Tabla 3. Clasificación taxonómica de la especie guasmo.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Familia	Malvaceae
Genero	<i>Guazuma</i>
Especie	<i>ulmifolia</i> (Lam.)

El guasmo en algunos casos se desarrolla como un arbusto ramificado y en otros casos como un árbol. Tiene una copa abierta y extendida. Sus hojas son simples, alternas de color verde oscuras en el haz y verde amarillentas en el envés. Sus flores son pequeñas, blancas y amarillas agrupadas en panículas. El fruto es una cápsula ovoide de sabor dulce de 3 a 4 cm de largo que contienen alrededor de 40 a 80 semillas (CONABIO, s.f.).

Manríquez et al. (2010) menciona que el guasmo se caracteriza por su rápido crecimiento, adaptación a suelos con baja fertilidad, resistencia a plagas y enfermedades, alta producción de biomasa inclusive en época seca. También interactúa positivamente con otros árboles y pastos, tiene un alto valor nutricional, es palatable para los rumiantes, tiene bajo contenido de metabolitos secundarios y tienen una respuesta adecuada a las podas.

En América su distribución se extiende desde México hasta Argentina y Brasil. Es uno de los árboles forrajeros más utilizados debido a que sus hojas y frutos con alto valor nutritivo son palatables para el ganado bovino, caprino y porcino además el guácimo se adapta a diferentes condiciones edafo climáticas. Sus hojas pueden contener hasta 17% de proteína cruda, una digestibilidad de 40 a 60%, sus frutos contienen hasta 7% de proteína cruda. Es una especie que se puede usar como cerca viva, banco de forraje o disperso en potreros obteniendo forraje para alimentación y leña según García (2003).

1.3.4.- Algarrobo (*Prosopis juliflora* SW.)

El nombre común en algunos lugares es algarrobo pálido, kiawe, huarango, bayahonda, algarrobo o algarroba.

Su nombre científico es *Prosopis juliflora* SW. Pertenece a la familia de las fabáceas o leguminosas.

Tabla 4. Clasificación taxonómica de la especie algarrobo.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae
Genero	<i>Prosopis</i>
Especie	<i>juliflora</i> (Sw)

Es un árbol espinoso de 6 a 15 m de altura con fustes ramificados y una copa globosa. Sus hojas son compuestas bipinnadas con pocos pares de espinas opuestas. Las flores son pequeñas de color crema, hermafrodita, inflorescencias en espigas. Los frutos son vainas drupáceas de 12 a 15 cm de longitud. Las semillas son ovoides, duras de color café. Es una especie de rápido crecimiento y de larga vida (Aguirre, 2012).

El algarrobo es un árbol leguminoso que se desarrolla adecuadamente en los bosques secos tropicales como el que se encuentra la Provincia de Santa Elena. Es un árbol que produce biomasa vegetal de calidad debido a su contenido de proteínas que varía de 15% a 25% y frutos de alto contenido energético por la presencia de 50% a 70% de hidratos de carbono (Aguilera, 2014).

1.3.4.- Otras especies forrajeras proteicas.

El maní forrajero (*Arachis pintoii*) es una leguminosa originaria de Brasil. Es perenne, de hábitos rastreros que forman una cobertura en el suelo. Las hojas son de color verde intenso. Es una especie que no resiste la sequía prolongada. Tiene la capacidad de recuperarse bien y de forma rápido después de ser sometidas a corte o pastoreo. El

contenido de proteína cruda varía de 19,3 a 20,2%, descendiendo a medida que aumenta su madurez. El rendimiento promedio es de 6 912 kg/ha/año (Gonzales et al, s.f)

La moringa (*Moringa oleífera*) es un árbol mediano de copa ancha pero no tan densa. Tiene hojas compuestas alternas tripinadas. Los frutos son cápsulas alargadas con 12 a 25 semillas por fruto. Las semillas son redondas color café oscuro. Las hojas contienen de 20 a 28% de proteínas que pueden ser usadas para alimentación animal. Se puede obtener de 8 a 10 toneladas de proteína pura/ha/año cuando se le siembra para producción de forraje en altas densidades de plantación y cuatro cortes al año de según García (2003).

La eritrina (*Erythrina peruviana*) es un árbol de 4 metros nativo de la Amazonía. Se distribuye en un rango altitudinal entre 0-1000 m.s.n.m. En Ecuador se encuentran principalmente en las provincias de Morona Santiago y Zamora Chinchipe. Se siembra como cerca viva o banco forrajero. Produce 68.20 toneladas de forraje fresco al año y contiene 18.34% de proteica cruda (Valarezo y Ochoa. 2013).

1.4.- Sistemas de producción caprina

La cría de ganado caprino tiene la finalidad de producir leche, carne o pieles. Para determinar o caracterizar los sistemas de producción se debe de tener en cuenta el número de cabras, la disponibilidad de terreno para corrales o pastoreo.

1.4.1.- Sistema de producción extensiva

Este sistema se caracteriza por el uso de grandes extensiones de tierra y baja calidad de biomasa vegetal, tienen poca inversión en animales e instalaciones y pocas prácticas de manejo. Este tipo de producción está relacionado con la población rural marginada de escasos recursos y con la aplicación de mano de obra familiar. La alimentación en este tipo de sistema se basa en libre pastoreo de forraje existente en las zonas de pastoreo (Ducoing, s.f)

Estos sistemas emplean grandes extensiones de terrenos que no son aptos para actividades agrícolas o forestales. La tecnificación es insuficiente o a veces no hay un manejo técnico. Es habitual ver erosiones del suelo y degradación de la vegetación debido al sobrepastoreo. La insuficiente alimentación provoca otras características de este sistema entre las cuales tenemos menos frecuencias de ciclo estral, venta de cabritos al destete al no tener recursos para su mantenimiento, escasa reposición de vientres afectando a la productividad en general según Gioffredo y Petrina (2010).

1.4.2.- Sistema de producción semi-intensivo

En el sistema semi intensivo o semi estabulado los animales pastorean y ramonean la mayor parte del día, cuando regresan a los corrales se les proporciona alimentación suplementaria a base de forrajes, concentrados y sales minerales. Este sistema permite un control técnico parcial.

1.4.3.- Sistema de producción intensivo

El sistema de producción intensivo se caracteriza por la utilización de poco terreno y mucha inversión en cuanto a instalaciones en las que los animales están en total confinamiento sin acceso a pastoreo. En este sistema obtenemos mayores niveles de producción ya se de carne o leche debido a que tenemos un mayor control de la alimentación, reproducción y un manejo sanitario sobre los animales.

1.5.- Requerimientos nutricionales del ganado caprino

Las cabras tienen la capacidad de transformar forrajes de mala calidad de una manera más eficaz en comparación con otros animales. Para conseguir niveles de producción aceptables su alimentación debe alcanzar un balance óptimo de energía y proteínas que obtienen pastoreando sin embargo cuando las cabras están en lactancia necesitan de más requerimientos nutricionales que pueden ser suplementadas con forraje fresco de alta calidad. Un caprino adulto requiere el 15% de su peso vivo en forraje fresco al día, si las cabras están en sistema estabulado se incluye una cantidad adicional de forraje para compensar lo que rechazará (FAO 2000).

Gioffredo y Petrina (2010) mencionan que el consumo de alimento de las cabras está relacionado con la edad, nivel de producción y estado fisiológico. Los nutrientes que deben aportar los alimentos son:

- energía
- proteínas
- vitaminas
- minerales
- agua

De acuerdo a Sánchez (2009) se tiene un mal concepto en cuanto a la alimentación de las cabras argumentando que comen de todo y destruyen los ecosistemas debido a su búsqueda agresiva de alimento, sin embargo las cabras tienen un sentido del gusto desarrollado por lo que son altamente selectivas en la alimentación, tienen la habilidad de consumir las partes más tiernas y digeribles de los forrajes que están a su disposición en pastoreo o en sistemas estabulados. Su habilidad para ramonear les permite acceder a forraje aun así si las plantas tienen espinas.

Los requerimientos nutricionales para mantenimiento de las cabras en sistemas estabulados se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 5. Requerimientos nutricionales para cabras.

Peso corporal (kg)	Materia seca (Kg)	Energía digestible (Mcal)	Proteína (gramos)
10	0.24 – 0.28	070	22
20	0.40 – 0.48	1.18	38
30	0.54 – 0.65	1.59	51
40	0.67 – 0.81	1.98	63
50	0.79 – 0.95	2.34	75
60	0.91 – 1.09	2.68	86
70	1.02 – 1.23	3.01	96
80	1.13 – 1.36	3.32	106
90	1.23 – 1.48	3.63	116
100	1.34 – 1.60	3.93	126

Fuente: Shimada (2010).

En algunas regiones de los trópicos la proteína es el factor nutricional limitante, una deficiencia de proteína puede interferir en el consumo voluntario de determinado alimento consecuentemente en el normal desarrollo, presentación de celos y la reproducción (González y Cáceres, 2009).

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.- Caracterización del área de estudio

La comuna El Azúcar se encuentra al este del cantón Santa Elena, limita al norte con la comuna Calicanto, al sur con la comuna Zapotal, al este con las comunas Sube y Baja y Sacachún y al oeste con las comunas Sayá y Juan Montalvo.

Se encuentra ubicada en el ecosistema de Bosque Seco Tropical, presenta una precipitación anual de 400-600 mm, en un periodo de 3-4 meses, generalmente entre los meses febrero, marzo y abril. La temperatura media anual oscila entre 23°C a 25°C grados, con una mínima de 15°C entre los meses de julio y agosto y una máxima de 39.5°C en los meses de febrero y marzo.

La flora del área se caracteriza por presentar especies de cactus y leguminosas que resisten a la época de escasez de humedad que varía entre 8 a 10 meses. Posee cuencas hídricas con presencia de agua solamente en la época de lluvias. Los habitantes de la comuna se dedican generalmente a la producción agrícola, ganadería bovina y caprina de los cuales obtienen un ingreso económico familiar.

2.2.- Ubicación de estudio

La implementación del sistema silvopastoril se realizó en el proyecto “Centro Nacional de Mejoramiento Genético Caprino, Granja el Azúcar” que se encuentra ubicado en la comuna El Azúcar, cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena. Las coordenadas geográficas UTM Datum WGS 84 son 547075 E y 9751267 N. La topografía del terreno es plana.



Figura 1. Ubicación de la comuna El Azúcar y área de estudio.

2.3.- Materiales y equipos

2.3.1.- Materiales e insumos

Los insumos utilizados son fertilizantes y las especies vegetales forrajeras que se mencionan a continuación:

- Fertilizante completo (8-20-20)
- Urea (46-0-0)
- Plantas de guasmo (*Guazuma ulmifolia*) de 80 cm de altura.
- Plantas de gliricidia (*Gliricidia sepium*) de 15 cm de altura.
- Plantas de leucaena (*Leucaena leucocephala*) de 30 cm de altura.
- Plantas de algarrobo (*Prosopis juliflora*) de 30 cm de altura.

2.3.2.- Herramientas

Entre las herramientas utilizadas para la implementación del sistema silvopastoril mencionamos:

- Martillo
- Machete
- Barra
- Excavadora manual
- Pala
- Piola
- Estacas
- Cinta métrica

2.3.3.- Materiales de oficina

Los equipos de oficina se utilizaron para redactar, entre los cuales tenemos:

- Papel
- Cuaderno
- Esfero
- Cámara fotográfica
- Software
- Laptop

2.4.- Metodología

2.4.1.- Diseño del sistema silvopastoril

El proyecto “Centro Nacional de Mejoramiento Genético Caprino, Granja el Azúcar” es un proyecto interinstitucional entre la Dirección Provincial Agropecuaria Santa Elena (MAGAP) y la Prefectura de Santa Elena cuya finalidad es mejorar la genética de las cabras criollas existentes en la provincia de Santa Elena mediante cruces con

machos de raza Bóer, Anglo Nubia, Sanen y Alpina, por ende aumentar la producción de carne y leche en la zona.

El diseño se inicia con una visita de campo al Centro de Mejoramiento Genético con el apoyo de los técnicos del MAGAP, Prefectura y UPSE. En base a las necesidades se seleccionaron las especies forrajeras a utilizar en el sistema silvopastoril, el objetivo de cada especie y el manejo posterior a su implementación.

Se elaboró cuatro diseños, los mismos que se pusieron a consideración de los técnicos de las instituciones participantes y sean ellos los que decidan que diseño es más conveniente para la producción de forraje y su manejo. El área de distribución del Centro de Mejoramiento Genético se presenta en la Figura 2.

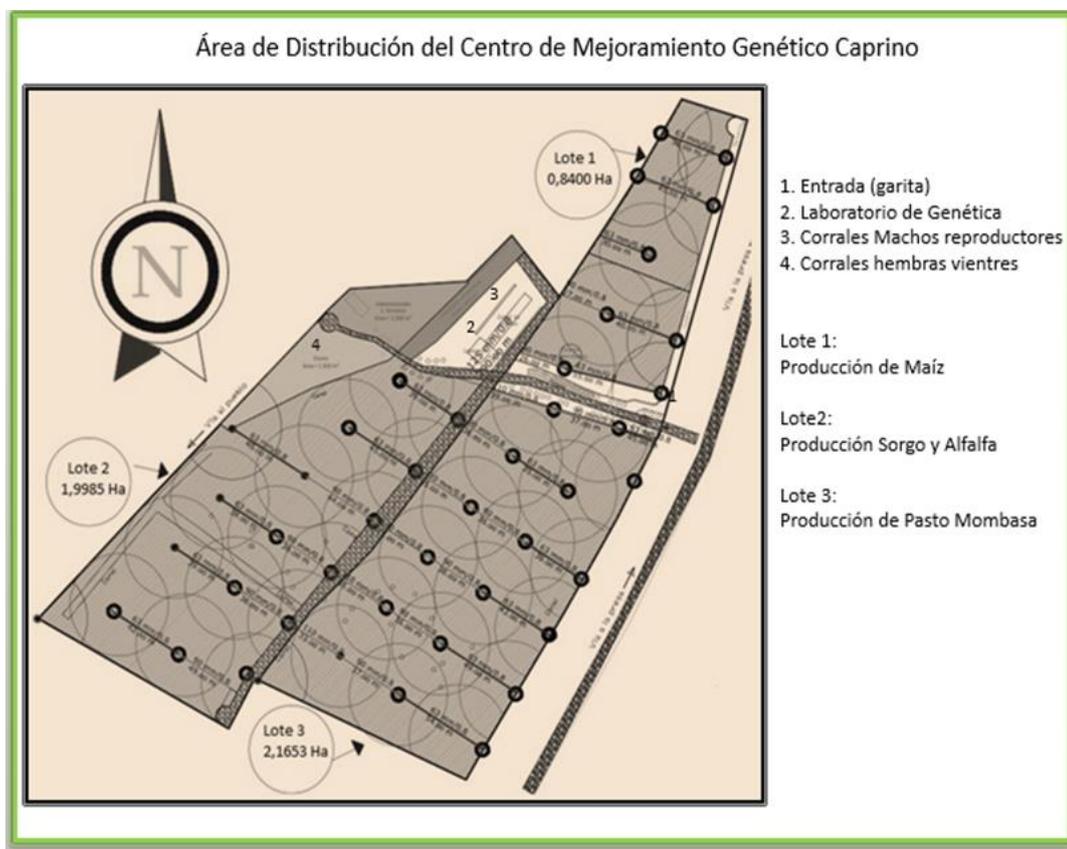


Figura 2. Área de distribución del Centro de Mejoramiento Genético Caprino.

El diseño seleccionado para su implementación requiere utilizar como especies arbustivas y arbóreas forrajeras cuatro especies entre las que encontramos gliricidia, leucaena, algarrobo y guasmo. Los arreglos silvopastoriles diseñados son cercas vivas, banco forrajero y árboles en hileras. Se realiza el diseño para implementarse en un área de 4.99 hectáreas que dispone el Centro de Mejoramiento Genético Caprino.

2.4.2.- Implementación del sistema silvopastoril

Las plantas de algarrobo, leucaena y gliricidia se adquieren en la parroquia Lodana del cantón Santa Ana, provincia de Manabí y las plantas de guasmo se adquieren en la parroquia Chongón de la ciudad de Guayaquil, provincia del Guayas. Estas especies fueron producidas en similares características climáticas que el lugar de plantación.

Para la plantación se realizan las siguientes actividades:

a) Hoyado

De acuerdo al diseño establecido se determinó el distanciamiento de siembra y se procede a realizar hoyos de 30 cm de profundidad y 20 cm de ancho en las áreas previamente designadas.

b) Fertilización

Se colocó 10 g de fertilizante completo por planta como fertilizante de fondo y 5 g de urea por planta posterior a la siembra.

c) Plantación

La plantación se realizó en base a tres arreglos silvopastoriles que son: Banco forrajero, se utiliza plantas de gliricidia sembradas a tres bolillos distanciadas 1 m entre plantas. Cercas vivas, se utiliza plantas de algarrobo, leucaena y gliricidia distanciadas 3 metros entre plantas y árboles de guasmo distanciadas 2 m entre sí. Plantaciones en hileras, se utiliza especies de gliricidia y leucaena sembradas 1 m entre plantas.

d) Riego

El riego se realizó manualmente al momento de la plantación y posteriormente dos veces a la semana aplicando 2 litros de agua por planta durante dos meses.

2.4.3.- Costos de implementación del sistema silvopastoril

Para determinar los costos que se requieren para implementar el sistema silvopastoril se consideran los rubros como: adquisición de plantas, transporte de plantas al sitio de plantación, mano de obra y el costo de depreciación de las herramientas utilizadas.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.- Diseño del sistema silvopastoril

El diseño se aprobó por los técnicos del MAGAP y de la Prefectura de Santa Elena. El proyecto inicia con la plantación de las especies de gliricidia, guasmo, algarrobo y leucaena. Las especies moringa, maíz, sorgo y pasto se consideran en el diseño debido a que se dispone de riego permanente y serán plantadas posteriormente. El diseño se presenta en la Figura 3.

En el diseño del sistema silvopastoril se consideran tres formas de plantación de las especies forrajeras que son:

- **Banco de proteínas.** Está destinada a la producción de biomasa vegetal proteica proveniente de la especie gliricidia.

- **Cercas vivas.** Tienen la finalidad de asegurar el área y evitar el ingreso de animales hacia el área del Centro de Mejoramiento Genético y se espera producir forraje, frutos y semillas. Las especies seleccionadas para cerca viva son: gliricidia, leucaena, algarrobo y guasmo.

- **Plantaciones en hileras.** Tienen como objetivo producir forraje proteico de las especies gliricidia y leucaena.

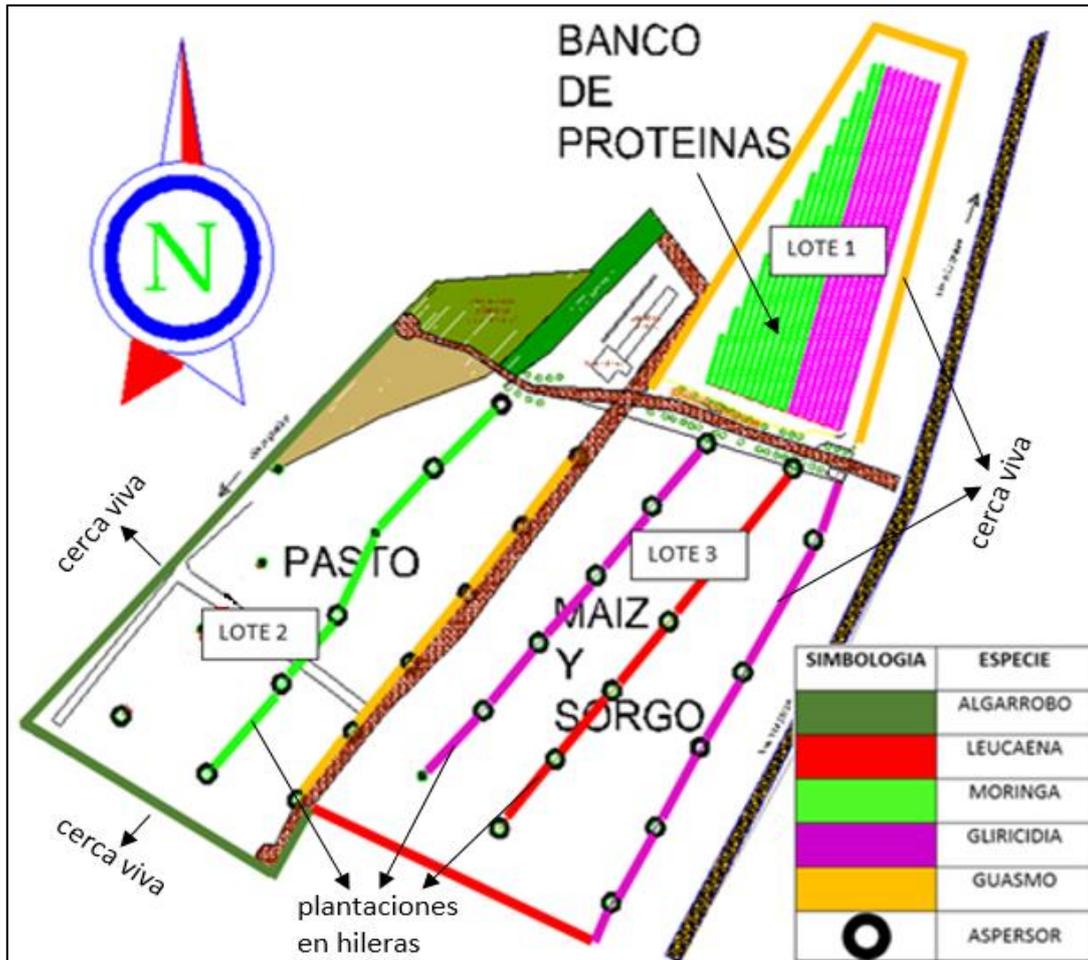


Figura 3. Diseño silvopastoril aprobado para el Centro de Mejoramiento Genético.

Este diseño que consta de 0.33 ha de banco de proteínas, 1 268 m de cerca viva y 264 m de plantaciones en hileras es el aprobado e implementado.

3.1.1.- Diseño de banco de proteínas

En el diseño de banco de proteínas se utilizan las especies gliricidia y moringa. Se ubica en el lote uno y tiene un área de plantación de 0.33 hectáreas.

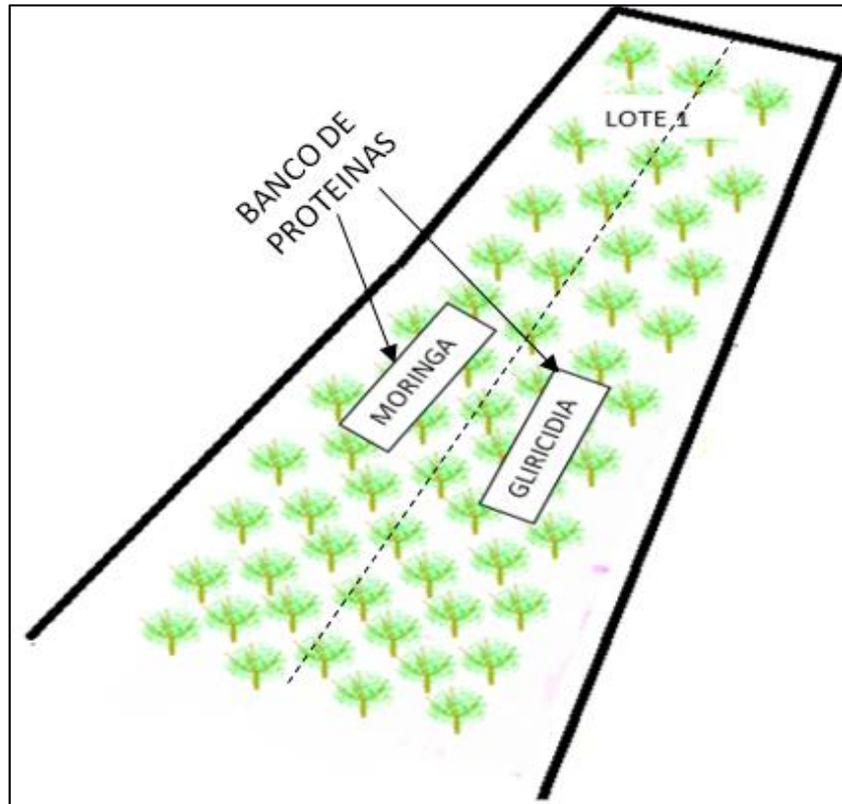


Figura 4. Diseño del banco de proteínas de gliricidia.

El marco de siembra es 1 m entre plantas a tres bolillos con separación de 2 m entre hileras. Este distanciamiento de siembra permite una alta densidad de plantas y la separación de las hileras proporciona espacio para realizar las labores de corte sin dificultades.

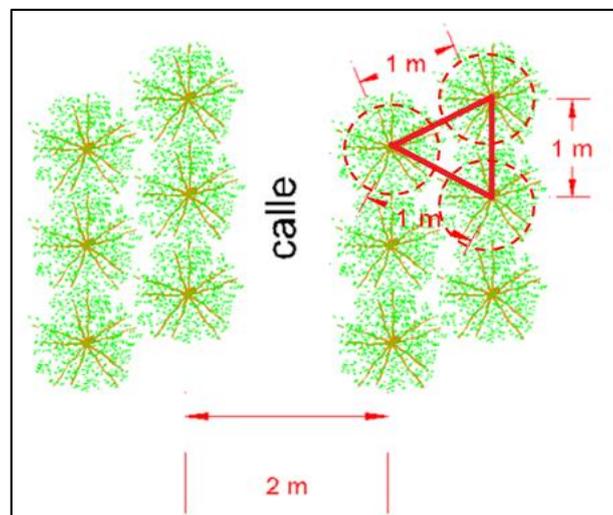


Figura 5. Distanciamiento de siembra de banco de proteína de gliricidia.

3.1.2.- Diseño de cercas vivas

En el diseño de las cercas vivas se utilizan especies de guasmo, algarrobo, gliricidia y leucaena. Las cercas vivas están ubicadas en el lote uno, lote dos y lote tres y ocupan una longitud de 1 268 m.

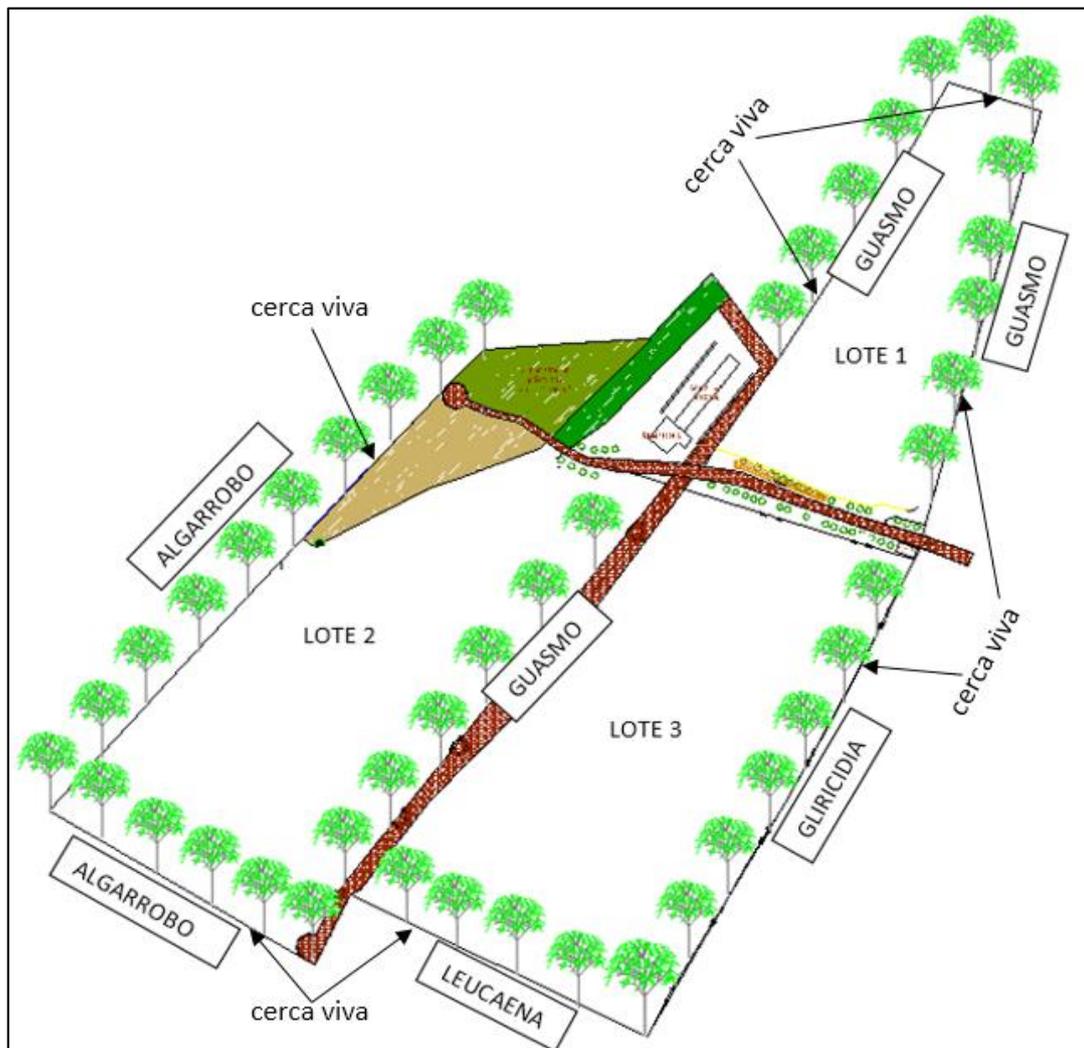


Figura 6. Diseño de cercas vivas en el sistema silvopastoril.

Las cercas vivas tienen un distanciamiento de 3 m entre plantas.

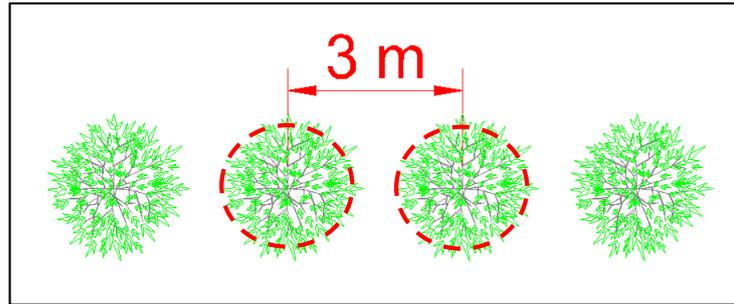


Figura 7. Distanciamiento de siembra de cercas vivas.

3.1.3.- Diseño de plantaciones en hileras

En el diseño de plantaciones en hileras se utilizan especies forrajeras proteicas de moringa, leucaena y gliricidia. Se encuentran distribuidos en el lote dos y lote tres. Comprenden tres hileras de 396 m en un área de 4.14 ha. En los espacios que existen entre las hileras se plantarán posteriormente las especies forrajeras energéticas de maíz, sorgo y pasto.

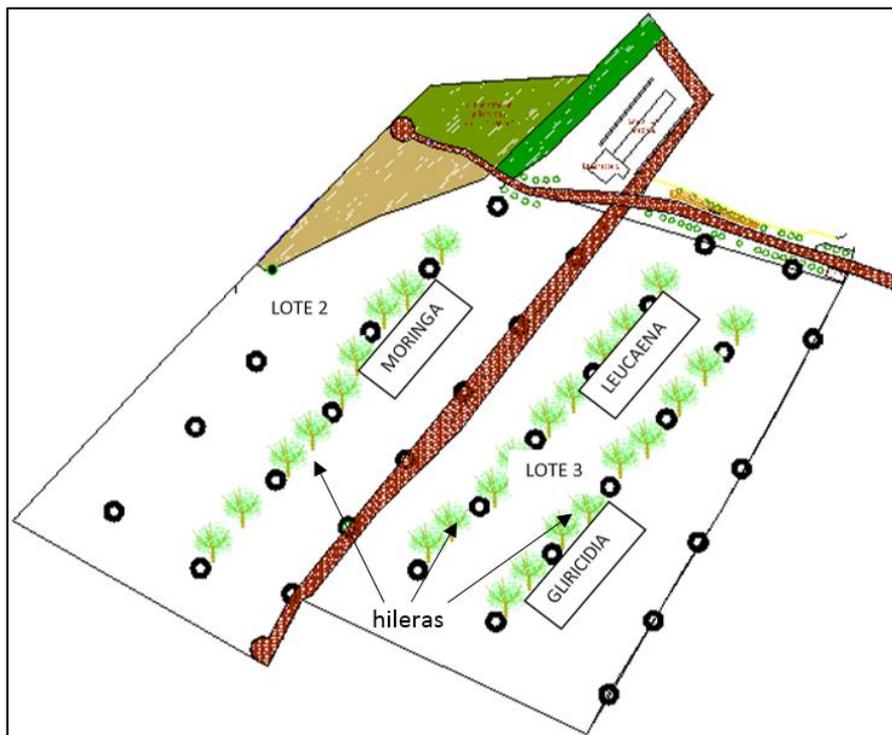


Figura 8. Diseño de plantaciones en hileras

El distanciamiento de siembra en las plantaciones en hileras de moringa, gliricidia y leucaena es de 1 m entre plantas considerando los espacios que hay entre los aspersores.

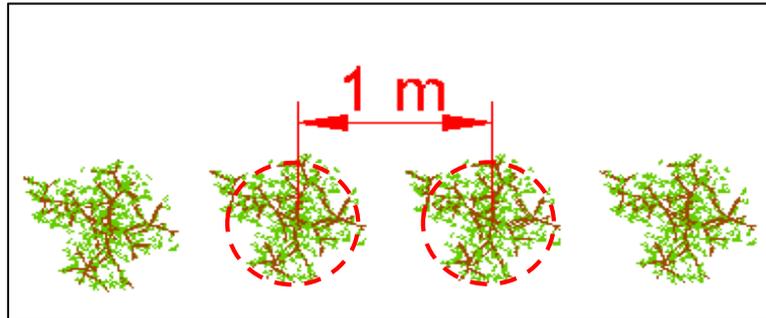


Figura 9. Distanciamiento de siembra de plantaciones en hileras.

3.2.- Implementación del sistema silvopastoril

El área total del Centro de Mejoramiento Genético es de 4.99 ha. Dentro de esta área se implementó un banco forrajero de gliricidia de 0.33 ha, 1 268 m de cerca viva con especies de guasmo, algarrobo, leucaena y gliricidia y 264 m de plantaciones en hileras con especies de leucaena y gliricidia.

3.2.1.- Implementación de banco de proteína

En el banco de proteínas se plantaron 1 542 plantas de gliricidia cuya finalidad es producir forraje. El banco de proteínas está destinado para corte, el primer corte se puede realizar a los seis meses de su implementación, los cortes se deben realizar a una altura de 60 cm del suelo dejando un 30% de forraje en cada planta.

3.2.2.- Implementación de cercas vivas

En la implementación de cercas vivas se plantaron 266 árboles de las especies de guasmo, algarrobo, leucaena y gliricidia. Las cercas vivas tienen el objetivo de asegurar el área y evitar el ingreso de animales hacia el área del Centro de Mejoramiento Genético y se espera producir forraje, frutos y semillas.

3.2.3.- Implementación de plantaciones en hileras

En la implementación de plantaciones en hileras se plantaron 136 plantas de leucaena y 128 plantas de gliricidia en hilera con el objetivo de producir forraje para corte. El corte se debe de realizar a los seis meses después de la siembra a una altura de 60 cm y se debe dejar un 30% de forraje al momento de los cortes para asegurar un rebrote adecuado.

3.3.- Costos de implementación

En los siguientes cuadros se detalla los costos de implementación del sistema silvopastoril. Se considera insumos, herramientas utilizadas durante 3 meses y mano de obra.

3.3.1.- Costo de materiales e insumos

En los costos de insumos se considera el material vegetal utilizado y los fertilizantes. El costo de insumos se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6. Costo de insumos para la implementación del sistema silvopastoril.

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
MATERIAL VEGETAL				
Gliricidia	planta	2000	0.20	400
Algarrobo	planta	150	0.20	30
Leucaena	planta	290	0.20	58
Guasmo	planta	200	0.50	100
Subtotal				588
FERTILIZANTES				
Fertilizante completo	kg	20.72	0.51	10.57
Urea	kg	10.36	0.65	6.73
Subtotal				17.30
			TOTAL	605.30

El costo total de los insumos que corresponden a fertilizantes y material vegetal equivale a \$ 605.30.

3.3.2.- Costo de herramientas

Se considera el costo de las herramientas utilizadas durante tres meses que fue el tiempo de implementación del sistema silvopastoril.

Tabla 7. Costo de herramientas.

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)	Depreciación/año (\$)	Depreciación / trimestre (\$)
HERRAMIENTAS						
Barra	unidad	1	23	23	7.67	1.92
Excavadora manual	unidad	1	25	25	8.33	2.08
Pala	unidad	1	20	20	6.67	1.67
Piola	unidad	2	2,5	5	5.00	5.00
Carretilla	unidad	1	55	55	18.33	4.58
Cinta métrica	unidad	1	25	25	25.00	25.00
Machete	unidad	1	8	8	2.67	0.67
Manguera para riego	100 metros	1	17	17	5.67	1.42
Recipientes de 20 litros	unidad	7	4	28	28.00	28
TOTAL						70.33

El costo de las herramientas utilizadas se considera una depreciación trimestral de \$ 70.33.

3.3.3.- Costo de mano de obra

Se considera la mano de obra aplicada a las actividades de carga y descarga de las especies vegetales, hoyado, fertilización, siembra y riego durante un periodo de tres meses.

Tabla 8. Costo de mano de obra.

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
MANO DE OBRA				
Transporte de plantas	jornal	3	15	45
Hoyado	jornal	8	15	120
Fertilización	jornal	4	15	60
Siembra	jornal	5	15	75
Riego	jornal	8	15	120
			TOTAL	420.00

El costo de mano de obra para la plantación de las especies forrajeras sembradas en banco forrajero, cercas vivas y plantaciones en hileras equivale a \$ 420.00

3.3.4.- Costo total de implementación

El costo total de la implementación del sistema silvopastoril en el Centro de Mejoramiento Genético de \$1 095.63.

Tabla 9. Costo total de implementación.

Descripción	Costo (\$)
Material vegetal	588.00
Fertilizantes	17.30
Herramientas	70.33
Mano de obra	420.00
COSTO TOTAL	1 095.63

3.3.5.- Costo por hectárea del sistema silvopastoril

Los costos por hectárea se relacionaron con los costos de implementación de banco de proteínas, cercas vivas e hileras en el sistema silvopastoril establecido en el Centro de Mejoramiento Genético.

Tabla 10. Costo por hectárea

Descripción	Costo/ha (\$)
Banco de proteínas	2 470.82
Cercas vivas	2 344.16
Plantaciones en hileras	1 994.28

3.4.- Proyección de producción de forraje

La proyección de producción de forraje es un valor aproximado basado en resultados de ensayos realizados por diferentes autores mencionados a continuación:

La producción de gliricidia en banco forrajero es de 68.20 t/ha/año de forraje fresco y 13.31 t/ha/año de materia seca mientras que la producción de leucaena es de 17.43 t/ha/año y de forraje fresco 4.33 t/ha/año de materia seca (Valarezo y Ochoa. 2013).

La leucaena posee de 19 a 28% de proteína cruda y produce 308 kg de materia seca ha/año (Gaviria, Rivera y Barahona, R. 2015).

Un árbol de leucaena puede producir hasta 4 kg de materia seca o 20 kg de forraje verde de follaje con valores de proteína cruda del 24% y alrededor del 50% de digestibilidad in vitro (Reyes, 2006).

En el sistema silvopastoril implementado la producción aproximada de forraje fresco de gliricidia en el banco de proteínas de 0.33 hectáreas es de 38 550 kg /año o 6 425 kg/corte considerando seis cortes al año.

Tabla 11. Producción proyectada en banco de proteína.

Especie	Área (ha)	Producción de forraje (kg/año)	Producción de forraje (kg/corte)
Gliricidia	0.33	38 550	6 425

En las plantaciones en hileras la producción aproximada de forraje fresco de gliricidia es de 3 200 kg/año o 533.33 kg por corte considerando seis cortes al año. La producción aproximada de forraje fresco leucaena es de 2 040 kg/año o 340 kg/corte considerando seis cortes al año.

Tabla 12. Producción proyectada en plantaciones en hileras.

Especie	Longitud (m)	Producción de forraje (kg/año)	Producción de forraje (kg/corte)
Gliricidia	128	3 200	533.33
Leucaena	136	2 040	340

La producción aproximada de forraje fresco en el banco de proteínas de gliricidia, hileras de leucaena y gliricidia es de 43 790 kg/año, esta producción puede llegar a cubrir las necesidades alimenticias de aproximadamente 80 cabras de 40 kg considerando un consumo de alimento el 15% de su peso vivo y un nivel de inclusión de 18% del forraje proteico.

Tabla 13. Producción de forraje relacionada al número de animales a alimentar.

	Consumo de forraje fresco (kg/día)	Consumo de forraje proteico (kg/día)	Consumo de forraje proteico (kg/año)	Cantidad de forraje producido (kg/año)	Número de animales a alimentar.
Ganado caprino de 40 kg	8	1.44	525.60	43 790	80

Con la producción de forraje que se espera producir en el Centro de Mejoramiento Genético se puede alimentar 80 cabras con una dosis de consumo de 1.44 kg/día de las especies leucaena y gliricidia.

3.5.- *Discusión*

De las especies arbóreas de guasmo, leucaena y algarrobo se pueden obtener frutas que pueden ser utilizadas en la alimentación de los animales como indican Fey, Malavasi y Malavasi (2015) y Motis (2007). En el proyecto se espera producir 574 kg de frutos de algarrobo y 999 kg de frutos de guasmo a partir del tercer año de plantación.

El forraje de las especies arbóreas y arbustivas implementadas en el sistema silvopastoril es una buena alternativa para la alimentación de debido a sus altos niveles de proteína como mencionan Cuervo, Narváez y Hahn (2013). El uso de especies forrajeras proteicas como leucaena y gliricidia se lo realiza con la finalidad de suplir los requerimientos proteicos de los animales.

Según Navas (2010) árboles reducen el estrés calórico. Los árboles de algarrobo, leucaena y guasmo del sistema silvopastoril implementados pueden generar microclimas y sombras que reduzcan el estrés calórico de los animales teniendo en cuenta que las condiciones climáticas de la zona son cálidas.

El banco forrajero de gliricidia permite alimentar a los animales en sistemas estabulados, obteniendo así mejores resultados en cuanto a producción de carne o leche y reduce los costos de alimentación debido a la abundante producción de biomasa vegetal de calidad como indica Arronis (2012).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En el diseño del sistema silvopastoril se tomaron en consideración tres tipos de prácticas agroforestales: banco forrajero, cercas vivas y plantaciones en hileras cuya finalidad es producir forraje destinado para la alimentación caprina.

En la implementación del sistema silvopastoril se plantaron especies arbustivas y forrajeras que se adaptan a las condiciones climáticas del sitio de establecimiento del ensayo como: leucaena (*Leucaena leucocephala*), gliricidia (*Gliricidia sepium*), algarrobo (*Prosopis juliflora*) y guasmo (*Guazuma ulmifolia*).

El costo de implementación del sistema silvopastoril en el Centro Nacional de Mejoramiento Genético Caprino es de \$ 1 095.63 en el que se considera la implementación de banco forrajero de 0.33 ha, 264 m de plantaciones en hileras y 1 268 m de cerca viva.

La producción aproximada de forraje fresco proteico que puede producir el sistema silvopastoril implementado es de 43 790 kg/año, con dicha producción se estima alimentar alrededor 80 cabras de 40 kg de peso durante un año con 1.44 kg/día de forraje.

Recomendaciones

Tomando en consideración las condiciones climáticas que presenta la provincia de Santa Elena, se recomienda realizar las plantaciones en áreas que dispongan de riego o implementarlas en la época de lluvia para lograr un buen prendimiento de las especies arbóreas y arbustivas forrajeras.

Para la implementación de sistemas silvopastoriles en la península de Santa Elena, se recomienda seleccionar especies arbustivas y arbóreas que sean tolerantes a las condiciones climáticas del sitio de plantación.

Para disminuir los costos de implementación del sistema silvopastoril se recomienda que sean los propietarios los que produzcan las plantas, ya que el costo de las especies vegetales es el rubro de mayor relevancia en la implementación.

La producción de buena calidad de forraje depende del manejo de las especies forrajeras por lo que se recomienda efectuar el primer corte a los seis meses de la plantación con cortes posteriores cada dos meses.

Se recomienda que en el sistema silvopastoril implementado se realicen investigaciones con otras especies forrajeras para determinar su adaptabilidad a las condiciones climáticas de la zona, análisis bromatológico y la palatabilidad por el ganado caprino.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilera, R. (2014) 'Algarrobo tropical, recurso biológico estratégico para la sostenibilidad del bosque tropical seco caso: Comunas provincia de Santa Elena – Ecuador'. *Revista desarrollo local sostenible*.

Aguirre, Z. (2012) *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización. Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático*. Ecuador: MAE-FAO.

Alonso, J. (2011) 'Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente', *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, num. Sin mes, pp. 107-115

Arronis, V. (2012) *Bancos forrajeros de energía y proteína como estrategia para enfrentar los efectos negativos del cambio climático*. Costa Rica: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnologías Agropecuarias (INTA).

Botero, R. (2016) *Productividad, calidad de forrajes y potencial de producción y de calidad en productos de origen animal en sistemas silvopastoriles*. Disponible en: <http://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/productividad-calidad-forrajes-potencial-t39590.htm>. Consultado: 05/12/2016.

Carranza C. y Ledesma M. (2009) 'Bases para el manejo de sistemas silvopastoriles'. *XIII Congreso Forestal Mundial*. Buenos Aires, Argentina.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO. (s.f) *Herbario virtual*. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/otros/cgi-bin/herbario.cgi>. Consultado: 08/12/2016.

Cuervo, A., Narváez, W., y Hahn, C. (2013) *Características forrajeras de la especie *Gliricidia sepium* (Jacq.) Stend, Fabaceae*. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v17n1/v17n1a03.pdf>. Consultado: 16/12/2016.

Crespo, G. 2009. *Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 42(4):329-336, 2008, Editorial Universitaria, La Habana, CU. Disponible en: ProQuest ebrary. Consultado: 05/02/2017.

CRS USDA CIAT. (2015) *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles*. Programa de gestión rural empresarial, sanidad y ambiente. Nicaragua.

Ducoing, A. (s.f). 'Zootecnia de caprinos'. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia'. Universidad Nacional Autónoma de México.

Federación Colombiana de Ganaderos FEDEGAN. (2011) *Establecimiento de sistemas silvopastoriles para la conservación de la biodiversidad*. Colombia.

Fey, R., Malavasi, U. y Malavasi M. (2015) 'Silvopastoral system: a review regarding the family agriculture'. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 2, n. 2, p. 26-41.

FAO. (2000). *Cría de Ovinos y cabras lecheras*. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/V5290S/v5290s24.htm>. Consultado: 15/01/2017.

García, M. (2003) *Producción de semillas forestales de especies forrajeras enfatizados en sistemas silvopastoriles*. Nicaragua: Dirección de Fomento Forestal. Instituto Nacional Forestal (INAFOR).

Gaviria, X., Rivera, J. y Barahona, R. (2015). *Calidad nutricional y fraccionamiento de carbohidratos y proteína en los componentes forrajeros de un sistema silvopastoril intensivo*. Disponible en: http://scieloprueba.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942015000200007&lng=es&tlng=es. Consultado: 13/01/2017.

Gómez, M., Rodríguez, I., Murgueitio, E., Ríos, C., Méndez, M., Molina, C., Molina, E., y Molina, J. (2002) *Árboles y Arbustos Forrajeros Utilizados en Alimentación Animal Como Fuente Proteica*. Colombia.

Gioffredo, J. y Petrina, A. (2010) 'Caprinos: generalidades, nutrición, reproducción e instalaciones'. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional Rio Cuarto.

González, R., Anzúlez, A., Vera, A., y Riera, L. (s.f.) *Manual de pastos tropicales para la amazonia ecuatoriana*. Disponible en: http://nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/nutriciondebovinos_com_ar/Archivos/manual-pastos-tropicales-rae_www.pdf. Consultado: 06/01/2017.

González, E. y Cáceres, O. 2009. *Valoración potencial y perspectiva de la cría caprina en el trópico contemporáneo*. Pastos y Forrajes, Vol. 19, No. 1, 1996, Editorial Universitaria, La Habana, CU. Disponible en: ProQuest ebrary. Consultado: 16/02/2017.

Hernández, I., Pérez, E. y Sánchez, T. 2009. *Las cercas y los setos vivos como una alternativa agroforestal en los sistemas ganaderos*. Pastos y Forrajes, Vol. 1, No. 1, 2000, Editorial Universitaria, La Habana, CU. Disponible en: ProQuest ebrary. Consultado: 26/01/2017.

Hurtado, P. (2004) *El árbol, más que sombra*. Informativo Rural. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos INEC. 2013. Censo Nacional Agropecuario.

Manríquez, L., López, Y., Pérez, S., Ortega, P., López, E., . Zenón, G. y Villarruel, M. (2011). *Agronomic and forage characteristics of Guazuma ulmifolia Lam.* Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S18700462201100020001&lng=es&tlng=en. Consultado: 28/12/2016.

Mendieta, M. y Rocha, L. (2007) *Sistemas agroforestales*. Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.

Motis, T. (2007). Principios de Agroforestería.

Murgueitio, E., Cuartas, C., Murgueitio, M. y Caro M. (2009) *Principales tipos de sistemas silvopastoriles*. Modulo Sistemas Silvopastoriles. Colombia.

Nair, R. (1993) *An introduction to Agroforestry*. Disponible en: http://www.worldagroforestry.org/Units/Library/Books/PDFs/32_An_introduction_to_agroforestry.pdf?n=161. Consultado: 22/12/2016.

Navas A. (2007) 'Sistemas silvopastoriles para el diseño de fincas ganaderas sostenibles'. Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas, *Revista ACOVEZ*.

Navas A. 2010. *Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical*. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n19/n19a10>. Consultado: 20/12/2016.

Ospina, A. (2006) *Agroforesteria. Apuntes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal*, Colombia: Asociación del colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano-ACASOC-.

Orozco, E. (2005) *Bancos forrajeros*. Costa Rica: Ministerio de Agricultura.

Ramírez, E., Dávila, O. e Ibrahim, M. (2015) *El uso de bancos forrajeros para la alimentación de verano*. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Nicaragua.

Reyes, F. (2006) 'Producción de biomasa y valoración nutritiva de seis arbóreas en la región de la sierra, Tabasco'. *IV Congreso Latinoamericano de Agroforestaría para la Producción Pecuaria Sostenible*. Varadero, Cuba.

Sánchez, M. (2009) *Alimentación de pequeños rumiantes y herbívoros en los trópicos*. Pastos y Forrajes, Vol. 2, No. 1, 2000, Editorial Universitaria, La Habana, CU. Disponible en: ProQuest ebrary. Consultado: 06/01/2017.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (s.f.) *Sistemas silvopastoriles*. México.

Shimada, A. 2010. *Nutrición animal* Segunda Edición., Mexico, D.F.: Trillas

Tropical Forages. (s.f) *Tropical Forages: an interactive selection tool*. Disponible en: <http://www.tropicalforages.info>. Consultado: 10/12/2016.

Valarezo, J., y Ochoa, D. (2013). 'Rendimiento y valoración nutritiva de especies forrajeras arbustivas establecidas en bancos de proteína, en el sur de la Amazonía ecuatoriana'. *Revista CEDAMAZ*. Volumen 3. No.1.

ANEXOS

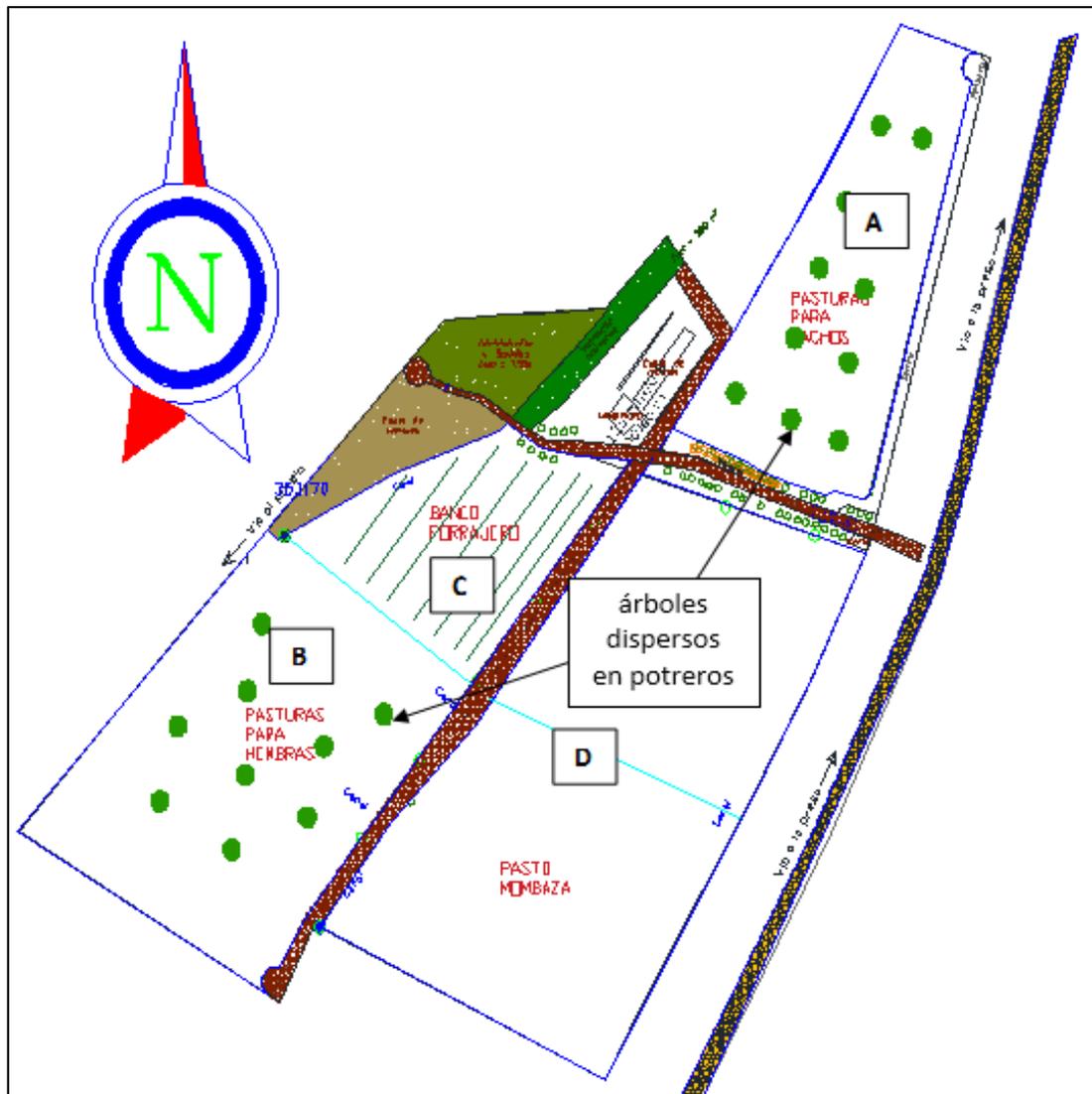


Figura 1A. Propuesta 1 de sistema silvopastoril.

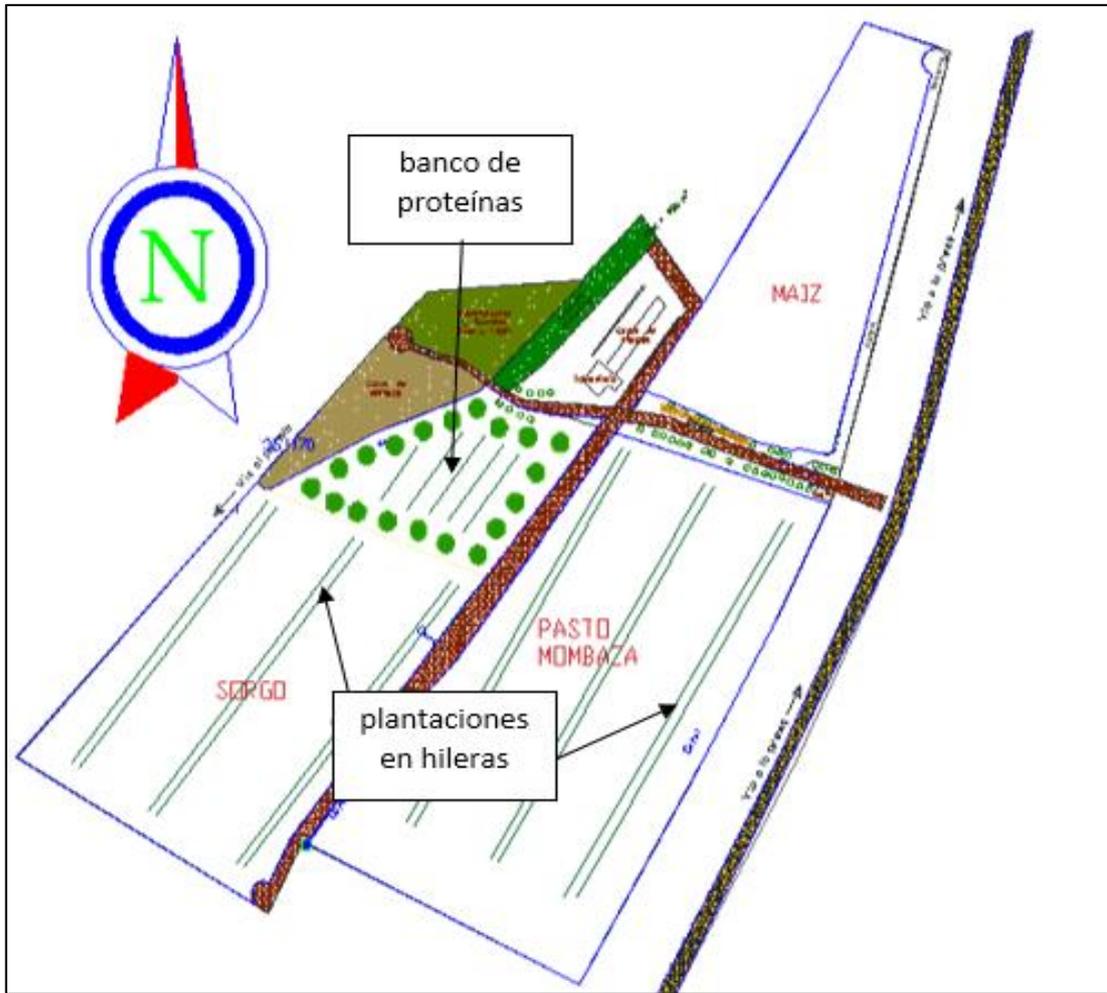


Figura 2A. Propuesta 2 de sistema silvopastoril.

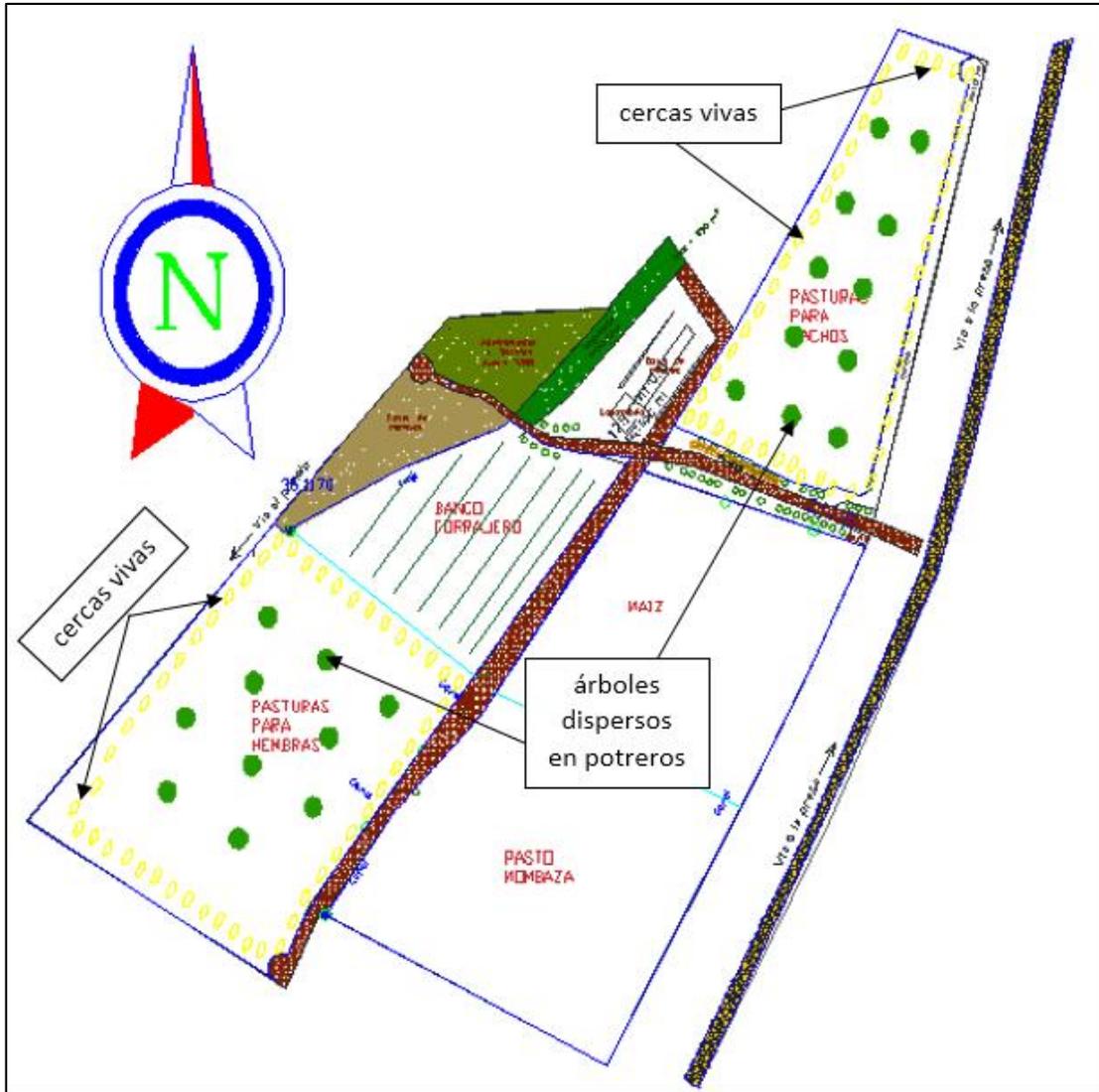


Figura 3A. Propuesta 3 de sistema silvopastoril.



Figura 4A. Centro de Mejoramiento Genético Caprino.



Figura 5A. Implementación de cerca viva de leucaena.



Figura 6A. Riego manual.



Figura 7A. Cerca viva de gliricidia.



Figura 8A. Implementación de banco de proteínas de gliricidia.



Figura 9A. Banco de proteína de gliricidia.



Figura 10A. Plantación en hilera de gliricidia.



Figura 11A. Implementación de cerca viva de guasmo.