

**DISEÑO DE UN SISTEMA SILVO-PASTORIL COMO UNA ALTERNATIVA PARA EL
MANEJO SOSTENIBLE DEL RECURSO SUELO EN LA PARCELA 9 DE LA FINCA
“LA MOLA” VEREDA “EL MOLINO” EN EL MUNICIPIO DE SOTARÁ, CAUCA.**

CARLOS ERIC QUIÑONEZ GARZÓN



**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
TECNOLOGÍA AGROFORESTAL
CEAD POPAYAN CAUCA**

2019

**DISEÑO DE UN SISTEMA SILVO-PASTORIL COMO UNA ALTERNATIVA PARA EL
MANEJO SOSTENIBLE DEL RECURSO SUELO EN LA PARCELA 9 DE LA FINCA
“LA MOLA” VEREDA “EL MOLINO” EN EL MUNICIPIO DE SOTARÁ, CAUCA.**

CARLOS ERIC QUIÑONES GARZON

**Trabajo de grado presentado como
Requisito parcial para optar al título de
Tecnólogo Agroforestal**

Director:

Profesor: Néstor Basto

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
TECNOLOGÍA AGROFORESTAL
CEAD POPAYAN CAUCA**

2019

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a Dios padre, a toda mi familia y amigos, principalmente a mis padres como pilares fundamentales para cumplir mis proyectos, por brindarme la confianza, el apoyo para lograrlo, a mi esposa gracias por estar en todo momento pendiente de mis sueños, a mi hija como siempre pendiente de seguir los buenos ejemplos y por último a los verdaderos amigos con los que compartimos experiencias y conocimientos durante estos años.

AGRADESIMIENTOS

El agradecimiento de este proyecto va dirigido primero a Dios ya que con sus bendiciones podemos lograr lo propuesto, a mis docentes Roció del Carmen Yepes y Néstor Basto gracias por compartir sus conocimientos y apoyo para poderme superar cada día más, a mis compañeros de todos estos años por compartir sus experiencias conocimiento y amistad.

1. RESUMEN

En la Parcela 9 de la finca ‘La Mola’, vereda ‘El Molino’, Municipio de Sotará, Departamento del Cauca, se diseñó un ssp combinando especies arbóreas forrajeras con pasturas, proyecto tendiente a desarrollar una alternativa sostenible para el mantenimiento y/o recuperación del recurso suelo y generar una buena nutrición animal mediante pastoreo rotacional. Este ssp en específico se implementó teniendo en cuenta factores agroambientales locales como la pendiente promedio del 15%, altura sobre el nivel del mar de 2550 msnm temperatura promedio de 16°C y 1025 precipitaciones promedio anual en la zona. De los nueve potreros existentes se estableció el ssp en 4 potreros enumerados como 6, 7, 8 y 9 donde se establecieron las especies arbóreas y arbustivas en hileras de oriente a occidente con una distancia entre plantas de 6 metros y entre surcos de 9 metros, plantas sembradas en medio del pasto kukiyo (*Pennisetum clandestinum*) previamente ya establecido, estos potreros se aislaron por varios meses para facilitar el desarrollo de las plantas y no ser afectadas por el tránsito del ganado, se realizaron las actividades culturales respectivas al cultivo teniendo en cuenta las recomendaciones de fertilización arrojadas en el análisis de suelo realizado en el laboratorio de suelos de la Secretaría de Agricultura de Cauca; El ssp (árboles disperso en el potrero) diseñado con el fin de conservar el suelo, mejorar las condiciones del ganado, minimizar costos de producción y contrarrestar los efectos del cambio climático.

Otra actividad complementaria al ssp diseñado, fue el aislamiento y conservación de un área en bosque natural existente en la finca. Finalmente, con la instalación de este ssp se buscó el mejoramiento y la conservación del recurso suelo de la finca de forma sostenible a mediano y largo plazo. La metodología de trabajo empleada fue el correspondiente análisis de los tipos de ssp existentes y la selección técnica del más adecuado para la unidad agropecuaria ssp (árboles

dispersos en potreros) Complementariamente se aplicó un diagnóstico del nivel de afectación, productividad y de sostenibilidad, permitiendo determinar las especies arbóreas y pasturas aptas para un ssp que se ajuste a las condiciones ambientales de la explotación agropecuaria.

ABSTRACT

On plot 9 of the farm 'La Mola', village 'El Molino', municipality of Sotará, department of Cauca, a Silvo Pastoral System (ssp) was designed that combines species of forage trees with pastures, a project aimed at developing a sustainable development. Alternative for the maintenance and / or recovery of soil resources and the generation of good animal nutrition through rotational grazing. This specific ssp was implemented taking into account local agro-environmental factors such as the average slope of 15%, the height above sea level of 2550 meters above sea level, the average temperature of 16°C and the average annual rainfall of 1025 in the area . Of the nine existing pastures, spp. in 4 pastures listed as 6,7,8 and 9 where tree and shrub species settled in rows from east to west with a distance between plants of 6 meters and between rows of 9 meters, plants planted in the middle of Kukiyo grass (*Pennisetum clandestino*) previously established, these pastures were isolated for several months to facilitate the development of the plants and not be affected by the transit of livestock, cultural activities corresponding to the crop were carried out taking into account the fertilization recommendations given in the analysis of soil made in the soil laboratory of the Ministry of Agriculture of Cauca; The ssp (trees scattered on the grass) designed to conserve soil, improve livestock conditions, minimize production costs and counteract the effects of climate change.

Methodology used was the corresponding analysis of the types of existing ssp and the technical Another activity complementary to the ssp designed, was the isolation and conservation

of an area of natural forest existing in the farm. Finally, with the installation of this SSP, the improvement and conservation of agricultural land resources was sought in a sustainable way in the medium and long term. The work selection of the most suitable for the ssp agricultural unit (trees dispersed in pastures). In addition, a diagnosis of the level of affectation, productivity and sustainability was applied, which allowed determining the species of trees and pastures suitable for a PSE that meets the environmental conditions of the farm.

TABLA DE CONTENIDO

1.	RESUMEN	5
2.	INTRODUCCIÓN	10
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
4.	JUSTIFICACIÓN	14
5.	CONTEXTUALIZACIÓN	15
6.	OBJETIVOS	18
6.1	Objetivo General	18
6.2	Objetivos Específicos	18
7.	MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO	19
7.1	Tipos de sistemas silvopastoriles	24
7.1.1	Cercas Vivas	24
7.1.2	Bancos de Proteína	26
7.1.3	Árboles en callejones	27
7.1.4	Sistemas Silvopastoriles Intensivos	27
7.1.5	Barreras o cortinas rompe vientos:	27
7.1.6	Árboles y arbustos dispersos en el potrero:	28
8.	METODOLOGÍA	31
9.	RESULTADOS	34
9.1	Interpretación de Resultados	39
10.	RECOMENDACIONES CULTURALES.	41
11.	CONCLUSIONES	42
12.	RECOMENDACIONES	43
13.	BIBLIOGRAFÍA	44
14.	ANEXOS	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Fuente propia. Mapa con la ubicación general de la finca la Mola Parcela # 9.	16
Figura 2 Fuente propia. Mapa con la ubicación general de la finca la Mola Parcela # 9.	17
Figura 3 Fuente propia, Panorámica (2) SSP finca La Mola Parcela # 9	18
Figura 4 Diseño propio con información tomada de Pineda (2017).	19
Figura 5 Diseño propio. Tipos de Sistemas Silvopastoriles.	24
Figura 6 Fuente propia, registro en la unidad agropecuaria hace alusión a las “cercas vivas”.	25
Figura 7 Fuente propia, Sauco en medio de surcos de Aliso a la izquierda arboles de Acacias	26
Figura 8 Fuente propia: Actividades relacionadas con el mantenimiento del SSP diseñado.	32
Figura 9 Fuente propia Mapa con el diseño del SSP diseñado para la parcela # 9 finca La Mola, potreros 6,7,8,9	34
Figura 10 Muestra de Suelo – Finca la Mola Parcela # 9. Fuente propia	38
Figura 11 Formato resultado análisis de suelos – finca la Mola Parcela # 9 vereda El Molino Sotara Cauca	38

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Cronograma de actividades	33
Tabla 2 Recursos necesarios	33
Tabla 3 Resultados Esperados	37
Tabla 4 Costos (ha/año) para optimizar el suelo de acuerdo a las recomendaciones técnicas	42
Tabla 5 Taxonomía y condiciones agroecológicas del pasto Falsa Poa y kikuyo	46
Tabla 6 Taxonomía y condiciones agroecológicas del Botón de Oro y el Sauco.	46
Tabla 7 Taxonomía y condiciones agroecológicas del Acacia Decurrens y el Aliso	47

2. INTRODUCCIÓN

La ganadería extensiva en el trópico alto a nivel de todo el país tiene como característica una baja eficiencia en el uso del suelo, adicional a esta se presentan problemas como la deforestación, compactación del suelo, contaminación de fuentes hídricas, erosión, uso excesivo de agroquímicos, estos factores han hecho que cada año se sientan más fuerte los efectos del cambio climático y que la ganadería cada día se vea como una actividad ambientalmente no sostenible y de baja rentabilidad. Resaltando la importancia de diseñar e implementar ssp para contrarrestar los efectos del cambio climático en la ganadería y teniendo en cuenta que este sistema nos aporta una gran cantidad de ventajas como captura y almacenamiento de carbono, conservación de la biodiversidad, regulación hídrica, conservación de fuentes de agua, prevención de derrumbes erosión, compactación del suelo, microclima (regulación de temperatura), retención de humedad, sombra, incrementa la capacidad de carga, mejora la calidad del forraje y por lo tanto mejor bienestar para el ganado.

Teniendo en cuenta las ventajas mencionadas se optó como poción de grado diseñar un ssp (árboles dispersos en potreros) que contribuya a la sostenibilidad del medio ambiente, que la ganadería no sea vista como una actividad que atenta contra el ecosistema. Con el ssp diseñado se pretende adicionar en las pasturas ya preestablecidas la siembra de árboles y/o arbustos forrajeros característicos de clima frío como el Aliso (*alnnus acuminata*) y Acacia (*acacia decurrens*); arbustivas como el Botón de Oro (*titonia diversifolia*), El Sauco (*sambucus peruviana*) están plantas arbustivas son de fácil rebrote y de ramoneo directo se pueden pastorear en promedio a los 45 días, las pasturas de Kikuyo (*penisetum clandestinum*) y Falsa Poa (*holcus lanatus*). Estas especies (arbóreas y arbustivas) establecidas en un área de 1,2 has dividido en 4 potreros enumerados como P6, P7, P8 y P9. Esta combinación de especies genera un mejor confort al

ganado, sirve de complemento nutricional, genera micro clima y conserva la biodiversidad, protege el suelo, minimiza costos de producción, todo con el fin de lograr mayor productividad y competitividad en la actividad ganadera. Con el diseño del sistema ssp en la finca la Mola parcela 9 vereda el Molino municipio de Sotara se pretende mejorar y conservar las características físicas del suelo, la captura y almacenamiento de carbono, conservación de la biodiversidad, regulación hídrica y conservación de fuentes de agua, prevención de derrumbes erosión y compactación del suelo, obtener un mejor bienestar para el ganado, genera un microclima con la regulación de la temperatura. El diseño e implementación de ssp es una necesidad apremiante en el municipio de Sotara y la región del Macizo colombiano ya que la explotación tradicional de ganadería extensiva ha afectado las condiciones físicas del suelo y se ha ampliado la frontera agropecuaria hacia los bosques naturales, convirtiendo la ganadería como una actividad no sostenible ni amigable con el medio ambiente.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El silvopastoreo es una alternativa importante en cuanto a desarrollos sostenibles se refiere, existen diversos tipos de ssp para ser incorporados en la ganadería colombiana, entre más complejo sea el sistema o entre mayor número de ellos se tengan en la explotación, mayores serán los beneficios que brinden. En el establecimiento de un ssp y los beneficios que pueda prestar una vez establecido, es necesario tener en cuenta el tipo de especies forrajeras a utilizar, su susceptibilidad al tipo de suelo, a las condiciones climáticas, a la sombra y la densidad apropiada.

Los sistemas silvopastoriles representan una opción estratégica para la ganadería en Colombia, se debe continuar en la ardua labor investigativa con el fin de disminuir cada vez más los factores que limitan su implementación.

También es importante mencionar el mal manejo de la actividad ganadera evidenciada en la finca donde las malas prácticas generan efectos adversos como la baja productividad, la degradación del componente edafológico, la disminución en las fuentes hídricas y la pérdida de la biodiversidad al presentarse una reducción considerable del bosque natural afectando el ecosistema de ahí la necesidad de recuperar la capacidad productiva con actividades que conlleven a un desarrollo sostenible; factores adversos al medio ambiente producto de labores culturales inapropiadas han hecho que la ganadería sea vista como un sector productivo que atenta contra la sostenibilidad ecológica.

La ausencia de árboles en los potreros ocasiona degradación del suelo, esto hace que dichas áreas se vuelvan más vulnerables a los procesos de deterioro por erosión o compactación, disminuyendo su capacidad de retención de humedad, entre otros efectos ambientales negativos, lo que se agrava más cuando se extiende la ganadería a áreas de ladera y a paisajes inadecuados.

Por otro lado, provoca falta de confort para los animales afectando su bienestar y producción.
(Gutiérrez, 2017)

La falta de tecnificación en esta actividad ha causado problemas de erosión por sobrepastoreo, deforestación por la ampliación de la frontera agrícola, falta de sombrero en temporadas de verano con pérdidas económicas, convirtiendo esta actividad no viable económicamente ni sostenible ambientalmente a mediano y largo plazo.

Según lo mencionado y teniendo en cuenta que el pastoreo continuo de la ganadería extensiva compacta el suelo y afecta las propiedades físicas del suelo, analizando sus razones, este trabajo se centró en establecer y/o diseñar un sistema silvopastoril en la unidad agropecuaria identificada como Parcela 9, sita en la finca 'La Mola', vereda 'El Molino', Municipio de Sotará, Departamento del Cauca, surge como respuesta a esta problemática agroambiental, como medida preventiva para la conservación del suelo, que agravado por el problema del cambio climático a corto plazo se notaran los efectos adversos al ecosistema, al medio ambiente, convirtiendo la ganadería en una actividad no sostenible.

Con base en lo anterior se formuló el siguiente problema investigativo: ¿Cómo un sistema silvopastoril puede contribuir a un manejo sostenible del suelo en la finca La Mola parcela # 9, vereda El Molino, municipio de Sotara departamento del Cauca.

4. JUSTIFICACIÓN

Por efectos como el cambio climático, el sobre pastoreo, la deforestación y el manejo no tecnificado de la ganadería en el trópico alto se hace evidente con el deterioro del recurso suelo en las explotaciones pecuarias lo que a la vez afecta la rentabilidad de la actividad ganadera y deteriora el ecosistema. Teniéndose en cuenta esta problemática agroambiental se optó por diseñar un ssp (árboles dispersos en potreros) como alternativa de desarrollo sostenible con especies arbóreas y arbustivas que se adapten al trópico alto asociadas a pasturas preestablecidas más comunes en la región, específicamente en la Parcela 9 de la finca 'La Mola', Vereda 'El Molino' municipio de Sotará departamento del Cauca (2018), con el proyecto diseñado se pretende realizar un adecuado manejo sostenible del suelo con el fin de aportar a futuro en la sostenibilidad y productividad de la parcela.

El proyecto se genera como necesidad de dar un uso adecuado al suelo, evitar abusos en el manejo agronómico y sentar un precedente metodológico e investigativo de la problemática agroambiental que también afecta a otras unidades agropecuarias locales y regionales, el diseño de este ssp servirá de experiencia demostrativa a ser tomada en cuenta, dado que en la región no es muy común encontrar sistemas silvopastoriles.

Con el diseño de este sistema silvopastoril en una unidad agropecuaria se pretende dar un manejo sostenible del recurso suelo dado que la ausencia de árboles en potreros y a lo conceptualizado por Gutierrez, (2017). ha hecho que esos suelos locales se vuelvan más vulnerables a los procesos de deterioro por erosión o compactación, disminuyendo su capacidad productiva, entre otros efectos ambientales negativos, lo que se agrava más cuando se extiende la ganadería a áreas o paisajes inadecuados. se pretende con la instalación de este ssp es mejorar la producción y el manejo del recurso edafológico de forma sostenible a mediano y largo plazos.

5. CONTEXTUALIZACIÓN

El municipio de Sotará hace parte del Macizo Colombiano o Macizo de Almaguer, estrelló fluvial colombiana donde se forman varios ríos como el río Caquetá que dirige su cauce a la cuenca Amazónica, el río Patía (a la vertiente Pacífica) el río Cauca y Magdalena (a la vertiente del Atlántico). El proyecto silvopastoril diseñado está ubicado en la finca La Mola parcela 9 vereda el Molino municipio de Sotará departamento del Cauca.

En el municipio de Sotará la principal actividad es la ganadería extensiva y como segunda actividad la forestal de carácter comercial realizada por la empresa Cartn de Colombia, por su ubicación geográfica y potencial hídrico de este municipio se toman varios acueductos que surten los municipios de Timbío el Tambo, la Sierra y Popayán. En el siguiente mapa se ilustra la ubicación donde se desarrolló este trabajo de grado.

La Parcela 9 de la finca la Mola está ubicada en la vereda El Molino municipio de Sotará, este municipio hace parte del Macizo Colombiano, ubicado en el flanco occidental de la cordillera central, finca a una altura promedio de 2550 msnm, con 1025 mm de precipitación anual promedio, 16C de temperatura promedio, un pendiente promedio del 15%. Los suelos de origen volcánico con buena cantidad de materia orgánica. Coordenadas Parcela 9 finca La Mola N: 0215'52,09494 W 7634 43,03528 (Dato GPS Garmin 60csx).

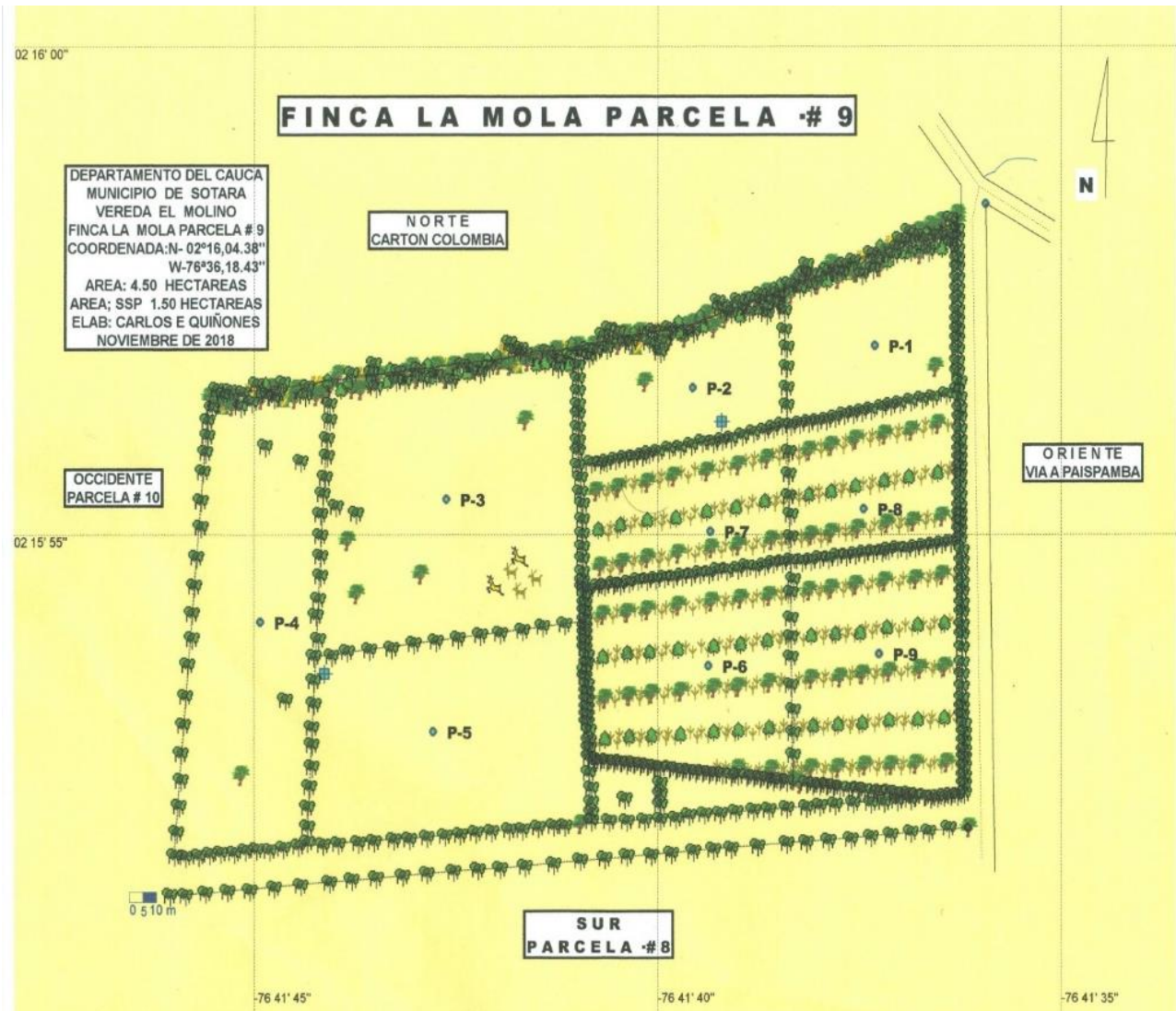


Figura 1 Fuente propia. Mapa con la ubicación general de la finca la Mola Parcela # 9.

A continuación, se muestra un segundo mapa con el SSP, trazado en el terreno, teniendo en cuenta diferentes factores en su diseño como son la pendiente, altura sobre el nivel del mar, dirección de los vientos, precipitaciones anuales, luminosidad, distancias de siembra, orientación de los surcos, características del suelo y variedades arbóreas y arbustivas a establecer. El ssp se estableció en un área de 1.20 hectáreas, en los potreros enumerados como 6, 7, 8 y 9 en surcos de oriente a occidente para minimizar los efectos de la sombra, con distancia entre surcos de 9 metros entre plantas de 6 metros para un total de 222 árboles entre Acacias (*acacia decurrens*) y Alisos

(*alnus acuminata*) Arbustivas como Boton de Oro (*titonia deversifolia*) y Sauco (*sambucus peruviana*)



Figura 2 Fuente propia. Mapa con la ubicación general de la finca la Mola Parcela # 9.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

- Diseñar un Sistema Silvopastoril, que se ajuste a las necesidades del suelo de la Parcela # 9 finca La Mola vereda El Molino en el municipio de Sotará, departamento del Cauca.

6.2 Objetivos Específicos

- Determinar las condiciones actuales del área de estudio mediante una evaluación del nivel de productividad y de sostenibilidad.
- Analizar los tipos de ssp dentro del contexto de forma de uso de la tierra que implica la presencia de animales domésticos.
- Determinar las especies arbóreas y pasturas aptas para un ssp que se ajuste a las condiciones ambientales de la unidad agropecuaria.



Figura 3 Fuente propia, Panorámica (2) SSP finca La Mola Parcela #

7. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

Debido a la sobre explotación de suelo con la ganadería extensiva en las fincas del trópico alto se presenta diferentes factores que convierten esta actividad poco rentable económicamente y ambientalmente no sostenible, gráficamente resumida así.



Figura 4 Diseño propio con información tomada de Pineda (2017).

Tal problematización es presentada como:

Los sistemas extensivos para la ganadería en el trópico de altura están caracterizados por una baja eficiencia en el uso del suelo, sumado a un gran deterioro ambiental a causa de problemas como la deforestación, las quemas, la erosión, la pérdida de la biodiversidad y la inequidad social, factores que han hecho que la ganadería bovina sea vista como un sector productivo que atenta contra la sostenibilidad ecológica mundial (Mahecha, 2002, p.1).

Según Murgueitio e Ibrahim (2009): Una de las principales causas es la evidente deforestación que termina con la degradación de los suelos, la afectación de la regulación hídrica y la pérdida de la biodiversidad, al presentarse una afectación o desaparición de los ecosistemas

existentes se afecta la sostenibilidad y rentabilidad de cualquier proyecto agropecuario.

En referencia al déficit arbóreo en unidades agropecuarias, Gutiérrez, (2017) considera que:

La ausencia de árboles en potreros ha hecho que los suelos en esas áreas se vuelvan más vulnerables a los procesos de deterioro por erosión o compactación, disminuyendo su capacidad productiva, entre otros efectos ambientales negativos, lo que se agrava más cuando se extiende la ganadería a áreas o paisajes inadecuados. Por otro lado, provoca falta de confort para los animales afectando su bienestar y producción.

En resumen la falta de tecnificación en la explotación bovina en el trópico alto por parte de los medianos y pequeños empresarios agropecuarios ha generado: una significativa erosión por sobrepastoreo, reducción del inventario arbóreo / arbustivo por la ampliación de la frontera agrícola, carencia de sombrero en temporadas de tiempo seco y pérdidas económicas porque los bovinos no tienen comodidades para una correspondiente producción, convirtiendo esta actividad no viable económica ni ambientalmente sostenible a mediano y largo plazos.

Para contrarrestar los evidentes efectos de esas situaciones en la ganadería y el medio ambiente se han diseñado SSP técnicamente conceptualizados como:

- Son sistemas de producción pecuaria en donde las leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral. Los árboles pueden ser de vegetación natural o plantada con fines maderables, para productos industriales, como frutales o como árboles multipropósito en apoyo específico para la producción animal. Por lo tanto, existen varios tipos de sistemas silvopastoriles. (Mahecha, 2002, p.1).

- El uso combinado de terreno forestal o boscoso para la producción de madera y ganadería al permitir a los animales pastar el forraje nativo coexistente o la vegetación manejada como forraje nativo. (boletín agrario, 2019, SSP)
- Los ssp son una modalidad de los sistemas agroforestales (SAF). Ambos son sistemas que de forma integral incorporan la producción animal junto con la producción de pastos asociados con especies arbóreas maderables, frutales y forrajeras de múltiple propósito. En el sistema agroforestal además se implementa la producción de cultivos agrícolas u hortalizas (milpa). Los sistemas silvopastoriles son prácticas ganaderas en donde los árboles están combinados con pastos, con otros cultivos forrajeros y con los animales. (Ríos, 2017, p.1)
- Los ssp son asociaciones de árboles y pastos donde la producción combinada busca proporcionar un mayor beneficio, que la producción individual. (Duran,2015, p.105)
- Siendo constante con el concepto de (Gonzales, 2009):

los SSP son importantes ya que contribuyen a contrarrestar impactos ambientales negativos propios de los sistemas tradicionales, favorecen la restauración ecológica de pasturas degradadas, son un mecanismo para diversificar la actividad ganadera, generando productos e ingresos adicionales, ayudan a reducir la dependencia de insumos externos y permiten intensificar el uso del recurso suelo, sin reducir el potencial productivo a largo plazo.

- Pezo e Ibrahim, (1996) retoman los conceptos de la Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) que dice: “los sistemas silvopastoriles son una modalidad de agroforestería pecuaria, que asocia los árboles y arbustos con pastos de pastoreo o pastos de corte” (2002).

Para el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE): “un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de las leñosas perennes (árboles o arbustos), e interactúa con los componentes tradicionales (forrajas herbáceas o pastos), todos ellos bajo un sistema de manejo integral” (2002)

Los beneficios, ventajas, perspectivas y posibilidades de desarrollo de un SSP se encuentran en que:

Los SSP, principalmente, 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, fijación de CO₂, diversificación de la producción (madera, leña, frutos, entre otros) y reducción del estrés calórico de los animales a través del efecto de la sombra (Navas, 2010, p.117).

Para Medrano (1999):

En el trópico de altura, establecer sistemas silvopastoriles, es una opción para reducir el problema alimenticio de bovinos; contribuyendo además a controlar la degradación de los suelos y al restablecimiento del valor productivo. Sin embargo, el uso actual es limitado, debido a la ausencia de investigaciones

Jiménez, Muschier, y Kopsell (2001) indican que:

los beneficios principales de esta asociación son la producción pecuaria y forestal simultánea en la misma área, el mejoramiento de las condiciones micro - climáticas que pueden favorecer la reproducción y producción animal, mejoramiento del suelo y de la

producción de forraje, así como un mejoramiento de indicadores biofísicos, socioeconómico y ambientalista de la finca.

De acuerdo a Guayara (2009):

los árboles mejoran el paisaje de la finca, colaboran con la protección de fuentes hídricas, aportan nutrientes al suelo, lo que mejora la fertilidad; contribuyen con la circulación de agua y aire ayudan a minimizar el riesgo de erosión y compactación en el suelo.

Para Mahecha (p.15) en el establecimiento de un sistema silvopastoril y en los beneficios que pueda prestar una vez establecido, es necesario tener en cuenta:

- El tipo de especies forrajeras a utilizarse
- Su susceptibilidad al tipo de suelo
- Las condiciones climáticas a la sombra
- La densidad apropiada de sus componentes.

Dentro del contexto anterior los ssp son caracterizados por combinar en forma simultánea árboles o arbustos con plantas herbáceas o volubles y animales domésticos herbívoros (Montagnini, citado por López, 2017), desempeñan un papel muy importante en la reducción de los impactos negativos de la agricultura sobre la conservación de la biodiversidad (Schroth, citado por López, 2017), ya que retienen una parte sustancial de las especies presentes en los remanentes vegetación regional dentro del paisaje dominado por la actividad humana (Bhagwat, citado por López, et. al, 2017).

Las combinaciones y la integración de árboles y/o arbustos con pasturas y animales se desarrollan en formas muy diversas, lo que ha generado diferentes tipos de ssp cimentados en la tradición y en los recursos local - paisajísticos y en las modernas explotaciones agropecuarias, un

diseño pre-elaborado con una estructuración de objetivos claramente definidos hacia lo ambiental y lo productivo – comercial.

7.1 Tipos de sistemas silvopastoriles

Entre los diferentes tipos o arreglos de sistemas silvopastoriles se encuentran los siguientes:



Figura 5 Diseño propio. Tipos de Sistemas Silvopastoriles.

7.1.1 Cercas Vivas: Son árboles o arbustos sembrados en hileras o en filas, que sirven para delimitar potreros o áreas de uso ganadero, constituyendo, por lo tanto, una opción silvopastoril (CATIE, 1998). Entre sus características principales se encuentran las siguientes:

- Delimitan potreros y propiedades
- Reducen costos de construcción de cercas

- Aportan nutrientes y materia orgánica al suelo
- Aportan sombra y forraje a los animales (ramoneo)
- Pueden funcionar como barreras o cortinas rompe vientos
- Evitan la intervención del bosque para la búsqueda de postes
- Mejoran los paisajes de las regiones y de las agro producciones
- Funcionan como hábitat de fauna benéfica y fauna silvestre
- Proveen follaje, frutos, semillas y material vegetativo de propagación
- Promueven la introducción de árboles y arbustos en las agro producciones
- Constituyen un sistema tradicional, en la mayoría de las regiones colombianas
- Actúan como corredores biológicos y lugares de descanso y refugio de fauna silvestre y avifauna nativa y migratoria.
- Se constituyen en una alternativa de producción animal para proveer biomasa forrajera y sombrío en épocas secas intensas y del Fenómeno del Niño.



Figura 6 Fuente propia, registro en la unidad agropecuaria muestreada hace alusión a las “cercas vivas”.

7.1.2 Bancos de Proteína: Son áreas en las cuales los árboles o arbustos se cultivan en bloque compacto, de manera densa, con miras a maximizar la producción y calidad de biomasa forrajera (CATIE, 1998). Entre sus características se encuentran las siguientes:

- Constituyen una alternativa excelente para proveer biomasa forrajera de alto valor proteico en épocas de verano intenso y fenómeno del niño.

- Están constituidos por especies forrajeras, cuyo follaje es de alto valor proteico (más de 15% de proteína) y alta digestibilidad (mayor al 50%).

- Los conforman especies resistentes podas frecuentes e intensos (cada 2 a 4 meses).

- Las especies que lo forman tienen alta tasa de rebrote, de producción de biomasa comestible y palatabilidad (gustoso para el ganado).



Figura 7 Fuente propia, Sauco en medio de surcos de Aliso a la izquierda árboles de Acacias

7.1.3 Árboles en callejones: se definen como un cultivo en franjas o callejones, es el establecimiento de hileras de árboles de ciertas especies como la leucaena (Guaje, Huaxin, Barba de León) y el Madrecacao, (Madriado, Maratón), sembrados en curvas a nivel a intervalos de 5-7 metros, y sembrando cultivos en los callejones entre las hileras de estos árboles.

7.1.4 Sistemas Silvopastoriles Intensivos: Estos forman potreros donde se establecen / concentran diversos estratos y niveles de producción arbóreo / arbustiva constituidos por una gran diversidad de árboles multipropósito (productores de sombra, madera, leña, postes, semilla, frutos, forraje)

Sus beneficios se encuentran en que reducen la velocidad de caída del agua lluvia lo que disminuye la erosión de los suelos; es una barrera protectora contra los vientos o tempestades fuertes; constituyen de refugio de fauna silvestre y que actúan como controladores biológicos de plagas. Además, generan sombrío permanente para los animales reduciendo el impacto extremo en la temperatura, las especies arbustivas de alto valor proteico, sembradas en alta densidad, que sirven de fuente de alimentación por ramoneo para los animales que se encuentran en pastoreo, además los pastos y gramíneas de pastoreo fuentes generadoras de biomasa comestible de alto valor nutricional (fuentes de energía) para los animales en pastoreo.

7.1.5 Barreras o cortinas rompe vientos: Es un sistema tradicional conformado por árboles y arbustos sembrados en hileras sencillas o dobles, de baja, mediana y gran altura para la protección de los vientos fuertes en ciertas épocas del año o de manera permanente, en zonas, que puede llegar a ser una opción silvopastoril cuando se utilizan para evitar daños a plantaciones de pastos de corte, caña forrajera o bancos de proteína.

7.1.6 Árboles y arbustos dispersos en el potrero: Estos árboles dispersos pueden o no tener una distancia de siembre definida, lo importante es su distribución en el potrero, para el caso de clima frío no exceder en la densidad de siembre por que el exceso de sombra afecta el normal desarrollo del pasto, las arboles y arbustos forrajeros son el complemento ideal en un ssp donde hay problemas de fertilidad del suelo y escases de pasto durante las épocas de verano.



Figura 8 Fuente propia, ssp con árboles de Aliso, Acacias y arbustivas Botón de Oro, Sauco o Tilo, cerca viva de lechero

Una vez establecidos los árboles se podan cada 2-3 meses, dependiendo de su crecimiento para reducir la competencia por la luz entre hileras y cultivos. Se utilizan sobre todo en combinación con cultivos de porte alto que compiten bien con las hileras por la luz. Las hileras de árboles sembrados en alta densidad, funcionan como barreras vivas para controlar la erosión y proporcionan abono verde, forraje y/o leña mediante las podas (Árboles y cultivos en franjas o callejones, 2014, spp).

Arboleda, Tombe, Morales y Vivas (2013) conceptúan que las barreras o cortinas rompevientos: Tienen como función romper la fuerza eólica protegiendo el suelo contra los efectos erosivos. funcionan comocerco vivo, se debe tener en cuenta la dirección del viento y además, que dentro del diseño silvopastoril se usen de forma intercalada árboles de mayor altura y arbustos u otros árboles de porte medio (p.159)

Por último, se encuentra el sistema de Pastoreo en plantaciones de árboles maderables o frutales. Son sistemas donde se establecen pasturas y/o se introduce ganado en plantaciones forestales frutales., arbustivas forrajeras. La extracción de madera es un producto a largo plazo, mientras los frutos, carne y/o leche, permiten ingresos a corto y mediano plazo.

Para evaluar las condiciones , características y las necesidades del suelo se optó por realizar un análisis de suelo, la muestra de suelos fue llevada al laboratorio de suelos de la Gobernación de Cauca ubicado en la Secretaria de Agricultura Departamental al servicio de los productores (e-mail labsueloscauca@hotmail.com) cumpliendo con las normas y las exigencias en la toma de la muestre de suelos. Este importante laboratorio, permite a partir de muestras ejecutar un análisis fisicoquímico de los suelos con fines de fertilidad. De esta forma los productores podrán realizar un análisis en sus zonas de cosecha, para evaluar la fertilidad y condiciones químicas que ofrece el terreno en el desarrollo de su proceso productivo, obteniendo así mejores rendimientos.

El análisis de suelos es una herramienta de gran utilidad para detectar problemas nutricionales y establecer recomendaciones de fertilización. Entre sus ventajas se destaca por ser un método rápido y de bajo costo, que le permite ser utilizado ampliamente por agricultores y empresas. La interpretación de los análisis se basa en estudios de correlación y calibración con la respuesta de las plantas a la aplicación de una cantidad dada del nutriente. Cuando el nivel de un nutriente se encuentra debajo o por encima del nivel crítico, el crecimiento de la planta se verá

afectado en forma negativa o positiva según dicha concentración. Con el análisis de suelos se pretende determinar el grado de suficiencia o deficiencia de los nutrientes del suelo, así como las condiciones adversas que pueden perjudicar a los cultivos, tales como la acidez excesiva, la salinidad, y la toxicidad de algunos elementos.

El análisis de suelo permite determinar el grado de fertilidad del suelo, la fertilidad es vital para que un suelo sea productivo, aunque un suelo fértil no necesariamente es productivo, debido a que existen otros factores de tipo físico como el mal drenaje, escasa profundidad, piedra superficial, déficit de humedad etc, que pueden limitar la producción, aun cuando la fertilidad del suelo sea adecuada. El grado de potencial productivo de un suelo está determinado por sus características químicas y físicas.

El análisis de suelos cumple con dos funciones básicas (Inpofos 1997):

A) Indica los niveles nutricionales en el suelo y por lo tanto es útil para desarrollar un programa de fertilización

B) Sirve para monitorear en forma regular los cambios en la fertilidad del suelo que ocurren como consecuencia de la explotación agrícola y los efectos residuales de la aplicación de fertilizantes.

La interpretación de los análisis de suelos se hace utilizando tablas de fertilidad que contienen los valores de referencia de los nutrientes con base en el concepto de nivel crítico. El diseño de estas tablas se realiza con información derivada de investigaciones de invernadero y campo en calibración y correlación de análisis de suelos, y con la experiencia acumulada por laboratorios y especialistas en el tema, la mayoría vinculados al sector público y universidades.

Estas tablas usualmente clasifican los contenidos de nutrientes en varias categorías: bajo o deficiente, medio o suficiente, óptimo o adecuado, y alto o excesivo.

De acuerdo a los resultados del análisis de suelos realizado para la finca La Mola Parcela # 9 se ratifica que son suelos de origen volcánico, con estos datos se obtendrán los parámetros que sirven como herramienta para la realización de planes de fertilización, Aplicación de enmiendas y adecuación de los terrenos para lograr el desarrollo sostenible propuesto.

8. METODOLOGÍA

Para darle un manejo sostenible del recurso suelo, se definió el diseño de un sistema silvopastoril que más se ajusta a las necesidades de la unidad agropecuaria (árboles dispersos en potreros) y se identificaron las especies forestales forrajeras que se adaptan más a los factores climáticos y ambientales de la región.

El diseño del sistema silvopastoril se inició con la evaluación del nivel de productividad y de sostenibilidad de la parcela # 9 se analizaron las condiciones climáticas, pendiente, altura sobre el nivel del mar Posteriormente se seleccionaron las especies forestales arbóreas y arbustivas forrajeras. Estas especies se combinaron con las pasturas existentes en la finca. Las especies forestales se sembraron en surcos de oriente a occidente para minimizar los efectos de la sombra, con una distancia entre surcos de 9 metros y 6 metros entre plantas, para un total de 222 árboles de variedades como Aliso (*alnus acuminata*) y Acacia (*acacia decurrens*) intercalados con Botón de Oro (*tithonia diversifolia*) y Sauco (*sambucus nigra*) además se recuperaron las cercas vivas de Lechero (*euphorbia laurifolia*) previamente establecidas, El proyecto se diseñó para desarrollarlo en los potreros enumerados como 6,7,8 y 9, los árboles se compraron en el vivero de la Corporación Autónoma Regional del Cauca y las arbustivas se obtuvo semilla de otras fincas, se realiza la

siembra de cada una de las especies realizándole sus respectivas labores culturales, se aislaron las parcelas para permitir el normal desarrollo de los árboles y no ser afectadas por el pastoreo del ganado, también se aisló el área de reserva natural existente. Se realizó el cálculo del área con GPS Garmin 60 csx para determinar el número de árboles a sembrar, toma de altura sobre el nivel del mar y georreferenciación del sitio, el plano sobre el diseño del ssp se realizó mediante el programa TracMaker Pro

De manera complementaria a dichas actividades adelantadas, se realizó el correspondiente análisis de suelo de la unidad agropecuaria. Análisis de suelo realizado en el laboratorio de la Secretaria de Agricultura de la Gobernación del Cauca, de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis se acataron las recomendaciones hechas por el técnico del laboratorio sobre las deficiencias del suelo y la aplicación de enmiendas.



Figura 8 Fuente propia: Actividades relacionadas con el mantenimiento del SSP diseñado.

Tabla 1

Cronograma de Actividades (2018)

Actividad	Agosto	Septie	Novie	Diciem
Diagnóstico de las situaciones ambientales, nivel de productividad y sostenibilidad de la parcela muestreada.	X			
Selección de las áreas a mejorarse	X			
Análisis y muestras de suelos.		X		
Determinar las especies forestales y pasturas a implementar en el sistema Silvopastoril		X		
Preparación del terreno	X	X		
Siembra de las especies forestales seleccionadas				
Mantenimiento y seguimiento del ssp			X	
Sistematización de resultados				X

Tabla 2

Recursos Necesarios (Costos)

Recurso	Descripción	Presupuesto
Equipo Humano	Actividades como: visitas a la finca, muestras de suelo, trazos, siembra, resiembra, fertilización, desyerba.	1.200.000
Equipos y Software	GPS Garmin, cámara fotográfica, cinta métrica, computador portátil, conexión a internet	500.000
Transporte, Salidas de Campo	Transporte, equipos, plántulas, abonos	1.000.000
Materiales y suministros	Compra de árboles, abonos, manguera, alambre, malla	800.000
Total		3.500.000

9. RESULTADOS

Diseño sistema silvopastoril finca la Mola parcela # 9 vereda el Molino municipio de Sotara Cauca

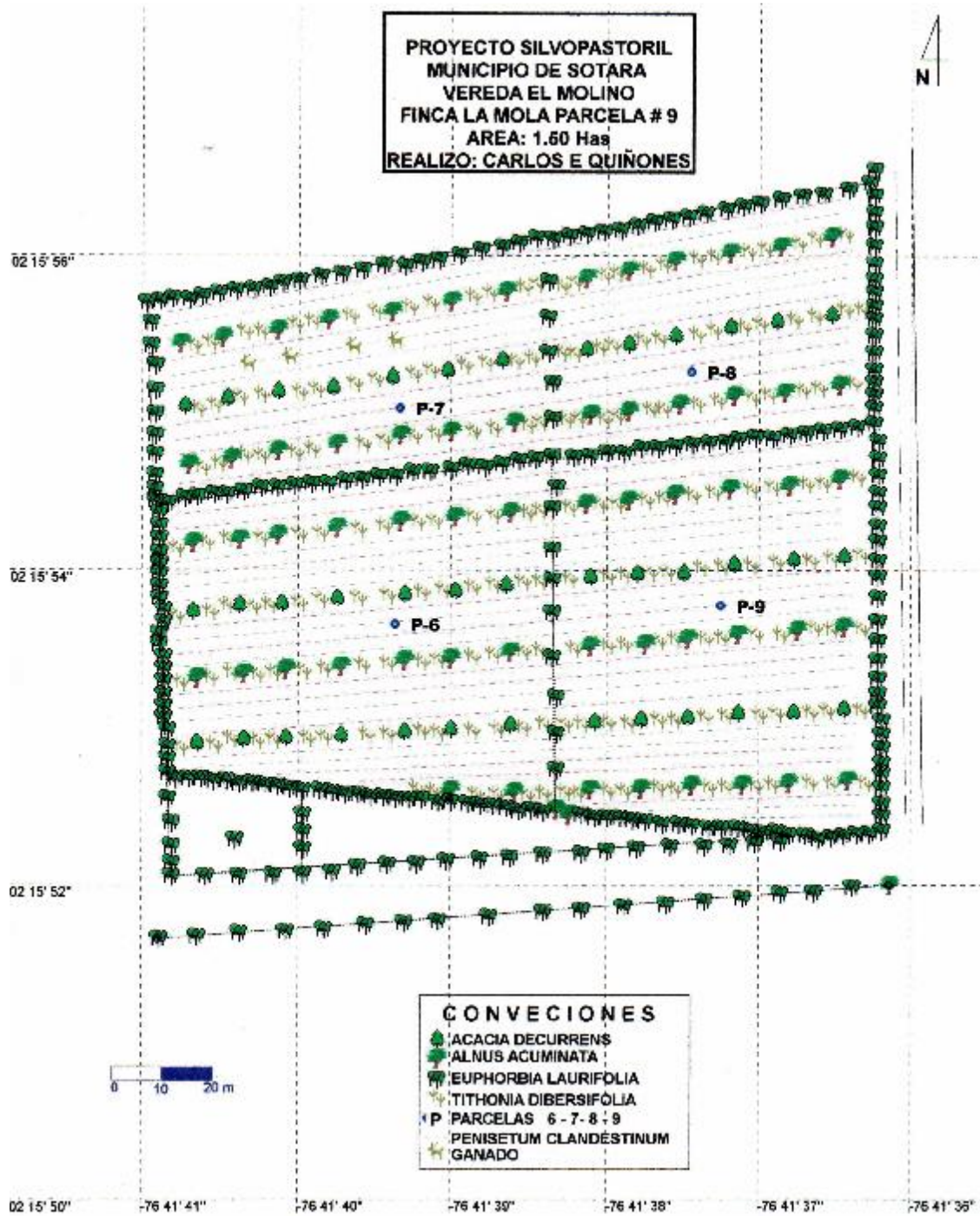


Figura 9 Fuente propia Mapa, diseño del SSP parcela # 9 finca La Mola, potreros 6,7,8,9

En la evaluación previa se observa que las condiciones agroambientales de la parcela # 9, no son las mejores, debido a que el suelo se han degradado por el mal manejo en el pastoreo de ganado, la falta de árboles en los potreros que nos pueden generar sombra, forraje y retención de humedad, de continuar con este manejo inadecuado la actividad ganadera cada día será menos rentable y sostenible; por tal motivo se opta por diseñar un ssp (árboles dispersos en el potrero) donde inicialmente se debe mejorar las condiciones del suelo, acatando las recomendaciones dadas en el análisis de suelo e incorporando en los potreros árboles y arbustivas forrajeras que nos permiten un manejo sostenible de la parcela a largo plazo. En el ssp se eligieron especies arbóreas como el Aliso (*alnus acuminata*), la Acacia (*acacia decurrens*) el Lechero (*euphorbia laurifolia*) que se encuentra como cerca viva, las forrajeras arbustivas como el Botón de Oro (*titonia diversifolia*) el Sauco (*sambucus peruviana*) como variedad opcional, pastos preestablecidos como el kikuyo (*pennisetum clandestinum*) como pasto principal y como pasto secundario la Falsa Poa (*holcus lanatus*) que se encuentra en áreas mínima en la parcela, estas especies son la combinación más adecuada para un ssp a una altura de 2550 metros sobre el nivel del mar sitio donde se diseñó el sistema, el sistema permite que el ganado doble propósito goce de un mejor confort en cuanto a la ingesta de un pasto más fresco, ramoneo directo en forrajeras, sombra regulada, pastoreo rotacional controlado, microclima, lo que mejora en las condiciones del ganado favorece la producción, minimiza costos de producción.

De acuerdo a diferentes tipos de ssp existentes anteriormente mencionados y a factores que se deben tener en cuenta para la elección y diseño de un ssp (árboles dispersos en el potrero), en la parcela # 9 se eligió esta sistema como el que más apropiado para la zona, teniendo en cuenta la interacción que genera la presencia de árboles forrajeros fijadores de nitrógeno,

sombra y arbustivas forrajeras con alto contenido de proteína y ramoneo directo, que en combinación con los pastos proporcionan bienestar animal y por lo tanto mayor rendimiento en el ganado doble propósito existente en la parcela

De una amplia variedad de especies de árboles y arbustos existentes en la zona se eligieron para el diseño del sistema silvopastoril árboles y arbustos forrajeras como:

- Aliso: *Alnus Acuminata*, planta fijadora de nitrógeno, forrajera, maderable, útil como leña y en proyectos de reforestación.
- Acacia: *Acacia Decurrens*. planta fijadora de nitrógeno, forrajera, melífera, maderable, útil para leña y barrera rompevientos
- Lechero: *Euphorbia Luarifolia*: Arbusto o árbol. Plantas algunas veces suculentas, con látex lechoso comúnmente conocido como lechero utilizado como cerca viva.
- Botón de oro: *Thitonia Diversifolia*: planta arbustiva forrajera, medicinal, melífera, útil en bancos de proteínas.
- Sauco: *Sambucus peruviana*: planta arbustiva forrajera, medicinal y útil en cercas vivas y como banco de proteínas.

En cuanto a pasto se conservaron las especies preestablecidas como:

- Kikuyo: *Pennisetum clandestinum*. gramínea perenne de crecimiento rastrero de rápida recuperación después del pastoreo, no tolera mucha sombra.
- Falsa Poa: *Holcus lanatus*. pasto perenne característico de climas fríos especial para ganadería doble propósito. Esta combinación de pastos árboles y arbustos forrajeros fue la más adecuada para el diseño del SSP en la unidad agropecuaria la cual nos generara mayores beneficios económicos, ambientalmente sostenibles.

Se diseñó un sistema silvopastoril acorde a las necesidades de la finca como son la recuperación y conservación del suelo, mejorar las condiciones nutricionales del ganado, regulación de temperatura (micro clima), conservación de humedad, contrarrestar los efectos del cambio climático, todo esto teniendo en cuenta los factores como altura sobre el nivel del mar, topografía del terreno, especies forestales forrajeras elegidas, densidad de siembra, la recuperación y conservación de los pastos preestablecidos, mediante un estudio de suelos realizado que nos permite evaluar las deficiencias nutricionales del suelo y se más certeros en la fertilización y manejo del suelo minimizando costos de producción.

Tabla 3 Resultados Esperados


Resultado/Producto esperado	Indicador	Beneficiario
Reducir efectos ambientales y costos en la producción agropecuaria en la parcela 9 de la Finca la Mola	Reducción de Costos	Medio ambiente-Productor
Diseño de un sistema silvopastoril (SSP)	SSP diseñado	Medio ambiente-Productor
Instalación de un SSP	SSP instalado	Medio ambiente-Productor- Animal
Manejo y seguimiento del SSP	Informe	Estudiante- Productor

a. Análisis de Suelo

A continuación, se presenta el resultado del análisis de suelo plasmado en formato en forma numérica, después de cada valor encontramos una convención en letras con su respectivo significado.




Figura 10 Muestra de Suelo – Finca la Mola Parcela # 9. Fuente propia



Gobernación del Cauca
Secretaría de Agricultura
y Desarrollo Rural

Nombre: CARLOS QUIÑÓNEZ
Finca: EL MOLINO
Tel / Fax:
Vereda: LA MOLA
Municipio: SOTARÁ
Dpto: 10. Cauca

DD MM AA
Fecha entrada : 21 11 2018
Fecha salida : 17 12 2018
Material : Suelo
Tipo de análisis : COMPLETO



PARCELA NUMERO 3

RESULTADOS DEL ANALISIS

N° Muestra	Código Lab.	Prof. (cm)	pH	N-tota	M.O	P	Sat	Al	Al	Ca	Mg	K	Na	Cl	Ce	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Mo	
1	43898	0,2	5,5	0,71	14,29	8,91	6,16	2,60	1,30	0,37	0,30	4,57	0,35	0,49	3,05	4,28	1,78						

CONSULTE AL AGRÓNOMO DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA SELECCIONAR LOS FERTILIZANTES, METODOS Y EPOCAS DE APLICACION

Interpretación de los resultados: A: Control de "abundante" a alta en sus niveles. B: Control de "suficiente" a adecuado. C: Control de "moderado" a adecuado. D: Control de "pobre" a deficiente. E: Valor según la "Escala" que pertenece a...

N° Muestra	Cód. Lab.	Cultivo	TEXTURA:
1	43898	SOSTENIMIENTO DE PASTOS	II Franco Arenoso

EVIDENCIA DE CENIZAS VOLCANICAS: SI

RECOMENDACIÓN

El lote antes de empezar el mejoramiento y sostenimiento del pasto se debe Rastrillar- Rayar, Escarificar, Guadañar o mínimo Sobrepastorear con el propósito de darle a la Enmienda y al Fertilizante un mejor contacto con el suelo. Cumplida alguna de las recomendaciones anteriores, Aplicar e Incorporar Bien al Suelo 300 Kg/Há de Cal Dolomítica + 150 Kgr/Há de Roca Fosfórica o Calfos con el fin de neutralizar el Aluminio presente, mejorar la relación Ca/Mg y Facilitar la disponibilidad de los nutrientes nativos o los Agregados. Esta labor realizarla 30 o 40 días antes de la Fertilización. Cumplido el tiempo después de la Enmienda al suelo Suministrar y en lo posible Incorporar Bien al suelo 480 Kg/Há de Fertilizante 10-30-10 + 60 Kg/ Há de Bórx, Esta mezcla solo realizarla al momento de su Aplicación al suelo. Cada Segundo Corte o Pastoreo Agregar 160 Kgr/Há de Úrea. Para el sostenimiento del pasto durante el año Adicionar dividido en dos o tres Aplicaciones, 310 Kgr/Há de Fertilizante 10-30-10. La forma o Manera de incorporar el Fertilizante al suelo queda a criterio del profesional Asesor.

RECOMENDACIÓN FERTILIZACIÓN

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO

Metodología de Análisis

Residuo total: KCl 1H; H₂O 1H; HCl 1H; H₂SO₄ 1H; H₂O 1H.

P: P₂O₅ II.

Ca, Mg, K, Na: H₂SO₄ 1H; pH 7.

Cu, Fe, Zn, Mn: Doble Ácido.

B: Absorción Alúmina y/o Resorcina.

NOTA: Toda práctica de siembra o Abonamiento ejecutarla en época fresca y suficiente Humedad en el suelo. Esta recomendación puede ser ajustada por el técnico asesor. No hay presencia de Carbonatos de Calcio CaCO₃. Los resultados obtenidos son válidos únicamente para la muestra analizada y la misma fue tomada por personal ajeno al Laboratorio. Consulte con Ing. Agrónomo Asesor.

Carrera 6 calle 22N Obras Públicas Departamentales. Tel: Laboratorio (2)8237893 Telefax SADR (2)8231043
E-mail: lab.sueloscauca@hotmail.com

Vo Bo

Figura 11 Formato resultado análisis de suelos – finca la Mola Parcela # 9 vereda El Molino Sotara Cauca

9.1 Interpretación de Resultados

Fecha de ingreso de muestra: 21-11-2018 y Entrega de resultados: 17-12-2018

Según el resultado del análisis de suelo arroja un ph de 5.4 catalogado como fuerte mente ácido, por lo tanto, se debe corregir este factor para permitir que los nutrientes nativos contenidos en la materia orgánica puedan ser absorbidos por la planta, según la escala el ph optimo debería ser de 6.5, como son suelos de procedencia volcánica por lo general tienen tendencia a ser ácidos. Este suelo con alto contenido de materia orgánica un poco inactiva que se acumula, pero no se descompone.

- El nitrógeno total es alto N-0.71 la cual es un factor a favor.
- El fosforo se encontró que está por debajo de los niveles normales P-8,91 el cual debería estar en 15 partes por millón elemento necesario para una buena división celular en el sistema radicular y foliar elemento que ayuda a un más rápido crecimiento.
- Saturación de Aluminio: AL-6.16 se encontró saturación de este elemento debido al grado de acides, esta saturación debería estar en cero, el cual hay que neutralizarlo.
- Aluminio. N-0.30 neutralizando este elemento que excede su presencia en suelos ácidos.
- Calcio: C-2.60 el cual debería estar en 3.00 lo cual manifiesta una deficiencia
- Magnesio: Mg-1.30 está un poco por debajo de lo normal porque debe estar en una relación de 2 de Calcio por una de Magnesio.

- Potasio: k-0.37 está dentro de los niveles normales, el exceso convierte el tejido vegetal demasiado leñoso para el caso puntual el pasto kikuyo se vuelve duro y el ganado lo consume en menor porcentaje.

- Sodio: Na-0.30 no hay dificultad con este elemento porque lo normal es que este lo más cercano a cero.

- Capacidad de intercambio Catiónico: CICE-4.57 debería estar en 10 lo cual nos da que está por debajo de los niveles normales, que en general nos da como resultado que el suelo tiene una fertilidad de media a baja.

Elementos Menores.

- Boro: B-0.35 está dentro de lo normal, pero se puede subir un poco el porcentaje para obtener un tejido suave en el caso del pasto.

- Cobre. Cu-0.49 debería estar en 1.50, hay deficiencia. Los suelos con alta materia orgánica presentan baja concentración de cobre, elemento que actúa como catalizador y que evita enfermedades fungosas.

- Hierro: Fe-3.05 debería estar en 20 también actúa como agente catalizador

- Manganeso: Mn-4.26 debería estar en 20 también actúa como agente catalizador.

- Zinc: Zn-1.78 debería estar en 3 está por debajo de lo requerido.

- Cobalto: Co. Es tan baja la concentración que los reactivos y el equipo no lo alcanza a detectar.

- Molibdeno: Mo. Baja concentración que no se alcanza a detectar. Con ph por debajo de 5.5 químicamente se enmascara y no se muestra, reemplaza la deficiencia de nitrógeno, pero es un elemento muy costoso para suplir su deficiencia.

b. Características Del Suelo.

Suelo de origen volcánico que no se seca rápidamente porque las partículas de ceniza volcánica tienen la cualidad de retener el doble de su peso en agua, se considera un suelo suelto, liviano poroso, con poca capacidad para retener agua y abonos, muy susceptible a perder su capa vegetal por erosión.

10. RECOMENDACIONES CULTURALES.

En la parcela antes de empezar el mejoramiento o sostenimiento del pasto ya establecido se debe rastrillar, rayar, escarificar, guadañar, mínimo sobrepastorear con el propósito de darle a la enmienda y al fertilizante un mejor contacto con el suelo, cumplida alguna de las recomendaciones anteriores se debe aplicar o incorporar al suelo 300 kg/ha de Cal Dolomítica 150 kg/ha de roca fosfórica o caldos, elementos que nos van a aportar fósforo (P) el cual está en un bajo porcentaje, este elemento necesita entre 80 y 90 días para que el (P) empiece a actuar, estos elementos se aplican con el fin de neutralizar el aluminio presente y así mejorar la relación calcio magnesio y facilitar la absorción de los nutrientes nativos y de los que se van a aplicar, esta labor se debe realizar 30 a 40 días antes de la fertilización.

La fertilización se realizará aplicando 480 kg/ha de 10-30-10 más 60 kg de Bórax mezclados, cada segundo pastoreo agregar 160 kg/ha de Urea. Para el sostenimiento del pasto durante el año adicionar dividiendo en dos o tres aplicaciones 310 kg/ha de fertilizante 10-30-10.

La forma de incorporar la fertilización depende de la pendiente, el clima, además de seguir las recomendaciones del técnico.

Tabla 4 Costos (por hectárea año) para optimizar el suelo de acuerdo a las recomendaciones técnicas

Fertilizante	Cantidad Bultos	Precio/Bulto	Valor/Hect/Año
10-30-10	15.80 De 50 Kgs	\$ 75.000	\$ 1.185.000
Urea	9.60 De 50 Kgs	\$ 65.000	\$ 624.000
Cal Dolomítica	7.50 De 40 Kgs	\$ 10.000	\$ 75.000
Roca Fosfórica	3.00 De 40 Kgs	\$ 18.000	\$ 54.000
		Costo Total	\$ 1.938.000

Descripción del técnico analista del laboratorio de suelos de la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural de la Gobernación del Cauca.

Técnico Analista: Ricardo Bonilla.

11. CONCLUSIONES

- La densidad de siembra, la correcta elección, combinación de especies forestales unas correctas labores culturales en el SSP nos garantizan tasa de crecimiento, diámetro del tallo, ramificaciones bajas, mayor número de ramas, mayor producción de follaje, materia seca y proteína bruta factores que benefician directamente la actividad ganadera uno de los principales objetivos al instalar un ssp
- La incorporación de especies como *Acacia decurrens* y *Alnus Acuminata* a la pradera mejoró sustancialmente la estructura del suelo, manifestada en su menor compactación,

siendo muy benéfico pues mejora la aireación del suelo, son plantas fijadoras de nitrógeno, a su vez son un complemento nutricional a través del ramoneo y están entre las especies más utilizadas en ssp de clima frío.

- En el diseño del sistema silvopastoril (árboles dispersos en potreros) se plantaron especies arbustivas forrajeras que se adaptan a las condiciones climáticas del sitio de establecimiento como: El Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*), Sauco (*Sambucus nigra*), plantas de fácil reproducción, con periodo vegetativo corto, altos contenidos de proteína, y amplio rango de adaptabilidad climática y ramoneo directo.
- Los buenos resultados de un sistema silvopastoril dependen de un buen evaluación, de elegir las especies arbóreas, arbustivas y pasturas adecuadas, de seguir las recomendaciones resultantes del análisis de suelo y cumplir con todas las actividades de mantenimiento y manejo necesarias en el sostenimiento de un sistema silvopastoril a largo plazo.

12. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta las condiciones climáticas de los últimos años que presenta en la región del Macizo Colombiano y específicamente en el municipio de Sotará donde los efectos del cambio climático son evidentes se recomienda realizar las plantaciones cuando se aproxime la época de lluvia para lograr un buen prendimiento y desarrollo de las especies arbóreas y arbustivas forrajeras sembradas

Para la implementación de sistemas silvopastoriles en el trópico alto, se recomienda seleccionar especies arbustivas y arbóreas que sean tolerantes a los cambios de temperatura, heladas, vientos además de tener en cuenta la densidad de siembra para no afectar las pasturas con el exceso de sombra.

Es necesario tener presente los periodos vegetativos de las especies arbustivas y arbóreas, los periodos de recuperación, la cantidad de potreros disponibles para el silvopastoreo y la cantidad de animales por unidad de superficie para no ir a sobre pastorear y degradar el sistema implementado.

Los costos al establecer un ssp siempre tienen la tendencia a incrementarse, al momento de su implementación se debe tener en cuenta no pretender instalar el ssp en toda la finca, hay que recordar que se necesita aislar temporalmente algunos potreros para desarrollar el ssp, el no tener en cuenta lo anterior nos puede llevar a un fracaso en la realización del proyecto silvopastoril.

13. BIBLIOGRAFÍA

Arboleda, D; Tombe, A. Morales, S. y Vivas, N. (2013). *Propuesta para el establecimiento de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero: en sistemas de producción ganadera del Trópico Alto Colombiano*. Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol 11 No. 1 (154 - 163) Enero - junio 2013. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v11n1/v11n1a19.pdf>

Boletinagrario, (2019). *Sistemas + silvopastoriles*. Recuperado de <https://boletinagrario.com/ap-64162.html>

Duran, Y. (2015). *Módulo sistemas agroforestales*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Bogotá. (pág. 115). Recuperado de <https://www.google.com/search?q=m%C3%B3dulo+sistemas+agroforestales.+universidad+nacional+abierta+y+a+distancia+unad.+bogot%C3%A1&ei=T3F5XJmVD-rn5gKz2rioCg&start=10&sa=N&ved=0ahUKEwjZkt6JweHgAhXqs1kKHTMtDqUQ8tMDCHQ&cshid=1551462770246291&biw=1600&bih=757>

Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental. Árboles y cultivos en franjas o callejones. Recuperado de <http://www.fundesyram.info/biblioteca.php?id=244>.

González, J. (2009). *Evaluación de Tres Sistemas Silvopastoriles para la gestión sostenible de los recursos naturales de la microcuenca del río Chimborazo*. [Trabajo presentado como tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo]. Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Riobamba Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/955/1/P-SENESCYT-0025.pdf>
<http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/955/1/P-SENESCYT-0025.pdf>

Guayara, A. Gamboa, J. & Velásquez, J. (2009). *Ganadería Silvopastoril en la Amazonia Colombiana*. Universidad de la Amazonia. Puerto Asis Putumayo. (pág. 8-138). Recuperado de <https://www.contextoganadero.com/regiones/sistemas-silvopastoriles-en-amazonas-una-alternativa-sostenible-del-uso-de-la-tierra>

Gutiérrez, camilo. (2017). Diseño de sistemas silvopastoriles. Recuperado de <http://jairoserano.com/2017/01/disenio-de-sistemas-silvopastoriles/>

Jiménez, F. Muschier, R. y Kopsell, E. (2001). *Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales*. Turrialba Costa Rica, Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza CATIE. (pág. 64). Recuperado de <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/2202>

López-Vigoa, Onel, Sánchez-Santana, Tania, Iglesias-Gómez, Jesús Manuel, Lamela-López, Luis, Soca-Pérez, Mildrey, Arece-García, Javier, & Milera-Rodríguez, Milagros de la Caridad. (2017). *Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical*. *Pastos y Forrajes*, 40(2), 83-95. Recuperado en 01 de marzo de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864.

Mahecha, Liliana. (2003). Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, ISSN-e 0120-0690, Vol. 16, N°. 1, 2003, págs. 11-18. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/45117789_Importancia_de_los_sistemas_silvopastoriles_y_principales_limitantes_para_su_implementacion_en_la_ganaderia_colombiana

Murgueitio E., Cuartas C. y J. Naranjo (eds). 2008. *Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo*. Fundación CIPAV. Cali, Colombia. 490p. Recuperado de <http://www.cipav.org.co/pdf/noticias/PaginasSSPCIPAV.pdf>

Navas, A. (2010). Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. Revista de Medicina Veterinaria N.º 19 / Enero - junio 2010 Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n19/n19a10.pdf>

Ríos, I. (2017). ¿Qué es un Sistema Silvopastoril? Recuperado de <https://es.scribd.com/document/356577241/Introduccion-a-Los-Sistemas-Silvopastoriles>

14. ANEXOS

Características de especies utilizadas, en su orden pastos, arbustos y árboles (forrajeras)

Tabla 5 Taxonomía y condiciones agroecológicas del pasto Falsa Poa y kikuyo

Pasto	Taxonomía	Condiciones Agroecológicas
Falsa poa: <i>Holcus Lanatus</i>	Reino: Plantae Familia: Poaceae Género: <i>Holcus</i> Especie: <i>H lanatus</i>	Origen África, Planta perenne, gramínea forrajera se desarrolla en alturas promedio entre 1350 a 3100 msnm, resistente a las sequías, con precipitaciones mínimo de 750 mm/año, requiere suelos fértiles con buen drenaje, con periodos de recuperación para pastoreo entre 35 y 45 días (Conabio, 2009)
Kukuyo: <i>Alnus Acuminata</i>	Reino: Plantae Familia: Poaceae Género: <i>Pennisetum</i> Esp: <i>P clandestinum</i>	Origen Europa, Planta perenne, se desarrolla en alturas promedio entre 1600 a 3000 msnm con suelos de ph de 4.5 a 7.5 suelos franco arcillosos tolera la humedad, temperatura optima entre 10° a 18 ° y precipitaciones de 800 a 2500 mm/año, edad de primer corte 120 días, ciclos de pastoreo entre 30 a 45 días. (Martínez M 1979)

Tabla 6 Taxonomía y condiciones agroecológicas del Botón de Oro y el Sauco.

Arbustivas	Taxonomía	Condiciones Agroecológicas
Botón de oro: <i>Tithonia Diversifolia</i>	Reino: Plantae Familia: Compositae Género: <i>Tithonia</i> Especie <i>Diversifolia</i> Clase: Dicotiledoneae	Planta herbácea arbustiva, reproducción sexual y asexual, con altura de 2.5 a 4 metros se adapta hasta los 2500 msnm con precipitaciones promedio de 800 a 5000 mm/año, contenido de proteína de 25% útil en ssp para ramoneo con periodos de recuperación entre 60 y 90 días. ((Martínez M 1979. Catálogo de nombre científicos y vulgares).

Sauco o tilo: Sambucus_Nigra	Reino: Plantae Familia: Adoxaceae Género: Sambucus Especie: S Nigra L Orden: Dispales	Origen Europa arbusto caducifolio perenne, de 4 a 6 metros de altura reproducción sexual y asexual, útil en ssp para ramoneo en el trópico alto, en banco de proteínas y cercas vivas, altura promedio entre 1000 y 3000 msnm, rango de precipitación entre 2000 y 4000 msnm, periodo de recuperación entre 70 y 90 días. (Conabio.2009)
---------------------------------	---	--

Tabla 7 Taxonomía y condiciones agroecológicas del Acacia Decurrens y el Aliso

Arboles forrajeros	Taxonomía	Condiciones Agroecológicas
Acacia: Acacia Decurrens	Reino: Plantae Familia: Fabaceae Género: Acacia Especie: Decurrens Clase: Magnoliopsida Orden Fabales	Origen Australia, útil en ssp de clima frío, adaptado a alturas entre 2000 y 2000 msnm, con T° promedio de 12° a 20° c Precipitación anual entre 500 y 3500 mm/año Requiere suelos arenoso-arcillosos con ph ácido, fijadora de nitrógeno, resistente a la sequía, se reproduce por semillas (Benavides), Gonzales y Cruz 2004)
Aliso: Alnus Acuminata	Reino: Plantea Familia: Betulácea Género: Alnus Especie: Acuminata Orden: Fagales	Árbol caducifolio, Origen Centro y Suramérica útil en el manejo de ssp del trópico alto, altura optima entre 2000 y 3000 m, temperatura de 4° a 18°, requiere ph promedio de 4.5 a 6.0, suelos húmedos de origen volcánico, precipitaciones entre 1000 y 3000 mm/año, árbol forrajero que alcanza una altura hasta de 30 metros (Sánchez M 1998 –SSP – CIPAV FAO)