Establecimiento de sistemas silvopastoriles conformados por *Alnus acuminata*, *Sambucus nigra* y linderos con especies nativas en praderas de *Lolium perenne*

Iván Felipe Flórez Caicedo

Asesor

Diego Rosendo Chamorro Viveros

Zootecnista MSc, PhD (e)

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Agronomía

2023

Resumen

El objeto de este proyecto fue implementar un sistema silvopastoril multiestrato (SSPM) en la finca California ubicada en la vereda Bellavista, zona rural del corregimiento de Catambuco (Pasto, Nariño), con la participación y cooperación de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD y la red de fincas silvopastoriles de Nariño - Red SilvoPAZ; Para ello, se planeó la siembra tecnificada de material vegetal en seis hectáreas, en tres de las cuales se estableció el SSPM, conformado en el estrato arbóreo por Aliso *Alnus acuminata* H.B.K, 200 árboles sembrados a una distancia entre árbol de 4.5 m; el estrato arbustivo forrajero conformado por Saúco *Sambucus nigra* L, propagados de manera asexual por estacas, 800 ejemplares sembrados a doble surco a una distancia de 1 m entre arbustos; adicionalmente, se realizó un enriquecimiento con plántulas de cinco especies nativas, entre ellas, Pelotillo *Viburnum triphyllum* B.; Pandala *Prunus huantensis Pilg*; Pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis* Seem; Quillotocto *Tecoma stans* y Laurel *Ocotea heterochroma*, separadas a 1 m de distancia en 700 ejemplares; y en las tres hectáreas restantes, las praderas de Ray Grass *Lolium perenne*. El resultado de la ejecución del proyecto contribuyó a la transición inicial de un sistema de ganadería de leche convencional a un modelo de ganadería sostenible con eje silvopastoril y servirá como un espacio de extensión, capacitación e investigación que permitirá socializar los beneficios económicos, sociales, productivos y ambientales.

Palabras clave: Ganadería sostenible, transición, multiestrato, especies, Nariño.

Abstract

The purpose of this project was to implement a multi-layered silvopastoral system (SSPM) in the California farm located in the Bellavista village, rural area of Catambuco (Pasto, Nariño), with the participation and cooperation of the Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD and the network of silvopastoral farms of Nariño - Red SilvoPAZ, to which the Impulso Verde Foundation belongs; For this purpose, the technical planting of plant material was planned in six hectares, in three of which the SSPM was established, formed in the arboreal stratum by Aliso *Alnus acuminata* H.B.K, 200 trees planted at a distance of 4.5 m between trees. 5 m; the forage shrub layer consisted of Saúco *Sambucus nigra L*., asexually propagated by cuttings, 800 specimens planted in double furrows at a distance of 1 m between bushes. In addition, enrichment was carried out with seedlings of five native species, including Pelotillo *Viburnum triphyllum* B; Pandala *Prunus huantensis* Pilg; Pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis*; Quillotocto *Tecoma stans* and Laurel *Ocotea heterochroma*, separated by 700 specimens at a distance of 1 m; and in the remaining three hectares, Ray Grass *Lolium perenne* grasslands. The result of the project implementation contributed to the initial transition from a conventional dairy cattle raising system to a sustainable cattle raising model with a silvopastoral axis and will serve as a space for extension, training and research that will allow the socialization of economic, social, productive and environmental benefits.

Keywords: Sustainable livestock, transition, multi-stratum, species, Nariño.

Tabla de contenido

Introducción 10

Justificación 14

Objetivos 17

Objetivo General 17

Objetivos Específicos 17

Planteamiento del Problema 18

Revisión de Literatura 23

Principales Especies. 26

Aliso *Alnus Acuminata H.B.K.* 26

Saúco *Sambucus Nigra L.* 34

Especies Leñosas Nativas Complementarias SSP 44

Importancia de las Especias Nativas en Procesos de Restauración 44

Pelotillo *Viburnum Triphyllum Benth* 48

Pandala *Prunus Huantensis Pilg* 53

Pumamaqui *Oreopanax Ecuadorensis* Seem 57

Quillotocto *Tecoma Stans L.* Juss ex Kunth 62

Laurel *Ocotea Heterochroma* Mez & Sodiro 68

Materiales y Métodos 73

Localización y Oferta Ambiental. 73

Número de Animales y Manejo de Praderas 76

Áreas de la Finca California 77

Manejo del Área a Intervenir 77

Análisis de Suelos 81

Diagrama de Flujo Proyecto Aplicado 85

Resultados 86

Planeación Agronómica de la Siembra Tecnificada de Material Vegetal 86

Establecimiento del Sistema Silvopastoril 89

Costos 92

Origen Material Vegetal 101

Generación de escenarios de extensión, capacitación e investigación en SSPM 107

Conclusiones 108

Recomendaciones 110

Referencias Bibliográficas 112

Apéndices 132

Lista de Tablas

Tabla 1 *Características Aliso Alnus acuminata H.B.K* 31

Tabla 2 *Características Saúco Sambucus nigra L.* 41

Tabla 3 *Características Pelotillo Viburnum triphyllum Benth* 52

Tabla 4 *Taxonomía Pandala Prunus huantensis Pilg* 56

Tabla 5 *Taxonomía Pumamaqui Oreopanax ecuadorensis Seem* 60

Tabla 6 *Características Quillotocto Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth* 66

Tabla 7 *Características Laurel Ocotea heterochroma Mez & Sodiro* 71

Tabla 8 *Cálculo de indicadores agrozootécnicos finca California* 76

Tabla 9 *Cronograma de actividades* 90

Tabla 10 *Modelación de establecimiento* 92

Tabla 11 *Inversión Material Vegetal para el Establecimiento de SSP* 92

Tabla 12 *Inversión de labores culturales y herramienta agrícola* 93

Tabla 13 *Datos técnicos ahoyador líder* 94

Tabla 14 *Costos de establecimiento de SSPM con cercamiento* 96

Tabla 15 *Costos aproximados por árbol sembrado de Alnus acuminata* 96

Tabla 16 *Costos por planta sembrada en SSPM de especies nativas* 97

Tabla 17 *Costos de siembra de Sambucus nigra* 98

Tabla 18 *Costos sin compra de material vegetal* 99

Tabla 19 *Resumen costos aproximados por árbol y arbusto sembrado* 99

Tabla 20 *Participación de cada factor en los costos* 100

Lista de Figuras

Figura 1 *Árbol Aliso Alnus acuminata H.B.K.* 26

Figura 2 *Hojas de Alnus acuminata H.B.K* 28

Figura 3 *Frutos Femenino (Estróbilo leñoso) de Alnus Acuminata H.B.K* 30

Figura 4 F*lores Masculinas (Amento) de Alnus Acuminata H* 30

Figura 5 *Saúco Sambucus nigra L.* 35

Figura 6 *Hojas de Saúco Sambucus nigra L.* 36

Figura 7 *Flores de Saúco Sambucus nigra L.* 40

Figura 8 *Frutos de Saúco Sambucus nigra L.* 40

Figura 9 *Viburnum triphyllum Benth* 48

Figura 10 *Hojas de Viburnum triphyllum Benth* 50

Figura 11 *Flores de Viburnum triphyllum Benth* 51

Figura 12 *Frutos de Viburnum triphyllum Benth* 51

Figura 13 *Prunus huantensis Plig* 53

Figura 14 *Hojas de Prunus huantensis Plig* 54

Figura 15 *Fruto de Prunus huantensis Plig* 55

Figura 16 *Orepanax ecuadorensis Seem* 57

Figura 17 *Hojas de Orepanax ecuadorensis Seem* 58

Figura 18 *Flores de Orepanax ecuadorensis Seem* 59

Figura 19 *Fruto de Orepanax ecuadorensis Seem* 60

Figura 20 *Tecoma stans (L.) Juss ex Kunth* 62

Figura 21 *Hojas Tecoma stans (L.) Kunth* 63

Figura 22 *Flores Tecoma stans (L.) Kunth* 64

Figura 23 *Frutos Tecoma stans (L.) Kunth* 65

Figura 24 *Ocotea heterochroma Mez & Sodiro* 68

Figura 25 *Hojas de Ocotea heterochroma* Mez & Sodiro 69

Figura 26 *Flores de Ocotea heterochroma Mez & Sodiro* 70

Figura 27 *Frutos de Ocotea heterochroma Mez & Sodiro* 70

Figura 28 *Precipitación finca California (mm)* 73

Figura 29 *Temperatura media mensual finca California (°C)* 74

Figura 30 *Radiación solar Pasto* 75

Figura 31 *Finca Ganadera California* 78

Figura 32 *Lotes disponibles para el manejo y mejoramiento del predio California* 78

Figura 33 *Esquema establecimiento SSP* 80

Figura 34 *Esquema establecimiento de sistemas silvopastoriles* 85

Figura 35 *Establecimiento inicial del sistema silvopastoril multiestrato* 86

Figura 36 *Diagrama de siembra* 91

Figura 38 *Ahoyador agrícola* 94

Figura 39 *Vivero y camas de germinación* 101

Figura 40 *Logística de transporte materia vegetal de Alnus acuminata* 102

Figura 41 *Arboles semilla de Sambucus nigra* 103

Figura 42 *Semilla asexual -estacas de Saúco Sambucus nigra* 103

Figura 43 *Manejo inicial de SSPM sin sacar los bovinos de las praderas* 104

Figura 44 *SSPM establecido con Alnus acuminata y Sambucus nigra* 105

Figura 45 *SSPM establecido con Alnus acuminata y Sambucus nigra* 106

Figura 46 *SSPM o con Alnus acuminata y Sambucus nigra articulado a otros cultivos* 106

Lista de Apéndices

Apéndice A. *Información análisis de suelo* 132

Apéndice B. *Resultado análisis de suelo* 133

Apéndice C. *Recomendaciones análisis de suelos* 134

Apéndice D. *Praderas actuales finca California* 135

Apéndice E. *SSP establecido y protegido* 136

Apéndice F. *Estacas de Saúco sembradas y ganado presente* 137

Apéndice G. *Manejo inicial con presencia de ganado* 138

Apéndice H. *Evidencia de participación establecimiento SSP* 139

Apéndice I. *SSP establecido y protegido* 140

Apéndice J. *SSP no afecta la siembra de cultivares* 141

Apéndice K .*Estacas de Saúco sin afectar cultivo de papa* 142

Introducción

En Colombia, la ganadería representa una actividad productiva de gran importancia para el crecimiento económico al igual que en el departamento de Nariño, donde grandes extensiones de tierra son dedicadas a la actividad pecuaria Escobar et al., (2019). Y generalmente se desarrolla de manera convencional generando tala de bosques y vegetación a la vez que afecta los recursos hídricos, esto ha sido la principal problemática ambiental que ha dado lugar a la incorporación de sistemas silvopastoriles multiestrato (SSPM) para orientar la ganadería hacia una producción sostenible.

Los sistemas silvopastoriles multiestratos (SSPM) son una agrupación intencional de árboles, arbustos forrajeros, gramíneas, leguminosas herbáceas, que conforman normalmente tres extractos arbóreos, arbustivos y herbáceos, este extracto puede estar conformado por gramíneas nativas, naturalizadas o especies genéticamente modificadas como los raigrases *Lolium multiflorum*, *Lolium anual*, y *Lolium perenne*, en asociación con *Trifolium repens* o *Trifolium pratense*. Los SSPM vienen creciendo en tendencia a nivel mundial y hace algunos años se fortalecieron en Colombia gracias a algunas políticas agropecuarias, con el fin de aportar desde los SSPM a una verdadera reconversión de la ganadería convencional a una ganadería sostenible, donde prime la producción y la sostenibilidad, donde el eje fundamental sea la edafología, aplicando integralmente prácticas de manejo y conservación de suelos, que le de soporte al SSPM, y se refleje en mayor producción y calidad nutricional de la oferta forrajera, mayor producción zootécnica y bienestar humano, con conservación de la biodiversidad y cuidado de los recursos naturales.

En consecuencia, se desarrolló este proyecto que se encuentra conformado por las siguientes secciones, planteamiento del problema de investigación; revisión de la literatura que

involucra la descripción de las especies principales , las especies leñosas y nativas complementarias para la conformación del SSPM; materiales y métodos donde se detalla la localización y oferta ambiental, el número de animales y manejo de praderas, el análisis de suelos y el diagrama del proyecto aplicado; resultados donde se menciona el proceso de planeación agronómica de la siembra tecnificada de material vegetal, el establecimiento del sistema silvopastoril y la generación de escenarios de extensión, capacitación e investigación en SSPM, lo cual representa el desarrollo de los objetivos del proyecto, y finalmente, las conclusiones y recomendaciones.

En este orden de ideas, la finca California de propiedad del zootecnista Carlos Tapia ubicada en el departamento de Nariño, municipio de Pasto, corregimiento de Catambuco, Vereda Bellavista, fue parte fundamental para el desarrollo de este proyecto en la implementación del SSPM, dicha finca cuenta con las siguientes coordenadas de acuerdo con Google Earth soportadas por GPS 1º08`35.88``N – 77º15`51.06``W y presenta una altitud de 3200 m.s.n.m. La temperatura mínima anual es de 11,6°C la temperatura máxima es de 13,8°C, con una media anual de 12,6°C., según el intervalo de1991 hasta el 2022 presenta una precipitación promedio anual de 955 mm, con presencia de un régimen bimodal marzo a mayo y de octubre a noviembre (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2022).

Por lo tanto, se implementaron sistemas silvopastoriles aplicando todos los conceptos técnicos agronómicos para el establecimiento de praderas y cultivos que estén de acuerdo con las condiciones agro-climatológicas del predio y que puedan servir como modelo para evidenciar las ventajas de los SSPM.

Como resultado la finca California se convirtió en una finca piloto de la red de fincas silvopastoriles de Nariño Red SilvoPAZ en la implementación de sistema silvopastoriles

multiestratos y es un escenario para la realización de giras silvopastoriles donde los ganaderos que visiten el predio se lleven la información *in situ*, para fomentar la reconversión de la ganadería con la implementación de estos SSPM y esto genera una mayor posibilidad de dejar un legado para las próximas generaciones y entre otras disminuir la huella de carbono. Además, los ganaderos en las giras y visitas observarán los beneficios de implementar en sus fincas los SSPM asociado con el aumento de la producción y calidad de la biomasa forrajera, seguido de la mayor disponibilidad de follaje de las especies arbustivas, las cuales incrementarán el paso de nutrientes, permitiendo a las vacas mayor producción de leche, asociada a una mejor nutrición, disminuyendo así la compra de concentrados y suplementos.

El área de influencia directa del trabajo se encuentra por encima de los 2600 m.s.n.m. Donde se presentan variaciones contrastantes de temperatura y, especialmente en las horas de la madrugada con temperaturas muy bajas y, en algunos meses presencia de heladas afectando la disponibilidad y calidad de forraje. Además, con el establecimiento del SSPM se genera un microclima modificando la temperatura ambiental en la que el animal mantiene su temperatura corporal constante sin necesidad de ajustes fisiológicos o de manejo y en la cual el ganado se siente confortable y produce de manera óptima. Evitando perdidas de energía de los bovinos en el proceso de termorregulación, y así favoreciendo el flujo de nutrientes para la producción de leche (Chamorro & Novoa 2020).

La finca California ubicada a una altura a 3200 metros sobre el nivel del mar, pertenece al Bosque Húmedo-Montano (bh-M) topografía montañosa a escarpada, con una alta humedad y bajas temperaturas por lo tanto se requiriere en esta zona de vida, abrigar las praderas, y así evitar enfermedades como neumonías y protección de las praderas de las heladas. Adicionalmente, el recurso vital más importante de esta zona es el agua, por lo tanto, los SSPM

se convierten en una estrategia vital para protección y conservación de recursos naturales que además valorizan los predios.

En conclusión, este proyecto permite apoyar una de las estrategias de la hoja de ruta de la red de Fincas silvopastoriles de Nariño Red SilvoPAZ liderada por la UNAD CCAV Pasto, la cual es apoyar la reconversión de la ganadería convencional a modelos sostenible, socializando *in situ* resultados de investigaciones en sistemas silvopastoriles del grupo de investigación agroforestería y biodiversidad tropical, generados hace más de 20 años en Nariño y fortalecer capacidades integradas a la investigación socioeconómica y generar espacios de trabajo interdisciplinares e interinstitucionales.

Justificación

La ganadería sostenible basada en sistemas silvopastoriles es una de la mejores opciones tecnológico-científicas para aumentar la eficiencia productiva y ambiental de los sistemas de ganaderos productores de leche, reflejados en el rendimiento y calidad de forraje, y una mayor producción de leche, procesos asociados con las buenas prácticas de establecimiento y manejo de los SSPM.

Con los SSPM se obtiene una mayor productividad por área sin impacto ambiental, en suelos, fuentes hídricas y biodiversidad, impactos que se vienen generando con los sistemas de Ganadería de leche tradicional, de tal manera que es de vital importancia, que los conocimientos Agrozootécnicos se apliquen y contribuyan a uso más eficiente del suelo, agua, biomasa forrajera y el componente de bienestar animal , el modelo de SSPM generados por la UNAD y la Red SilvoPAZ favores a la socialización a los productores estableciendo estos proyectos de desarrollo tecnológico en los municipios.

Generando así espacios de extensión, capacitación e investigación, donde se evidencien los beneficios en los sistemas de producción de leche estableciendo sistemas Silvopastoriles con el Modelo de la UNAD - CCAV Pasto, conformados por Aliso *Alnus acuminata* + Saúco *Sambucus nigra* en praderas de Raygrass *Lolium sp*. Cercas vivas y linderos con especies nativas Pelotillo *Viburnum sp* + Pandala *Prunus huantensis P*ilg + Pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis* Quillotocto *Tecoma stans* y Laurel *Ocotea heterochroma*.

La especie Arborea *Alnus acuminata* necesaria es el recurso estructural del SSPM modelo UNAD para la fijación biológica del nitrógeno, proceso basado en la simbiosis con *Frankia*. Desde la Red SilvoPaz se viene capacitando a los viveros agroforestales en Nariño en la producción del inoculante para asegurar esta simbiosis, que se evidencia con la generación de

nódulos en el sistema radicular de las plántulas y los cuales se pueden observar en el momento de la siembra.

El inoculo microbial generado artesanalmente garantiza la simbiosis Aliso - *Frankia*, se la cual se realiza aplicando el inoculo en el germinador y/o en las plántulas. Las ventajas de la Inoculación con *Frankia* están asociadas al mejoramiento de la germinación y uniformidad de las semillas del aliso, acelera el crecimiento de las plantas aportándole nutrientes especialmente nitrógeno; mantiene las plantas vigorosas ante los ataques de plagas y enfermedades; Los alisos inoculados son capaces de fijar nitrógeno en SSPM de aprox. 700 kg /ha/año; disminuyendo los costos por fertilizantes nitrogenados (Rey & Chamorro, 2009); Rey et al., (2014).

Este proyecto aplicado se formula como una estrategia de visibilizar los resultados de investigación científica, generados en los SSPM por el grupo de investigación Agroforestería y Biodiversidad Tropical COL0081236 donde el eje del componente leñoso arbóreo es el aliso *Alnus acuminata*, capaz de realizar un proceso eficiente de fijación de nitrógeno atmosférico mediante el actinomiceto del género *Frankia*, además de retención de humedad, aporte de hojarasca y una sombra difusa que estimula el crecimiento de las gramíneas (Chamorro & Rey 2008).

Por tanto, este componente arbóreo beneficia a todo el sistema aportando nutrientes, reteniendo humedad y creando así un ambiente favorable que les permite a las gramíneas acompañantes del SSPM expresar una mejor respuesta, especialmente asociado con un incremento en la producción y calidad del forraje, que repercute directamente con la producción y calidad de leche (Chamorro & Rey, 2008).

(Chamorro & Rey, 2008). Demostraron que el SSPM con *Alnus* aumenta entre un 100 al 200% la capacidad de carga, entre 13 % - 25 % la producción de leche, efectos asociados al

incremento en la población de la población de la comunidad microbial edáfica, especialmente de hongos, bacterias y micorrizas de 17.3%, 37.6% y 35.29%. Comunidades microbiales que le dan son el soporte del SSPM, permitiendo un mayor y continuo flujo de nutrientes a plantas forrajeras y leñosas, repercutiendo así en una mayor producción y calidad nutricional de la oferta de biomasa forrajera y en efectos directos en la capacidad de carga, bienestar animal y su respuesta en producción de leche.

Frente a la problemática de los sistemas convencionales de producción de leche, se justifica tanto por aspectos económicos, ambientales y socioculturales, la reconversión del sistema actual de producción de leche, hacia sistemas SSP diversificados, multiestratos, multiespecies ambientalmente sostenibles y económicamente rentables.

Objetivos

Objetivo General

Establecer un sistema silvopastoril conformado por *Alnus acuminata*, *Sambucus nigra* y linderos con especies nativas en praderas de *Lolium perenne*.

Objetivos Específicos

Planear mediante conocimientos Agronómicos la siembra tecnificada del material vegetal herbáceo, arbustivo y arbóreo que conformaran los SSPM.

Gestionar la adquisición del material leñoso seleccionado por oferta ambiental y aplicar las enmiendas y fertilizantes según análisis de suelos.

Establecer la transición inicial de un sistema de Ganadería de leche convencional a una Ganadería Sostenible con eje Silvopastoril.

Generar escenarios de extensión, capacitación e investigación en SSPM.

Planteamiento del Problema

La escasa planeación de procesos de siembra tecnificada de material vegetal herbáceo, arbustivo y arbóreo en las fincas dedicadas a la actividad pecuaria, el desconocimiento en temas agronómicos, la baja oferta ambiental de material leñoso y la resistencia al cambio, frente a la conversión de un sistema de ganadería convencional a un modelo de ganadería sostenible con eje silvopastoril, temática que se trató en el IV Foro Regional de Ganadería Sostenible. Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN, 2017). Exponiendo las principales problemáticas que se abordarán en el presente proyecto, considerando que la principal causa es el desconocimiento de los beneficios de un sistema silvopastoril multiestrato, y las principales consecuencias son los efectos negativos ocasionados por el sistema tradicional en el medio ambiente como, "erosión de los suelos, deforestación, contaminación del recurso hídrico y la generación de gases de efecto invernadero" (Gallo & Sanabria, 2019, p. 377). Además del bajo bienestar en los animales y la baja productividad en la actividad ganadera.

Por consiguiente, la implementación de los sistemas silvopastoriles multiestrato (SSPM) en los predios ganaderos del departamento de Nariño registrados ante el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA según el Censo Nacional Pecuario. Nariño cuenta con 430. 642 bovinos distribuidos en 47076 predios (ICA, 2022). Son una alternativa de restauración ecológica, protección de la biodiversidad, refugio a las aves, además de proteger las fuentes hídricas, lo cual representa la principal problemática ambiental que se busca mitigar mediante el desarrollo del presente proyecto, contribuyendo a un verdadero paisaje ganadero biodiverso y sostenible.

Debido a que los SSPM han demostrado ser los sistemas más resilientes al cambio climático, y es la estrategia técnico-científica más importante para que los sistemas ganaderos se adapten y mitiguen el cambio climático, principalmente a los dos fenómenos más contrastantes

de la variabilidad climática el exceso de lluvias o las sequías extremas, el fenómeno de la niña y el fenómeno del niño respectivamente, que son las principales causas naturales que afectan la actividad pecuaria.

En este sentido, la ganadería convencional es totalmente vulnerable a esta variabilidad climática y la única opción de lograr la resiliencia, es dando el paso a la reconversión hacia una verdadera ganadería sostenible basada en árboles y arbustos conformando los sistemas silvopastoriles multiestratos, esto teniendo en cuenta que los efectos de los SSPM sobre la biodiversidad se manifiestan en un incremento del número de especies de grupos como aves, insectos y especies herbáceas, y por su parte, los corredores biológicos y cercas vivas contribuyen a generar conectividad favoreciendo la conservación de la biodiversidad local.

Adicionalmente, los SSPM, han demostrado que permiten contribuir con la reducción de las emisiones de gas de efecto invernadero (GEI) que se convierten en una consecuencia de la ganadería convencional, ya que se captura carbono en las raíces y, dada la mejor oferta de forraje han demostrado reducir las emisiones de metano y óxido nitroso por una mejora de la nutrición de los bovinos y una reducción del uso de fertilizantes respectivamente.

Por otra parte, los SSPM por su mayor eficiencia productiva, asociada a mayores relaciones positivas entre los componentes edáficos, herbáceos, arbustivos, y arbóreos, permiten lograr mayores indicadores zootécnicos, y mayor bienestar animal, convirtiéndose en la única opción integral de protección de bosques y páramos, logrando frenar la expansión de la frontera agrícola, permitiendo obtener sistemas productivos que permiten conservar ecosistemas estratégicos.

Según (Acero & Cortes, 2014). La utilización de las especies nativas por intermedio de la restauración ecológica, es una eficiente estrategia para la recuperación de la cobertura del

suelo y del bosque. La implementación de especies nativas en ecosistemas degradados, logran la formación posterior de un dosel arbóreo, así como a la creación de micrositios favorables para el establecimiento de especies tolerantes a la sombra, a la producción y acumulación de biomasa aérea y al recambio de nutrientes entre el suelo y la vegetación.

Dado que el impacto ambiental de los sistemas ganaderos tradicionales fluctúa entre el desgaste absoluto e irreversible de los suelos. En las actividades pecuarias basadas en pastoreo se generan otros impactos ambientales negativos como la erosión y compactación del suelo; la uniformidad y erosión genética al privilegiarse el monocultivo de gramíneas mediante quemas estacionales, y eliminación de la sucesión vegetal por medios químicos (herbicidas) o físicos; la desecación de humedales, la demanda creciente de madera para cercos, corrales de manejo; la contaminación del agua y el suelo por fertilizantes sintéticos y plaguicidas, así como las emisiones de gases producidas por la quema de combustibles en el transporte terrestre y fluvial de animales vivos o sus productos (Murgueitio, 2003).

La zona Andina Colombiana y principalmente en laderas y páramos, se presenta un deterioro ambiental severo, asociado principalmente a factores culturales, prácticas tradicionales de uso de la tierra, asociados con el mal manejo de suelos, ausencia de técnicas para controlar erosión, perdida de la cobertura vegetal, con quemas y deforestación, incorrecto manejo de praderas (pastoreo extensivo), actividades de monocultivo y sistemas extractivos de producción agropecuaria en zonas no aptas para estas actividades (Chamorro & Rey,2008).

Según diagnóstico del instituto Humboldt (Sarmiento & col, 2013). El Departamento de Nariño cuenta en 18 municipios que tienen áreas de Páramo, con un área total departamental de 211.158 ha. Estos ecosistemas vitales y estratégicos están siendo afectados permanentemente y,

uno de los principales actores en su deterioro son los ganaderos, cultivadores de papa y cultivos ilícitos (Red SilvoPAZ, 2022).

El municipio de Pasto cuenta teóricamente con 44.939 ha de páramo en el complejo La Cocha-Patascoy. Actualmente, según estudios de la Red SilvoPAZ estos páramos están amenazados por 1515 predios agropecuarios colindantes al páramo. Por lo tanto, para abordar esta problemática desde la Extensión agropecuaria integral, es necesario generar estrategias interdisciplinaria con enfoque económico, productivo, social y ambiental, y apoyar así una verdadera reconversión de la ganadería a modelos sostenibles basados en los SSP, generando sistemas de producción de leche de bajo impacto mencionados la Resolución 1294, sistemas basados en sistemas silvopastoriles que en Nariño se tienen ejercicios eficientes de hace más de 20 años (Chamorro & Aranzazu,2022).

En Nariño, los problemas asociados con la no planificación del territorio en la zona Andina, alrededor del agua y de los ecosistemas estratégicos; a favorecido a el incremento en la deforestación y el conflicto del uso de suelos, como resultado se viene generando un deterioro permanente de los tres complejos de páramo. La UNAD y la Red SilvoPAZ, apoyan a la normatividad nacional como la Resolución 1294 “Ley de Páramos” y la Ley 2169 “Ley de acción climática” que impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono en neutralidad, resiliencia climática y los SSPM son el eje de un verdadero cambio (Red SilvoPAZ ,2022).

La Red SilvoPAZ apoya la Ley 2173 por medio de la cual se promueve la restauración ecológica a través de la siembra de árboles y creación de bosques en el territorio nacional, estimulando la conciencia ambiental. Además, vienen consolidando en Nariño la Resolución 000126 del 2022, cuyo principal objetivo es implementar la Política de Ganadería Bovina

Sostenible- GBS 2022-2050, que busca disminuir los efectos negativos que genera la ganadería bovina extensiva para el medio ambiente, como lo son la deforestación y la emisión de gases de efecto invernadero (Chamorro & Aranzazu,2022).

Por todo lo anterior, con este proyecto aplicado, se pretende incentivar en el municipio de Pasto, procesos de reconversión de los sistemas de producción de bovinos de leche tradicionales, a modelos de Ganadería Sostenible, con eje Silvopastoril, estableciendo sistemas silvopastoriles multiespecies y multiestratos, que permiten integrar Agrozotécnicamente componentes leñosos arbustivos, arbóreos nativos, herbáceos en beneficio de los indicadores de respuesta animal, la conservación de ecosistemas estratégicos y el bienestar humano.

Revisión de Literatura

El proyecto aplicado tiene un marco conceptual y teórico que permite una transferencia social del conocimiento y contribuirá de manera significativa a la reconversión de la ganadería de leche a modelos sostenibles con eje Silvopastoril.

Es así como apoya la normatividad nacional como la Ley 2169 de 2021 (Ley de acción climática), las Resoluciones 1924 del 2021 (Ley de Páramos) y Resolución 000126 del 2022 (Marco de la Ganadería sostenible), la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC). Las cuales definen a los Sistemas silvopastoriles como una medida de reducir las emisiones de GEI, incrementar las remociones de carbono, incrementar la productividad y sostenibilidad de la ganadería (Chamorro, 2021).

Adicionalmente, la Estrategia de carbono en neutralidad "estrategia climática de largo plazo de Colombia para cumplir con el acuerdo de parís (E2050), y la Ley 2173 DE 2021 por medio de la cual se promueve la restauración ecológica a través de la siembra de árboles y creación de bosques en el territorio nacional, estimulando conciencia ambiental al ciudadano, responsabilidad civil ambiental a las empresas y compromiso ambiental a los entes territoriales; se crean las áreas de vida y se establecen otras disposiciones, permiten que el proyecto aplicado parta de bases sólidas y permita no solo apoyar la normatividad Nacional, también y apoya la política de extensión y generación de conocimiento de la Red SilvoPAZ, considerada como la experiencia más exitosa en extensión agropecuaria del año 2021 por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Consejo Superior del SNIA y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura – IICA (Chamorro,2019); (Chamorro & Aranzazu,2022). El establecimiento y manejo de los Sistemas Silvopastoriles, apoya la implementación de la Agenda 2030 y los Objetivos del Desarrollo Sostenible, en un contexto de cambio climático, contribuye con las

metas de reducción de la deforestación y la disminución de las emisiones de GEI (Chamorro, 2019).

Con el establecimiento de estos sistemas se puede diversificar la disponibilidad de material vegetal como fuente de alimento para los semovientes y también para evitar las degradaciones de suelos por desnudez donde la deforestación, sistemas ganaderos ineficientes, pérdida de ecosistemas estratégicos, son los grandes retos para la academia, investigación, transferencia y adopción de tecnologías en Ganadería Sostenible (Chamorro, 2019).

La mayoría de las explotaciones en Nariño, fueron establecidas con praderas en monocultivo después de procesos de deforestación y/o la siembra de cultivos de papa, que originan perdida de la capa de suelo, contaminación de fuentes de aguas, degradación y compactación de praderas, ocasionando baja producción y calidad de la biomasa forrajera (Chamorro, 2019).

Existe la emergencia ambiental y es de suma urgencia buscar la transformación de las fincas y pasar de la ganadería convencional que a través de los años ha degradado los suelos, no se busca criminalizar de cierta manera a los ganaderos, pero la emergencia que está presionando al sector agropecuario no solo del país sino del mundo, está dirigida principalmente a los ganaderos pues la actividad ganadera convencional representa el 50% de las emisiones GEI (Espectador, 2022). Estos efectos generados por el monocultivo, el mal manejo de praderas, la compra de insumos y aplicación inadecuada que disminuyen la sostenibilidad de estas.

Estos hechos justificantes requieren que las entidades encargadas de la investigación, asistencia técnica y la capacitación generen y consoliden alternativas sostenibles basadas en Sistemas Silvopastoriles multiestratos (SSPM), los cuales han demostrado ser eficientes económica, social y ambientalmente, convirtiéndose en la única estrategia técnico - científica

para lograr una ganadería climáticamente inteligente, para ello se pretende establecer un SSP conformado por la especie leñosa arbórea nativa Aliso *Alnus acuminata* en praderas de Raygrass *Lolium sp* (Chamorro, 2019,2021).

Principales Especies

Aliso Alnus Acuminata H.B.K

Es una especie forestal con gran potencial para contribuir al abastecimiento de la demanda en el trópico alto andino se emplea para la obtención de madera leña y como especie forestal fijadora de nitrógeno (Universidad EIA, 2023); además, según lo planteado por Rey et al., (2014). *Alnus acuminata* es ampliamente utilizada desde un enfoque estratégico para incentivar prácticas sostenibles a través de sistemas silvopastoriles debido a su capacidad para crecer en suelos marginados ayudando así al fortalecimiento del suelo y a la preservación de la biodiversidad. En la figura 1, se muestra el árbol aliso *Alnus acuminata H.B.K*.

Figura 1

Árbol Aliso Alnus acuminata H.B.K

Fuente. (Chamorro, 2016).

En este sentido, de acuerdo con los aportes teóricos de Rey et al., (2014). Esta especie arbórea pertenece a uno de los grupos más representativos en Suramérica que es la betulácea, por ende, contribuye a la recuperación de suelos degradados o erosionados al entrar en interacción natural con bacterias como *Frankia* que aporta nitrógeno al suelo para fortalecer el sistema de

producción agropecuario. Esto refleja, desde el punto de vista ecológico, la importancia de la asociación entre planta y bacteria para lograr niveles óptimos de nitrógeno en el suelo, dado que es un nutriente clave para el desarrollo de cultivos.

En Nariño se conoce comúnmente como Cerezo, generalmente es una especie arbórea originaria en Centroamérica y Suramérica en zonas de alta y media montaña; en Colombia se encuentra en las cordilleras Central y Oriental; el *Alnus acuminata* puede encontrarse entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m, principalmente en laderas húmedas, requiere una temperatura media de 4 y 18 °C, soporta bajas temperaturas y heladas de corta duración, aunque su crecimiento puede verse afectado, presenta un desarrollo óptimo, en suelos con las siguientes características, pH entre 4,5 y 6,0; húmedo, textura liviana, franco-arenosos, drenados y con materia orgánica que enriquece el suelo Sánchez et al., (2010).

Según la descripción realizada por (Pacheco & Quisbert, 2016). El Aliso *Alnus acuminata* progresa en pendientes muy inclinadas de zonas montañosas como en la cordillera real de Los Andes, a temperaturas entre los 4 y 27 °C y en suelos limosos con gránulos medianos o limo-arenosos que se generan cuando hay altos niveles de erosión, es decir, suelos de tipo volcánico. Además, es una especie de gran utilidad para procesos de revegetación, regeneración o restauración de bosques, dado que prospera en corto tiempo a orillas de ríos o superficies degradas, por consiguiente, es un elemento natural reconocido por su capacidad para propiciar la fijación biológica de Nitrógeno en el suelo y baja dependencia al agua.

Como complemento, con respecto a su morfología es un árbol caducifolio, monopódico y monoico, con una poda natural que puede llegar a alcanzar los 30 metros de alto; su tronco es recto con corteza ligeramente rugosa; su raíz tiene un sistema radical poco profundo, y en la raíz se encuentran nódulos relacionados con la simbiosis, lo que le otorga al Aliso, la capacidad de

colonizar suelos pobres y además fertilizar el suelo donde es plantado, propiciando una gran cantidad de materia orgánica en un lapso de tiempo corto. Además, el Aliso al ser una especie caducifolia genera una cantidad considerable de hojarasca que es rica en nitrógeno y se descompone rápidamente, mejorando la fertilización y estructura del suelo e incrementando la capacidad de filtración, razón por la cual este árbol es ampliamente utilizado en restauración de suelos degradados a causa de la agricultura y la ganadería Sánchez et al., (2010). En la figura 2, se muestra la hoja que produce esta especie arbórea.

Figura 2

Hojas de Alnus acuminata H.B.K

Fuente. EIA, 2023

También, es importante considerar que el Aliso es una especie forestal que tarda un tiempo aproximado de seis años para que la planta en sus primeros estadios de desarrollo forme parte de la población reproductiva, la cual se establece en pequeños bosques con árboles de misma edad, pero en tamaños variables (Pacheco & Quisbert, 2016).

Adicionalmente, Sánchez et al., (2010). Identificaron que el Aliso no se encuentra exento de ser afectado por plagas, por ende, menciona que, esta especie arbórea puede ser atacada por barredor del aliso conocido por su nombre científico como *Corthylus n. sp.,* que ocasiona

perforaciones en el troco y puede ser manejado a través de la captura de trampas con alcohol; *Scolytodes alni,* que también ocasiona perforación en el tronco y debe eliminarse de los individuos afectados; por otra parte, se encuentra el comedor de follaje *Chalcophana sp.*, que realiza perforaciones circulares entre las nervaduras principales, su tratamiento es el control biológico con el parasitoide *Enoggera reticulata;* continuando con las plagas, se tiene *Diabrotica sp.,* que daña el cuello de raíz dando lugar al volcamiento o la muerte del árbol, para combatir esta plaga tan nociva se requiere el uso de insecticidas de contacto; *Nonodota sp.*, realiza perforaciones circulares en el follaje, generando un amarillamiento del árbol; *Macrodactylus sp.,* es un esqueletizador de yemas terminales y de hojas nuevas, y finalmente, la especie *Oxydia olivata* o conocido comúnmente como defoliador de aliso, dado que ocasiona una defoliación total de árbol y el manejo de esta plaga se debe centrar en la captura mediante trampas de luz ultravioleta o blanca.

Por otro lado, las principales enfermedades del Aliso son generadas por *Fusarium solani* que genera manchas de color café rojizo; *Fusarium sp.,* que da lugar a la aparición de chancros; *Cetarocystis sp.,* su principal síntoma es el marchitamiento; *Melampsoridium alni,* machas dispersas en la lámina foliar; y *Phomopsis sp.,* quema de hojas nuevas y yemas apicales Sánchez et al., (2010).

Alnus acuminata tiene un desarrollo rápido, tiene una alta capacidad de fijación de nitrógeno, genera una influencia positiva en calidad nutricional de las praderas, por ende, representa un componente ideal para implementarlo en cercas vivas, linderos y Sistemas Silvopastoriles de sombra, ramoneo y bancos forrajes. Por su parte dentro del Sistema Silvopastoril de sombra incrementa la disponibilidad de materia seca, dando lugar a una mayor producción de forraje de la mejor calidad, que puede ser de fácil digestibilidad para los

rumiantes, también incrementan la producción de biomasa que contribuye al mejoramiento de la eficiencia desde el punto de vista productivo y económico, relacionado con el uso y mantenimiento de unidades productivas (Chamorro, 2021). En las figuras 3 y 4, se muestra el fruto femenino y la flor masculina del *Alnus acuminata H.B.K*.

Figura 3

Frutos Femenino (Estróbilo leñoso) de Alnus acuminata H.B.K

Fuente. ColPlantA, 2023

Figura 4

Flores Masculinas (Amento) de Alnus acuminata H.B.K

Fuente. ColPlantA, 2023

(Chamorro, 2021). Evaluando en Nariño, la inclusión de *Alnus acuminata* asociado con *Cenchrus clandestinus* (SSP), y praderas de *C. clandestinus* en monocultivo sobre indicadores Agrozootécnicos, reporta que la capacidad de carga de los tratamientos fue de 3.68 UGG/ha. Se presentaron diferencias ($P<0.01$) en la producción de leche, las vacas que permanecieron en los SSP lograron un promedio de 23,89 l/vaca/día, comparada con la producción de las vacas en la pradera testigo 22,54 kg/vaca/día. Este incremento en la producción de leche se asoció a los mejores niveles de proteína cruda (18.55%) menores porcentajes de FDN (52.87%) y FDA (31.33%) presentes en el forraje del Kikuyo en los SSP, que se reflejó en mejores valores de DIVMS (64.43%) y menores valores de lignina (5.62%). Las concentraciones de Ca y P en el forraje de los SSP (0.33;0.28%) respectivamente, superaron ($P<0.01$) al testigo. Adicionalmente, se presentó un mayor aporte en la energía metabolizable 2.16 ($Mcal.kg^{-1}$ MS). Se demostró que los SSP conformados por *Alnus acuminata* son una opción viable para incrementar la producción de leche en sistemas especializados de leche en el Trópico Alto de Nariño-Colombia con vacas de elevadas producciones de leche.

Por lo anterior, en este proyecto se estable como especie principal del SSPM a la especie Aliso *Alnus acuminata*, cuyas características se pueden observar de manera resumida en la tabla 1.

Tabla 1

Características Aliso Alnus acuminata H.B.K

Característica	Descripción
Familia	*Betulaceae*
Nombre científico	*Alnus acuminata*
utor	H.B.K.

Etimología	*Alnus*, nombre genérico del latín clásico para este género; *acuminata*, epíteto latino, terminado en punta.
Nombre común	Aliso
Origen	Nativa
Continente	Sur América
Distribución geográfica	México a N Argentina
Altura máxima (m)	25
Diámetro (cm)	45
Amplitud de copa	Media (7 - 14 m)
Densidad de follaje	Media
Modelo arquitectónico	No determinado
Sistema radicular	Superficial
Atributos foliares	Miden 8 cm de largo por 5 cm de ancho, elípticas, borde aserrado, coriáceas y estípulas libres
Persistencia hoja	Semicaducifolia
Atributos florales	Las flores masculinas miden 7 cm de largo, son alargadas y pendulares; las flores femeninas son en forma de piña, miden 3 cm de largo por 1,5 de ancho.
Estación de floración	Estacional
Sistema de polinización	Anemófila (viento)
Limitaciones flores	Ninguna
Limitaciones frutos en espacios públicos	Ninguna
Sistema de dispersión	Anemocoria (viento)
Densidad madera (g/cm^3)	0.35
Tasa de crecimiento	Rápida
Longevidad	Media (36 - 60 años)
Zonas de humedad	Seca, Húmeda, Muy húmeda
Rango altitudinal	1501 - 2000 msnm, 2001 - 3000 msnm, > 3001 msnm

Requerimiento de luminosidad	Alta
Tipo de suelo	Prefiere suelos ácidos con buen drenaje, de textura franco a franco arenosos
Uso	Su madera es liviana, se utiliza para la fabricación de cajas de madera, tornería, molduras y artesanías.
Función	Recuperación de suelos y/o áreas degradadas, Restauración ecológica
Usos en espacio público	Retiros de quebrada, Edificios institucionales
Estado de conservación	No evaluada

Nota. Esta tabla muestra las características de la especie arbórea aliso encontradas en la revisión de la literatura. *Fuente.* EIA, 2014.

Saúco Sambucus Nigra L

Fue seleccionada como la segunda especie leñosa para el establecimiento del SSPM., es una arbustiva que generará la posibilidad de tener mayor oferta de biomasa forrajera y de alto valor nutricional dada su gran adaptación al trópico alto, donde no existen muchos sistemas silvopastoriles implementados Servicio Nacional de Aprendizaje (Sena, 2015).

De acuerdo con el estudio realizado por La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA, en conjunto con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, FEDEGAN, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A , Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD ,Universidad de La Salle, Asociación De Gremios Productores Agrarios del Perú AGAP establecen que para *Sambucus nigra* dentro de la clasificación taxonómica se encuentran dos subespecies *Sambucus peruviana* y *Sambucus* mexicana Sánchez et al., (2010).

Respecto al tema, según Grajales et al., (2015). *Sambucus* es un arbusto que posee múltiples características botánicas, tiene un aprovechamiento medicinal y suplemento nutricional para animales. Además, se generan recomendaciones positivas respecto al uso del Saúco en sistemas silvopastoriles como cercos vivos, barreras rompevientos, suplementos alternativos para alimentación de ganado vacuno como fuente proteínica y para sistemas de ramoneo, por ende, al ser una especie multipropósito proporciona forraje de excelente calidad, ayuda a proteger los recursos naturales, permite reducir costos en términos de producción agropecuaria además de innumerables beneficios ambientales para el ecosistema.

Basándose en lo anterior, “es una alternativa forrajera que puede implementarse en sistemas silvopastoriles” Cárdenas et al., (2011). Citado en Grajales et al., (2015). Página 157

también es importante mencionar que de acuerdo con los aportes teóricos de Sánchez et al., (2010).

En el territorio colombiano se conoce esta especie con el nombre común de Saúco, Tilo, Rayan, entre otros. Es una especie originaria de Europa, aunque existe una alta producción en América, principalmente en México, Argentina y Colombia. Con respecto a sus características principales, tiene una altura promedio entre 4 y 6 metros, posee un tronco curvo, corteza rugosa y ramas con gran grosor y abundante biomasa. En la figura 5 y 6, se muestra el árbol arbustivo *Sambucus nigra L.*

Figura 5

Saúco Sambucus nigra L

Fuente. EIA, 2014

Adicionalmente, *Sambucus nigra* se puede usar como abono orgánico de tipo foliar, elaborado de manera artesanal a través de hojas machacadas y mezcladas con agua, la mezcla puede tener una duración de hasta seis meses, en la figura 6, se muestran las hojas de esta especie. Por otra parte, debido a la composición de la planta, posee múltiples usos medicinales

para tratar afecciones digestivas, conjuntivitis, enfermedades respiratorias, varicela, caída de cabello entre otras. Además, posee un alto contenido proteico lo que la convierte en una especie forrajera con un alto valor nutricional, que puede ser usada en explotaciones cunícolas de conejos en ceba, aunque implica que salgan de producción en un mayor número de días en comparación con la Morera (Blanco & Sierra, 2005).

Figura 6

Hojas de Saúco Sambucus nigra L.

Fuente. EIA, 2014

Cabe destacar, que según el estudio realizado por Fonseca et al., (2019). Una de las características del Saúco es que tiene crecimiento rápido y son ideales para garantizar disponibilidad de alimento para rumiantes. Además aspectos como la madurez del cultivo y la falta de fertilizante tiene influencia en el valor nutricional del forraje de esta especie, sin embargo, no afecta el nivel de producción, por otra parte, generan material de fácil digestión para los animales aunque esto puede variar a causa del proceso de poda, dado que una poda tardía

incrementa el grosor de la pared celular y reduce el contenido celular afectando en cierta medida la calidad nutricional del forraje.

Blanco et al., (2005). En la evaluación nutricional del ensilaje de *Sambucus peruviana, Acacia decurrens* y *Avena sativa*. Reportan una DIVMS valores promedio de 67.74% valores superiores a los encontrados por Cárdenas et al; (2003). En ensilajes de arbóreas (52.1.4%). Respuesta asociada a un reducido tiempo de colonización (O25 h), menor valor de FDA (23,27%), mayores contenidos de hemicelulosa (21,13%) y mayor proteína protegida B3 (25,22%) (P <0,01). Efectos debidos a que posiblemente el extracto enzimático ruminal facilitó la biodisponibilidad de los polisacáridos para su fermentación a nivel ruminal.

Blanco et al., (2005). En la predicción de la respuesta productiva en bovinos lecheros suplementados con ensilaje de *Sambucus nigra*, *Acacia decurrens* y *Avena sativa* usando el modelo Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS), lograron evidenciar que el follaje de *Sambucus nigra* posee un alto nivel de proteína y energía con un excelente balance proteína/energía para las vacas de alta producción. Logrando producciones estimadas entre 21.9 a 24.3 l/vaca/día. De acuerdo al análisis de costos, alimentar las vacas con 6 kg de MS/día de ensilaje y 8.5 kg de MS/día de *C. clandestinum* se obtienen los mejores resultados económicos y biológicos.

(Chamorro & Novoa, 2020). Compararon seis arbóreas forrajeras, *Acacia melanoxylon, Acacia decurrens, Senna viarum, Polimnia pyramidalis, Sambucus nigra* var. Ornamental y *Sambucus nigra*, mediante dos métodos de secado, y utilizando la técnica de producción de gas *in vitro*. Encontraron diferencias significativas en PC entre *S. nigra, S. nigra* var ornamental y *S. viarum*, (32.1%, 29.6%, 35.7% respectivamente) comparadas con *A. melanoxylon, A. decurrens y*

P. pyramidalis (22.3%, 22.5%, 24.5% respectivamente). El valor más bajo de FDN lo presentó *S. nigra* (38.2%).

Los menores contenidos de FDA y LIG, los presentó *S. nigra* var ornamental (13.8% y 6.6%) respectivamente. La máxima producción de gas con la MS lo presentó *S. viarum* secado con estufa (26 ml) y la máxima producción de gas por liofilizado lo presentó *S. nigra* var. Ornamental (33.33 ml). La producción de gas máxima en el RIE la presentó *S. nigra* en ambos métodos de secado esto está asociado a la alta degradabilidad en el RIE. Además, su bajo contenido de CNET (15.48%) y FDN (38.28%). *S. nigra* var. Ornamental presentó los valores más altos en el contenido de Cu (23.4 ppm) y Zn (107.1 ppm). De acuerdo a los resultados de composición química, las especies que tiene mayor potencial para ser utilizado en la suplementación de alimentación de rumiantes es el *Sena viarum* y los *Sambucus nigra* que presentaron valores de proteína altos y altas producciones de gas en las fermentaciones In Vitro, menores contenidos de FDN y lignina y posiblemente bajos contenidos de metabolitos secundarios que puedan interferir en la degradación microbial de sus componentes.

En la práctica de conservación de forraje y analizando su composición nutricional del follaje de *Sambucus nigra*, de acuerdo con los resultados de la investigación desarrollada por (Carvajal & Cuesta, 2016). El mejor método de conservación desde el enfoque nutricional es el ensilaje, porque existe un mayor porcentaje de proteína y contenido celular, y además el proceso de degradabilidad de materia seca es el adecuado, por ende, representa una fuente importante de nutrientes para los animales.

Respecto al tema, cabe mencionar que el Saúco posee características nutricionales, como el bajo nivel de fibra en detergente neutro (FDN) y otras que convierten a esta especie arbustiva,

en un alimento animal con gran potencial, principalmente en la ganadería, dado que se puede llegar a reemplazar hasta en un 20% el concentrado vacuno, sin afectar la producción de leche.

Por otro lado, el ensilaje de Saúco también puede ser utilizado como suplemento alimenticio para conejos, mejorando la ganancia de peso, y la conversión alimenticia, permitiendo al mismo tiempo, disminuir costos asociados a la compra de alimento, lo que repercute en un mejor margen de ingreso para los productores que comercializan los animales en pie y en canal (Moreno & Riaño, 2020).

Con respecto a la producción de forraje se considera que se obtiene alrededor de 15,57 toneladas por hectárea al año de materia verde, que contiene un alto contenido nutricional, los cortes deben realizarse aproximadamente cada seis meses. En lo referente a la palatabilidad se considera que es superior a la de otras especies de trópico alto por parte de diversos rumiantes caprinos y bovinos, también cabe destacar es una especie de fácil siembra y propagación (Jaramillo, 2019).

Además, este mismo autor, identificó que el Saúco tiene una respuesta positiva al ser utilizado como suplemento alimenticio en terneras, reflejando aceptación y palatabilidad a comparación de otras especies arbóreas de clima frío. Sin embargo, se detectó que en conejos, el consumo a voluntad es bajo, posiblemente debido a taninos que tienen una influencia negativa en la palatabilidad y digestibilidad, pero no se descarta que sea alternativa alimenticia para reemplazar el concentrado comercial y disminuir costos relacionados con el engorde de conejos.

Por otro lado, según (Flores, 2017). Las bayas que produce el Saúco *Sambucus nigra* representan un alimento de consumo humano, con gran cantidad de antioxidantes como la vitamina C y los flavonoides que contribuyen a minimizar el riesgo de enfermedades cardiacas, pérdida de memoria y cáncer, por ende, el aprovechamiento del fruto del Saúco ha dado lugar a

diversos estudios de índole empresarial para la elaboración de bebidas a través del método de extracción convencional de maceración que permite obtener mayor estabilidad en el período de almacenamiento y mejores características sensoriales relacionadas con sabor, color y textura. En las figuras 7 y 8, se muestran las flores y el fruto del *Sambucus nigra L.*

Figura 7

Flores de Saúco Sambucus nigra L

Fuente. EIA, 2014

Figura 8

Frutos de Saúco Sambucus nigra L

Fuente. EIA, 2014

A continuación, en la tabla 2., se muestran las principales características del Saúco.

Tabla 2 *Características Saúco Sambucus nigra L.*

Características Saúco Sambucus nigra L.

Característica	Descripción
Familia	*Caprifoliaceae*
Nombre científico	*Sambucus nigra*
Autor	Carlos Linneo
Nombre común	Saúco
Origen	Nativa
Continente	Europa, noroeste de África y sudoeste de Asia
Distribución geográfica	Costa Rica, Panamá, Colombia, Argentina, Bolivia, Perú, Ecuador.
Altura máxima (m)	6
Diámetro (cm)	80
Amplitud de copa	Media (7 - 14 m)
Densidad de follaje	No determinado
Modelo arquitectónico	No determinado
Sistema radicular	No determinado
Atributos foliares	Miden 35 cm de largo por 25 cm de ancho, borde aserrado, coriáceas
Persistencia hoja	Perenne
Atributos florales	Miden 5 cm de diámetro con pétalos separados entre sí
Estación de floración	Estacional
Sistema de polinización	No determinado
Limitaciones flores	Ninguna
Limitaciones frutos en espacios públicos	Ninguna
Sistema de dispersión	No determinado
Densidad madera (g/cm^3)	No determinado
Tasa de crecimiento	Rápida

Longevidad	Baja (0 - 35 años)
Zonas de humedad	Seca, Húmeda, Muy húmeda
Rango altitudinal	2001 - 3000 msnm
Requerimiento de luminosidad	Alta
Tipo de suelo	Requiere suelos profundos, negros, ácidos y aireados, pero soporta los arcillosos.
Uso	Sus hojas, flores y frutos tienen propiedades medicinales.
Función	Ornamental, Restauración ecológica, Cerca viva, Recuperación de suelos y/o áreas degradadas
Usos en espacio público	Cerros, Glorietas, Parques, Plazas/Plazoletas, Edificios institucionales
Estado de conservación	No evaluada

Nota. Esta tabla muestra las características de la especie arbustiva saúco *Sambucus nigra L.* encontradas en la revisión de la literatura. *Fuente*. Mahecha et al., (2012). Citado por (EIA, 2012).

El establecimiento de un SSPM constituye una fórmula remediadora para mitigar la degradación acelerada del suelo, afectado por las alteraciones de sus propiedades físicas o químicas porque los sistemas forestales se convierten en desiertos verdes una vez se haya realizado la tala de árboles y arbustos nativos Insuasti et al., (2014).

La premisa colectiva es transformar y recuperar suelos degradados en suelos fértiles en suelos que tengan la capacidad de producir, suelos que vuelvan a retomar las capacidades y que se postulen a una actividad de extracción y uso responsable.

Existen diferentes tipos de sistema silvopastoriles donde se puede incorporar *Sambucus ni*gra; árboles dispersos en potreros, cercas vivas, bancos mixtos de forraje, pastoreo en cultivos forestales, un sistema silvopastoril intensivo una restauración de las áreas ribereñas.

Muchas fincas del departamento de Nariño en especial las del Trópico alto para las cuales se enfoca el proyecto, están ubicadas en las cuencas hídricas altas, donde las quebradas que nutren la cuenca, pasan por los perímetros de los predios y en algunos casos las atraviesan, de acuerdo a lo que manifiesta la Corporación Autónoma Regional de Nariño CORPONARIÑO en su artículo informativo zonificación y codificación final ratifica la gran importancia de mantener vivas los afluentes debido a la gran escasez de agua que se presenta en las áreas hidrográficas y que se han visto reflejadas en los embalses más grandes para la zona perimetral embalse represa Río Bobo y Laguna de la Cocha (CORPONARIÑO, 2007).

Con relación a la capacidad de rebrote después del ramoneo de *Sambucus nigra* las investigaciones de Chamorro et al., (2013); Blanco et al., (2005); (Carvajal & Cuesta, 2016); Nova et al., (2005); (Chamorro & Rey 2008). demostraron la gran capacidad de rebrote, asociada con la producción y calidad de biomasa y las respuestas en consumo voluntario y producción de leche en sistemas silvopastoriles de Trópico Alto en Colombia. Garantizando que este recurso leñoso se puede utilizar en los sistemas silvopastoriles del trópico Alto Colombiano.

El Grupo de investigación Agroforestería y Biodiversidad tropical fue el pionero en Colombia en demostrar la capacidad de rebrote de *Sambucus nigra* y generar información como arbustos forrajeros de alto potencial en sistemas de bovino especializados de leche.

Teniendo el rol de los SSPM en la conservación de la biodiversidad y en procesos de restauración ecológica en predios ganaderos, se decidió implementar cinco especies leñosas nativas de alta montaña y hacerlas parte integral en el establecimiento del sistema silvopastoril Multiestrato y multiespecies.

Especies Leñosas Nativas Complementarias SSP

Importancia de las Especias Nativas en Procesos de Restauración

Los predios de Ganadería de leche convencional del Departamento de Nariño, requieren restaurar áreas degradadas por el sobrepastoreo, la extracción permanente de nutrientes, mal manejo de praderas y fundamentalmente tratar de lograr la conectividad ecosistémica entre el bosque primario con las cercas vivas conformando sistemas silvopastoriles multiestratos y multiespecies. El establecer las cercas vivas y linderos junto con el enriquecimiento con especies leñosas nativas, permitirá solucionar la problemática del predio en producción y conservación, logrando una restauración del paisaje ganadero Chamorro et al., (2013).

La filosofía de la Adaptación y conservación basada en Ecosistemas Ganaderos se refiere a la implementación de prácticas agroforestales, para una ganadería sostenible, climáticamente inteligente y carbono neutral, donde se incluyen la conservación, restauración y manejo sostenible de los predios. Aprovechando los servicios ecosistémicos y la biodiversidad de los mismos para incrementar la resiliencia del sistema productivo frente al cambio climático y mejorar los índices de bienestar integral con conservación de la Biodiversidad (Chamorro & Aranzazu, 2022) Después de ocurrido algún disturbio en un ecosistema del predio ganadero, muchas especies tienen la capacidad de responder a determinados daños produciendo nuevos rebrotes a lo largo del tallo o de la raíz remanente (Vita, 1996).

Esto es importante a la hora de seleccionar especies vegetales a incluir en programas de recuperación de áreas degradadas, y sistemas silvopastoriles dada la capacidad de las especies a establecerse y generar conectividad del paisaje ante condiciones de estrés y perturbaciones.

La fragmentación del paisaje por la ganadería, ha creado una serie de parches de vegetación remanente rodeada por una matriz de vegetación o de uso de la tierra dominante,

alterando la geometría espacial de los bosques, el aislamiento, la conectividad y, generando diversos efectos sobre las comunidades de especies de flora y fauna. Los impactos de la fragmentación afectan la especiación, la dispersión, la migración, la competencia y la extinción, que son procesos que influyen sobre la diversidad de especies a escala de paisaje (Hill & Curran 2003).

Según estos autores el área de bosque es la consideración más importante al planificar procesos de restauración con especies nativas. El manejo de perturbaciones debe tener prioridad sobre el manejo de la forma del bosque si se quieren mantener niveles más altos de diversidad de árboles y calidad de especies. Por lo tanto, la estrategia del manejo de las perturbaciones por medio de la restauración activa y enriquecimiento selectivo con SSPM conformados por especies nativas y especies de rápido crecimiento es prioritario. Más aun cuando las especies ofrecen otros servicios que la empresa ganadera requiere.

El enriquecimiento basado en SSPM es un enfoque muy importante para restaurar predios ganaderos, que en su mayoría presentan praderas degradadas y la selección, disposición y manejo de las especies es de gran importancia para el enriquecimiento. La asociación de especies y sus interrelaciones que ocurren naturalmente en el hábitat, es una descripción estática de la conexión orgánica formada por la interacción de especies. La asociación de especies en sistemas silvopastoriles multiespecies y multiestratos, por lo tanto, proporciona una base científica para la ordenación de especies y el enriquecimiento (Chamorro &Aranzazu, 2022).

Además, debido a que un bosque primario es una comunidad clímax que ha alcanzado una gran edad sin perturbaciones significativas, la asociación de especies proporciona información valiosa sobre las condiciones de referencia para la restauración y enriquecimiento,

por lo tanto, la selección de especies para el establecimiento de los SSPM debe primar en el inventario local.

Estas prácticas silvopastoriles se fundamentan en la conservación, restauración, gestión de la biodiversidad, preservación del ecosistema y mejoramiento de la capacidad de los sistemas ganaderos, todo lo anterior a fin de mejorar los indicadores agrozootécnicos y económicos, considerando los cambios en el clima y/o amortiguando los impactos biofísicos de eventos climáticos extremos como las heladas que representan la principal amenaza de las especies herbáceas, arbustivas y arbóreas en sus fases iniciales de establecimiento, en consecuencia, es definitivo seleccionar especies que permitan en el corto, mediano y largo plazo obtener sistemas sostenibles que garanticen la conservación de ecosistemas, protección de suelo y agua, y desde una perspectiva estratégica, fomentar el cuidado del medio ambiente a través de la incorporación de especies vulnerables o en peligro, en los SSPM (Chamorro & Aranzazu, 2022).

Por lo tanto, y apoyando la filosofía de la Red de Fincas Silvopastoriles de Nariño, que define que los sistemas silvopastoriles multiestratos y multiespecies deben incluir en su conformación especies que hacen parte de la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), con un grado de amenaza, "en peligro crítico, en peligro o vulnerable"; debido a que la UICN es una fuente de información a nivel mundial que suministra datos relevantes acerca del estado global de la conservación de especies animales, hongos y plantas, por ello, la lista roja de la UICN es un indicador crítico para evaluar las condiciones de la biodiversidad en todo el mundo, de tal manera que se convierte en una herramienta útil para enfocar acciones dirigidas a la conservación de entornos naturales. Motivo por el cual, este proyecto apoyó la conservación de la especie *Ocotea heterochroma* que se encuentra distribuida en Colombia y Ecuador, denominada Laurel, en Caldas y Laurel-Chaquiro,

en la Región Andina. En Nariño se la conoce como Laurel hoja pequeña, es así como el proyecto se vinculó directamente a la conservación de la biodiversidad del territorio.

Pelotillo Viburnum Triphyllum Benth

El *Viburnum triphyllum* conocido comúnmente en Nariño como Pelotillo, es una especie leñosa pertenece a la familia *Adoxaceae*, es originaria de los Andes colombianos y además, se encuentra en la vegetación de países como Ecuador, Bolivia y Perú; es un árbol con una altura baja que oscila entre los 2 y 4 metros, posee flores blancas, su fruto son la drupas carnosas, sirve de alimento para insectos benéficos y aves, sus hojas se utilizan como forraje para ganado y cuyes (Chumi & Quizhpi, 2018). Por otra parte, según (Moreno, 2014). La corteza, las hojas y el fruto del *Viburnum triphyllum* son de uso medicinal y funcionan como un calmante para el sistema nervioso. En la figura 9, se muestra el *Viburnum triphyllum Benth.*

Figura 9

Viburnum triphyllum Benth

Fuente. EIA, 2023

Además, esta especie cuenta con características que favorecen su intervención en procesos de restauración ecológica, principalmente en zonas con altitudes entre los 2.800 a 3.000 msnm, entre ellas se encuentran, su crecimiento rápido, el abundante follaje que se obtiene, altas tasas de recambio y su alta fecundidad, por otra parte, los resultados de un estudio sobre el crecimiento de esta especie nativa en un pastizal andino de Boyacá (Colombia). Arrojaron que la *Viburnum triphyllum* tiene un mayor nivel de supervivencia sin nutrientes, sin embargo, es esencial monitorear su comportamiento frente al exceso de agua debido a que demasiada humedad en la planta ocasiona daños inmediatos e incluso irreversibles porque se afecta su tasa de crecimiento y el desarrollo de las raíces, generando problemas de pudrición radicular, defoliación o senescencia; además, se deben tener en cuenta las variables ambientales que influyen en el terreno Hernández et al., (2014).

A través de los resultados obtenidos en el estudio desarrollado por (Chumi & Quizhpi, 2018). Se identificó que la especie responde indistintamente ante las condiciones que se generan en la vegetación arbustiva en borde manipulado no protegido y en borde no manipulado, y presentan un nivel de crecimiento más bajo al estar expuestos a niveles de luz extremos que reducen la humedad del suelo.

Por su parte, (Tapia & Toro, 2017). En un estudio experimental *Viburnum triphyllum* fue considerado como un aporte representativo en la restauración ecológica, transformando el suelo y brindando materia orgánica para otras especies. En este sentido, a partir de los resultados del estudio identificaron que el tiempo necesario para obtener el 50% de la capacidad germinativa de un lote (T50) es de 163,5 días y el mejor sustrato para la propagación es la combinación de tierra de bosque más arena en una proporción 1:1.

De acuerdo con los resultados arrojados por el estudio desarrollado por (Ochoa, 2019). La especie *Viburnum triphyllum* posee dos tipos de dormancia dentro de una semilla, la morfofisiológica y combinada, lo cual representa implicaciones en el proceso de propagación de la especie y en su uso para actividades de restauración, también se detectó que con el uso de ácido giberélico se obtiene en un menor tiempo mejores porcentajes de germinación. En la figura 10, se muestran las hojas de la especie.

Figura 10

Hojas de Viburnum triphyllum Benth

Fuente. EIA, 2023

Finalmente, según los aportes teóricos de (Torres, 2013). La especie *Viburnum triphyllum* no cuenta con grupos morfológicos independientes, por ende, la diversidad foliar se debe describir a partir de un espectro continuo, de tal manera que, el ordenamiento geográfico no influye en la variación foliar, por lo cual no existen regiones geográficas con características

morfológicas determinadas. En las figuras 11 y 12 se muestran las flores y frutos de la especie, respectivamente.

Figura 11

Flores de Viburnum triphyllum Benth

Fuente. EIA, 2023

Figura 12

Frutos de Viburnum triphyllum Benth

Fuente. EIA, 2023

A continuación, en la tabla 3, se muestra un resumen de las características de la especie.

Tabla 3

Características Pelotillo Viburnum triphyllum Benth

Característica	Descripción
Familia	Adoxaceae
Nombre científico	*Viburnum triphyllum*
Autor	Benth.
Nombre común	Cabo de hacha (Andes); Doblador (Antioquia); Saúco montañero (Cauca); Pelotillo (Nariño)
Hábitat	Bosque andino
Origen	Nativa
Distribución geográfica	Colombia, Ecuador y Bolivia
Rango altitudinal	1300 a 3600 msnm
Altura máxima (m)	8 m
Atributos vegetativos	Árbol de hasta 8 m de altura. Tallo erecto, ramas cubiertas densamente por indumento lanado amarillo a beige
Atributos foliares	Hojas simples, opuestas, de 5-13 x 3-8 cm, elípticas, base obtusa a levemente cordada, ápice atenuado, discoloras, margen dispersamente dentada, cada diente con una glándula redondeada, superficie del envés lanada. Pecíolos teretes, levemente acanalados, de 1,5-2 cm de longitud, con indumento lanado.
Atributos florales	Inflorescencia terminal en umbela compuesta, de 7-15 cm de longitud; pedúnculo y raquis marrón con indumento lanado; umbela de tercer orden con glándulas en la base. Flores pentámeras, actinomorfas y fragantes; cáliz cupuliforme verde; corola basalmente gamopétala blanca; estambres con filamentos blancos y anteras beige.
Atributos de fruto	Frutos en drupa ovoide, de 1 cm de longitud, verdes cuando inmaduros y marrón a violeta al madurar.
Uso	Dé sus frutos se extrae colorante para teñir.
Muestra botánica de referencia	Sánchez C. 1264 (HUA)
Observaciones	El género Viburnum tiene entre 100 y 200 especies distribuidas en áreas templadas del hemisferio norte y en montañas del Trópico. En los Andes están principalmente en zonas de bosque.

Fuente. EIA, 2014

Pandala Prunus Huantensis Pilg

Es una especie arbórea conocida comúnmente en Nariño como Pandala o Pundé, se distribuye principalmente en Ecuador, Colombia y Perú y prospera en zonas con alturas entre 2.300 y 3.200 msnm (Puetate, 2017). Con respecto a sus características físicas, tiene una altura promedio de diez metros, sus hojas son simples y oblongas, y su fruto es la drupa (Caranqui, 2014). Citado en (Puetate, 2017). En la figura 13, se muestran las plántulas de la especie.

Figura 13

Prunus huantensis Plig

Fuente. Ornamentales, 2019

Por otro lado, con respecto a la supervivencia de la plántula, (Puetate, 2017). Identificó a través de su estudio que la tasa de adaptabilidad de la planta y las heladas son determinantes para que especies como la *Prunus huantensis* sobrevivan al entorno, dado que tienen un bajo nivel de adaptabilidad. Las bajas temperaturas destruyen la membrana celular favoreciendo la aparición de enfermedades que puede ocasionar la muerte de la planta en sus estadios iniciales. Su tasa de crecimiento es relativamente baja con respecto a otras especies como la *Weinmannia,* y tienen un mejor desarrollo en la sombra.

El fruto del *Prunus huantensis* sirve de alimento para "Callaloros, Shihuaco, Cuculi, Acshi y Carraca". Además, generalmente, florece en el mes de agosto y la fructificación se puede dar en septiembre, o entre enero y marzo (Huasasquiche & Kómetter, 2018) la abundancia de la especie es baja, tiene un mayor crecimiento en temporada de lluvia, en plantaciones en suelo negro y al exponerse a la luz directa. En lo referente al rebrote de la planta, este surge aproximadamente entre uno y dos meses después del corte.

Según (Huasasquiche & Kómetter, 2018). La especie *Prunus huantensis* es resistente al fuego dado que posee características que retardan su propagación, dado que, en primera medida, pese a que posee aceite demora mucho tiempo en encenderse, lo cual se traduce en una ventaja que ayuda a evitar incendios forestales, en segunda medida, su madera es dura e internamente tiene una mínima cantidad de Oxígeno. En las figuras 14 y 15, se muestran las hojas y fruto de la especie, respectivamente.

Figura 14

Hojas de Prunus huantensis Plig

Fuente. (Puetate, 2017)

Figura 15

Fruto de Prunus huantensis Plig

Fuente. Rarepalmseeds, 2023

Como complemento para (Báez & Hofstede, 2010). Uno de los mejores mecanismos para la restauración de los bosques y el fortalecimiento de las tierras agrícolas es la plantación de árboles entre los cuales se encuentra el Pandala, con la finalidad de evitar la pérdida de la biodiversidad.

Por su parte, para Cabrera et al., (2020). Resulta indispensable incentivar la producción forestal a través de la plantación de esta especie de árboles para fortalecer la funcionalidad del ecosistema, además la madera proveniente de este tipo de árboles es ampliamente utilizada para la construcción de cercas e instrumentos de labranza, otro aspecto importante, es que las hojas

del árbol tienen un uso medicinal en animales principalmente domésticos (Ministerio de Ambiente del Ecuador [MAE] & FAO, 2014).

Finalmente, de acuerdo con los aportes teóricos de (Pérez ,2007). Esta especie hace parte de la familia *Rosaceae*, y que además de ser un recurso ornamental, es fuente de frutos con valor comercial, reflejando su gran utilidad desde el punto de vista ambiental y productivo. En la tabla 4, se muestra el resumen de las características de la especie.

Tabla 4

Taxonomía Pandala Prunus huantensis Pilg

Ítem	Descripción
Reino	*Plantae*
Filo	*Tracheophyta*
Clase	*Magnoliopsida*
Orden	*Rosales*
Familia	*Rosaceae*
Genero	*Prunus L.*
Especie.	*Prunus huantensis* Pilg.

Fuente. Global Biodiversity Information Facility [GBIF], 2022

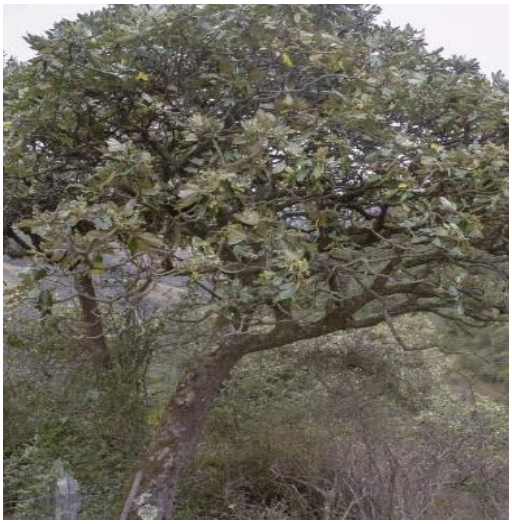
Pumamaqui Oreopanax Ecuadorensis Seem

El Pumamaqui es una especie arbórea de origen en la sierra montañosa, tiene bajas rendimientos de germinación y de propagación, prospera en suelos húmedos y en zonas con una altitud entre los 2.000 y 2.600 msnm, se ha visto fuertemente afectada por la tala indiscriminada de árboles. El árbol cuenta con principios activos de uso medicinal como aceites esenciales, sapogeninas y taninos (González, 2016).

Es una planta arbustiva que tiene múltiples aprovechamientos, entre ellos, el industrial, en lo referente al uso de su madera para la elaboración de herramientas empleadas en proyectos de construcción de tipo rural, desde el ámbito medicinal para tratar problemas en la piel y finalmente, desde una perspectiva ecológica es ampliamente usada para la recuperación de suelos erosionados en el Páramo, debido a que tiene la capacidad de regular y almacenar agua, lo que contribuye a que el calor de las hojas se difunda hacia el aire (Tapia, 2019). En la figura 16, se muestra una planta adulta de la especie arbórea.

Figura 16

Orepanax ecuadorensis Seem



Fuente. Dietze, 2020

De acuerdo con la investigación realizada en Cotopaxi Ecuador, la especie se comporta mejor con ayuda de bioestimulantes que promueven el desarrollo rápido de la germinación. La variable evaluada fue: días a la emergencia, porcentaje de emergencia, altura de la plata y el número de hojas a los 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días. De los resultados obtenidos pregerminativos los mejores tratamientos fueron: alcohol 5%; precocidad en el día a 48,67 días de emergencia; emergencia mayor porcentaje 91,66%. El mejor sustrato para la germinación y el desarrollo estaba conformado por 30% tierra vegetal, 30% de arena y 40% materia orgánica. Los bioestimulantes raizal como el evergreen tuvieron los mismos efectos sin presentar diferencias significativas (Bermeo, 2015). En la figura 17, se muestran las hojas de *Orepanax ecuadorensis.*

Figura 17

Hojas de Orepanax ecuadorensis Seem

Fuente. Inaturalistec, 2023

Entre otras características, el árbol tiene una altura promedio de 15 metros, con un diámetro a la altura del pecho entre 25 y 35 cm (Murillo, 2016). Tiene hojas lobuladas, su fruto es una baya elipsoide, y el ecosistema ideal para la especie *Oreopanax* debe tener un clima frío.

Por su parte, (Hidalgo, 2016). Comenta que sus hojas son grandes y compuestas, posee flores verdosas y blancuzcas, tiene una copa redondeada y frondosa, su madera es ampliamente utilizada en elementos de tipo comercial, posee propiedades medicinales que ayudan a sanar heridas o afecciones en la piel, su tallo es de amplio uso en la construcción de viviendas y desde el campo de la Agroforestería el Pumamaqui se utiliza para formar cercas vivas, recuperar suelos y proteger recursos hidrográficos. En las figuras 18 y 19 se muestran las flores y fruto de la especie.

Figura 18

Flores de Orepanax ecuadorensis Seem

Fuente. Álvarez, 2018

Figura 19

Fruto de Orepanax ecuadorensis Seem

Fuente. EIA, 2011

Además, según (Andrade, 2021). Esta especie es nativa del Ecuador y prospera en suelos húmedos en regiones a una temperatura promedio de 12 °C. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el exceso de humedad puede ocasionar que el árbol se pudra, tiene un crecimiento monopodial, posee poco rendimiento en germinación y propagación, su reproducción es sexual y asexual, con baja eficiencia en reproducción masiva y la mayor fructificación se da generalmente entre los meses de julio y agosto.

En la tabla 5, se relaciona el resumen de las características principales de la especie *Oreopanax ecuadorensis* Seem.

Tabla 5

Taxonomía Pumamaqui Oreopanax ecuadorensis Seem.

Ítem	Descripción
Reino	*Plantae*

Filo	*Tracheophyta*
División	*Magnoliophyta*
Clase	*Angiospermae*
Subclase	*Magnolopsida*
Orden	*Apiales*
Familia	*Araliaceae*
Genero	*Oreopanax*
Especie.	*Oreopanax ecuadorensis.*

Fuente. (González, 2011)

De acuerdo con la UICN 2012 y con el Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador Segunda edición 2011, el área de estudio presenta siete especies vegetales endémicas: dentro de la cual se encuentra la *Oreopanax ecuadorensis* (*Araliaceae*). Las cuales se encuentran en el Apéndice II de la lista CITES (Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas). Por lo tanto, este proyecto contribuye directamente a la conservación de las especies nativas.

Quillotocto Tecoma Stans L. Juss ex Kunth

Según el estudio desarrollado por Benavides et al., (2015). El Quillotocto incrementa la materia orgánica en el suelo de aproximadamente hasta 15 cm de profundidad. También tiene una alta conductividad hidráulica y agregados estables en seco. Por su parte Morán et al., (2012). A través de sus estudios, lograron determinar que la aplicación de hojarasca de *Tecoma stans* en el suelo produce importantes cambios en la concentración de fósforo y en el pH.

Becerril et al., (2022). Definen que *Tecoma stans* es un árbol de tamaño pequeño con una altura máxima de 10 metros, posee semillas pequeñas que se dispersan fácilmente con el viento, tiene presencia en Estados Unidos y América del Sur, prospera a una altitud de 2.800 msnm, generalmente en vegetación secundaria, bosques tropicales y matorrales, tiene un alto potencial para restauración, es resistente a las sequías y ayuda a conservar los suelos.

Figura 20

Tecoma stans (L.) Juss ex Kunth

Fuente. EIA, 2014

Además, a partir de los resultados del estudio desarrollado por Becerril et al., (2022). Se reconoció que la especie tiene un buen desempeño en los primeros estadios de la plántula, por ende, es ideal para la implementación de procesos de restauración ecológica, también tiene un alto porcentaje de germinación y una alta tasa de crecimiento en los primeros seis meses. Los investigadores detectaron que la asociación de la planta con hongos micorrícicos en algunas ocasiones favorece el crecimiento y en otras no, pero el proceso de germinación si se acelera, por ende, se traduce en una interacción benéfica y, por otro lado, en cuanto a las semillas se detectó que son ortodoxas y pueden conservarse por largo plazo fuera de su hábitat natural, siempre y cuando el entorno sea el adecuado. En este sentido, cabe mencionar que el *Tecoma stans* es una especie que contribuye de manera significativa a la composición y estructura vegetal Lozano et al., (2018). En la figura 21 se muestran las hojas de la especie.

Figura 21

Hojas Tecoma stans (L.) Kunth

Fuente. EIA, 2014

Desde una perspectiva farmacéutica se considera como un planta antidiabética e hipoglucémica para consumo animal mediante administración oral demostrado a través de estudios experimentales, por lo cual se determina que el árbol Quillotocto posee un efecto hipoglucemiante Ibarra et al., (2009).

Como complemento, según los aportes de (Díaz, 2019), las propiedades medicinales de esta planta ornamental sirven para tratar enfermedades gastrointestinales, inflamaciones y trastornos ginecológicos, para lo cual se utilizan infusiones de las hojas, el tallo, la raíz e incluso las flores, además es un aporte para disminuir la glucosa en la sangre, pero un posible efecto secundario es que puede disminuir la presión arterial.

La *Tecoma stans* es una especie arbustiva forrajera, que tienen un porcentaje nutricional aceptable de proteína cruda, representan una alta resistencia y adaptabilidad frente a actividades silviculturales, con respecto a su altura, tiene un crecimiento lento dado que en 6 meses alcanza un incremento promedio de 40 cm, por ende, no resultan tan recomendables para implementar cercos vivos (Martínez & Navia, 2011). En la figura 22 se muestran las flores de la especie.

Figura 22

Flores Tecoma stans (L.) Kunth

Fuente. EIA, 2014

Moreno et al., (2011). Realizaron evaluaciones dasométricas, químicas y nutricionales con énfasis en el sistema CNPC de cuatro especies arbóreas y arbustivas forrajeras del Trópico Alto Colombiano *Senna viarum* Little, *Montanoa quadrangularis* Sch, *Tecoma stans* H.B.K y *Cytisus monspessulanus* L. Es importante resaltar que *T. stans* presentó el mayor porcentaje de MS en las biomasas analizadas. En la evaluación química nutricional *T.stans* presentó niveles de proteína de 15.20%, FDN de 47.17%, FDA de 34.81, lignina de 15.57% y logró una DIVMS de 67.64%.

Con relación al fraccionamiento de nutrientes *T.stans* presentó un nivel de proteína soluble (A+B1) de 27.76%, un valor de proteína lentamente degradable (B2) de 30.85%, de proteína sobrepasante (B3) de 12.75%, valores similares a las demás especies evaluadas, sin embargo el nivel de proteína C fue superior a las demás especies con 32.77%. Los niveles de Calcio, fosforo y magnesio fueron de: 0.72,0.41 y 0.37% respectivamente. Así mismo, los niveles de Zinc y Cobre fueron de 39.49 y 4.49 ppm. En la figura 23 se muestran los frutos de la especie.

Figura 23

Frutos Tecoma stans (L.) Kunth

Fuente. EIA, 2014

A continuación, en la tabla 6, se muestra el resumen de las características del árbol Quillotocto.

Tabla 6

Características Quillotocto Tecoma stans (L.) Juss. ex Kunth

Característica	Descripción
Familia	*Bignoniaceae*
Nombre científico	*Tecoma stans*
Autor	(L.) Juss. ex Kunth
Etimología	*Tecoma*, del Náhuatl tecomaxochitl, aplicado en el México prehispánico a las plantas con flores tubulares; *stans*, del latín *statum*, erecto, por la disposición de las flores
Nombre común	Chirlobirlo, Chicalá, Fresno
Origen	Nativa
Continente	América tropical, Norte América
Distribución geográfica	SE Estados Unidos a N Argentina
Altura máxima (m)	8
Diámetro (cm)	15
Amplitud de copa	Media (7 - 14 m)
Densidad de follaje	Media
Modelo arquitectónico	No determinado
Sistema radicular	Profundo
Atributos foliares	Miden 25 cm de largo por 15 cm de ancho, con 9 folíolos, borde aserrado, alargados y terminan en punta
Persistencia hoja	Caducifolia
Atributos florales	Miden 3 cm de diámetro, de forma tubular-campanulada
Estación de floración	Estacional
Sistema de polinización	Aves
Limitaciones flores	Carnosas: al caer, afecta la movilidad de peatones

Limitaciones frutos en espacios públicos	Masivos: afecta movilidad de peatones y vehículos
Sistema de dispersión	Anemocoria (viento)
Atracción fauna	Alta
Densidad madera (g/cm³)	0.47
Tasa de crecimiento	Rápida
Longevidad	Media (36 - 60 años)
Zonas de humedad	Seca, Húmeda
Rango altitudinal	0 - 1000 msnm, 1001 - 1500 msnm, 1501 - 2000 msnm
Requerimiento de luminosidad	Alta
Tipo de suelo	No determinado
Uso	No determinado
Función	Cerca viva, Ornamental, Alimento para la fauna
Usos en espacio público	Antejardines, Retiros de quebrada, Separadores, Andenes vías de servicio, Vías peatonales, Plazas/Plazoletas, Edificios institucionales
Estado de conservación	Preocupación menor (LC)

Fuente. EIA, 2014

Laurel Ocotea Heterochroma Mez & Sodiro

Según (Rivera, 2019). Su nombre común es aguacatillo, laurel o laurel chaquiro, se distribuye en zonas que se encuentran entre los 2.900 y 3.300 m.s.n.m; es un árbol corpulento con follaje glabro, con nervios amarillentos; su semilla madura genera un fruto suave, pericarpio y de color negro; mientras que la semilla no madura, produce un fruto duro, pericarpio y de color verde. En la figura 24 se muestra un árbol adulto de la especie.

Figura 24

Ocotea heterochroma Mez & Sodiro

Fuente. EIA, 2014

Según Palomeque et al., (2017). La especie *Ocotea heterochroma* sirve de alimento para aves, es de uso maderable y ornamental por su atractivo visual, y es valorada por su importancia ecológica, económica y sobre todo por su gran potencial para restaurar bosques.

Entre sus principales características se encuentran que es un árbol con una altura promedio entre 6 a 10 metros, sus ramas son sólidas, cuadrangulares con indumento simple; sus hojas son elípticas, cartáceas, con indumento simple y color verde oliva; sus flores son bisexuales; su fruto es una baya que mide entre 2,8 y 3,2 centímetros; se distribuye con Colombia y Perú. En Colombia, principalmente en Cauca, Nariño, Valle de Cauca y Cundinamarca Soler et al., (2021). En las figuras 25 se muestran las hojas de la especie.

Figura 25

Hojas de Ocotea heterochroma Mez & Sodiro

Fuente. EIA, 2014

Además, la agrupación de los vasos de madera tiene cortes trasversales que le permiten al árbol sobrevivir en temporadas de sequía, porque reservan agua y almidones. Por ende, es una especie que se adapta fácilmente a suelos con escasos nutrientes pese a ello es de crecimiento rápido y es heliófila, es decir que, se desarrolla mejor mediante la exposición directa al sol y

sirve de sombra para animales y cultivos (Universidad Nacional de Colombia [UNAL], 2022). En las figuras 26 y 27 se muestran las flores y el fruto de la especie.

Figura 26

Flores de Ocotea heterochroma *Mez & Sodiro*

Fuente. EIA, 2014

Figura 27

Frutos de *Ocotea heterochroma Mez & Sodiro*

Fuente. EIA, 2014

En la tabla 7, se muestra un resumen de las características de la especie *Ocotea heterochroma*.

Tabla 7

Características Laurel Ocotea heterochroma Mez & Sodiro

Característica	Descripción
Nombre Científico	*Ocotea heterochroma*
Nombres comunes	Laurel chaquiro (región andina)
Distribución geográfica	Colombia y Ecuador
Subreino	*Tracheobionta*
División	*Magnoliophyta*
Clase	*Magnoliopsida*
Orden	*Laurales*
Familia	*Lauraceae*
Género	*Ocotea*
Especie	*Ocotea heterochroma*

Fuente. EIA, 2014

La ganadería sostenible basada en el establecimiento de los SSPM contribuye a mejorar la temperatura de los predios, pues crean un microclima refugio para los semovientes además que genera mejor forraje, definiendo algunos árboles maderables también pueden proveer de materia prima para división de praderas sin necesidad de talar, además de mantener la biodiversidad, como en las cercas vivas o corredores biológicos (Ramallo, 1999). Otro de los

beneficios que otorga en la actualidad es enfrentar el cambio climático y disminuir la huella de carbono. (Umaña, 2012).

¿Cómo disminuir la huella de carbono? Estableciendo este tipo de SSPM con el fin de que estos secuestren las partículas de carbono, si bien en una mínima cantidad, pero favorece, pues la ganadería representa el 18% de contribución en emisión GEI por eso es tan importante el establecimiento de los sistemas agroforestales y dentro de este los sistemas silvopastoriles (Energygo, 2021).

Además, los SSPM contribuyen con la restauración de la biodiversidad del suelo, asociado al mantenimiento del ciclo de nutrientes, incremento de la humedad y la capacidad microbiana, esto genera que los suelos tengan una mejor absorción de nutrientes provocando mayor velocidad he infiltración del agua, disminuyendo la posibilidad de potreros encharcados como también a evitar que haya suelo desnudo y que se pueda generar una erosión del mismo Zuluaga et al., (2011).

Los nuevos profesionales del campo con apoyo de los agricultores, ganaderos y entidades gubernamentales deben fomentar la convivencia mutua y a una transferencia de conocimientos que generen un beneficio para el medio ambiente para la economía de una región, del sector ganadero logrando una explotación responsable de la naturaleza y del ecosistema Zuluaga et al., (2011).

Materiales y Métodos

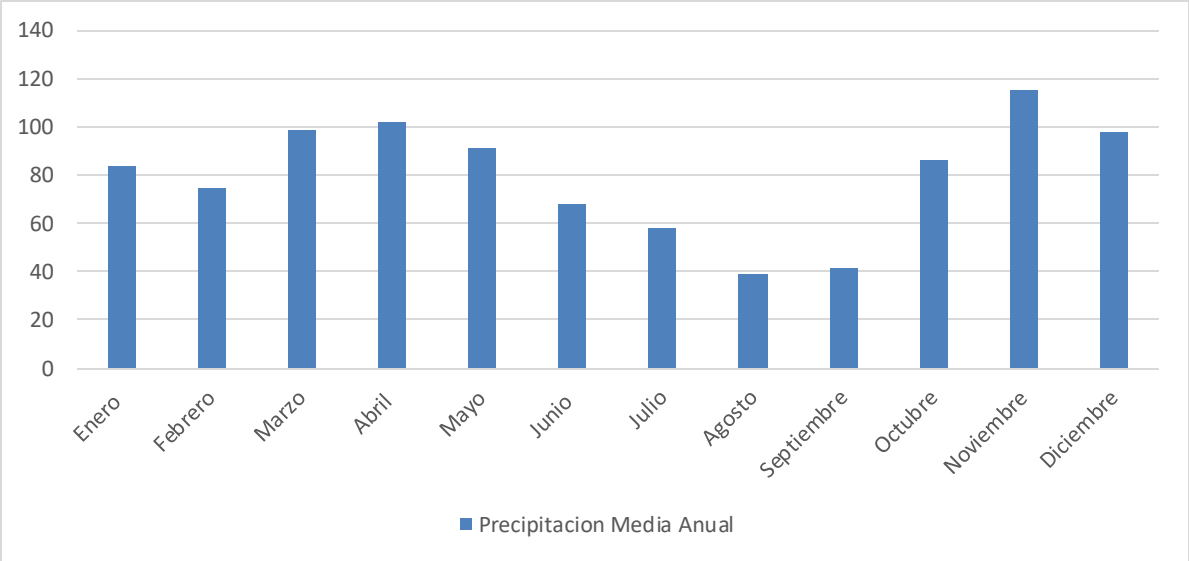
Localización y Oferta Ambiental.

El Sistema Silvopastoril fue implementado en la finca california localizada en el corregimiento el Catambuco, Vereda Bellavista municipio de Pasto departamento de Nariño. La finca cuenta con las siguientes coordenadas de acuerdo con Google Earth soportadas por GPS 1º08`35.88``N – 77º15`51.06¨W y presenta una altitud de 3200 m.s.n.m.

La temperatura mínima anual es de 11,6°C la temperatura máxima es de 13,8°C, con una media anual de 12,6°C. Presenta una precipitación promedio anual de 955 mm según el intervalo de1991 hasta el 2022 y se presentan dos periodos de lluvia, régimen bimodal marzo a mayo y de octubre a noviembre (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] 2022), como se muestra en las figuras 28 y 29.

Figura 28

Precipitación finca California (mm)

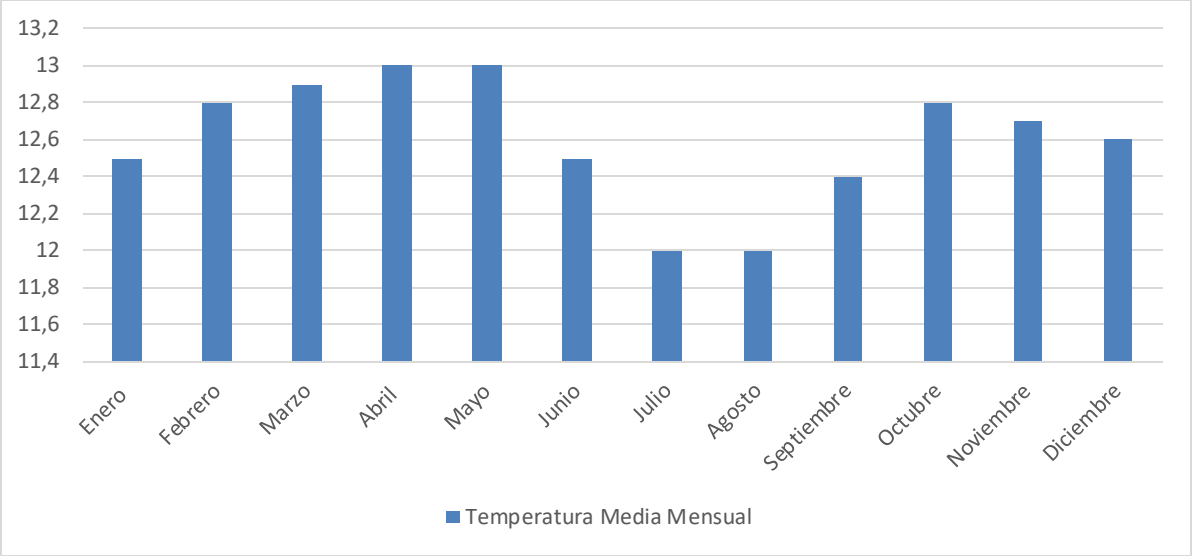


Fuente. Autoría propia

Los meses menos lluviosos se presentan generalmente de diciembre a febrero y junio a septiembre con un promedio mensual de 42 mm, presentándose en agosto la menor precipitación.

Figura 29

Temperatura media mensual finca California (°C)



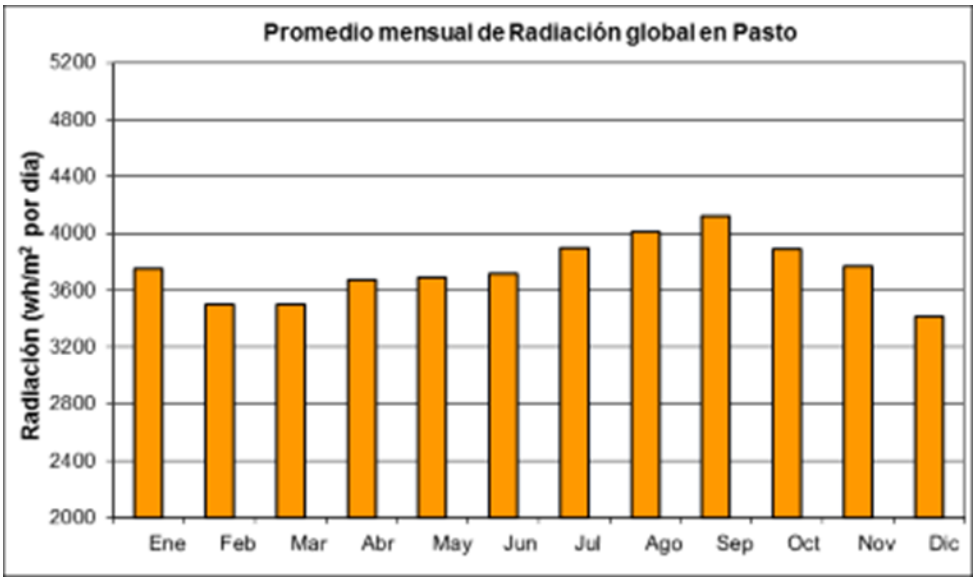
Fuente. Autoría propia

Las temperaturas son bajas con promedios de 12°C, las cuales determinan poca evapotranspiración, creando un ambiente de constante humedad; así mismo, las temperaturas oscilan bastante entre el día y la noche; en épocas de sequía (julio, agosto) estas disminuyen hasta 0°C, originando la presencia de heladas.

La finca Ganadera California cuenta con un suelo de uso agropecuario, con tradición ganadera, presenta pendientes que superan los 15°. La altura del predio fluctúa entre 3050 a 3200 m.s.n.m. Por tanto, está ubicado en la zona Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB). Y por estar ubicado el predio por encima de los 3000 metros presenta una mayor radiación solar como se puede observar en la figura 30.

Figura 30

Radiación solar Pasto



Fuente. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2022

Adicionalmente, en el predio se observa la presencia de vientos frecuentes y en conjunto, estas variables medioambientales influyen con la producción y calidad de las praderas, y tienen un efecto directo sobre el bienestar de las praderas y animales que se refleja en los bajos índices Agrozootécnicos actuales: Capacidad de carga 1.5 UGG por hectárea, producción y calidad de forraje 50% en Raygrass *Lolium sp* y praderas nativas y naturalizadas que equivalen al 50 % en Saboya *Holcus lanatus* y Kikuyo *Cenchrus clandestinus* la producción diaria de leche 16,5 litros/vaca/día, tasa de preñez 1,7 inseminaciones un servicio, entre otras.

Por lo anterior, la implementación de sistemas silvopastoriles conformando cercas vivas, cortinas rompevientos, y linderos generaran efectos positivos en la relación Suelo/Planta/Animal y en el bienestar humano.

Con este Proyecto de desarrollo tecnológico, se espera generar a corto plazo, mediano plazo un mejoramiento de la fertilidad del suelo, una protección contra vientos y heladas, un

aumento de la temperatura ambiental del predio. Incrementar la oferta forrajera en cantidad y calidad y con los efectos de los sistemas silvopastoriles mejorar directamente los indicadores zootécnicos del sistema de producción de leche, reflejándose en bienestar del sistema y del productor, logrando así un sistema de ganadería sostenible económica, productiva y ambientalmente.

Número de Animales y Manejo de Praderas

La finca California es una explotación ganadera convencional basada en un sistema de producción de leche, donde la fuente principal de alimento es el pastoreo y como fuente principal de nutrientes de los bovinos es la gramínea Raygrass *Lolium sp*.

El predio cuenta con un inventario bovino conformado por: 4 Terneras, 7 novillas y 14 vacas. De acuerdo con el último aforo se obtienen 2.5 kg de FV/$m^{2:}$ El número de praderas del predio es de 32 de aproximadamente 0.5 hectárea/pradera, para un área total en ganadería de 16 ha. Algunos indicadores agrozootécnicos se muestran en tabla 8.

Tabla 8

Cálculo de indicadores agrozootécnicos finca California

Ítem	Valor
Número de vacas	14
Peso promedio de las vacas (kg)	550
Número de UGG (450 kg)	17,1
Consumo voluntario (kg/ FV/ día)	69
Consumo voluntario hato kg FV/ día/ UGG	1176
Producción FV/ año/ predio	490.957
Consumo de hato al año	429.382
Capacidad de carga (UGG/ha)	1,1
Requerimiento de área por vaca (m^2/día)	44,8
Requerimiento de área por hato (m^2/día)	766,8
Ancho de franja a mover diariamente (m)	30,67
Número de franjas que debería tener la finca para las vacas	31

Fuente. Autoría propia

Las praderas se manejan bajo un sistema de rotación con cerca eléctrica y cuentan con un área aproximada de 0.5 ha, con periodos de ocupación (PO) de 2 a 3 días y periodos de descanso (PD) entre 27 a 30 días.

La fertilización está basada en la utilización de urea 20 kg/ha cada dos pastoreos. Fertilización completa química 20 kg/ha y abono orgánico 50 kg/ha una vez al año y el aporte de las excretas de ganado como fuente de nutrientes, con relación a los rendimientos Zootécnicos el promedio de producción de leche de las 14 vacas del predio es de 16.8 litros/vaca/día, logrando una producción diaria del hato de 235.2 litros promedio. El precio de venta es de $1900/litro. Por tanto, el ingreso bruto por venta de leche del predio California es de $446.880/día.

Áreas de la Finca California

Como se muestra en la figura 31, la finca california tiene un área total de 27 ha. Y un área de bosque protegido aproximadamente de 11 ha. El área disponible para el establecimiento de los sistemas silvopastoriles este proyecto aplicado fue de seis (6) hectáreas aproximadamente. Adicionalmente, dispone de un nacimiento de agua en la quebrada Santa María.

Manejo del Área a Intervenir

De acuerdo con figura 32, los lotes disponibles en la finca California para el manejo estratégico de praderas y el área para el establecimiento del proyecto silvopastoril es de aproximadamente seis (6) hectáreas; en tres (3) de las cuales se establecerán los sistemas silvopastoriles multiestratos y multiespecies (SSPM) y, en las tres (3) restantes se establecerán praderas de Ray Grass *Lolium perenne*.

Figura 31

Finca Ganadera California

Perímetros del predio

Perímetro del Bosque

Perímetro para el proyecto SSPM

Fuente. Aplicativo Google Earth, 2023

Figura 32

Lotes disponibles para el manejo y mejoramiento del predio California

Perímetros finca

Perímetro para proyecto

Fuente. Aplicativo Google Earth, 2023

Actualmente, en el manejo de praderas, se vienen realizando una rotación utilizando cerca eléctrica en potreros que tienen un área entre 0.5 a 1 ha. Concertadamente con el productor se seleccionaron los lotes a establecer el SSPM que sumaban un área de tres (3) hectáreas y se procedió con el establecimiento de los Sistemas Silvopastoriles, en lotes que tenían con una base forrajera Raigrás *Lolium perenne*.

En el sistema silvopastoril, el establecimiento del principal componente leñoso arbóreo se realizó con la especie Aliso *Alnus acuminata* sembrada a una distancia entre árboles de 4.5 m. Los cuales están identificados en la figura 33 por los puntos de color azul.

El componente leñoso arbustivo estuvo representado por el arbusto Saúco *Sambucus nigra L.* el cual se sembró con una separación de 1m entre cada arbusto, sembrados en doble línea conformando cercas vivas multiestratos y multiespecies y estos se identifican con el color amarillo en la figura 33.

Adicionalmente, se enriquecieron los linderos con las cinco (5) especies nativas*:* Pelotillo *Viburnum sp.;* Pandala *Prunus huantensis Pilg.;* Pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis.;* Quillotocto *Tecoma stans y* Laurel *Ocotea heterochroma*. Como se muestra en la figura 33. Especies que están identificadas con los colores, Naranja, verde claro, amarillo, azul claro y Blanco.

En la figura 33, se puede observar el diseño de los SSPM, contribuyendo con la conectividad del paisaje ganadero, uniendo el bosque primario y los-parches con las cercas y linderos. La pérdida y fragmentación del hábitat son las amenazas más negativas sobre la biodiversidad que enfrentamos en la actualidad, ya que afectan procesos biológicos fundamentales para la persistencia de un gran número de especies. La conectividad se divide en estructural y describe la variedad y arreglo espacial de los elementos físicos del paisaje, como el

tipo de cobertura vegetal y la distribución espacial de linderos, y la conectividad funcional se refiere al comportamiento que presentan los individuos en respuesta a los elementos del paisaje, ya sea que éstos faciliten o restrinjan el movimiento y el flujo de genes (dispersión que conlleva a la reproducción) entre parches de hábitat.

Figura 33

Esquema establecimiento SSP

Fuente. Aplicativo Google Earth, 2023

Análisis de Suelos

De acuerdo el análisis LQAS22- 003229 realizado por Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA ,2020). El suelo presenta las siguientes características: Reacción fuertemente ácido, con saturación alta de aluminio, indicando baja disponibilidad de nutrientes como calcio, magnesio, potasio y fósforo, por tanto, se recomienda la aplicación de enmiendas calcáreas para corregir acidez y mejorar la disponibilidad de nutrientes.

Disponibilidad adecuada de Nitrógeno considerando el porcentaje alto de materia orgánica, se recomienda la aplicación de Nitrógeno en dosis de mantenimiento. Y años después por la fijación biológica del nitrógeno, no se requerirá la aplicación externa de N. Para el Fósforo y el Azufre se recomienda su aplicación debido a sus moderados a bajos contenidos en el suelo. Para las bases de cambio Calcio y Magnesio se recomienda su aplicación debido a sus bajos niveles edáficos, para Potasio no se recomienda su aplicación actualmente. Para los micronutrientes se recomienda la aplicación de Boro como consecuencia de su baja concentración nativa, para Hierro, Manganeso y Zinc no se recomienda su aplicación actualmente.

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA ,2020). Realizó la recomendación de aplicación de fertilización y de corrección de pH. (5.4), con el fin de que las praderas reciban fundamentalmente los elementos N, P, Bo, calcio, Mg y S principales limitantes del suelo del predio.

Adicionalmente, con la incorporación de la enmienda seleccionada Yeso Agrícola permitirá disminuir el nivel de aluminio intercambiable y su actividad (2,42 ppm). Reducirá la

saturación de aluminio en el complejo de intercambio del suelo. Además, es necesario adicionar boro dada su baja disponibilidad en el suelo.

La premisa fundamental de ganadería sostenible basada en sistemas silvopastoriles es devolver al suelo lo que las plantas herbáceas, arbustivas y arbóreas extraen, corregir las deficiencias del suelo con fuentes naturales, rocas, cales, aplicar biofertilizantes basados en: *Azotobacter* y *Azospirillum* como agentes promotores de crecimiento vegetal, debido a su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico y producir hormonas de tipo indólico.

Uno de los problemas nutricionales de los forrajes y de los rumiantes en la zona es el fosforo, asociado a que los suelos son fuertemente ácidos, algunos con presencia de aluminio, limitando la disponibilidad de fósforo (P) para satisfacer las necesidades de crecimiento de los pastos. Por lo tanto, es fundamental el uso y manejo de las Micorriza Versículo Arbusculares, las cuales absorben azúcares de la raíz de las plantas e introducen nutrimentos como el fósforo, nitrógeno, potasio, calcio, azufre, zinc, cobre, molibdeno y boro, entre otros en su sistema vascular.

Presentan un papel decisivo en la absorción del fósforo mineral, el cual es poco asimilable y elemento vital en los procesos de fijación bilógica del nitrógeno. Las micorrizas, además, permiten un mejor desarrollo radicular, por tanto, las especies forrajeras tienen una mayor área de agotamiento, explorando un mayor volumen de suelo. Es así como las raíces de plantas micorrizadas pueden absorber principalmente mayores cantidades de P y, otros elementos como nitrógeno, potasio, calcio, azufre, zinc, cobre, molibdeno y boro, que serían ingeridos por los bovinos en su proceso de pastoreo y/o ramoneo.

Adicionalmente, se ha demostrado que las plantas micorrizadas soportan mejor el déficit de agua, pues tienen un incremento en el área fisiológicamente activa de las raíces para captar

mejor el agua, incrementado así también la tolerancia a altas temperaturas del suelo o acidez extrema causadas por aluminio, magnesio y azufre. Se presentan menores incidencias de enfermedades de raíz, ataques de nematodos y plagas que se alimentan del sistema radicular. Finalmente, la micorrización es un trabajo en equipo del hongo, la planta y el suelo, para lograr un mejor intercambio de nutrientes e incremento de la productividad de las plantas forrajeras, que a los productores favorece con el menor uso de fertilizantes, menor riego, permitiendo un manejo más orgánico que se refleja en mayor producción y calidad de la biomasa forrajera. Esto debe ser complementado con el manejo estratégico del estiércol (Cruz &Moreno, 2009) (Chamorro & Rey, 2008); (Chamorro & Aranzazu, 2022).

Adicionalmente, para la implementación de los sistemas silvopastoril en la finca California, se utilizó la información de Google Earth y mediante las imágenes satelitales, que permitió georreferenciar la finca y los lotes a establecer el SSPM. Para lo cual, se recibió el apoyo técnico de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD y la Red de Fincas Silvopastoriles de Nariño *Red SilvoPAZ,* y el aporte del material vegetal de la fundación Impulso Verde fundamentalmente la especie Aliso *Alnus acuminata* y las cinco especies nativas 1. Pelotillo *Viburnum* 2. Pandala *Prunus huantensis Pilg* 3. Pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis* 4. Quillotocto *Tecoma stans* y 5. Laurel *Ocotea heterochroma,* adaptadas a la altura del trópico alto 3200 msnm. Además, se apoyó al propietario con la selección de los árboles semilleros de *Sambucus nigra* y recolección del material vegetal, las estacas seleccionadas sirvieron para la propagación asexual de *Sambucus nigra* y así completar todos los requerimientos en material vegetal para el establecimiento del SSPM.

Como se puede observar en la figura 34, el proyecto se desarrolló en cuatro fases. Partiendo de una fase de investigación, consultando fuentes primarias y secundarias sobre

sistemas silvopastoriles en el Trópico Alto de Colombia y Nariño y, realizando minería de información, para posteriormente confrontar la información con el trabajo de campo en el predio. Donde se realizó el conocimiento, selección y delimitación de lotes a intervenir.

Una fase importante del proyecto fue la definición concertada del SSPM a establecer en la finca, definiendo las especies leñosas y las distancias de siembra, basadas en las experiencias de la Red SilvoPAZ y del Grupo de investigación Agroforestería y Biodiversidad Tropical en Nariño. Además, es muy valioso el conocimiento e identificación de las especies por parte del productor y valorar su experiencia en el establecimiento y mantenimiento de las mismas. Una vez y concertadamente seleccionadas las especies a establecer, se procedió a la búsqueda en viveros de las mismas y a la gestión de consecución, transporte y mantenimiento del material vegetal que se establecerá.

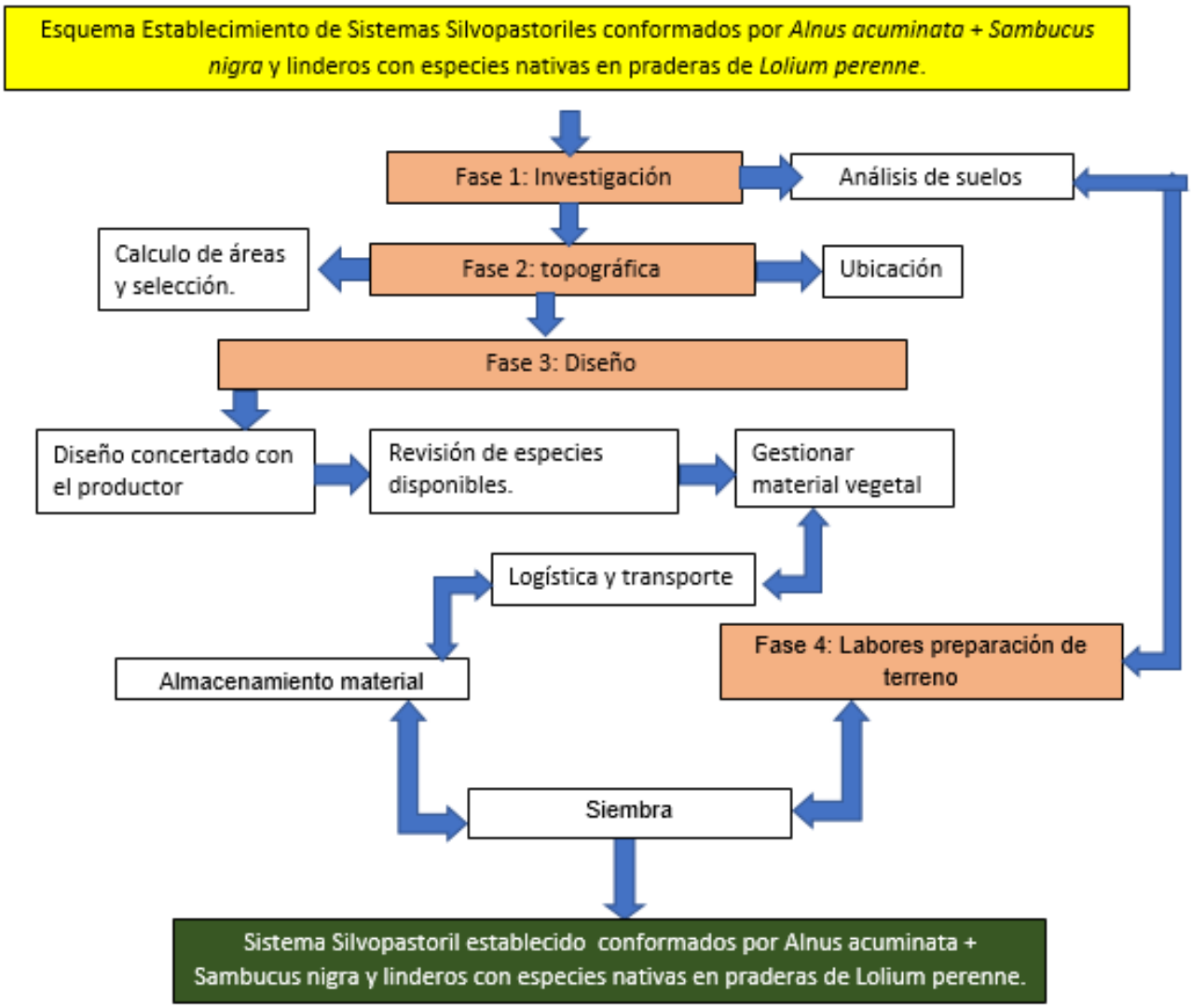
Es muy importante identificar previamente las fuentes semilla para la propagación vegetativa, en el caso de *Sambucus nigra,* definir las plantas madre de donde provendrán la semilla asexual y el manejo que se dará a la semilla previa a la siembra y en momento de la siembra. Por ejemplo, seleccionar estacas de aproximadamente 50 cm que dispongan de tres nudos y realizarles en el extremo inferior el corte de bisel, para ampliar el área de Fito estimulación, donde se le aplicara gel de *Aloe vera* "sábila" y estimular el enraizamiento, así como el porcentaje de brotación de yemas y número de hojas. Esto también permite agilizar la relación simbiótica con las micorrizas.

Una vez se disponía de todo el material vegetal requerido, se procedió a las labores de preparación de las franjas de siembra, ahoyado, siembra y cercado.

Diagrama de Flujo Proyecto Aplicado

Figura 34

Esquema establecimiento de sistemas silvopastoriles



Fuente. Autoría propia

Resultados

Planeación Agronómica de la Siembra Tecnificada de Material Vegetal

Como se puede observar en la figura 35, el eje central del establecimiento del SSPM es el recurso arbóreo nativo fijador de nitrógeno *Alnus acuminata,* unido con el doble surco del recurso arbustivo forrajero para ramoneo *Sambucus nigra.* Teniendo en cuenta que en el predio California se cuenta con animales jóvenes cuatro (4) Terneras y siete (7) novillas, que pueden consumir, pisar o dañar el material leñoso, para proteger a las especies establecidas en el SSPM del ramoneo de los bovinos, se procedió con el cercado de posteadura a lado y lado de los árboles y arbustos en las praderas mixtas de *Lolium perenne.*

Figura 35

Establecimiento inicial del sistema silvopastoril multiestrato

Fuente. Autoría propia

Con las siembras de todo el material leñoso arbustivo y arbóreo, se logró cumplir con la fase de establecimiento, basada en aplicar los conocimientos agronómicos para una siembra tecnificada, aprovechando prácticas Agroecológicas y la técnica de fitoestimulacion.

Adicionalmente, la orientación de las franjas de siembra, las distancias de siembra de las especies seleccionadas, estuvo asociadas con la orientación de los lotes seleccionados con relación

a la salida y puesta del sol y con las pendientes de los lotes, con la premisa fundamental de mejorar las condiciones actuales de la finca California de propiedad del señor Carlos Tapia y así generar un mejor ambiente para el desarrollo de las especies sembradas.

La densidad de siembra definida por la oferta ambiental con *Alnus acuminata* fue de 4.5 m entre árboles. Y la siembra del Saúco *Sambucus nigra L.* en doble surco al pie del Aliso, con una separación de 1m entre cada arbusto conformando cercas vivas. Esto beneficiará más delante la prevención de los efectos de las heladas, representada en una deshidratación a nivel celular y ruptura mecánica de la estructura de la célula de las gramíneas acompañantes de los *Lolium*.

Con la densidad de siembra del componente arbóreo aliso *Alnus acuminata* y el componente arbustivo Saúco *Sambucus nigra* en franjas a modo de división de potreros, con una fertilización natural de enraizarte a base de sábila *aloe vera* más la materia orgánica producto de las excretas del ganado que en la mayoría de los casos se esparcen en los potreros, se logrará tener un SSPM que permitirá el mejoramiento de los indicadores Agrozootécnicos de la finca California.

Una vez *in situ* definiendo la orientación de las franjas, se explicó a los jornaleros el paso a paso del proceso de siembra de las especies leñosas que conforman el SSPM, y la organización de las actividades del establecimiento, se desarrolló mediante delegaciones de actividades especializadas, por la metodología de trabajo en equipo por parejas.

- Pareja número uno, retirar la capa vegetal y ahoyar.
- Pareja número dos, parar y fijar postes.
- Pareja número tres, alambrar.

Todos los jornaleros, apoyaban el transporte del material vegetal, la ahoyadora, postes, alambre y demás materiales utilizados en el establecimiento del SSPM.

Una vez se tiene realizadas las actividades previas y parte del material vegetal ya en la finca se dio inicio a la siembra de Aliso *Alnus acuminata* y de las especies nativas Pelotillo *Viburnum sp* + Pandala *Prunus huantensis Pilg*+ Pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis* Quillotocto *Tecoma stans* las tres parejas en un día.

Para llegar a la etapa final del establecimiento del SSPM se desarrolló una jornada de trabajo en donde dos parejas terminan de sembrar el material vegetal existente. Otra pareja se traslada hasta el municipio de Tangua en el sector llamado el Tambor Vereda el Cebadal localizado a una altura de 2719 msnm aproximadamente; para recolectar las estacas de Saúco *Sambucus nigra* que hacían falta.

De esta manera, una vez ya recolectado el material vegetal de *Sambucus nigra* requerido se traslada a la finca y dos parejas se dedican a la siembra de las estacas de *Sambucus nigra*. Las estacas previas a la siembra se sumergieron en el fitoestimulante natural a base de *Aloe vera* sábila. En promedio cada jornalero tiene un rendimiento sembrar 100 plántulas y 200 estacas de *Sambucus nigra* por jornada. Estos valores son similares a los promedios reportados por la Red SilvoPaz, en el establecimiento de estacas de *Sambucus nigra* previa preparación de suelos en la franja de siembra, con arado de cinceles, obteniendo un rendimiento de 40 estacas/hora, 300 estacas/jornal en cuadrillas de dos jornaleros. Los cuales realizan la práctica de corte de bisel a las estacas que lo requieren, la aplicación del gel de *Aloe vera* "sábila" y la dosificación en el suelo de enmiendas y Biofertilizantes en mezcla.

En el área de costos de establecimiento se determina la trazabilidad directa como componente fundamental de BPA y BPG con el fin de generar informe detallado e ir estableciendo la finca como una empresa agroganadera productiva, con información biológica y económica.

Establecimiento del Sistema Silvopastoril

Las actividades necesarias para el establecimiento del sistema silvopastoril con las responsabilidades que estas actividades acarrea.

Adquisición y logística del traslado del material vegetal Aliso *Alnus acuminata* de 1m de altura y especies nativas 0.30 m de altura realizado con anterioridad teniendo en cuenta las gestiones de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, el señor docente y asesor para este proyecto Diego Rosendo Chamorro Viveros Zootecnista MSc, PhD (e) Docente Asistente de Planta ECAPMA CCAV Pasto con la fundación Impulso Verde y financiamiento con recursos propios.

En la logística del transporte de material desde los diferentes Viveros, uno de ellos ubicado en el municipio de Cumbal departamento de Nariño, tuvo un costo de $300.000 para trasladar 500 Alisos de los cuales 200 se sembraron en la finca california los demás fueron asignados para otras fincas de la Red SilvoPAZ. Este vivero tiene una altura de 3050 m.s.n.m aproximadamente. Otro vivero ubicado en el corregimiento de Buesaquillo municipio de Pasto la logística en transporte tuvo un costo de $50.000 y se logró trasladar 700 plantas nativas todas se sembraron en la finca california este vivero tiene una altura de 2527 m.s.n.m aproximadamente.

Par el Trazado, la delimitación, el Ahoyado para la Posteadura y el cercado de los árboles en los SSPM. Se aplicaron conceptos topográficos, pendiente, dirección y de manejo y conservación de suelos, así organizar la orientación de las franjas donde se establecen las barreras de protección para los árboles algunas coincide con las divisiones ya existentes en la finca.

Posterior a ello se realiza el traslado del material vegetal restante Saúco *Sambucus nigra* Estacas de 0.50 m de largo con tres nudos, esto da el aval para la siembra y fertilización de arbustos y árboles, como se puede observar en la tabla 9 Cronograma de actividades.

Tabla 9

Cronograma de actividades

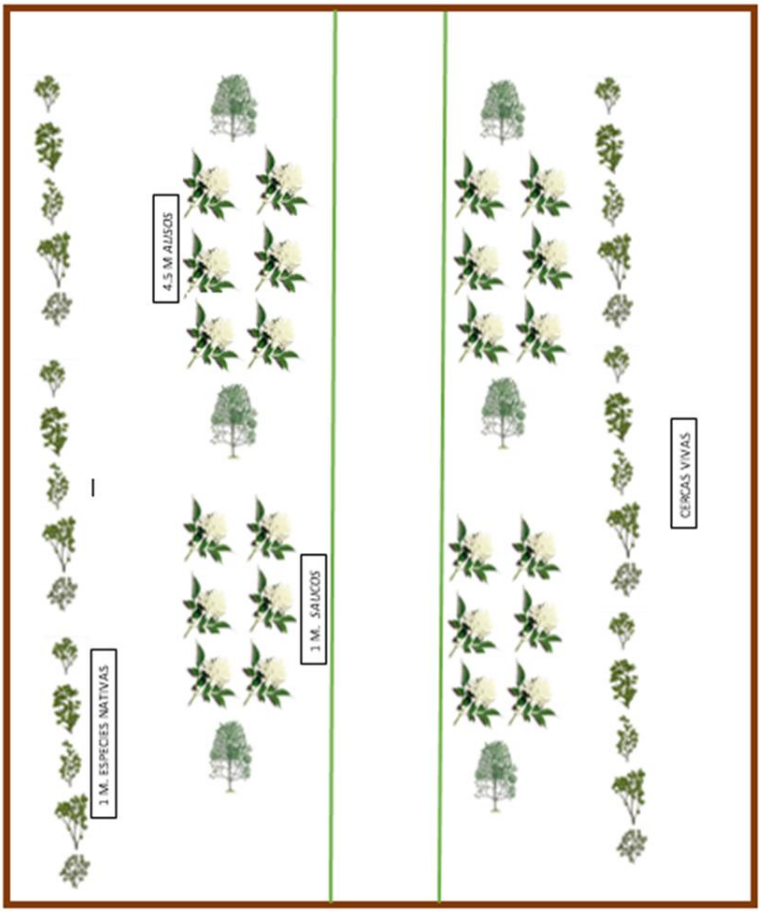
Actividad	Mes uno				Mes dos			
	Sem 1	**Sem 2**	**Sem 3**	**Sem 4**	**Sem 1**	**Sem 2**	**Sem 3**	**Sem 4**
Adquisición de material vegetal Aliso *Alnus acuminata* de 1m de altura.	x							
Adquisición de material vegetal especies nativas 0.30 m de altura		x	x					
Logística y transporte vivero (Cumbal y Yacuanquer) a finca California				x				
Trazado y delimitación de los SSP			x					
Ahoya para cercas y árboles en los SSP		x	x	x				
Posteadura y cercado.				x				
Adquisición de material vegetal Saúco *Sambucus nigra* Estacas de 0.50 m de largo				x	x			
Corte y adecuación de estacas Saúco					x			
Logística y transporte cebadal a finca California						x		
Siembra y fertilización de arbustos y arboles						x	x	

Fuente. Autoría propia

Las labores culturales de Ahoyamiento, la instalación de cercas y árboles se realizaron en periodo de dos semanas. En promedio un jornalero teniendo en cuenta las condiciones agro-climatológicas y el apoyo de maquinaria agrícola (ahoyador agrícola) realiza 350 hoyos por jornal y estos tienen un diámetro de 20*20 cm a una profundidad de 40 cm para aliso *Alnus acuminata* y 20 cm para especies nativas Pelotillo *Viburnum sp* + Pandala *Prunus huantensis Pilg*+ Pumamaqui *Oreopanax ecuadorensis* Quillotocto *Tecoma stans y* Laurel *Ocotea heterochroma.*

Figura 36

Diagrama de siembra



Fuente. Autoría propia

Tabla 10

Modelación de establecimiento

Detalle del establecimiento de SSPM
Linderos de la finca especies nativas sembradas a 1 m de separación
Franja de aliso *Alnus acuminata* H.B.K sembrados a 4.5 m de separación
Franja de saúco *Sambucus nigra* sembrados a 1 m de separación a doble línea
Franja de pastoreo de praderas de *Lolium perenne* 20*50 m
Linderos de la finca especies nativas sembradas a 1 m de separación

Fuente. Autoría propia

Costos

Tabla 11

Inversión Material Vegetal para el Establecimiento de SSP

Detalle	{Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario en pesos	Valor total en pesos	Valor/ha	(%)
Alnus acuminata Plantas de 1m de altura	Arboles	200	3.000	600.000	200.000	29
Sauco *Sambucus nigra* Estacas de 0.50 m de largo	Estacas	800	100	80.000	26.667	4
Especies nativas *Viburnum sp, Prunus huantensis, Oreopanax ecuadorensis;Tecoma stans y Ocotea heterochroma*.0.30 m de altura	Plántulas	700	2000	1.400.000	466.667	67
Total				$ 2.080.000	$ 693.333	$ 100

Fuente. Autoría propia

Tabla 12

Inversión de labores culturales y herramienta agrícola

Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario en pesos	Valor total en pesos	Valor/ha	(%)
Combustible	Galón	2	10.000	20.000	6.667	2,01
Ahoyador agrícola	Día	2	1106	2.212	737	0,22
Aceite lubricación	Cuarto	2	18.000	36.000	12.000	3,62
Ahoyamiento y árboles.	Jornal	3 .1/2	35000	122.500	40.833	12,30
Corte de estacas de *Sambucus nigra*	Jornal	2	35000	70.000	23.333	7,03
Logística y transporte vivero (Cumbal a finca California)	Flete	1	600	120.000	40.000	12,05
Logística y transporte vivero (Buesaquillo a finca California)	Flete	1	50.000	50.000	16.667	5,02
Logística y transporte vereda cebadal a finca California.	Flete	1	50.000	50.000	16.667	5,02
Siembra de plantas de *Alnus* acuminata, *Viburnum sp, Prunus huantensis, Oreopanax ecuadorensis; Tecoma stans, Ocotea heterochroma y e*stacas de *Sambucus nigra.*	Jornal	8	35000	280.000	93.333	28,12
Persona encargada de preparar la alimentación durante todo el periodo	Jornal	7	35000	245.000	81.667	24,61
			Total	$995.712	$331.904	100

Fuente. Autoría propia

Teniendo en cuenta la compra de maquinaria agrícola ahoyador agrícola como se puede cuyas características se muestran en la tabla 13.

Figura 37

Ahoyador agrícola

Fuente. Almacén TecniAgro – Maquinaria Agroforestal, 2023

Tabla 13

Datos técnicos ahoyador líder

Características	Descripción
Marca	Líder
Modelo	3WT-150
Broca	200 mm
Garrafa	Líder mix 4l
Aceite	Husqvarna

Fuente. Almacén TecniAgro – Maquinaria Agroforestal, 2023

Sin embargo, como el ahoyador no es un insumo obligatorio se debe de hacer la depreciación con el fin de que se cargue al costo a cada árbol únicamente del tiempo en el que se utiliza. De acuerdo al fabricante, el tiempo de uso en condiciones normales con una intensidad a de trabajo diario de seis horas, es de dos (2) años. Entonces al utilizar esta herramienta durante el periodo de establecimiento se realizó el cálculo del valor de salvamento que equivale a un 10% es decir $86.000. Posterior a ello se realiza la depreciación vida útil /valor de compra después de salvamento = $774,000 costo de compra /700 días= $1.106

Posteriormente, se determinaron los gastos adicionales de aceite y combustible como combustible 2 galones $20.000 y aceite de lubricación 2 cuartos $36.000 esto sumando el valor que tiene el día de la utilización del ahoyador agrícola para el caso 2 días cada uno a $1106 = nos da un total de $58.212 este valor se cargará en la proporción a lo utilizado.

Tenido en cuenta que las especies nativas fueron 700 pero el Ahoyamiento es de 20*20*20 tendrá una participación del 50% es decir $29.106. En este mismo orden de ideas las estacas de *Sambucus nigra* para las cuales para la siembra solo se retiró la capa vegetal de los 800 espacios lo que representa un 20 % es decir $11.643.

Posteriormente, se calculó el valor del ahoyado para *Alnus acuminata* a una profundidad de 40 cm con un diámetro de 20*20. Para este caso se rellenó 20 centímetros del mismo suelo para mejorar la capacidad de enraizamiento y como son 200 árboles lo que representan el 20% con un valor de $11.643 y para finalizar se calculó el Ahoyamiento para la posteadura, los huecos fueron 100 de 50 cm de profundidad que representan el 10% es decir $5821 para este último.

En las tablas 14, 15, 16 y 17, se evidencian los costos del establecimiento de un SSPM, en el proceso de reconversión de sistemas ganaderos convencionales a sistemas sostenibles con un eje silvopastoril.

Tabla 14

Costos de establecimiento de SSPM con cercamiento

Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario en pesos	Valor total en pesos	Valor/ha	(%)
Ahoyamiento para cercas 100 huecos	Jornal	1/2	17500	17.500	5.833	2,1
Posteadura y cercado	Jornal	4	35.000	140.000	46.667	16,5
Postes madera	Unidad	100	4000	400.000	133.333	47,2
Alambre galvanizado	Kilo	20	12.000	240.000	80.000	28,3
Manguera aislante	Metro	10	5000	50.000	16.667	5,9
			Total	$847.000	$282.500	100

Fuente. Autoría propia

Tabla 15

Costos aproximados por árbol sembrado de Alnus acuminata

Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario en pesos	Valor total en pesos	(%)
Alnus acuminata Plantas de 1m de altura	Arboles	1	3.000	3000	78,4
Ahoyador agrícola	Fracción	1	58.21	58.21	1,6
Logística y transporte vivero (Cumbal a finca California)	Cupo	1	600	600	15.70
Siembra de plantas de *Alnus acuminata*	Fracción	1	165	165	4.3
Total				$ 3824	100

Fuente. Autoría propia

Tabla 16

Costos por planta sembrada en SSPM de especies nativas

Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario en pesos	Valor total en pesos	(%)
Especies nativas *Viburnum sp, Prunus huantensis,Oreopanax ecuadorensis;Tecoma stans y Ocotea heterochroma.*0.30 m de altura	Plántulas	1	2.000	2000	89,4
Logística y transporte vivero (buesaquillo)	Cupo	1	71,42	71,42	3,2
Siembra de especies nativas *Viburnum sp, Prunus huantensis, Oreopanax ecuadorensis; Tecoma stans y Ocotea heterochroma.*	Fracción	1	165	165	7.4
Total				$ 2237	100

Fuente. Autoría propia

Tabla 17

Costos de siembra de Sambucus nigra

Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario en pesos	Valor total en pesos	(%)
Corte estacas *Sambucus nigra*.	Estacas	1	88	88	21,2
Valor estacas *Sambucus nigra*.	Estacas	1	100	100	24.2
Logística y transporte cebadal a finca california.	Cupo	1	62	62	14.,9
Siembra de estacas	Fracción	1	165	165	39,7
			Total	$ 415	100

Fuente. Autoría propia

Gracias al apoyo de la fundación impulso verde, socios de la Red SilvoPAZ quienes han recibido capacitación en la producción de inoculantes de *Frankia* por parte de la Red SilvoPAZ aportaron para fines académicos y futuras investigaciones el material vegetal de aliso *Alnus acuminata* y de las especies nativas *Viburnum sp, Prunus huantensis, Oreopanax ecuadorensis; Tecoma stans* y *Ocotea heterochroma*. Por tanto, los costos de material vegetal para el caso de este proyecto no se evidenciaron.

La inversión se realizó en la adquisición de la semilla asexual de *Sambucus nigra* y gastos adicionales como jornales, logística en transporte de material vegetal y la compra de maquinaria agrícola. Esta última, aunque no es de obligación para este caso si se contó con los recursos económicos para adquirirla y en los costos se establece la depreciación de dicho artículo y se carga únicamente el costo por días de uso. Sin embargo, para el cálculo del costo real del

establecimiento de un sistema silvopastoril se deben incluir todos los costos de establecimiento del recurso leñoso, como se observa en las tablas 18, 19 y 20.

Tabla 18

Costos sin compra de material vegetal

Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario en pesos	Valor total en pesos	cantidad por hectárea	Valor/ha	(%)
Labores culturales	Fracción	NA	NA	$995.712	NA	$331.904	52
Valor agregado ssp con cercamiento	Fracción	NA	NA	$847.000	NA	$282.500	44
Material vegetal Sauco *Sambucus nigra*	Unidad	800	$100	$80.000	267	$26.700	4
Total establecimiento		800		$1.922.712	267	$641.104	100

Fuente. Autoría propia

Tabla 19

Resumen costos aproximados por árbol y arbusto sembrado

Especies	Costo general por planta	Costo proyecto por planta
Aliso - *Alnus acuminata*	$3.824	$824
Saúco -*Sambucus nigra*	$415	$315
Especies nativas *Viburnum sp, Prunus huantensis, Oreopanax ecuadorensis; Tecoma stans y Ocotea heterochroma.*	$2.237	$237
Total	$6.476	$1.376

Fuente. Autoría propia

Tabla 20

Participación de cada factor en los costos

Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario en pesos	Valor total en pesos	cantidad por hectárea	Valor/ha	(%)
Labores culturales	fracción	NA	NA	$995.712	NA	$331.904	25
Valor agregado ssp con cercamiento	fracción	NA	NA	$847.000	NA	$282.500	22
Material vegetal Aliso *Alnus acuminata*	unidad	200	$3.000	$600.000	66	$199.800	15
Material vegetal Sauco *Sambucus nigra*	unidad	800	$100	$80.000	267	$26.700	2
Material vegetal especies nativas	unidad	700	$2.000	$1.400.000	234	$468.000	36
Total establecimiento SSPM		1700		$3.922.712	567	$1.308.904	100

Fuente. Autoría propia

Origen Material Vegetal

La fundación Impulso Verde aportaron el material vegetal de *Alnus acuminata* y de las cinco especies nativas *Viburnum sp, Prunus huantensis, Oreopanax ecuadorensis; Tecoma stans* y *Ocotea heterochroma*. El cual tenía una altura de 0.30 m y en excelentes condiciones, dado que son propagadas con protocolos técnicos agronómicos, algunos de ellos de autoría de la Red SilvoPAZ como podemos observar en la Figura 39.

Figura 38

Vivero y camas de germinación

Fuente. Autoría propia

Para el caso específico de Aliso *Alnus acuminata* material vegetal de excelentes condiciones, llego en bolsas con un pan de tierra de 2 kg, en sustrato rico en materia orgánica. Y en el momento de la siembra, cuando se procedía a quitar la bolsa de plástico se podían observar los nódulos nitrificantes de *Frankia*. La altura de los árboles era superior a un metro en un gran

porcentaje de árboles. Altura muy favorable para lograr un exitoso establecimiento y cambio de paisaje ganadero. La Red SilvoPAZ, ha demostrado que un aliso de alturas superiores a 1 m, son tolerantes a las heladas, y se recuperan rápidamente de estas, lo que no sucede con árboles de 20 a 30 cm.

Figura 39

Logística de transporte materia vegetal de Alnus acuminata

Fuente. Autoría propia

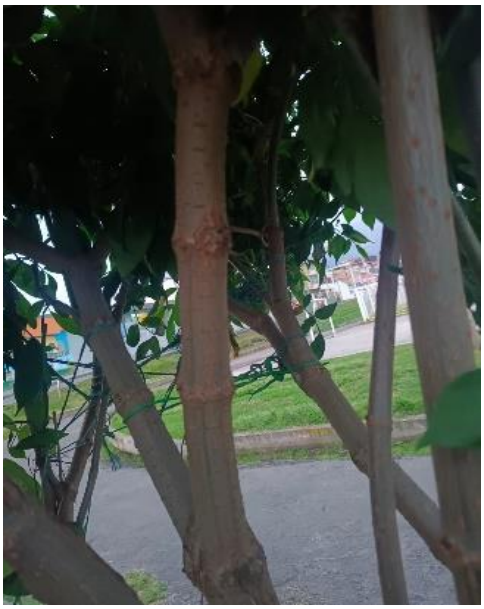
Los árboles y arbustos nativos donados, venían en bolsas de 10 cm de altura, con una buena proporción hoja/tallo, sin síntomas de deficiencias nutricionales o de ataques de plagas y/o enfermedades. Se decidió concertadamente con el productor que estos árboles nativos serían sembrarlos en los perímetros de los SSPM.

Por otra parte, con la ayuda de pobladores del sector se pudo obtener arboles semillas de *Sambucus nigra* para obtener estacas óptimas en la cantidad deseada, estas estacas como

podemos observar en la Figura 41 y 42. La longitud de la estaca debe estar entre 50 – 60 cm, diámetro entre 2 y 4 cm, lignificadas, con por lo menos tres nudos.

Figura 40

Arboles semilla de Sambucus nigra



Fuente. Autoría propia

Figura 41

Semilla asexual -estacas de Saúco Sambucus nigra

Fuente. Autoría propia

Con el establecimiento del SSPM, se logró en la Finca California consolidar el proceso de la Reconversión de un sistema de Ganadería de leche convencional a uno de Ganadería Sostenible con eje Silvopastoril. Se consolida la iniciativa en esta emergencia climática global de la necesidad urgente de apoyar procesos de Reconversión de la Ganadería convencional a modelos sostenibles de bajo impacto ambiental.

Se pretende que la Finca California localizada en el Departamento de Nariño, municipio de Pasto corregimiento el Catambuco, Vereda Bellavista, sea una finca piloto y se convierta en ejemplo para que fincas ganaderas lecheras convencionales de Nariño, inicien procesos de reconversión a modelos sostenibles con eje silvopastoril.

La fase inicial del modelo de Ganadería Sostenible, donde se establecen Sistemas Silvopastoriles aplicando los conceptos agrozootécnicos, en el manejo del suelo, agua, praderas, manejo de cercas vivas que permitan la conectividad y la restauración del paisaje ganadero se puede observar en la figura 43.

Figura 42

Manejo inicial de SSPM sin sacar los bovinos de las praderas

Fuente. Autoría propia

Generar un escenario de extensión en Ganadería Sostenible en la Finca California en la Vereda Bellavista del municipio de Pasto, para implementar procesos sistemáticos de capacitación e investigación en SSPM, fue el propósito central de este proyecto.

Se generó el establecimiento del escenario silvopastoril que será dedicado a la socialización, difusión del y lograr compartir los resultados conocimiento a estudiantes, profesionales y ganaderos generados en SSPM por más de 20 años por el Grupo de Investigación Agroforestería y Biodiversidad Tropical, figuras 44, 45 y 46 **.**

Figura 43

SSPM establecido con Alnus acuminata y Sambucus nigra

Fuente. Autoría propia

Figura 44

SSPM establecido con Alnus acuminata y Sambucus nigra

Fuente. Autoría propia

Figura 45

SSPM establecido con Alnus acuminata y Sambucus nigra articulado a otros cultivos

Fuente. Autoría propia

Generación de escenarios de extensión, capacitación e investigación en SSPM

El SSPM establecido en la finca California del Zootecnista Carlos Tapia, servirá como un espacio de extensión, capacitación e investigación que permitirá en primera instancia socializar los resultados de los beneficios, económicos, sociales, productivos y ambientales de los SSPM generados por la Red SilvoPAZ.

El predio California es un escenario que permitirá en el Municipio de Pasto, contribuir a la Red de Fincas silvopastoriles de Nariño Red SilvoPAZ en los componentes de Ciencia Tecnología e Innovación, Capacitación y Educación Desarrollo Económico y Social y mostrar con el ejemplo que la alternativa de tener una ganadería sostenible, rentable, social y ambientalmente viable es posible con los SSPM.

En resumen este proyecto generó un escenario de extensión, capacitación e investigación en SSPM para personas interesadas en la reconversión de sus ganaderías a modelos sostenibles, y que con el ejemplo de la finca California puedan replicar en otros predios ganaderos logrando una mayor producción agrozootécnica con bienestar de los ganaderos, aprovechando y manejando integralmente los recursos naturales con sistemas de producción de leche de bajo impacto ambiental y sostenibles integralmente.

Conclusiones

Con la ejecución del cronograma de actividades del establecimiento del SSPM y teniendo en cuenta las condiciones de oferta ambiental y topografía de la finca California aplicando los conocimientos agronómicos se realizó exitosamente el establecimiento del SSPM propuesto por la Red de Fincas silvopastoriles de Nariño, conformado por cercas vivas y linderos multiestratos y multiespecies, que logran la conectividad y restauración del paisaje ganadero.

Este SSPM conformado material vegetal arbóreo, herbáceo y arbustivo con las especies anteriormente estudiadas se construyó un escenario que será un sistema silvopastoril piloto para posteriores investigaciones y evaluaciones.

Algunas especies mostraron una mejor capacidad de adaptación, ejemplo la especie nativa arbórea que ha demostrado en un corto tiempo un buen comportamiento en el establecimiento fue el aliso *Alnus acuminata* respuesta asociada a su buena adaptación, a la altura promedio del árbol en la siembra de 1 metro y a la inoculación con *Frankia*.

Una vez finalizado la implementación de este SSPM en la finca California, se establecio la transición de una finca ganadera de leche convencional a una Ganadería sostenible con eje silvopastoril piloto en la zona rural del municipio de Pasto: Un escenarios de extensión, capacitación e investigación en silvopastoreo, según el modelo de SSPM propuesto por la Red de Fincas silvopastoriles de Nariño.

En la finca California, el costo de establecimiento del SSPM fue de $579.482/ha, y bajo los parámetros de manejo sostenible del SSPM, se tendrá un incremento de la producción de leche en el hato, esto una vez el sistema implementado esté listo para contribuir al desarrollo de una de la dinámica de nutrientes y bienestar integral del predio, que normalmente y bajo supervisión técnica se logrará entre 1 y 3 años, se obtiene un incremento en la producción de

leche del 25% es decir para la finca California de 58.8 litros, valorados en $111.720 diarios. Con el actual precio de venta de $1900/litro el tiempo de retorno de la inversión del sistema silvopastoril será de 36 días aproximadamente.

Recomendaciones

Teniendo en cuenta que *Alnus acuminata* es susceptible al ataque de insectos chupadores y comedores de hojas revisar los árboles semanalmente y realizar el manejo integrado de plagas MIP por lo menos hasta los ocho meses de siembra.

Para lograr un buen manejo y persistencia de la especie *Sambucus nigra*, es recomendable que después de nueve meses de establecido *Sambucus nigra*, iniciar el ramoneo alternando las franjas. Por tanto, dejar una franja disponible para el ramoneo directo del follaje del *Sambucus* nigra y la otra protegida del ramoneo con cerca eléctrica a una distancia de 1 m.

En las labores silviculturales realizar las podas de crecimiento de *Alnus acuminata* en su tercio inferior, cuando estos cumplan 6 meses de sembrados. Esto permitirá incrementar la tasa de crecimiento y lograr en menor tiempo para que se levante la cerca eléctrica protectora del consumo animal.

Es imprescindible eliminar la competencia de plantas herbáceas durante los dos primeros años tanto en *Alnus acuminata* como en *Viburnum sp; Prunus huantensis Pilg* ; *Oreopanax ecuadorensis*; *Tecoma stans* y *Ocotea heterochroma* y en lo posible colocar mucho.

Continuar con el establecimiento de los SSP en la finca California por franjas de 20 m de ancho, para incrementar una mayor disponibilidad y calidad de forraje de gramíneas y del follaje de *Sambucus nigra* y lograr un mejor microambiente para los bovinos, permitiéndoles disminuir el gasto de energía en mantener su temperatura corporal, que repercutirá en mayor producción de leche/ha. Y mejorar la conectividad del paisaje ganadero con el bosque primario existente.

Según las condiciones edafológicas de la finca California la práctica de fertilización de establecimiento y de mantenimiento debe ser realizada según el análisis de suelos realizado por Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA ,2020). Para aplicar las

enmiendas y se recomienda la utilización de biofertilizantes como micorrizas para así mantener los nutrientes del suelo y facilitar su absorción.

Para suministrar forraje de alta calidad en épocas de heladas, y según necesidades nutricionales del hato, se recomienda sembrar junto a la casa un SSP banco de forraje de corte y acarreo con la especie de gramínea "Brasilero" *Phalaris arundinacea* como fuente de energía, y la Saúco *Sambucus nigra* como fuente de proteína un asocio de las especies, biomasa que permitirá suministrarla directamente o ensilarla.

Continuar protegiendo las fuentes hídricas del predio, realizando rondas con especies nativas, donde el eje central sea *Alnus acuminata p*or tanto, se recomienda que los sistemas silvopastoriles que incorporan *Alnus acuminata* se establezcan con ejemplares con una altura mínima de 1 m, y verificar la presencia de nódulos de Frankia y otras especies arbóreas y arbustivas que retengan humedad seleccionadas concertadamente con el productor y ojalá especies que tengan con algún grado de amenaza.

Mejorar la conectividad del bosque con los relictos de la finca por medio de las cercas vivas multiestratos y multiespecies, que repercutirán en mejorar el microclima de las praderas, el bienestar de bovinos, incremento de la producción y calidad del forraje, incremento de la biodiversidad y contribuir así a mitigar el cambio climático y disminuir la huella de carbono de la finca California.

Referencias Bibliográficas

Acero-Nitola, A. M., Cortés-Pérez, F. (2014). Propagación de especies nativas de la microcuenca del río La Vega, Tunja, Boyacá, con potencial para la restauración ecológica. *Rev. Acad. Colombia. Ciencias, 38*(147), 195-205. http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v38n147/v38n147a05.pdf

Agencia de Desarrollo Rural. (2023). *Extensión Agropecuaria. Servicios ambientales que proveen los sistemas silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad*. ADR. https://www.adr.gov.co/atencion-y-servicios-a-la-ciudadania/extension-agropecuaria/

AGROSAVIA. (01 de 01 de 2020). *Servicio de análisis de fertilidad en suelo*. https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnol%C3%B3gica/l%C3%ADnea-agr%C3%ADcola/cacao/servicios-de-laboratorio/372-servicio-de-an%C3%A1lisis-de-fertilidad-en-suelo

AGROSAVIA TV. (2020, 25 de abril). Sistemas Agroforestales (SAF) como alternativa resilente al cambio climático [video]. YouTube. https://youtu.be/kRHREEW6XRY?t=1569

Álvarez, O. P. (2018). Oreopanax ecuadorensis [Fotografía]. Flickr. https://www.flickr.com/photos/137216627@N04/46446622262

Andrade, A. (2021). *Fenología de especies forestales nativas protectoras del ambiente (Podocarpus oleifolius, Buddleja incana, Polylepis reticulata, Hedyosmum luteynii todzia, Eugenia halli, Oreopanax ecuadorensis) del dosel de páramo nuboso andino de jacarón, parroquia Juan de Velasco, Ecuador* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minas, Metalurgia y

Geográfica, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16476/Andrade_oa.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sánchez, L; Amado G. Criollo, P, Carvajal, T, Roa, J. Cuesta, A, Conde, A., Umaña, A. Bernal, L, y Barreto, L (2010). El aliso (Alnus acuminata H.B.K.) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto colombiano. Corpoica, 56 p. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13489/44241_56519.pdf?sequence=1

Báez, S., Hofstede, R. (2010). Ecological and social bases for the restoration of a High Andean cloud forest: preliminary results and lessons from a case study in northern Ecuador. Tropical Montane Cloud Forests: Science for Conservation and Management. *Cambridge University Press.* (628-643). https://www.researchgate.net/publication/285946482_Ecological_and_social_bases_for_the_restoration_of_a_High_Andean_cloud_forest_preliminary_results_and_lessons_from_a_case_study_in_northern_Ecuador

Becerril-Navarrete, A., Gómez-Romero, M., Lindig-Cisneros, R., Blanco-García, J., Villegas, J., Pineda-García, F. (2022). Interacciones biológicas en la restauración: el caso de Tecoma stans (Bignoniaceae) y hongos micorrícicos. *Acta Botánica Mexicana, 129* (1937), 1-13. https://www.scielo.org.mx/pdf/abm/n129/2448-7589-abm-129-e1937.pdf

Benavides, E., Morales, L., Navia, J. (2015). Propiedades físicas y contenido de materia orgánica en diferentes usos del suelo en Samaniego, Colombia. *Agroforestería Neotropical, 5*, 27-41. https://revistas.ut.edu.co/index.php/agroforesteria/article/view/916/713

Bermeo Heredia, C. (2015). *Evaluación de tres tratamientos pre germinativos con cuatro tipos de sustratos y dos bioestimulantes en la etapa de germinacion y desarrollo de la especie nativa pumamaqui (oreopanax ecuadorensis) en el Vivero forestal Belisario Quevedo, sector Illuchi, provincia de Cotopaxi – 2014* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio UTC. http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2514

Blanco, G. M., Viveros, D. R. C., Arreaza, L. C., Obando, A. M. R. (2005 a). Evaluación nutricional del ensilaje de Sambucus peruviana, Acacia decurrens y avena sativa. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 6*(2), 81-85. https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/948

Blanco, M. C., Sierra, M. (2005). *Caracterización bromatológica y evaluación de diferentes niveles de inclusión de Morera (Morus alba L.) y Saúco (Sambucus nigra L.), en la alimentación de conejos en ceba* [Tesis pregrado, Universidad de La Salle]. Repositorio Lasalle. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1092&context=zootecnia

Cabrera, O., Hildebrandt, P., Stimm, B., Günter, S., Fries, A., Monsandl, R. (2020). Functional diversity changes after selective thinning in a tropical mountain forest in southern Ecuador. *Diversity, 12* (256), 1-16. https://www.mdpi.com/1424-2818/12/6/256

Cárdenas, J. C. Solorio F. J., Sandoval A. (2003). Calidad y valor nutritivo de ensilajes mixtos (gramíneas y especies arbóreas). *Tropical and Subtropical Agroecosystems, 2*(2), 91. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93912118006

Carlosama, D. (2021). *Carbono aéreo almacenado en un bosque nativo de Oreopanax ecuadorensis Seem en San Francisco de Chorlavi, parroquia Caranqui, Provincia de Imbabura* [Trabajo de grado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio UTN.

http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10853/2/03%20FOR%20320%20TRABAJO%20GRADO.pdf

Carvajal, T. y Cuesta, A. (2016). Conservación y composición nutricional del follaje de Saúco (Sambucus nigra). *Revista Pastos y Forrajes, 39* (2). 125-132. http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v39n2/pyf07216.pdf

Chamorro, D (2016). Ganadería Sostenible con SSP de FBN Alnus acuminata finca las Golondrinas. UNAD CEAD MEDELLIN. https://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/fotos/ssp-de-fbn-finca-golondrinas-ph44907/p0.htm

Chamorro, D., Rey, A.M. (2008). *El componente arbóreo como dinamizado del sistema de producción de leche en el trópico alto colombiano. Experiencias de Corpoica Tibaitatá*. En Murgueito, Cuartas y Naranjo (Eds). Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo. Fundación CIPAV. https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/19104

Chamorro, D., Sierra, E., Restrepo J. C., Gómez, J. F y Barahona, R. (2013). Análisis de ciclo de Vida del balance de N-P-K en dos sistemas de producción agropecuaria en bosque seco. Tropical. Encuentro Nacional de Investigadores de Ciencias Pecuarias ENICIP-Universidad de Antioquia. Martes 29 de octubre de 2013. https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324856/20782343

Chamorro, D. (2019) La Agroforestería como Escenario de Reconciliación, Sostenibilidad y Producción territorial. En La Educación Superior como Escenario de Reconciliación

Territorial desde la Agroforestería climáticamente inteligente. (Pp161-198)Pasto: Editorial UNIMAR.https://libros.umariana.edu.co/index.php/editorialunimar/catalog/view/62/44/271

Chamorro, D., y Novoa, L. (2020). Evaluación nutricional de leñosas del trópico alto para la suplementación de rumiantes. [Conferencia] En II Congreso internacional de ciencias agrarias y ambientales. UNAD Bogotá- Colombia

Chamorro, D. (2020, 5 de noviembre). Producción y calidad de leche en pasturas de *C. clandestinus* solas y en sistemas silvopastoriles asociadas con *Alnus* [Conferencia] En III Congreso internacional de ciencias agrarias y ambientales. UNAD Bogotá- Colombia. https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/memorias/article/view/5986/5672

Chamorro, D. (2021). Producción y calidad de leche en pasturas de *C. clandestinus* solas y en Sistemas Silvopastoriles asociadas con Alnus acuminata en Nariño. *III Congreso Internacional de Ciencias Agrarias y Ambientales. Cambio climático y producción agropecuaria sostenible.* https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/memorias/article/view/5986/5672

Chamorro, D. y Aranzazu, L.C. (2022) La Red De Fincas Silvopastoriles De Nariño Experiencia Destacada En Habilidades De Extensión En América Latina Y El Caribe. IV Congreso Internacional de Ciencias Agrarias y Ambientales. Seguridad alimentaria. CICAA 2022 noviembre 9, 10 y 11 Bogotá, Colombia.

Chumi, M. I., Quizhpi, L. (2018). *Influencia de técnicas de siembra directa para Oreocallis grandiflora (Lam.) R. Br., y Viburnum triphyllum Benth., en dos ecosistemas del sur del Ecuador* [Tesis de pregrado, Universidad de Azuay]. Repositorio UAZUAY. https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8274

ColPlantA. (2014, 22 de febrero). *Alnus acuminata o aliso (flores masculinas)*. http://floresencolombia.blogspot.com/2014/02/alnus-acuminata-o-aliso-flores.html

ColPlantA. (2023). *Alnus acuminata Kunth*. https://colplanta.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:294882-1

Comisión de la Unión Europea, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2002). *Estado de la información forestal en Colombia*. Editorial FAO. https://www.fao.org/3/AD392S/AD392s10.htm#:~:text=La%20superficie%20boscosa%20del%20pa%C3%ADs,35.603%20ha%20a%20bosques%20plantados.

Conde, A., Betancourt, L., Jaramillo, C., Flórez, L., Umaña, A., Chamorro, D. (2008). Establecimiento, adaptación y efecto sobre el suelo y la pradera de diversos arreglos de cerca viva con acacia negra (acacia decurrens), acacia japonesa (acacia melanoxylon), y aliso (Alnus acuminata), en el CIC Santa María, trópico alto colombiano. *Revista Ciencia Animal. 1* (11), 111-118. https://ciencia.lasalle.edu.co/ca/vol1/iss1/11/

CORPONARIÑO. (2007). *Zonificación y codificación final*. https://corponarino.gov.co/expedientes/intervencion/ZONIFICACION%20Y%20CODIFICACION%20CUENCAS.pdf

Cortés, J., Sarmiento, C. E., Suárez, A. P. (2013). *Aportes a la conservación estratégica de los páramos de Colombia: Actualización de la cartografía de los complejos de páramo a*

escala 1: 100.000. Instituto de investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. http://hdl.handle.net/20.500.11761/31406

Cruz, C.J, Moreno, D,C. (2009). *Efecto de la fertilización y diámetro del material vegetativo sobre el crecimiento en vivero de Sambucus nigra o Morus alba, con destino a sistemas silvopastoriles* [Tesis de pregrado, Universidad La Salle]. Repositorio Lasalle. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1310&context=zootecnia

Díaz, A. (2019). *Cultivo de brotes de Tecoma stans para la producción de compuestos fenólicos en sistema de inmersión temporal automatizado* [Trabajo de grado, Universidad del Papaloapan]. Repositorio UNPA. https://www.unpa.edu.mx/tesis_Tux/tesis_digitales/maestria_biotecnologia/MB47._DIAZ_TORAL_ABRIL_CRISALIDA.pdf

Dietze, F. (2020). *Pumamaqui*. NaturalistaCO. https://colombia.inaturalist.org/taxa/441446-Oreopanax-ecuadorensis/browse_photos

EIA. (2023). Catalogo flora Valle Aburra. https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/252

EIA. (2014). Catalogo virtual de flora del Valle de Aburra. https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/262

EIA. (2023). Catalogo flora alta montaña. https://catalogofloraaltamontana.eia.edu.co/species/170

Espectador. (2022, 18 de mayo). Agricultura y ganadería causan más del 50 % de las emisiones de GEI en Colombia. https://www.elespectador.com/ambiente/agricultura-y-ganaderia-causan-mas-del-50-de-las-emisiones-de-gei-en-colombia/

Energygo. (2021, 19 de junio). *Cuánto contaminan el medio ambiente las vacas?* https://blog.energygo.es/cuanto-contaminan-el-medio-ambiente-las-

vacas/#:~:text=Una%20vaca%20puede%20llegar%20a,invernadero%20de%20todo%20el%20planeta.

Escobar Pachajoa, L., Guastumal Gelpud, C., Meneses Buitrago, D., Cardona Iglesias, J., Castro Rincón, E. (2019). Evaluación de estratos arbóreos y arbustivos en un sistema silvopastoril en el trópico andino colombiano. *Agronomía mesoamericana, 30*(3), 803-819. https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v30n3/2215-3608-am-30-03-00803.pdf

FAO. (2023). Sistemas silvopastoriles. https://www.fao.org/3/ah647s/AH647S05.htm

FEDEGAN. (22 de 06 de 2017). *Hoy da inicio el IV Foro Regional de Ganadería Sostenible*. https://www.fedegan.org.co/noticias/hoy-da-inicio-el-iv-foro-regional-de-ganaderia-sostenible

Fonseca, D., Salamanca, A., Niño, L., Rodríguez, C., Hoyos, J., Otero, I. y Torres, N. (2019). Caracterización nutricional y de producción de biomasa de Sambucus peruviana, Sambucus nigra y Morus alba en un banco forrajero. *Revista Ciencia en Desarrollo, 10* (2), 23-32. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencia_en_desarrollo/article/view/9098/8635

Fundación Asvillaluz. (2021). *Viburnum triphyllum*. https://asvillaluz.org/producto/garrocho/

Flores, E. (2017). Extracción de Antioxidantes de las Bayas del Saúco (Sambucus nigra L. subsp. peruviana) con Ultrasonido, Microondas, Enzimas y Maceración para la obtención de Zumos Funcionales. *Revista Información Tecnológica, 28*(1), 121-132. https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v28n1/art12.pdf

Gallo, W., Sanabria, A. (2019). *Evaluación de Impacto Ambiental y ganadería extensiva en Colombia*. En M. García. (Ed), Lecturas sobre Derecho de Tierras. Tomo III (pp. 375-406). Editorial Universidad Externado de Colombia.

González, A. (2016). *Evaluación antibacteriana de extracto y aceite esencial de Pumamaqui (Oreopanax eucadorensis Seeman), frente a (Staphylococcus aureus ATCC: 25923, Streptococcus pyogenes ATCC: 19615, Streptococcus pneumoniae ATCC: 49619 y Streptococcus mutans ATCC: 25175, patógenos de enfermedades respiratorias* [Trabajo de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio UPS. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12534/1/UPS-QT09657.pdf

González, L. E. (2011). *Establecimiento de protocolos de regeneración in vitro de Pumamaqui Oreopanax ecuadorensis mediante cultivo de tejidos* [Tesis de pregrado. Escuela Politécnica del Ejército]. Repositorio ESPE. http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4944/1/T-ESPE-IASA%20I-004554.pdf

Gómez, M. H., Rodríguez, L., Murgueitio, E., Ríos, C. I., Rosales Méndez, M., Molina, C. H., Molina, J. P. (2002). *Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica: Matarratón (Glirícidia sepium), Nacedero (Trichanthera gigantea), Pízano (Erythrina fusca) y Botón de oro (Tithonia diversifolia).* Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria-CIPAV. http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4048/1/20061024152517_Arboles%20y%20arbustos%20%20forrajeros%20alimentacion%20animal.pdf

Gutiérrez, J., Hering, J., Muñoz, J., Enciso, K., Bravo, A., Hincapié, B., Sotelo, M., Urrea, J., Burkart, S. (2010). *Establecimiento y manejo de pasturas mejoradas - Algunos aspectos*

clave a considerar. Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. https://www.biopasos.com/biblioteca/100v%20Cartilla_Manejo_Pasturas_CRPLivestock_Final-2.pdf

Global Biodiversity Information Facility [GBIF]. (2022, 01 de enero). *Prunus huantensis Pilg*. https://www.gbif.org/es/species/3021720

Grajales, B., Botero, M., Ramírez, J. (2015). Características, manejo, usos y beneficios del saúco (Sambucus nigra L.) con énfasis en su implementación en sistemas silvopastoriles del Trópico Alto. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 6* (1), 155-168. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5590938

Hernández, D. E. (2016). *Diseño e implementación de un sistema silvopastoril en la finca las mercedes municipio de Combita* [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD]. Repositorio UNAD. https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/21637/23438675..pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hernández, L., Roa, O., Cortés, F. (2014). Crecimiento de *Baccharis macrantha* y *Viburnum triphyllum*, dos especies nativas útiles en restauración ecológica, plantadas en un pastizal andino (Boyacá, Colombia). *Revista Biota Colombiana, 15* (2), 27-38. http://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/354/352

Hidalgo, J. C. (2016). *Evaluación de soluciones nutritivas y frecuencias de aplicación en el crecimiento de plántulas de Oreopanax ecuadorensis Seem en la Parroquia Ulba, Cantón Baños de Agua Santa, Provincia de Tungurahua* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio ESP. http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/4883/1/33T0152.pdf

Hill, JL y Curran, PJ (2003). Área, forma y aislamiento de fragmentos de bosque tropical: efectos sobre la diversidad de especies de árboles e implicaciones para la conservación. *Revista de biogeografía , 30* (9), 1391-1403. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1046/j.1365-2699.2003.00930.x

Huasasquiche, J., Kómetter, R. (2018). El aporte de los saberes comunales andinos en la regeneración de bosques andinos: en la mancomunidad Saywite Choquequirao Ampay, región Apurímac. *Bosques Andinos, 07,* 1-8. http://www.bosquesandinos.org/wp-content/uploads/2018/01/Rescate-de-Saberes-07-bosques-andinos.pdf

Huasasquiche, J. y Kómetter, R. (2018a). Saberes comunales e incendios forestales en la mancomunidad Saywite Choquequirao Ampay, región Apurímac. *Bosques Andinos, 08,* 1-3. https://www.researchgate.net/profile/Roberto-

Ibarra, M., Cantú, P., Verde, M. y Oranday, A. (2009). Caracterización fitoquímica y efecto hipoglucemiante de Tecoma stans y su relación con la presencia de Cromo como factor de tolerancia a la glucosa. *Revista Información Tecnológica, 20* (5), 55-65. https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v20n5/art08.pdf

ICA. (2022). *Censos Pecuarios Nacional.* https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2022). *Atlas de radiación solar, ultravioleta y ozono de Colombia*. http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasRadiacion.html

Inaturalist. (2023). *Pumamaqui Oreopanax ecuadorensis*. https://ecuador.inaturalist.org/taxa/441446-Oreopanax-ecuadorensis

Insuasti, A., Silva, A., Salazar, J. y Andrade, J. (2014). Producción de materia seca y calidad del pasto kikuyo P. clandestinum en diferentes niveles de fertilización nitrogenada y en asocio con aliso alnus acuminata en el trópico alto colombiano. *Anales del 1º Simposio Internacional de Arborización de pastos en Regiones Subtropicales*. 32-41. https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123660/1/p32-41-Doc.-268-Anais.pdf

Insuasti, E., Garreta, A., y Chamorro, D. (2020, 6 de noviembre). Producción y calidad de leche en pasturas de C. clandestinus solas y en sistemas silvopastoriles asociadas con Alnus [Conferencia] En III Congreso internacional de ciencias agrarias y ambientales. UNAD Bogotá- Colombia. https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/memorias/article/view/5986/5672

Jaramillo, A. (2019). Evaluación de dos especies arbóreas: Saúco (Sambucus nigra) y acacia (Acacia decurrens) en la alimentación animal. SENA – Centro de Biotecnología Agropecuaria. https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/5289

León, S., R. Valencia, N. Pitman, L. Endara, C. Ulloa Ulloa., H. Navarrete (eds.). 2011. Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición. *Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito*. https://ddrn.dk/wp-content/uploads/2018/01/LIBRO_ROJO_de_las_plantas_endemicas_del-1.pdf

Ley 2169/2021, de 22 de diciembre, por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de

carbono neutralidad y residencia climática y se dictan otras disposiciones. *Diario oficial 51896*. https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%202169%20DEL%2022%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202021.pdf

Ley 2173/2021, de 30 de diciembre, por medio de la cual se promueve la restauración ecológica a través de la siembra de árboles y creación de bosques en el territorio nacional, estimulando conciencia ambiental al ciudadano, responsabilidad civil ambiental de las empresas y compromiso ambiental a los entes territoriales; se crean las áreas de vida y se establecen otras disposiciones. *Diario oficial 51906*. https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/30043798

Lozano, P., Armas, A., Gualán, M., Guallpa, M. (2018). Diversidad y composición florística del Bosque Los Búhos ubicado en la provincia de Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE, 9*(3), 12-28. http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v9n3/1390-6542-enfoqueute-9-03-00012.pdf

Martínez, L., Navia, J. (2011). Evaluación del comportamiento de algunas especies arbóreas y arbustivas bajo dos distancias de siembra. *Revista de Ciencias Agrícolas, 28* (2), 129-136. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104088

Ministerio de Ambiente del Ecuador [MAE] y FAO. (2014). *Propiedades anatómicas físicas y mecánicas de 93 especies forestales, Quito – Ecuador*. Monr

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). Resolución 1294 de 2021 por la cual se establecen los lineamientos para el desarrollo de actividades agropecuarias de bajo impacto y ambientalmente sostenibles en páramos y se adoptan otras disposiciones. Bogotá D.C.: Ministerio de Agricultura y

Desarrollo Rural y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. https://medioambiente.uexternado.edu.co/wp-content/uploads/sites/19/2022/01/PDF-Resolucion-1294-de-2021.pdf

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021).Resolución No 126. Por la cual se adoptan los Lineamientos de Política de Ganadería Bovina Sostenible - GBS 2022 - 2050 y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C.: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/RESOLUCI%C3%93N%20NO.%20000126%20DE%202022.pdf

Morán, Y., Portillo, M., Burbano, H., Vélez, J., Ruiz, H., Navia, J. (2012). Efecto de la incorporación de hojarasca de especies arbóreas sobre el CO2, pH, y fósforo en un suelo Vitric Haplustand. *Revista de Ciencias Agrícolas, 29* (2), 16-25. https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/453/458

Moreno, M., Delgado, F., Chamorro, D. (2011). Caracterización química y nutricional de cuatro especies arbóreas y arbustivas del trópico alto para la suplementación de rumiantes. *Revista Forestal Baracoa*. https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/caracterizacion-quimica-nutricional-cuatro-t42247.htm

Moreno, J. M., Delgado F. y. Chamorro D. (3 de agosto 2018) Caracterización química y nutricional de cuatro especies arbóreas y arbustivas del trópico alto para la suplementación de rumiantes. https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/caracterizacion-quimica-nutricional-cuatro-t42247.htm

Moreno, J., Riaño, F. (2020). Efecto de la suplementación con Sambucus nigra, oreado y ensilado, sobre parámetros productivos y económicos de conejos de engorde. *Revista U.D.C.A, Actualidad y Divulgación Científica, 23*(1), 1-7. http://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1468

Moreno, M. (2014). Guía de vegetación arbórea del campus (PUJ). Pontificia Universidad Javeriana. https://www.javeriana.edu.co/documents/16101/4318124/Catalogo_flores_campus.pdf/8b7e3b1f-fa75-4622-9c7b-c9dff8d91a4a

Moroni, P., O´Leary, N., Nadra, M., Miller, J. (2022). Sistemática de Cordiaceae en la Argentina I: Revisión taxonómica del género Cordia. *Darwiniana: nueva serie, 10* (1), 35-56. http://www.scielo.org.ar/pdf/darwin/v10n1/1850-1699-darwin-10-01-63.pdf

Murgueitio, E. (2003). *Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. Livestock Research for Rural Development*. CIPAV. http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd15/10/murg1510.htm

Murillo, C. (2016, 01 de diciembre). *Evaluación anticomótica de extracto y aceite esencial de Pumanaqui (Oreopanax ecuadorensis Seeman.) frente a: Trichophyton mentagrophytes ATCC 9533, Trichophyton rubrum ATCC 28188, Microsporum canis ATCC 36299, Candida albicans ATCC 10231*. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13243/6/UPS-QT11098.pdf

Ochoa, M. (2019). *Experimentos de germinación con semillas de Rañas, Viburnum triphyllum (Benth) y sus implicaciones para la propagación y restauración* [Trabajo de grado, Universidad de Azuay]. Repositorio UAZUAY. https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/9601/1/15234.pdf

Ornamentales, V. P. (30 de 05 de 2019). Vivero de plantas nativas y ornamentales. https://scontent.fclo9-1.fna.fbcdn.net/v/t1.6435 9/61622155_2339170732813105_5071881537876656128_n.jpg?_nc_cat=111&ccb=1-7&_nc_sid=8bfeb9&_nc_ohc=q4T83lWTbi4AX895vKe&_nc_ht=scontent.fclo9-1.fna&oh=00_AfDsDUiKz4EKCrwsmjvdMliNP5oIPFykypLo7xNJdaZmDg&oe=65103

Pacheco, E. y Quisbert, A. (2016). Modelos de aprovechamiento sostenible del Aliso (Alnus Acuminata Kunth) en zona de ladera de bosque de niebla. *Journal of the Selva Andina Biosphere – JSAB, 4* (1), 24-38. http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v4n1/v4n1_a03.pdf

Palomeque, X., Maza, A., Iñamagua, J. P., Günter, S., Hildebrandt, P., Weber, M. y Stimm, B. (2017). Variabilidad intraespecífica en la calidad de semillas de especies forestales nativas en bosques montanos en el sur del Ecuador: Implicaciones para la restauración de bosques. *Revista de Ciencias Ambientales, 51*(2), 52-72. https://mediatum.ub.tum.de/doc/1366869/document.pdf

Pérez, J. (2007). Estudios sobre el género Prunus (Rosaceae) en el Neotrópico: novedades taxonómicas y nomenclaturales para Colombia. *Anales del Jardín Botánico de Madrid, 64* (2), 177-190. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2490487.pdf

Puetate, G. (2017). *Traslocación de plántulas de: Weinmannia rollottii, Weinmannia fagaroides, Prunus huantensis y Ocotea infrafaveolata, en un área degradada en laParroquia El Carmelo, Provincia del Carchi* [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio UTN. http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6722/1/03%20RNR%20240%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf

Ramallo, J. (Ed.). (1999). *Educación ambiental para el trópico de Cochabamba*. https://www.fao.org/3/ah647s/ah647s04.htm

Rarepalmseeds. (2023). *Prunus huantensis*. https://www.rarepalmseeds.com/es/prunus-huantensis-es

Red SilvoPAz (2022) Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD (2022). Red SilvoPAZ- Con Olor a Región Primera temporada **TV UNAD VIRTUAL** 5 feb 2022 https://www.youtube.com/watch?v=QZ5VBEplDYw

Rey, A. M., Barahona, R., Chamorro, D. (2014). Producción de dos cepas de Frankia sp., aisladas de Alnus acuminata H. B. K., por fermentación fed-batch. *Revista de investigación agraria y ambiental, 5*(1), 81-92. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5344962

Rey, A. M., Chamorro, D., Barahona, R. (2014). Efecto del medio soporte en la estabilidad biológica de dos cepas de Frankia aisladas de Alnus Acuminata H. B. K. *Pastos y forrajes, 37*(3), 305-312. http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269133036008

Rey, A.M y Chamorro, D (2009). Estudio de la actividad de cepas nativas de *Frankia* en *Alnus acuminata* HBK Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. vol 22 no. 3 p.481. https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324473/20781647

Rivera, D. (2019). *Germinación de semillas y crecimiento inicial de cuatro especies forestales nativas del bosque de Nero, Provincia de Azuay* [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio ucuenca.

https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31737/1/Trabajo%20de%20Titulacion.pdf

Sánchez, L., Marcela, A. S. G., Criollo, P. J., Carvajal , T., Rhuellaoa , J., Cuesta a, A., y Barreto de Escobar, L. (2010). *El Aliso (Alnus acuminata HBK) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto colombiano*. Editorial Corpoica. https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13489

Sánchez, L., Amado, G., Criollo, P., Carvajal, T., Roa, J., Cuesta, A., Conde, A.,Umaña, A., Bernal, L., Barreto, L. (2010). *El Saúco (Sambucus nigra L) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto Colombiano (primera edición)*. Editorial Corpoica. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13488/44236_56514.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sarmiento, C., Cadena, C., Sarmiento, M., Zapata, J., León. O. (2013). *Aportes a la conservación estratégica de los páramos de Colombia: Actualización de la cartografía de los complejos de páramo a escala 1:100.000*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia. http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31406

SENA (2015). *Establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos y bancos mixtos en trópico alto*. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4619/sistemas_silvopastoriles_intensivos_bancos_mixtos_%20forraje.PDF;jsessionid=9E435531A5FE2385B164A93D2FFB692D?sequence=1

Soler, L., García, J., Fajardo-Gutiérrez, F., Zapata, D. (2021). *Flora de Bogotá: Lauraceae. Pérez Arbelaezia*. https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Fajardo-Gutierrez/publication/352838622_Flora_de_Bogota_Lauraceae/links/60dc64b092851ca9449af3d7/Flora-de-Bogota-Lauraceae.pdf

Tapia, A., Toro, S. (2017). *Evaluación de la germinación del Pelotillo (Viburnum triphyllum Benth.), en el municipio de Pasto, Nariño* [Trabajo de grado, Universidad de Nariño]. Repositorio UDENAR. https://sired.udenar.edu.co/5967/1/EVALUACI%C3%93N%20DE%20LA%20GERMINACI%C3%93N%20DE%20PELOTILLO%20%28Viburnum%20triphyll.pdf

Tapia, J. (2019). *Evaluación de métodos de producción de plántulas de Pumamaqui (Oreopanax eucadorensis), en el vivero experimental CEASA de la Universidad Técnica de Cotopaxi, 2019* [Tesis de grado, Universidad Técnica Cotopaxi]. Repositorio UTC. http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6104/6/PC-000723.pdf

Torres, F. (2013). *El complejo de especie Viburnum triphyllum (Adoxaceae): un análisis morfométrico y una valoración de la distribución geográfica de la diversidad* [Tesis de pregrado, Universidad de Los Andes]. Repositorio UNIANDES. https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/12457/u672302.pdf?sequence=1

Umaña, J. (2012). *Huella de carbono en los sistemas de producción agrícola dominantes en el municipio de Falán, Tolima*. [Tesis de magister, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Javeriana. https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12390/UmanaArboledaJohnAlexander2012.pdf?sequence=1

Universidad Nacional Abierta y a Distancia [UNAD]. (2022, 26 de febrero). *Con Olor a Región: Red de Fincas Silvopastoriles en Nariño "Red Silvopaz" – Parte 2* [video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=BsvMg4tCQ6E

Universidad Nacional Abierta y a Distancia [UNAD]. (2022, 05 de febrero). *Con Olor a Región: Red de Fincas Silvopastoriles en Nariño "Red Silvopaz" – Parte 1* [video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=QAR_1Ww4ndo

Universidad Nacional de Colombia – UNAL. (2022). *Catálogo de plantas y líquenes de Colombia*. Redearboles.org. https://www.reddearboles.org/enciclopedia?producto=10808

Vita Alonso, A. (1996). Los tratamientos silviculturales. 2a. edición. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/1249

Zapata, P. (2019). Composición y estructura del dosel de sombra en sistemas agroforestales con café de tres municipios de Cundinamarca, Colombia. *Revista Artigos: Ciencia Forestal, 29* (2), 685-697. https://www.scielo.br/j/cflo/a/YkZSTHRYsRQQCjWkMNbc9Md/?format=pdf&lang=es

Zuluaga, A., Giraldo, C. y Chará, J. (2011). *Servicios ambientales que proveen los sistemas silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad. Manual 4, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible*. http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/wp-content/uploads/2015/04/4.-Servicios-Ambientales.pdf

Apéndices

Apéndice A

Información análisis de suelo

INFORME No.44364 IVAN FELIPE FLOREZ CAICEDO 2022-04-28

AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
13-LAB-031

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO DE SERVICIOS UNA MUESTRA GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA

LABORATORIO DE QUIMICA ANALÍTICA (Química de suelos)

1. Información del cliente

NOMBRE Y APELLIDO: IVAN FELIPE FLOREZ CAICEDO
CÉDULA O NIT: 1085332763
DIRECCIÓN: AGUAZU ETAPA 3
DEPARTAMENTO: NARIÑO
MUNICIPIO: PASTO
TEL, FIJO/CEL: 3166103050 / 3166103050
TIPO DE ANALISIS:

NÚMERO BOLSA	CÓDIGO DE LABORATORIO
44364	LQAS22-003229

2. Información de la muestra suministrada por el cliente

IDENTIFICACIÓN: No indica
MATRIZ: Suelos
VEREDA: Bellavista
FINCA: El progreso
PRODUCTOR: IVAN FELIPE FLOREZ CAICEDO
CULTIVO(S): Pasto variedad No indica con 0 Día(s) de edad

ALTURA: 3200m.s.n.m
PROFUNDIDAD : 0 a 35 cm
TIPO DE RIEGO No Tiene
TOPOGRAFIA: Ondulado y Pendiente
DRENAJE: Regular drenaje

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Agrosavia con acreditación ONAC vigente a la fecha, con código de acreditación 13-LAB-031, bajo la norma ISO/IEC 17025:2017

El laboratorio tiene acreditación ONAC bajo la norma NTC ISO/IEC 17025 en los ensayos de: pH (GA-R-46 versión 05 de 2019-10-02), fósforodisponible Bray II (GA-R-48, versión 05 de 2019-10-02), conductividad eléctrica en suelos (NTC 5596:2008. Método b. Medición en suspensiónsuelo/agua en relación 1:5 (peso/volumen)), cationes cambiables en suelo calcio, magnesio, potasio y sodio disponibles (GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02), micronutrientes en suelo por Olsen modificado Hierro, Manganeso, Cobre y Zinc (NTC 5526:2007), determinación de Carbono Orgánico ensuelo (GA-R-119 versión 2 2019-09-20).

FECHA DE RECEPCIÓN 2022-04-12
FECHA DE ANÁLISIS: De 2022-04-12 a 2022-04-23
FECHA DE REPORTE: 2022/04/28

Yeni Rodríguez Giraldo (E6968)
Coordinador técnico del laboratorio de Química Anlítica

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
pH (1:2,5)	Unidades de pH	GA-R-46, versión 05 de 2019-10-02	5.40	Fuerte a extremandamente ácido
Conductividad eléctrica (CE) (1:5)	dS/m	NTC 5596:2008 Calidad del suelo: Determinación de la conductividad eléctrica, Método B. Medición en suspensión suelo/agua relación 1:5 (Peso/volumen)	0.33	No salino
Materia Orgánica (MO)	g/100g	Cálculo según NTC 5403 Walkey & Black	15.57	Alto
Carbono Orgánico (CO)	g/100g	GA-R-119 versión 2 2019-09-20	9.03	
Fosforo (P) Disponible (Bray II)	mg/kg	GA-R-48, versión 05 de 2019-10-02.	22.22	Medio
Azufre (S) disponible	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	6.69	Bajo
Capacidad Interc Catiónico Efect (CICE)	cmol(+)/kg	Cálculo	6.63	Baja
Boro (B) Disponible	mg/kg	Fosfato monobasico de calcio	0.13	Bajo
Acidez (Al+H)	cmol(+)/kg	KCl	2.68	No Indica
Aluminio (Al) Intercambiable	cmol(+)/kg	KCl	2.42	Con restricción
Calcio (Ca) disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	2.41	Bajo
Magnesio (Mg) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	0.77	Bajo

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3
CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATÁ
KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA (CUNDINAMARCA)
TELÉFONOS: 4227300 EXTENSION: 1369
suelos@agrosavia.co

Página 1 de 3

GA-F-97
Versión: 5
FECHA DE APROBACIÓN Y PUBLICACIÓN DEL CAMBIO: 2020-10-21

Fuente. Corporación colombiana de investigación agropecuaria – AGROSAVIA

Apéndice B

Resultado análisis de suelo

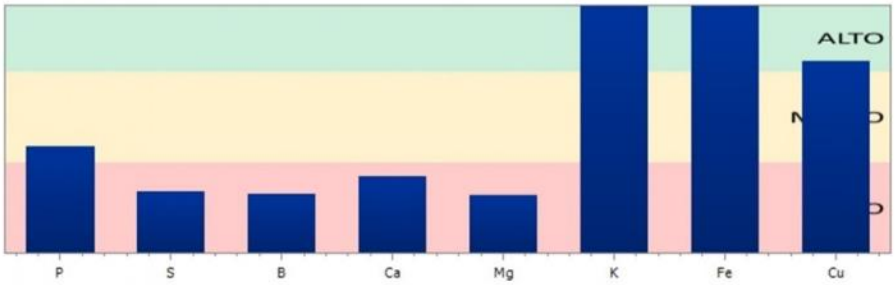
AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria

ACREDITADO ONAC
ORGANISMO NACIONAL DE ACREDITACIÓN DE COLOMBIA
ISO/IEC 17025:2017
13-LAB-031

REPORTE DE RESULTADOS LABORATORIO DE SERVICIOS UNA MUESTRA GESTIÓN DE LA AGENDA CORPORATIVA

DETERMINACIÓN ANALÍTICA	UNIDAD	MÉTODO	VALOR	INTERPRETACION*
Potasio (K) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	0.65	Alto
Sodio (Na) Disponible	cmol(+)/kg	GA-R-050 versión 7 de 2019-10-02	<0.14	Normal
Hierro (Fe) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	539.23	Alto
Cobre (Cu) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	2.89	Medio
Manganeso (Mn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	20.66	Alto
Zinc (Zn) olsen Disponible	mg/kg	NTC 5526:2007	7.75	Alto
Saturación de Calcio	%	Cálculo	36	Medio
Saturación de Magnesio	%	Cálculo	12	Bajo
Saturación de Potasio	%	Cálculo	10	Alto
Saturación de Sodio	%	Cálculo	2	Normal
Saturación de Aluminio	%	Cálculo	37	Restrictivo

GRAFICA DE INTERPRETACION DE RESULTADOS



NOTAS: 1) interpretacion basada en: ICA,1992. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia N 25; 2) ND = No Determinado; 3) Se hace corrección por pW (factor de corrección por humedad) para los análisis de Materia orgánica (MO), Fósforo disponible (P) Bray II, Azufre disponible (S), Acidez intercambiable (Al+H), Aluminio intercambiable (Al), Calcio intercambiable (Ca), Magnesio Intercambiable, Potasio intercambiable (K), Sodio intercambiable (Na), Hierro disponible (Fe)Olsen, Manganeso disponible (Mn) Olsen, Zinc disponible (Zn) Olsen, Cobre disponible (Cu) Olsen y Boro disponible (B).

Los valores del límite de cuantificación del método para Calcio (Ca) menores a 1,12 cmol (+)/kg , Magnesio (Mg) menores a 0,20 cmol (+)/kg y Fósforo (P) Disponible Bray II menores a 3,83 mg/kg , se encuentran fuera del alcance de acreditación.

OBSERVACIONES: Resultado atípico para Materia Orgánica (M.O)

La información presentada en el numeral 2. del informe de resultados, es suministrada por el cliente.
Los resultados expresados en el informe se obtienen de la muestra tal como fue suministrada por el usuario del servicio.
El cliente es responsable del muestreo y traslado de muestras al laboratorio, las muestras no son modificadas o alteradas en su composición desde la recepción y sus características son las reflejadas en el análisis.
Los resultados son validos unicamente para la muestra en referencia.
Este documento ha sido producido electrónicamente y es válido sin la firma.
Este documento no puede ser reproducido total ni parcialmente, sin la autorización formal de AGROSAVIA.
Para peticiones, quejas y solicitudes de información, comuníquese al correo electrónico atencionalcliente@corpoica.org.co o a la línea telefónica 018000121515.

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, NIT: 800194600-3
CENTRO DE INVESTIGACIÓN TIBAITATÁ
KILOMETRO 14 VÍA MOSQUERA (CUNDINAMARCA)
TELÉFONOS: 4227300 EXTENSION: 1369
suelos@agrosavia.co

Página 2 de 3

GA-F-97
Versión: 5
FECHA DE APROBACIÓN Y PUBLICACIÓN DEL CAMBIO: 2020-10-21

Fuente. Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA

Apéndice C

Recomendaciones análisis de suelos

DOSIS DE FERTILIZANTE Y ÉPOCA DE APLICACIÓN

Aplicar la siguientes fuentes de fertilizantes dos veces al año		
Fuente Fertilizante	Dosis por hectárea	Dosis por planta
DAP	63 kg/ha	1.26 bultos/ha
Bórax	5 kg/ha	0.1 bultos/ha
Aplicar las siguientes fuentes fertilizantes 5 a 10 días después de emergencia de las pasturas, después aplicar 5 a 10 días después de cada pastoreo (6 pastoreos en el año)		
Fuente Fertilizante	Dosis por hectárea	Dosis por planta
Yeso Agrícola	21 kg/ha	0.42 bultos/ha
Urea	42 kg/ha	0.84 bultos/ha
Sulfato de Magnesio	21 kg/ha	0.42 bultos/ha

FIRMA DE RECOMENDACIÓN

	Gilma Lorena Bohorquez Caballero Profesional de Apoyo de Laboratorio lbohorquez@agrosavia.co
Quien realizó la recomendación	

Recuerde consultar el asesor técnico de su zona para ajustar el plan de fertilización de acuerdo con las particularidades de su cultivo

AGROSAVIA

FIN DEL INFORME

Centro de Investigación Tibaitatá
Km 14 vía Mosquera (Cundinamarca)
Tel: 4227300 extensión 1414-1372
página 2

Fuente. Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA

Apéndice D

Praderas actuales finca California

Fuente. Autoría propia

Apéndice E

SSP establecido y protegido

Fuente. Autoría propia

Apéndice F

Estacas de Saúco sembradas y ganado presente

Fuente. Autoría propia

Apéndice G

Manejo inicial con presencia de ganado

Fuente. Autoría propia

Apéndice H

Evidencia de participación establecimiento SSP

Fuente. Autoría propia

Apéndice I

SSP establecido y protegido

Fuente. Autoría propia

Apéndice J

SSP no afecta la siembra de cultivares

Fuente. Autoría propia

Apéndice K

Estacas de Saúco sin afectar cultivo de papa

Fuente. Autoría propia