

**Estudio Económico, Financiero y Dasométrico del Establecimiento de Sistemas
Silvopastoriles Multiestrato en Predios de Miembros de la Asociación Agropecuaria El
Bordoncillo, Corregimiento de San Ignacio, Buesaco, Nariño**

Mildred Vanessa Quiroz Villota

Asesor

Jorge Aníbal Maya Pantoja

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente ECAPMA

Maestría en Agronegocios

2026

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado a mi compañero de vida y a mis padres, por ser mi apoyo incondicional en cada etapa de este proceso. A ellos, que con su amor, paciencia y palabras de aliento me impulsaron a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. Este logro también les pertenece, pues sin su comprensión y fortaleza, este camino no habría tenido el mismo sentido.

Agradecimientos

Agradezco a todas las personas que de una u otra manera aportaron durante el desarrollo de este trabajo de grado.

Un especial agradecimiento al profesor Diego Chamorro que me apoyó desde el principio y al director del trabajo, cuyo aporte ha sido demasiado valioso en el sentido científico y académico.

Finalmente, agradezco a todas las instituciones y entidades que facilitaron recursos y acceso a información valiosa, que fueron fundamentales para la realización de este trabajo de grado, con presencia e información supieron apoyar el proceso. En especial a los jóvenes miembros de la Asociación agropecuaria El Bordoncillo y sus familias, su compañía y entusiasmo fueron de valor para obtener este resultado.

Resumen

En Colombia, la implementación de Sistemas Silvopastoriles ha cobrado relevancia durante las dos últimas décadas como estrategia de producción sostenible que integra árboles, arbustos y pasturas en una misma unidad productiva, contribuyendo simultáneamente a la productividad ganadera y a la conservación de los ecosistemas. De acuerdo con Buitrago et al. (2018), los sistemas silvopastoriles se posicionan como una herramienta fundamental para que la producción bovina se adapte y contribuya a mitigar los efectos del cambio climático.

El estudio se desarrolló en 17 predios pertenecientes a jóvenes ganaderos de la Asociación Agropecuaria El Bordoncillo, ubicados en el corregimiento de San Ignacio (municipio de Buesaco, Nariño), bajo un enfoque técnico, económico, financiero, social y ambiental. La investigación contempló fase de implementación y evaluación social, dasométrica y ambiental inicial de los SSPM; análisis económico-financiero del establecimiento; y determinación del impacto y la aceptación socioeconómica y ambiental.

El presente estudio genera información técnica y aplicada que contribuye al fortalecimiento de la línea de investigación en Silvopastoreo del Grupo de Investigación Agroforestería y Biodiversidad Tropical y del semillero Agroforestería y BPA, en articulación con la Red de Fincas Silvopastoriles de Nariño. Su relevancia se sustenta en que responde a las necesidades reales de los pequeños productores de leche del corregimiento de San Ignacio, quienes, a través de la implementación de Sistemas Silvopastoriles Multiestrato (SSPM), avanzan hacia modelos de producción sostenibles, resilientes y coherentes con la conservación de los ecosistemas de páramo. Además, el estudio proporciona información valiosa sobre el comportamiento y adaptación de especies arbóreas y arbustivas utilizadas durante el proceso de establecimiento, identificando aquellas con mejor desempeño y manejo según las condiciones edafoclimáticas propias del trópico alto.

Palabras clave: Sistema agroforestal, productividad ganadera; valoración

socioambiental, valoración dasométrica, agricultura de reconversión.

Abstract

In Colombia, the implementation of Silvopastoral Systems has gained relevance over the past two decades as a sustainable production strategy that integrates trees, shrubs, and pastures within a single productive unit, contributing simultaneously to livestock productivity and ecosystem conservation. According to Buitrago et al. (2018), silvopastoral systems represent a key tool that enables cattle production to adapt to and mitigate the effects of climate change. This becomes increasingly important in the face of environmental degradation and global warming caused by the rise in greenhouse gas concentrations, phenomena that threaten the sustainability of life on Earth.

The study was conducted in 17 farms owned by young livestock producers belonging to the Asociación Agropecuaria El Bordoncillo, located in the district of San Ignacio (municipality of Buesaco, Nariño), under a technical, economic, financial, social, and environmental approach. The research included an initial phase of implementation and social, dasometric, and environmental assessment of the Multistrata Silvopastoral Systems (MSSP); an economic and financial analysis of their establishment.

This study generates technical and applied information that contributes to strengthening the Silvopastoral research line of the Agroforestry and Tropical Biodiversity Research Group and the Agroforestry and Good Agricultural Practices (BPA) Research Seedbed, in coordination with the Network of Silvopastoral Farms of Nariño. Its relevance lies in addressing the real needs of small-scale dairy producers in the district of San Ignacio, who, through the implementation of Multistrata Silvopastoral Systems (MSSP), are transitioning toward sustainable and resilient production models aligned with the conservation of páramo ecosystems. Furthermore, the study provides valuable information on the behavior and adaptation of tree and shrub species used during the establishment process, identifying those with the best performance and management potential according to the

edaphoclimatic conditions characteristic of the high tropic.

Keywords: agroforestry system; livestock productivity; socio-environmental assessment; dasometric evaluation; agricultural reconversion.

Tabla de Contenido

Introducción	16
Justificación	18
Objetivos	20
Objetivo General	20
Objetivos Específicos	20
Marco Teórico.....	21
Municipio de Buesaco.....	21
Localización geográfica y clima.....	21
Corregimiento de San Ignacio	22
Definición de Sistemas Silvopastoriles	24
Sistemas Agroforestales	24
Sistemas Silvopastoriles (SSP).....	24
Tipos de sistema silvopastoril	25
Árboles Dispersos en Potreros.....	25
Cercas Vivas y Setos Forrajeros	25
Bancos Forrajeros Arbóreos y Arbustivos.....	26
Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi).	26
Fundamentos Ecológicos y Productivos de los SSPM.....	27
Estratificación y Funcionalidad de los SSPM	27
Interacciones Entre Especies Herbáceas, Arbustivas y Arbóreas	28
Interacciones Entre el SSPM y los Bovinos	30
Dasometría en Especies Arbóreas	32
Cobertura, Supervivencia y Monitoreo de Leñosas en SSP	32
Medición de Cobertura y Composición.....	32

Establecimiento, Supervivencia y Mortalidad.....	32
Programas de Monitoreo	33
Dasometría en el Establecimiento Temprano de Árboles en SSPM	33
Análisis Económico Financiero	34
El Análisis Económico	34
El Análisis Financiero	34
La Contabilidad Financiera	35
Contabilidad de Costos.....	36
Costos y Gastos	36
Los Costos Directos e Indirectos	38
Los Costos Variables y Fijos	39
Estructura de Costos	39
Factores Socioeconómicos en la Adopción de SSPM	39
Percepción y Expectativas de Productores	40
Rol de la Mano de Obra Familiar y Asociativa.....	41
Acompañamiento Técnico y Extensión Rural.....	42
Barreras y Oportunidades de Adopción Tecnológica.....	43
Factores Ambientales y Servicios Ecosistémicos de los SSP	45
Regulación Hídrica, Biodiversidad y Conectividad del Paisaje.....	45
Captura de Carbono y Mitigación de Gases de efecto invernadero (GEI).....	46
Metodología	48
Localización Geográfica del Estudio	48
Implementación de los Sistemas Silvopastoriles Multiestratos (SSPM)	48
Pre-siembra o Preparación del Suelo.....	49
Siembra.....	50

	10
Pos-siembra y Labores de Mantenimiento	51
Evaluación Socioeconómica y Financiera	51
Resultados y Análisis	53
Evaluación de Crecimiento y Desarrollo de Especies Herbáceas y Leñosas	53
Análisis de Suelos	53
Evaluación Dasométrica	56
<i>Alnus acuminata</i>	59
<i>Tithonia diversifolia</i>	61
<i>Sambucus nigra</i>	63
<i>Malvaviscus penduliflorus</i>	65
<i>Piper aduncum</i>	67
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	69
<i>Tournefortia fuliginosa</i>	70
<i>Prunus huantensis</i>	72
<i>Tapirira guianensis</i>	73
<i>Morus alba</i>	75
Aforos – Capacidad de Carga	78
Análisis de la Estructura de Costos del Establecimiento de SSPM	83
Evaluación de factores socioeconómicos y ambientales asociados	89
Resultados Encuesta Previa	89
Análisis Socioeconómico Previo a la Implementación de los SSPM	89
Análisis Técnico Ambiental Previo a la Implementación de los SSPM	91
Diagnóstico Ambiental	91
Diagnóstico Técnico	91
Resultados Encuesta Posterior	92

Análisis Socioeconómico Posterior a la Implementación de los SSPM	92
Análisis Técnico-ambiental Posterior a la Implementación de los SSPM.....	95
Análisis Social Posterior a la Implementación del SSPM.....	102
Análisis de Expectativas y Sostenibilidad en Torno a los SSPM	106
Conclusiones	112
Recomendaciones	114
Bibliografía	115

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Fertilidad del Suelo en Predios de Miembros de El Bordoncillo</i>	53
Tabla 2 <i>Porcentaje de sobrevivencia de especies establecidas</i>	57
Tabla 3 <i>Resultados de Oferta Forrajera y Consumo Neto</i>	79
Tabla 4 <i>Composición Botánica en Sitios de Estudio</i>	80
Tabla 5 <i>Costos Fijos y Variables de Implementación de SSPM</i>	83

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Mapa Municipio de Buesaco – Nariño</i>	49
Figura 2 <i>Arreglo SSPM Predio Los Sauces</i>	51
Figura 3 <i>Distribución Porcentual de Fósforo Disponible</i>	54
Figura 4 <i>Distribución Porcentual de Materia Orgánica por Rangos Críticos</i>	54
Figura 5 <i>Toma de Muestras de Suelos – Predio El Pinillo</i>	56
Figura 6 <i>Toma de Muestras de Suelos – Predio El Clavel</i>	56
Figura 7 <i>Comparativo de Supervivencia Promedio por Especie</i>	58
Figura 8 <i>Tasa de Crecimiento Mensual (cm) Alnus acuminata</i>	60
Figura 9 <i>Tasa de Crecimiento Mensual Diámetro Basal (mm) Alnus acuminata</i>	60
Figura 10 <i>Tasa de Crecimiento Mensual (cm) Tithonia diversifolia</i>	62
Figura 11 <i>Tasa de Crecimiento Diámetro Basal (mm) Tithonia diversifolia</i>	63
Figura 12 <i>Tasa de Crecimiento Mensual (cm) Sambucus nigra</i>	64
Figura 13 <i>Tasa de Crecimiento Diámetro Basal (mm) Sambucus nigra</i>	65
Figura 14 <i>Tasa de Crecimiento Mensual (cm) Malvaviscus penduliflorus</i>	66
Figura 15 <i>Tasa de Crecimiento Diámetro Basal (mm) Malvaviscus penduliflorus</i>	66
Figura 16 <i>Tasa de Crecimiento Mensual (cm) Piper aduncum</i>	68
Figura 17 <i>Tasa de Crecimiento Diámetro Basal (mm) Piper aduncum</i>	68
Figura 18 <i>Tasa de crecimiento mensual (cm) Oreopanax ecuadorense</i>	69
Figura 19 <i>Tasa de Crecimiento Diámetro Basal (mm) Oreopanax ecuadorense</i>	70
Figura 20 <i>Tasa de Crecimiento Mensual (cm) Tournefortia fuliginosa</i>	71
Figura 21 <i>Tasa de crecimiento diámetro basal (mm) tournefortia fuliginosa</i>	71
Figura 22 <i>Tasa de Crecimiento Mensual (cm) Prunus huantensis</i>	72
Figura 23 <i>Tasa de Crecimiento Diámetro Basal (Mm) Prunus huantensis</i>	73
Figura 24 <i>Tasa de Crecimiento Mensual (Cm) Tapirira guianensis</i>	74

Figura 25 <i>Tasa de crecimiento diámetro basal (mm) Tapirira guianensis</i>	74
Figura 26 <i>Recolección Material Vegetal Para Propagación - El Ciruelo y El Clavel</i>	76
Figura 27 <i>Propagación de Leñosas en Predios El Cipré y El Mirador</i>	77
Figura 28 <i>Mediciones Dasométricas en Predio Las Payasadas</i>	77
Figura 29 <i>Mediciones Dasométricas en Predio El Pozo</i>	78
Figura 30 <i>Preparación del Lote para Siembra de Pasto Mejorado, Predio Gualcaloma</i>	81
Figura 31 <i>Pasto Mejorado en Crecimiento, Predio Los Sauces</i>	81
Figura 32 <i>Aforo de Pasto Mejorado Predio La Prensa</i>	82
Figura 33 <i>Aforo de Pasto Mejorado Predio El Mirador</i>	82
Figura 34 <i>Distribución de Costos Fijos y Variables en la Implementación</i>	86
Figura 35 <i>Distribución de Costos Fijos SSPM por Categoría</i>	86
Figura 36 <i>Distribución de Costos Variables SSPM por Categoría</i>	87
Figura 37 <i>Levantamiento de Información de Costos Vereda La Tasajera</i>	88
Figura 38 <i>Levantamiento de Información de Costos Vereda La Sacha</i>	88
Figura 39 <i>Productividad del Predio Tras el Sistema Silvopastoril</i>	93
Figura 40 <i>¿Los Ingresos de Hoy en Día compensan la Inversión Inicial?</i>	93
Figura 41 <i>Cambios en los Ingresos Familiares Relacionados con el SSP</i>	94
Figura 42 <i>Ingresos Provenientes de Actividades Relacionadas con el SSP</i>	94
Figura 43 <i>Principales Costos Asociados al Mantenimiento del Sistema Silvopastoril</i>	95
Figura 44 <i>Cambios Percibidos en La Calidad del Suelo Desde Implementación del SSP</i>	96
Figura 45 <i>Impacto del SSP Instalado en la Disponibilidad de Agua</i>	97
Figura 46 <i>Cambio en la Biodiversidad del Predio</i>	98
Figura 47 <i>Cambio en la Presencia de Aves Asociado con el Establecimiento</i>	98
Figura 48 <i>Cambios en Producción De Biomasa Forrajera y Composición Botánica</i>	99
Figura 49 <i>Variación en Color y Altura de Forrajes por Sombra del SSP</i>	99

Figura 50 <i>Cambio en Comportamiento Animal por Consumo de Forraje en el SSP</i>	100
Figura 51 <i>Praderas con Árboles en Época de Sequía Respecto a Praderas sin Árboles</i>	100
Figura 52 <i>Prácticas Ambientales Asociadas al SSP Consideradas más Beneficiosas</i>	101
Figura 53 <i>Percepción de la Implementación del SSP frente al Impacto Ambiental</i>	102
Figura 54 <i>Nivel de Satisfacción con la Implementación del SSP</i>	103
Figura 55 <i>Aspectos a Agregar o Quitar de la Implementación del SSP</i>	103
Figura 56 <i>Aspectos a Mejorar en el SSP para Mayor Aceptación</i>	104
Figura 57 <i>Percepción de su Familia o Comunidad Frente al SSP</i>	105
Figura 58 <i>¿Recomendaría Este Sistema a Otros Productores?</i>	106
Figura 59 <i>Expectativas a Futuro con el SSP</i>	107
Figura 60 <i>Disposición a Continuar Inversión y Ampliación del SSP</i>	108
Figura 61 <i>Requerimientos para Mantener o Expandir el SSP</i>	109
Figura 62 <i>Factores Clave para Asegurar Sostenibilidad a Largo Plazo</i>	109
Figura 63 <i>Lecciones o Recomendaciones para Implementar SSP</i>	110
Figura 64 <i>Encuestas Evaluación Socioeconómica y Ambiental</i>	111
Figura 65 <i>Encuestas Evaluación Socioeconómica y Ambiental</i>	111

Introducción

Este trabajo se desarrolla en el marco de la implementación del Proyecto Junt@s, ejecutado por Oikos ONG e Isais con recursos de la Unión Europea, en articulación con la Asociación Agropecuaria El Bordoncillo, conformada por jóvenes ganaderos. En el desarrollo de este proceso, los predios de los asociados y sus familias fueron destinados para el establecimiento de Sistemas Silvopastoriles Multiestrato. Durante este proceso se identificó la necesidad de evaluar de manera sistemática el proceso de implementación de los sistemas en las unidades de los productores beneficiarios. Esto debido a que, pese a los esfuerzos institucionales orientados a promover modelos productivos más sostenibles, se identifica que aún es limitada la información disponible sobre las implicaciones económicas, los efectos agrozootécnicos, ambientales y sociales que conlleva la implementación de prácticas como los sistemas silvopastoriles. La situación dificulta contar con evidencia clara que permita sustentar su eficiencia económica y los beneficios socioambientales asociados, lo cual resulta fundamental para apoyar procesos de transición desde sistemas ganaderos tradicionales hacia alternativas más sostenibles.

Los participantes aportaron su mano de obra y asumieron el cuidado de los insumos entregados por el proyecto como parte del acompañamiento técnico y productivo, fortaleciendo así su compromiso con la adopción de prácticas ganaderas sostenibles. La mayoría del material vegetal del estrato arbóreo fue donado en articulación con la Fundación Impulso Verde y la Alcaldía municipal de Buesaco.

Dentro del trabajo se encuentra la caracterización integral de la zona de estudio, incluyendo la identificación del área de intervención y el análisis fisicoquímico de los suelos en cada predio. Posteriormente, se detalla el proceso de puesta en marcha de los SSPM.

Asimismo, se incorpora la evaluación socioeconómica y financiera de este proceso. Con los resultados obtenidos se presenta el análisis comparativo de las encuestas aplicadas

antes y después de la intervención, y la evaluación dasométrica realizada durante el periodo de seguimiento, en la cual se registraron variables como altura y diámetro de las especies arbóreas y arbustivas establecidas en los predios.

En la evaluación integral del establecimiento SSPM implementados en los predios de la Asociación Agropecuaria El Bordoncillo, se consideraron aspectos productivos, económicos, financieros y ambientales que intervienen en su desempeño. Mediante el análisis del comportamiento de las especies presentes en el sistema, la estimación de los costos por hectárea y la interpretación de las condiciones sociales y ecológicas del territorio, se busca evidenciar el alcance de esta alternativa como una estrategia sostenible para el fortalecimiento del agronegocio de la ganadería en el trópico alto nariñense.

La información generada en este estudio constituye un insumo relevante para la toma de decisiones en la gestión productiva, económica y ambiental de los predios ganaderos, al aportar elementos que permiten orientar acciones hacia sistemas más sostenibles. En este sentido, el análisis realizado cobra especial importancia para el sector agropecuario y para los agronegocios, al evidenciar cómo la adopción de prácticas como los sistemas silvopastoriles puede contribuir a mejorar la eficiencia productiva, al tiempo que promueve el uso responsable de los recursos naturales.

Lo cual se articula con los principios de sostenibilidad promovidos en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente aquellos relacionados con la producción y el consumo responsables, la acción por el clima y el desarrollo rural. En este contexto, el estudio también aporta al fortalecimiento de capacidades en jóvenes ganaderos, quienes, a partir de información técnica, económica y ambiental, pueden consolidarse como actores clave en la transformación de los sistemas productivos, contribuyendo al posicionamiento de los agronegocios sostenibles dentro de los mercados locales y globales.

Justificación

El presente estudio se fundamenta en la necesidad de comprender el funcionamiento integral de los Sistemas Silvopastoriles Multiestratos (SSPM) como alternativa sostenible para la producción de leche, considerando la interacción dinámica entre suelo, planta y animal, elementos esenciales para un desempeño productivo eficiente (Ruiz et al., 2003).

Analizar el desarrollo de las especies que integran el sistema permite reconocer su adaptación y aporte a la productividad; estimar los costos de establecimiento ofrece herramientas financieras para la toma de decisiones; y examinar los factores sociales y ambientales asociados fortalece la comprensión de su impacto territorial. De esta manera, la investigación se enmarca en los lineamientos de sostenibilidad y carbono neutralidad definidos por la Ley 2169 de 2021 y la Resolución 126 de 2022, coherentes con los compromisos de la NDC y la Estrategia E2050 de Colombia.

La ejecución del proyecto tuvo un impacto significativo en la comunidad de San Ignacio, al centrarse en el fortalecimiento de las capacidades de jóvenes productores de leche pertenecientes a la Asociación Agropecuaria El Bordoncillo. Su vinculación al proceso permitió generar aprendizajes sobre el manejo sostenible de los recursos naturales y la gestión técnica y financiera de los SSPM. Además, la articulación con la Red de Fincas Silvopastoriles de Nariño (Red SilvoPAZ), liderada por la UNAD, amplió el alcance del proyecto. Aportando un marco de investigación aplicada y acompañamiento técnico que fortaleció el liderazgo juvenil y promovió visibilizar la fase inicial de transformación de la ganadería tradicional en un agronegocio competitivo, resiliente y sostenible, integrando criterios económicos, financieros y productivos que contribuyen al desarrollo rural y a la generación de valor en el trópico alto nariñense.

Representa una experiencia valiosa para fortalecer las competencias en el análisis técnico, económico y ambiental aplicado a la realidad productiva del trópico alto de Nariño.

El trabajo directo con los productores y el uso de metodologías participativas permitieron comprender de manera más profunda los retos y oportunidades de los SSPM, aportando una mirada integral hacia la ganadería sostenible. Del mismo modo, la experiencia favoreció el desarrollo de habilidades investigativas orientadas a la gestión del conocimiento y a la formulación de estrategias que articulan sostenibilidad, productividad y responsabilidad social en el contexto agropecuario.

Adicional a ello, se ofrece un aporte significativo al conocimiento sobre la viabilidad económica, social y ambiental de los SSPM en zonas de trópico alto, donde la información es aún limitada. En línea con Chamorro (2021), se reafirma la necesidad de promover la investigación aplicada que impulse la agroforestería como herramienta para mejorar la calidad de vida rural y la sostenibilidad ambiental. Igualmente, los resultados contribuyen a respaldar futuras estrategias de financiamiento verde de agronegocios relacionados con estrategias ambientales, como las promovidas por Finagro (2023), al ofrecer datos técnicos y financieros que facilitan la toma de decisiones. Desde esta perspectiva, el estudio fortalece la base científica necesaria para la reconversión ganadera sostenible en territorios rurales de montaña.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar económica, financiera y dasométricamente el establecimiento de Sistemas Silvopastoriles Multiestratos (SSPM) como alternativa socioeconómica y ambiental en la producción de leche en la Asociación agropecuaria El Bordoncillo.

Objetivos Específicos

Evaluar el crecimiento y desarrollo de especies herbáceas y leñosas que conforman los SSPM.

Determinar la estructura de costos del establecimiento de los SSPM en unidades productivas de leche del área de estudio.

Evaluar la influencia de los factores socioeconómicos y ambientales asociados al establecimiento de los SSPM en las unidades productivas monitoreadas en el área de estudio.

Marco Teórico

Municipio de Buesaco

Localización geográfica y clima

De acuerdo con Córdoba (2001), el Municipio de Buesaco astronómicamente se encuentra localizado a 01° 23' 09'' de latitud norte; a 77° 09' 34'' de latitud oeste. Su altura sobre el nivel del mar es de 1959 metros, con una precipitación media anual de 1400 mm, una temperatura promedio de 18° C., humedad 0°, cuenta con tierras en casi todos los pisos térmicos.

Ubicado a aproximadamente 36 kilómetros de Pasto, en la región norte de Nariño, durante el recorrido, es posible apreciar la naturaleza que distingue a este municipio tan cercano a la capital.

Para el 2024 el Municipio contaba con una población aproximada de 25.063 habitantes, de los cuales el 72.3 % se encuentra en el sector rural. (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2024). Según el DNP (2024) y la Corporación Autónoma Regional de Nariño [CORPONARIÑO] (2017) el municipio de Buesaco presenta una extensión territorial cercana a los 682 km² y se caracteriza por un relieve mayoritariamente montañoso, propio de la región andina. Su configuración física está asociada a una red hidrográfica relevante, integrada a la cuenca del río Juanambú, dentro de la cual sobresalen afluentes como los ríos Buesaquito, Pajajoy y Liagar. Estas particularidades determinan la presencia de diversos pisos térmicos, que abarcan desde condiciones de clima templado hasta clima frío y áreas de páramo, generando un entorno favorable para el desarrollo de una variada gama de sistemas productivos agropecuarios y pecuarios distribuidos en sus 6 corregimientos.

Buesaco posee una extensión que se distribuyen de la siguiente manera, el 20% del área corresponde a unidades agro-productivas, cultivos tradicionales de café, frutales, maíz, frijol, arveja, cítricos, hortalizas, verduras, fresa, granadilla, el 30% a bosque naturales, el

40% a pastos naturales dedicados a ganadería extensiva y un 10% de la topografía del Municipio corresponde a terrenos escarpados (Alcaldía municipal de Buesaco, 2020).

En cuanto a las características fluviales, el municipio de Buesaco se encuentra integrado a la cuenca hidrográfica del río Juanambú, uno de los sistemas hídricos más relevantes del norte del departamento de Nariño. Este río tiene su nacimiento en el sector de Cascabel, en la cordillera Central, y su cuenca está conformada por las subcuencas del Alto Juanambú, río Buesaquito, río Ijagú y Bajo Juanambú. En particular, la subcuenca abarca aproximadamente 19.519 hectáreas, las cuales representan cerca del 36,4 % del área total del municipio, evidenciando su importancia en la dinámica ambiental y productiva del territorio (CORPONARIÑO, 2017).

Desde el punto de vista geológico y geomorfológico, el territorio de Buesaco presenta condiciones asociadas a procesos de tectonismo, reflejados en fallamientos, fracturamiento y relleno de fisuras. Las zonas de menor altitud están conformadas principalmente por rocas sedimentarias y depósitos aluviales, coluviales y vulcano-sedimentarios, mientras que las áreas montañosas corresponden a formaciones ígneas y metamórficas, características que influyen de manera significativa en la morfología del paisaje, el uso del suelo y la aptitud del territorio para el desarrollo de actividades agropecuarias y pecuarias (CORPONARIÑO, 2017).

Corregimiento de San Ignacio

El corregimiento de San Ignacio hace parte de la división político-administrativa del municipio de Buesaco, y se localiza en la zona rural andina del territorio municipal. De acuerdo con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (s.f.), se trata de un corregimiento asentado sobre un relieve predominantemente montañoso, con altitudes propias de clima frío, condiciones que han influido históricamente en la ocupación del territorio, el patrón de asentamiento rural y la vocación agropecuaria del área.

San Ignacio, se encuentra dentro del área de influencia de la cuenca hidrográfica del río Juanambú, compartiendo las características biofísicas propias del norte del departamento de Nariño. Según el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Juanambú, en esta zona predominan suelos de origen volcánico, una red hídrica secundaria y una marcada variabilidad altitudinal, factores que condicionan el uso del suelo y favorecen actividades como la ganadería con especies de clima frío, la agricultura campesina y la implementación de sistemas productivos sostenibles compatibles con la conservación de los recursos naturales (CORPONARIÑO, 2017).

La población del corregimiento de San Ignacio está compuesta mayoritariamente por comunidades campesinas, caracterizadas por un fuerte arraigo territorial, organización social basada en la familia y la vereda, y una estrecha relación entre la actividad productiva y el entorno natural. Estudios sobre la población rural y la identidad cultural del departamento de Nariño señalan que estas comunidades conservan valores asociados a la solidaridad, la cooperación comunitaria, las prácticas religiosas y las tradiciones locales, elementos que fortalecen el capital social. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2020; Piarpusan et al., 2019; DNP, 2024).

El corregimiento de San Ignacio conserva expresiones culturales propias del altiplano andino nariñense, donde se integran tradiciones campesinas, prácticas religiosas y formas de organización comunitaria asociadas al mundo rural. Estas manifestaciones se evidencian en las fiestas patronales, la transmisión de saberes productivos tradicionales y el trabajo colectivo, elementos que fortalecen la identidad local y la cohesión social. Estudios sobre la cultura regional destacan que estas comunidades mantienen valores como la solidaridad, el arraigo territorial y una relación estrecha con la naturaleza, componentes que influyen en la dinámica social y productiva del territorio y en la disposición de la población frente a

iniciativas de desarrollo rural sostenible (Córdoba, 2001; Piarpusan et al., 2019; Banco de la República, 2023).

Definición de Sistemas Silvopastoriles

Sistemas Agroforestales

Los sistemas agroforestales se presentan como un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implican la combinación o asociación de un componente leñoso (forestal o frutal) con ganadería y/o cultivos del mismo terreno, con interacciones significativas ecológicas y/o económicas entre sus componentes (Polanía y Rendón, 2009).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) han identificado la Agroforestería como el grupo de prácticas y sistemas de producción, donde la siembra de los cultivos y árboles forestales se encuentran secuencialmente y en combinación con la aplicación de prácticas de conservación de suelo y el medio ambiente.

Estas prácticas y sistemas están diseñados y ejecutados dentro del contexto de un plan de manejo que debe tener cada finca y donde la participación del campesino es clave (FAO, 2009).

Sistemas Silvopastoriles (SSP)

Dentro de los sistemas agroforestales se encuentran los Sistemas Silvopastoriles (SSP) que se consideran como una forma de producción pecuaria y forestal, en la que, en una misma unidad productiva, se establecen e interactúan especies leñosas, y animales herbívoros domésticos, bovinos, caprinos, ovinos, etc. En donde dichas incorporaciones del componente arbóreo y arbustivo en un potrero ofrece múltiples beneficios al animal, al suelo, al ambiente y al productor bajo un sistema de manejo integral (Portilla et al., 2015; Pezo e Ibrahim, 1998).

Así mismo Rey y Chamorro, (2008) definen los Sistemas Silvopastoriles como una alternativa tecnológica de producción ganadera en la cual los árboles y arbustos interactúan

con los potreros y bovinos bajo diferentes arreglos espaciales, logrando la reingeniería de la ganadería con conservación de bosques y páramos. Teniendo en cuenta las condiciones del predio, su proceso de degradación y las posibilidades de recuperación que ofrece.

Dicha integración se realiza de forma intencional y planificada con el objetivo de aprovechar y obtener una producción sostenible, incluso en áreas con algún grado de deforestación y degradación (Portilla et al., 2015).

Tipos de sistema silvopastoril

Zapata et al (2022), destacan que, dependiendo del diseño y la intensidad de manejo, es posible identificar diversas modalidades de SSP que responden a contextos ecológicos, sociales y económicos específicos. En este contexto, a continuación, se mencionan los tipos de sistemas silvopastoriles, cada uno con características, ventajas y limitaciones particulares.

Árboles Dispersos en Potreros. Este es el tipo más tradicional y frecuente de SSP en América Latina. Consiste en la presencia de árboles aislados dentro de las áreas de pastoreo, los cuales pueden establecerse de manera espontánea por regeneración natural o mediante siembra directa. Estos árboles cumplen múltiples funciones: ofrecen sombra al ganado, disminuyen el estrés calórico, mejoran la infiltración y retención de agua en el suelo y aportan materia orgánica a través de la caída de hojas, lo que enriquece la fertilidad del suelo.

Además, algunas especies proporcionan frutos, madera y follaje de valor forrajero (Zapata et al., 2022). Este tipo de sistema se considera de bajo costo de implementación y constituye un primer paso hacia la intensificación sostenible.

Cercas Vivas y Setos Forrajeros. Zapata et al., (2022) indican que las cercas vivas son hileras de árboles o arbustos utilizados para delimitar potreros y proteger cultivos, pero también para diversificar la producción. Dependiendo de su diseño, se pueden clasificar en:

- Cercas vivas simples: formadas por una sola especie de rápido crecimiento.
- Cercas vivas multiestrato: que integran al menos tres estratos de vegetación,

herbáceo, arbustivo y arbóreo, manejados de manera complementaria al pastoreo. En ellos, el estrato bajo suele estar compuesto por pasturas mejoradas, el medio por leñosas forrajeras y el alto por especies arbóreas nativas o productivas.

Estas estructuras contribuyen a la conectividad ecológica del paisaje, sirven como corredores biológicos, funcionan como barreras rompevientos y, en muchos casos, se aprovechan para el corte y acarreo de forraje de alta calidad.

Bancos Forrajeros Arbóreos y Arbustivos. Los bancos forrajeros son áreas diseñadas específicamente para la producción de arbustos y árboles forrajeros en altas densidades, con el fin de garantizar una reserva de alimento en épocas de escasez. Estos sistemas operan principalmente bajo la modalidad de corte y acarreo, en la cual las ramas y hojas se cortan y se suministran directamente al ganado. Según Zapata et al, (2022), este tipo de banco constituye una herramienta clave para enfrentar los efectos del cambio climático, ya que asegura el suministro de forraje en temporadas críticas y reduce la presión de pastoreo sobre los potreros.

Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi). Zapata et al (2022) afirman que los SSP intensivos son arreglos de alta densidad de árboles o arbustos forrajeros, que se combinan con gramíneas mejoradas. Su objetivo es maximizar la productividad animal por unidad de superficie, mejorar el balance de carbono y aumentar la resiliencia del sistema. En este tipo de SSP se emplean especies que están sembradas en hileras o franjas que alternan con praderas de alto valor nutricional. Los animales pueden aprovechar directamente los arbustos mediante ramoneo controlado o a través de corte y acarreo. Los mismos autores mencionan que los SSP intensivos pueden triplicar la carga animal en comparación con los sistemas tradicionales y al mismo tiempo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero gracias a la captura de carbono en biomasa y suelo.

Fundamentos Ecológicos y Productivos de los SSPM

Estratificación y Funcionalidad de los SSPM

Los SSPM generan beneficios edáficos en las zonas de su establecimiento. Diferentes estudios realizados han mostrado que la presencia de arbóreas en sistemas ganaderos contribuye a mejorar las condiciones del suelo, aumenta la presencia de materia orgánica permitiendo que una fracción representativa de los nutrientes que son extraídos de la solución edáfica sea retornada a ella mediante la deposición, en la superficie del suelo, del follaje y residuos de pastoreo o podas (Mahecha, 2002). Así mismo, estudios adelantados por Sánchez et al., (2010) demuestran que los SSP posibilitan la presencia de una diversa y estable fauna asociada a las excretas gracias a las condiciones de humedad y temperatura que genera el árbol en este sistema, así como la calidad de su hojarasca.

Otro importante efecto sobre el suelo es la fijación de nitrógeno. Este se presenta debido a que las leguminosas se asocian con bacterias del género *Rhizobium* para captar nitrógeno atmosférico haciéndolo disponible en el suelo; se estima una fijación de 200 kg N/ha/año en el trópico (Mahecha, 2002). Deduciendo que la cobertura arbórea de las fincas ganaderas, cumplen funciones ecológicas y socioeconómicas tanto dentro como fuera de la finca (Aguilera y Dominguez, 2020).

Según Zapata y Silva (2020), la multiestratificación mejora el uso de la radiación solar y la captura de carbono, al tiempo que fortalece procesos ecológicos como el reciclaje de nutrientes y la conservación del suelo. En esta misma línea, Zapata *et al* (2022) documentan que los SSPM incrementan la biodiversidad y la conectividad de paisajes, lo que explica su capacidad para aportar al bienestar animal y la resiliencia de la finca.

El proyecto Ganadería Colombiana Sostenible (The Nature Conservancy, s. f.) reconoce que los SSPM contribuyen tanto a la mitigación como a la adaptación al cambio climático mediante la captura de carbono, la regulación hídrica y la provisión de hábitat. A

nivel de política sectorial, Tapasco et al. (2019) señalan que estos sistemas son un eje fundamental para la transición ganadera en Colombia y su escalamiento se ha priorizado en programas nacionales.

Al mismo tiempo que protegen las fuentes de agua, los árboles reducen la velocidad de las gotas de lluvia y permiten una mayor percolación del agua en los suelos por lo tanto ayudan a disminuir los riesgos de erosión hídrica por medio de la protección brindada de las copas de los árboles (Petit y Suniaga, 2005).

La búsqueda de sistemas de producción que garanticen sostenibilidad productiva y ambiental se ha convertido en una necesidad urgente frente a los graves problemas de degradación de suelos, deterioro de pasturas y contaminación de aguas. En este contexto, los SSP se consolidan como una alternativa viable de mediano y largo plazo, al ofrecer beneficios ambientales factibles y de bajo impacto en ecosistemas estratégicos (Silva et al., 2017; Chamorro & Rey, 2017).

Interacciones Entre Especies Herbáceas, Arbustivas y Arbóreas

Las interacciones en los SSPM pueden ser tanto competitivas como facilitadoras. Callaway y Walker (1997) argumentan que la coexistencia de especies vegetales depende del equilibrio entre competencia por recursos y la capacidad de ciertas plantas de facilitar el crecimiento de otras mediante la provisión de sombra, reciclaje de nutrientes o mejora microclimática.

El diseño de un SSP debe ajustarse a las condiciones particulares de cada sitio y productor (Somarriba, 1997). En los SSP las especies leñosas afectan el crecimiento de las especies herbáceas que crecen debajo (Plevich et al., 2002). Pezo e Ibrahim (1998) indicaron que cuando las leñosas perennes y las especies herbáceas comparten el mismo terreno, pueden presentarse entre ellas relaciones de interferencia o facilitación.

En ciertos Sistemas Silvopastoriles existe competencia por agua del suelo entre

árboles y pastos debido a una superposición de las raíces en los primeros centímetros del suelo (Dulormne et al., 2004).

Del mismo modo, el sentido y magnitud de estas interacciones estarán determinados por prácticas silvícolas, como la intensidad del raleo, ocasionando variaciones microclimáticas, en la cantidad y régimen de luz, y en la dinámica de nutrientes. El manejo de las copas, los arreglos y distanciamientos de plantación, la selección de las especies herbáceas y arbóreas permiten regular las relaciones dosel-sotobosque; por otra parte, raleos tempranos y fuertes, combinados con podas para mejorar la calidad de los fustes, permiten extender e incrementar la producción forrajera y por ende la ganadera (Somarriba, 1997).

Existe, además, una relación inversa entre la disponibilidad de fitomasa del pastizal natural y el daño que el pastoreo de los vacunos provoca sobre la regeneración arbórea (Simón et al., 1998).

La producción pecuaria, debe ser amigable con el medio ambiente y en este objetivo los árboles cumplen varios propósitos para sistemas de producción agropecuaria ecológica, así lo describe la resolución 0074 del 2002 del Ministerio de Agricultura y desarrollo social; desafortunadamente, la formación del ganadero es bajo modelos de producción intensiva, con alta dependencia de insumos, fertilizantes, riego, concentrados, drogas veterinarias, plaguicidas entre otros, pero se ha omitido el conocimiento local de los ancestros y el impacto ambiental que se vería reflejado en el mediano y largo plazo.

Es así como el modelo de revolución verde, en la zona de trópico alto Colombiana y principalmente en laderas y páramos, ha generado un deterioro ambiental severo, asociado mayormente a factores culturales, prácticas tradicionales de uso de la tierra, que se presencian en el mal manejo de los suelos, la ausencia de técnicas para controlar la erosión, la pérdida de la cobertura vegetal, el incorrecto manejo de praderas, con pastoreo extensivo y sobrepastoreo, la deforestación, las actividades de monocultivo y sistemas de producción

agropecuaria eminentemente extractivos en zonas no aptas para estas actividades (Gómez, 2022).

Una de las explicaciones fisiológicas de la mayor concentración de nutrientes en gramíneas asociadas con árboles, son los cambios morfológicos y fenológicos que suceden en la gramínea que crecen bajo la sombra del árbol, los cuales funcionan como mecanismos de adaptación a la baja incidencia de energía lumínica. Para ello, las especies forrajeras tienden a desarrollar hojas más largas y gruesas, para lograr una mayor intercepción de la luz. Las hojas son el sitio donde se concentran la mayoría de los nutrientes que utilizan los rumiantes (Chamorro y Rey, 2017).

Interacciones Entre el SSPM y los Bovinos

La inclusión de árboles en los potreros permite el suministro de sombra para los animales y de esta forma la protección contra factores climáticos como la lluvia y la radiación. Muchos estudios hablan del confort que les brindan los árboles a los animales en los Sistemas Silvopastoriles, inclusive se tienen reportes de observaciones de campo en donde el ganado sigue comiendo en horas calurosas cuando el potrero está abastecido de árboles de forma homogénea en el potrero, mientras que disminuyen el pastoreo en sistemas de monocultivo (Mahecha, 2003).

El consumo de materia orgánica digestible aumenta con la incorporación de árboles en los sistemas de producción. Bajo este enfoque, Gómez (2022) señala que uno de los principales beneficios de los Sistemas Silvopastoriles es la provisión constante de alimento para el ganado a través de árboles y arbustos forrajeros durante todo el año. Esto no solo mejora la calidad de la dieta animal y reduce la dependencia de alimentos concentrados, sino que, además, gracias a la capacidad de fijación de nitrógeno de diversas especies arbóreas, se disminuye la necesidad de fertilizantes químicos, contribuyendo así a la reducción de los costos de fertilización.

El forraje de numerosas especies de árboles y arbustos puede mejorar la calidad de las dietas en alimentación animal. El contenido de proteína cruda de estos follajes generalmente duplica o triplican el de los pastos y en varios casos el contenido energético es mayor. La presencia de estos follajes en las dietas incrementa significativamente la producción de leche y ganancia de peso del animal (Gualdrón y Padilla., 2008).

Gualdrón y Padilla (2008) encontraron que vacas Holstein en SSP con acacia y aliso no solo tuvieron mayor consumo de proteína bruta, sino que además reflejaron una mejor condición corporal y mayores volúmenes de leche en comparación con praderas compuestas de un solo estrato.

Adicionalmente, la producción de leche se ve beneficiada tanto en cantidad como en calidad. Yepes y Sarmiento (2016) reportaron que el 60 % de los ganaderos que implementaron SSP en el sur del Atlántico percibieron un incremento en la producción láctea, mientras que el 27 % destacó una mayor disponibilidad de forrajes durante el año.

El componente arbóreo asociado con las pasturas conformando SSP se convierte en la única alternativa económica y ambientalmente sostenible a mediano y largo plazo para los sistemas ganaderos sostenibles, de bajo impacto (Chamorro y Rey, 2017).

Sin embargo, la introducción de animales puede ocasionar daños a las plantas jóvenes a través del ramoneo, pisoteo, descortezado, quebraduras o vuelco, estos son efectos directos del ganado sobre los árboles. Aunque es técnicamente factible proteger los árboles en el campo, el costo financiero es elevado. Por ello, la determinación de la edad de inicio del pastoreo es la herramienta de manejo preferida para minimizar el daño directo. Esta edad puede variar dependiendo del crecimiento inicial de los árboles, de su palatabilidad al ganado y de los objetivos del productor (Somarriba, 1997).

Ku et al., 2014 como se citó en Aguilera y Domínguez (2020) indican que cuando se integran prácticas de silvopastoreo se favorece el consumo voluntario de materia seca de

forraje con mejores características transaccionales y el rendimiento en la producción de leche o carne. Combinación de pasturas y árboles forrajeros incrementa el valor nutritivo de la dieta animal, mientras que la hojarasca de los árboles estimula el ciclaje de nutrientes, protege el suelo y mejora su fertilidad (Ibrahim et al., 2006) 1

Dasometría en Especies Arbóreas

Las mediciones dasométricas en especies arbóreas aportan variables estructurales esenciales para valorar servicios ecosistémicos y para estimar biomasa y carbono. En particular, el diámetro a la altura del pecho y la altura total o dominante son predictores clave en las ecuaciones alométricas que derivan la biomasa aérea por componente; aplicar protocolos de medición estandarizados reduce la incertidumbre de las proyecciones de captura de carbono en potreros arbolados y en sistemas silvopastoriles. (Montes de Oca-Cano et al., 2020; Ramírez et al., 2022).

Cobertura, Supervivencia y Monitoreo de Leñosas en SSP

Medición de Cobertura y Composición. La cobertura vegetal se entiende como la proporción del suelo ocupada por la vegetación y suele cuantificarse mediante transectos con técnicas de punto-intercepto o punto-cuadrante. Estos procedimientos permiten, además, describir la composición botánica por especies y estratos, generando indicadores comparables que vinculan la estructura con la oferta forrajera y orientan decisiones sobre carga animal y uso de arbustivas en el trópico alto andino (Mamani et al., 2021; Cabrera et al., 2021).

Establecimiento, Supervivencia y Mortalidad. Las tasas de supervivencia y mortalidad brindan una lectura directa del éxito de establecimiento de las leñosas en laderas de trópico alto, al reflejar su respuesta a gradientes de pendiente, altitud y condiciones edáficas. El seguimiento periódico de estas variables ayuda a identificar especies y arreglos funcionales que favorecen servicios como la protección del suelo, la sombra y la estabilización del microclima para el componente herbáceo y animal (Aguirre et al., 2019).

Programas de Monitoreo. Para integrar estas mediciones, se recomiendan parcelas permanentes y transectos con mediciones repetidas de cobertura, composición, densidad y área basal, complementadas con registros de sobrevivencia/mortalidad. Este enfoque aporta indicadores estructurales sensibles al manejo y facilita una evaluación adaptativa de los servicios ecosistémicos del sistema a lo largo del tiempo (Díaz et al., 2019).

Dasometría en el Establecimiento Temprano de Árboles en SSPM

Durante los primeros meses tras la plantación, las mediciones más informativas no suelen ser el DAP, sino el diámetro al cuello (D_0), la altura total, el diámetro de copa y la supervivencia. Estos indicadores tempranos sirven para valorar el vigor inicial, anticipar la oferta foliar y decidir resiembras antes de que cierren las líneas de siembra. Los manuales técnicos recomiendan levantar series periódicas de altura y D_0 como predictores de crecimiento futuro y de biomasa; el DAP se incorpora cuando el individuo supera el punto estándar de 1,30 m, conforme a las guías de medición silvícola. (CONAFOR, 2022)

Durante la fase de establecimiento, el crecimiento temprano de las plantaciones depende en gran medida de las condiciones edafoclimáticas: disponibilidad de agua en el suelo, nivel de fertilidad, pendiente y exposición, además del régimen de lluvias y temperatura. La escasez hídrica o la competencia de malezas limita los aumentos en altura y diámetro; suelos pobres o mal preparados elevan la mortalidad; y laderas expuestas intensifican el estrés por viento y evapotranspiración. En consecuencia, las guías técnicas recomiendan seleccionar adecuadamente el sitio, preparar el hoyo para la plantación, aplicar enmiendas localizadas y ejecutar prácticas de conservación de suelos para asegurar un arranque de crecimiento verificable durante los primeros meses (CONAFOR, 2010).

Murgueitio et al., (2016), insisten en el papel del manejo de competencia y protección temprana para consolidar el crecimiento medido y, con ello, la futura oferta forrajera leñosa y la acumulación de biomasa/carbón del componente arbóreo en los SSP.

Análisis Económico Financiero

El Análisis Económico

El análisis económico, o evaluación económica, examina si un proyecto aporta bienestar social, contrastando sus beneficios y costos desde la óptica de la sociedad. Para ello suele emplear indicadores como el valor actual neto económico y la relación beneficio/costo social, que permiten juzgar la conveniencia de la iniciativa. (Mokate, s. f.).

En el ámbito agropecuario, este enfoque sirve para respaldar decisiones sobre tecnologías, inversiones y formas de organización productiva, al integrar resultados productivos, así como efectos ambientales y sociales, en comparaciones entre alternativas. La literatura muestra que el uso de indicadores de costos, márgenes y beneficio/costo orienta decisiones más eficientes y sostenibles en cultivos y ganadería. (Arce, 2020; Escandón y Vite, 2022).

En contraste a esta definición, la evaluación económica consiste en realizar una comparación entre los recursos utilizados y los beneficios esperados, con el fin de determinar la buena asignación de recursos (Rosales, 2007); en este tipo de evaluación se determina el retorno de los beneficios y mejores condiciones de vida en la sociedad derivados de la inversión realizada.

El Análisis Financiero

Este proceso "traduce" la información que contienen los estados financieros a un lenguaje entendible por todos. En resumen, permite predecir el futuro de la empresa, brindando datos para tomar decisiones sabias. El análisis financiero supone por sí mismo dos elementos básicos: análisis e interpretación (Villegas, 2002).

Según Aponte (2017), el análisis financiero consiste en un proceso orientado a reconocer y contrastar los beneficios frente a los costos de distintas alternativas, con el propósito de elegir la opción más conveniente para los inversionistas.

Un análisis financiero agropecuario evalúa si una unidad productiva o proyecto es rentable, líquido y solvente para el productor, a partir del registro de costos e ingresos, la construcción de flujos de caja y el uso de indicadores como VPN/TIR, márgenes y costos unitarios; además, incorpora decisiones sobre estructura de financiamiento y costo de capital para apoyar la toma de decisiones en finca. Manuales técnicos recientes en español describen este enfoque y su aplicación práctica con datos de campo y métricas financieras explícitas. (Molina et al., 2021)

El análisis financiero y económico es fundamental para evaluar el desempeño de una empresa, ya que permite la recopilación, interpretación y comparación de los estados financieros y operacionales. Esta práctica incluye el cálculo e interpretación de porcentajes, tasas, tendencias e indicadores, con el fin de tomar decisiones acertadas en la dirección del negocio o para realizar inversiones (Correa et al., 2020; Macías y Sánchez, 2022).

La Contabilidad Financiera

La contabilidad financiera puede entenderse como un sistema de información que identifica, mide, registra y comunica hechos económicos para sustentar decisiones de usuarios externos; esta idea enfatiza el proceso de identificación y comunicación de información económica útil y comparable (Uribe, 2014). En coherencia, el Marco Conceptual de las NIIF precisa que la información financiera con propósito general debe ser útil a inversionistas, prestamistas y otros acreedores para decidir sobre la asignación de recursos, (IFRS Foundation, 2019).

Dentro de sus ramas, la disciplina distingue entre contabilidad financiera y enfoques para usuarios internos como la contabilidad de gestión y la contabilidad de costos (Salazar et al., 2021; AECA, s. f.). Así, mientras la contabilidad financiera presenta estados y revelaciones bajo marcos normativos, las ramas de gestión y de costos profundizan en la estructura interna de operaciones y recursos para apoyar decisiones tácticas y estratégicas.

Contabilidad de Costos

La Contabilidad de costos es una técnica o método relacionado básicamente con la acumulación y el análisis de la información de costos para uso interno, con el fin de ayudar a la gerencia en la planeación, el control y la toma de decisiones (Caldera et al., 2007).

National Associations Accountants (NAA) define la contabilidad de costos como una técnica o método para determinar el costo de un proyecto, proceso o producto utilizado por la mayor parte de las entidades legales de una sociedad (NAA, 2020).

Según Balanda (2005) la contabilidad de costos tiene una serie de características propias que la distinguen de la Contabilidad general, financiera o tradicional:

- Es analítica por excelencia, analiza segmentos del ente.
- Predice el futuro, registra los hechos ocurridos.
- Interviene el elemento unidades en los movimientos de sus cuentas principales.
- Solo registra operaciones internas.
- Refleja la reunión de los elementos del costo, materia prima; mano de obra directa y Costos de fabricación.
- Determina costos sin la necesidad de relevamientos físicos.

Ramirez et al., (2010) define que la contabilidad de costos se ocupa de los registros de los importes de los materiales y materias primas que adquieren y/o consumen, de las personas que emplean y/o trabajan y de todos los recursos que invierten y/o utilizan en los procesos, actividades y tareas que ejecutan en la compra o elaboración de los productos, con la finalidad de determinar, controlar e informar los costos que demanda la fabricación de los bienes materiales o la prestación de los servicios, según la clase de producto objeto de costeo.

Costos y Gastos

Los costos son valores imputables a recursos económicos que pueden estar disponibles para la venta, ser utilizados en las actividades empresariales o destinarse a

cualesquiera otras causas y, como tal, tienen la cualidad de ser susceptibles de convertirse en dinero. Respecto a los gastos indica que están relacionados con erogaciones, consumos, amortizaciones o causaciones que se necesitan para realizar las operaciones y actividades correspondientes al desarrollo de las funciones de mercadeo, ventas, administración y financiamiento y, por ende, se cargan a los resultados del período en que se causan o reconocen (Ramírez et al., 2010)

Al respecto, Amaya et al., (2020) señala que los costos se asocian con los ingresos en el momento de la realización de estos y los gastos, se asocian con los ingresos en el periodo en que se presentan.

Tal como lo señalan Ramírez et al., (2010) los recursos que se consumen o utilizan en la elaboración de los productos, en los que se origina y fundamenta la causación y asignación de los costos, se conocen como elementos del costo, los cuales son tres, a saber:

- Materias primas y/o materiales directos.
- Mano de obra directa.
- Costos indirectos.

El mismo autor indica que en cambio un sistema de costos normalmente forma parte del sistema contable o del sistema de información de un ente social o económico y consta de los siguientes elementos o componentes:

- Las personas.
- Los materiales y/o materias primas.
- Las instalaciones, maquinarias y tecnologías empleadas.
- Diversos recursos tangibles e intangibles que intervienen en la producción.
- Las normas y los procedimientos que rigen el comportamiento del sistema.
- La información.

Normalmente es necesario el uso o consumo de diversos recursos, que pueden variar

de una entidad a otra según las características de la producción, la estructura o envergadura de las instalaciones, la organización de los procesos operativos y la participación de trabajos vinculados a la producción de manera indirecta.

Los Costos Directos e Indirectos. En el ámbito contable, los costos directos se entienden como aquellos que pueden atribuirse de manera clara y objetiva a un producto o servicio específico. Estos gastos son medibles, dado que es posible determinar la cantidad exacta de recursos utilizados y, en consecuencia, el valor económico asociado a dicho consumo (Amaya et al., 2020).

Se consideran directos aquellos costos trazables e identificables con precisión a un objeto de costo, como materiales/insumos específicos y mano de obra directa aplicados al proceso; en contabilidad de costos, los directos conforman—junto a los indirectos—el costo del producto y su tratamiento contable exige asociarlos sin divisiones al objeto que los genera. (Gutiérrez y Duque, 2014).

Los costos indirectos de fabricación (CIF) no pueden asignarse de manera directa y exacta a cada unidad, por lo que requieren criterios de distribución; su correcta imputación es crítica para valorar productos y decisiones, y la literatura reciente propone esquemas algebraicos que mejoran la razonabilidad de la distribución previa al costeo tradicional o ABC. (Vargas y Londoño, 2023; Gutiérrez y Duque, 2014).

Entre estos se encuentran los combustibles y lubricantes, la energía eléctrica y/o térmica, los mantenimientos de las instalaciones, maquinaria y equipo y demás servicios recibidos, los impuestos y demás gravámenes tributarios, las depreciaciones de los bienes utilizados en la producción, las amortizaciones de los cargos diferidos y de los activos intangibles y todos aquellos conceptos de costos que sean necesarios para la producción, cuyas relaciones con ésta no permiten clasificarlos en el grupo de los costos directos (Ramírez et al., 2010).

Los Costos Variables y Fijos. En producción pecuaria, los costos variables son aquellos que fluctúan con el nivel de actividad, típicamente dominados por alimentación, sanidad y combustible; su naturaleza dependiente del volumen hace que crezcan o disminuyan conforme varía la producción y, en lechería, la alimentación suele representar la mayor proporción del costo total, por lo que es un foco prioritario de gestión. (Paternina et al., 2021; Escandón et al., 2022).

Los costos fijos se mantienen relativamente constantes dentro de un rango de operación, independientemente del volumen producido; en evaluaciones de sistemas ganaderos, estos rubros explican buena parte de la estructura de costos que no responde al corto plazo y se analizan con herramientas de costo-volumen-utilidad para evaluar el punto de equilibrio y la rentabilidad. (Escandón et al., 2022).

Estructura de Costos. La estructura de costos de un proyecto se organiza en tres bloques:

Establecimiento, que reúne la inversión inicial y define vida útil y depreciaciones.

Mantenimiento/operación, que concentra los costos corrientes, usualmente clasificados en fijos/variables y directos/indirectos.

- Retornos, que incluyen los ingresos por ventas y/o ahorros, medidos contra la productividad física y los precios para obtener márgenes y costos unitarios.

Esta separación permite estimar el flujo de caja y evaluar resultados con métricas como margen, Beneficio/Costo, Valor Presente Neto y Tasa Interna de Retorno, práctica respaldada por estudios agropecuarios que desagregan costos de inversión, operación y resultados económicos para comparar alternativas y su rentabilidad. (Arce, 2020; Escandón, Arce & Vite, 2022).

Factores Socioeconómicos en la Adopción de SSPM

La adopción de SSPM no depende únicamente de sus ventajas productivas o

ambientales, sino que está fuertemente condicionada por factores socioeconómicos. La percepción de los productores frente a las innovaciones silvopastoriles está condicionada por su compatibilidad con los objetivos familiares, el esfuerzo laboral requerido, y el costo inicial de implementación. (Yepes y Sarmiento, 2016). En esa línea, estudios recientes en Colombia muestran que el éxito de la implementación de SSP está estrechamente ligado al acompañamiento técnico, la organización comunitaria y el acceso a incentivos (Yepes & Sarmiento, 2016; Murgueitio et al., 2011).

Percepción y Expectativas de Productores

La percepción de los productores rurales frente a los SSP es un elemento clave que influye decisivamente en su adopción. Un estudio en la Amazonía colombiana identificó que los ganaderos que reconocen beneficios tales como aumento de rentabilidad, mejoras en la producción general, en la calidad de los productos, y en la reproducción del ganado son significativamente más propensos a implementar estos sistemas (Alvarado et al., 2023). Esta percepción positiva actúa como catalizador para la adopción, al aumentar la confianza en los SSP y la disposición a asumir los costos iniciales del cambio.

En contraste, estudios en la región de Cundinamarca evidencian que las expectativas de mejoras económicas no siempre superan las barreras asociadas a la complejidad del manejo, los elevados costos de implementación y el tiempo requerido para recuperar la inversión (Solarte et al, 2025). Los productores perciben los SSP como tecnologías prometedoras, pero con riesgos importantes, lo que desplaza la adopción a un plano de espera.

Foucat y Fernandez (2012) realizaron un estudio de caso a fin de realizar un análisis económico y financiero de los SSP establecidos en la parte sur del estado de Veracruz en México, encontrando que el 100% de los encuestados percibe que no ha dejado de ganar dinero desde que empezó a realizar actividades silvopastoriles, un 80% de ellos, indica que el

bienestar de él y el de su familia ha mejorado más o menos desde que se dedica al SSP y el otro 20% indica que ha mejorado mucho. Por otro lado, un cien por ciento de ellos indica que la producción de leche antes de implementar el SSP era menor al que se produce actualmente.

En cuanto a percepciones de cambios o efectos sobre el ambiente, el 80% de los encuestados mencionan un gran cambio en la fertilidad del suelo, acompañado de una reducción en la erosión; mientras que no evidencian gran cambio o mucha relación en la disponibilidad y calidad del agua.

Yepes y Sarmiento (2016) indicaron que el 60% de los ganaderos percibe que la principal ventaja de los SSP implementados es el aumento en la producción de leche, seguido de la mayor disponibilidad de forrajes (27%), la mejora en la condición corporal de los animales (16%) y la disminución de los parásitos externos (9%). Otras ventajas percibidas por los ganaderos son el rápido rebrote de los pastos, la disminución de malezas, la disminución de la mano de obra, mejoras en la condición de los suelos y mayor sombrío para los animales.

Rol de la Mano de Obra Familiar y Asociativa.

La mano de obra familiar constituye un factor decisivo en la adopción y sostenibilidad de los SSPM, especialmente en contextos rurales de montaña donde los predios suelen ser de pequeña y mediana escala. En estos sistemas, el trabajo familiar no solo reduce los costos directos de establecimiento y mantenimiento, sino que también fortalece la apropiación y continuidad de las prácticas innovadoras a lo largo del tiempo (Álvarez et al., 2020).

Para una adopción tecnológica masiva de estos sistemas, quizás los dos obstáculos más importantes son la carencia del capital o el acceso a este para realizar las inversiones en los primeros años y los requerimientos de mano de obra para los sistemas (Murgueitio et al., 2006).

Sin embargo, una de las estrategias evidenciadas para mejorar la apropiación de las

tecnologías subsidiadas por programas gubernamentales o de proyectos de desarrollo, es lograr que los productores realicen un aporte económico significativo para la incursión de estas, de manera que se genere mayor sentido de pertenencia por parte de estos (Yepes y Sarmiento, 2016).

La participación de la mano de obra familiar trasciende la visión de un simple recurso económico, ya que constituye un capital social y cultural clave para la sostenibilidad de los sistemas productivos. Su intervención resulta esencial al articular la incorporación de innovaciones tecnológicas con los valores, conocimientos y expectativas propias de cada familia rural, lo cual fortalece las capacidades locales y aumenta las posibilidades de consolidar transiciones exitosas hacia modelos agropecuarios sostenibles (Álvarez, Crespo, & Varela, 2020).

Acompañamiento Técnico y Extensión Rural

La incorporación de SSP no depende únicamente de contar con especies adecuadas o de la voluntad de los productores. Su consolidación exige un acompañamiento técnico permanente que brinde orientación en el diseño, la implementación y la gestión sostenible de estos sistemas. La FAO (1997) plantea que los servicios de extensión agrícola son fundamentales porque facilitan el diálogo entre productores, investigadores y otros actores del sector, generando condiciones para que la innovación se adapte a la realidad de cada territorio. En esa misma perspectiva, la FAO (2020) subraya que la articulación entre investigación y extensión resulta decisiva para potenciar la innovación, al integrar el conocimiento científico con las prácticas rurales que fortalecen la sostenibilidad.

En el caso de la ganadería, el acompañamiento técnico ha demostrado ser un factor clave para superar las barreras de adopción. Murgueitio et al. (2011) señalan que los productores son más propensos a implementar SSP cuando cuentan con asesoría en aspectos como la selección de especies, el manejo de podas, la distribución espacial de árboles y la

planificación del pastoreo. Este acompañamiento facilita además el acceso a incentivos y proyectos de fomento, reduciendo la percepción de riesgo asociada a la inversión inicial.

Es necesario resaltar que se han identificado varias dificultades y obstáculos que impiden la masificación a la escala que se requiere. Descontando los factores externos de macropolítica, tres barreras merecen la atención por parte de los proyectos actuales y futuros: la baja disponibilidad de capital para invertir en los cambios de uso del suelo en los pequeños y medianos productores, la necesidad de la asistencia técnica apropiada y el déficit de oferta de mano de obra para algunas regiones (Murgueitio et al., 2006).

Por su parte, investigaciones en Cundinamarca muestran que la baja disponibilidad de crédito, la falta de acompañamiento técnico y las dudas sobre la gestión de sistemas más complejos son obstáculos que frenan la adopción de SSP (Solarte et al., 2025). Este panorama pone en evidencia la necesidad de fortalecer no solo las capacidades técnicas de los productores, sino también sus expectativas financieras y su percepción del riesgo.

Barreras y Oportunidades de Adopción Tecnológica

La adopción de SSP enfrenta una serie de barreras estructurales que condicionan la decisión de los productores. Entre ellas destacan las limitaciones económicas, ya que los costos iniciales de establecimiento, relacionados con la compra de plántulas, cercas, herramientas y mano de obra adicional, suelen ser percibidos como elevados frente a la ganadería convencional (Lee, 2020). Esta percepción se intensifica por la falta de acceso a crédito oportuno y asequible, lo que restringe la capacidad de inversión de pequeños y medianos ganaderos (Solarte et al., 2025). Además, los productores pueden mostrar resistencia cultural al cambio, al considerar los SSP como sistemas complejos que exigen nuevas prácticas de manejo y un mayor esfuerzo en planificación (Clavero y Suárez, 2006).

A estas limitaciones se suman las barreras técnicas. La implementación de SSP requiere conocimientos específicos en diseño, selección de especies, manejo de podas,

planificación del pastoreo y evaluación de indicadores productivos y ambientales. Cuando los productores no cuentan con asistencia técnica suficiente, la adopción se retrasa o se realiza de manera incompleta, reduciendo los beneficios potenciales del sistema (Murgueitio et al., 2011). En muchos casos, la falta de acompañamiento genera incertidumbre respecto a los tiempos de recuperación de la inversión y la estabilidad de los ingresos, lo cual limita la consolidación de estas innovaciones.

Además, se identifica como factor limitante la falta de capital para realizar la inversión inicial, incertidumbre en los mercados y la pobre base genética de los animales y una resistencia al cambio, dado que los productores no cambian rápidamente de un sistema tradicional familiar, más seguro y experimentado, a una nueva tecnología que pueda estar asociada con riesgos más altos que los métodos tradicionales, todo esto es ocasionado por la falta de conocimiento e información (Alonzo et al, 2001; Laclau, 2012).

Sin embargo, junto a estas barreras emergen oportunidades relevantes que facilitan la adopción de SSPM. En primer lugar, los programas de créditos verdes y líneas de financiación agropecuaria sostenible ofrecen condiciones preferenciales para productores que implementan prácticas amigables con el ambiente. De manera complementaria, los esquemas de Pagos por Servicios Ambientales (PSA) constituyen un incentivo directo al reconocer y compensar los beneficios ecológicos generados por los SSP, como la captura de carbono, la conservación de la biodiversidad y la regulación hídrica (Tapasco et al., 2019). En segundo lugar, la creciente demanda de productos agropecuarios sostenibles en los mercados nacionales e internacionales abre una ventana de oportunidad para posicionar la producción láctea y cárnica bajo criterios de sostenibilidad. Finalmente, el fortalecimiento de políticas públicas orientadas a la mitigación del cambio climático y la conservación de ecosistemas estratégicos ha creado un marco favorable para la expansión de tecnologías silvopastoriles, en tanto son reconocidas como herramientas eficaces para la intensificación sostenible de la

ganadería (Alvarado et al., 2023).

Factores Ambientales y Servicios Ecosistémicos de los SSP

Los SSP han sido reconocidos en Colombia como una estrategia integral para conciliar la producción ganadera con la conservación ambiental. Diversos estudios han documentado que, además de proveer forraje y mejorar la productividad animal, estos sistemas generan servicios ecosistémicos clave, como la regulación hídrica, la captura de carbono y la conservación de la biodiversidad (Zuluaga et al., 2011).

De acuerdo con Zuluaga et al. (2011), los SSPM se destacan por mantener y recuperar funciones ecológicas esenciales, al integrar árboles, arbustos y pasturas que interactúan con el ganado. Esta interacción favorece la oferta de servicios de regulación, de provisión, de soporte y también culturales, relacionados con el valor paisajístico y educativo de los sistemas productivos.

Adicionalmente, Murgueitio (2014) enfatiza que los SSPM son una herramienta práctica para la adaptación y mitigación del cambio climático, ya que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la ganadería convencional y al mismo tiempo mejoran la resiliencia de los agroecosistemas. Estos beneficios se articulan con los programas de (PSA), los cuales representan una oportunidad para incentivar la adopción de tecnologías silvopastoriles en el país (Díaz, 2020).

Regulación Hídrica, Biodiversidad y Conectividad del Paisaje

Los SSP desempeñan un papel clave en la regulación hídrica y la conservación de ecosistemas asociados a la ganadería. La presencia de árboles y arbustos incrementa la cobertura vegetal y la producción de hojarasca, lo cual mejora la infiltración de agua, disminuye la escorrentía y reduce las pérdidas de humedad en los suelos. Según Zapata y Silva (2020), estos aportes permiten que los SSP funcionen como sistemas reguladores, capaces de estabilizar las fuentes hídricas locales y mantener la productividad en periodos de

sequía.

En relación con la biodiversidad, diversos estudios han demostrado que los SSP albergan una mayor riqueza y diversidad de especies que los potreros convencionales.

Giraldo et al. (2023), al comparar fincas ganaderas del valle del río Cesar, evidenciaron que los sistemas silvopastoriles presentan valores intermedios y en algunos casos cercanos a los fragmentos de bosque en indicadores como cobertura de dosel, densidad foliar y riqueza taxonómica. Estos hallazgos muestran que los SSP no solo mantienen poblaciones de flora y fauna, sino que también pueden actuar como refugios y hábitats temporales para especies nativas.

Un aspecto estrechamente ligado a la biodiversidad es la conectividad del paisaje. Los SSP, al integrar árboles dispersos, cercas vivas y bancos de forraje, funcionan como corredores biológicos que enlazan fragmentos de bosque y reducen la fragmentación de los ecosistemas. Como lo plantean Giraldo et al. (2023), la estructura vegetal de los SSP favorece el movimiento de especies y la conectividad ecológica, lo que fortalece la resiliencia de los paisajes ganaderos.

Captura de Carbono y Mitigación de Gases de efecto invernadero (GEI)

Los SSP se consolidan como una estrategia efectiva para la mitigación del cambio climático en la ganadería, al integrar árboles, arbustos y pasturas que capturan y almacenan carbono en la biomasa aérea, en las raíces y en el suelo. A diferencia de los sistemas ganaderos convencionales, que suelen promover la degradación de suelos y la liberación de carbono, los SSP permiten generar balances positivos de carbono que contribuyen a la neutralidad climática del sector.

En Colombia, se ha documentado que la incorporación de árboles en potreros no solo incrementa la oferta de forraje, sino que también eleva de manera significativa la biomasa leñosa y el contenido de materia orgánica en el suelo, mejorando los procesos de captura y

almacenamiento de carbono (Zuluaga et al., 2011). Estos sistemas, al mantener cobertura vegetal permanente, contribuyen además a la reducción de la erosión, la regulación hídrica y la resiliencia de los agroecosistemas frente a eventos extremos.

Tapasco et al. (2019) sostienen que el sector ganadero colombiano debe avanzar hacia programas que faciliten la adopción de prácticas de mitigación y adaptación, dentro de las cuales los SSP ocupan un papel central al reducir las emisiones de GEI. Entre estas prácticas destacan el uso de especies fijadoras de nitrógeno como *Alnus acuminata* y arbustos forrajeros de alto valor nutritivo como *Tithonia diversifolia* y *Leucaena leucocephala*, que aportan simultáneamente a la productividad y a la captura de carbono.

De manera complementaria, Alvarado et al. (2023) evidencian que en la Amazonía colombiana los SSP no solo favorecen la percepción positiva de los productores frente a beneficios ambientales, sino que también generan balances de carbono positivos, contribuyendo a reducir la huella ambiental de la ganadería y ofreciendo oportunidades de participación en mecanismos de PSA.

Metodología

El estudio se llevó a cabo mediante un enfoque cuantitativo, basado en la obtención y análisis de datos medibles recolectados directamente en campo, incluyendo el cálculo detallado de los costos de adopción de los SSPM. Este análisis permitió evaluar la inversión requerida por hectárea y su relación con los resultados productivos y ambientales observados, aportando información clave para valorar la viabilidad económica del sistema en las condiciones locales. Se utilizó un diseño de tipo descriptivo, que permitió detallar el desarrollo y comportamiento temprano de las especies vegetales presentes en los SSPM dentro de las condiciones propias del trópico alto de Nariño. Asimismo, se consideraron las percepciones y experiencias de los productores vinculados al proceso, con el propósito de comprender los cambios productivos y sociales derivados de la implementación del sistema, articulando los resultados técnicos con la realidad del territorio.

Localización Geográfica del Estudio

El trabajo se llevó a cabo en el corregimiento de San Ignacio, municipio de Buesaco, departamento de Nariño, en 17 predios pertenecientes a familias vinculadas a la Asociación Agropecuaria El Bordoncillo. Los predios se ubican en las veredas La Sacha, La Tasajera, La Mina, Granadillo de Lunas y el sector de San Ignacio.

En el anexo A1 se presentan las coordenadas geográficas de los predios de estudio, mientras que en la Figura 1 y el anexo A2 se ilustran la distribución territorial y el mapa de ubicación de las unidades productivas.

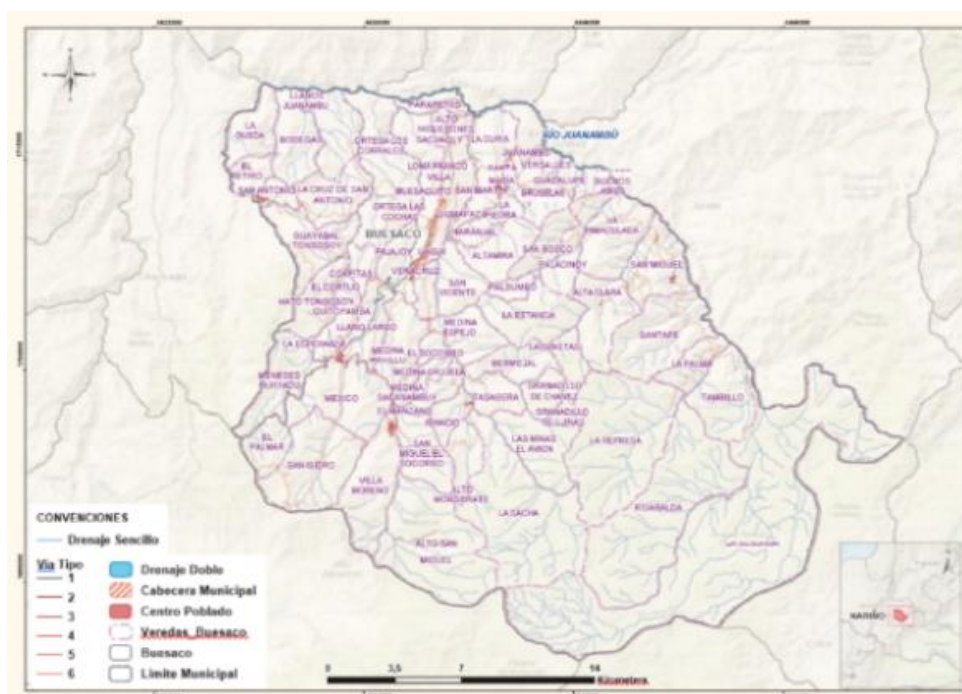
Implementación de los Sistemas Silvopastoriles Multiestratos (SSPM)

En el desarrollo de la investigación se establecieron 17 arreglos de Sistemas Silvopastoriles Multiestratos (SSPM), una hectárea en cada predio perteneciente a las familias de la Asociación Agropecuaria El Bordoncillo, cuyos hijos jóvenes participaron como beneficiarios del proyecto Junt@s. El diseño de cada sistema se definió de manera

participativa, atendiendo las decisiones y propuestas de los jóvenes, de modo que la selección de especies y su distribución espacial respondieran tanto a las necesidades productivas como a las características específicas de cada finca. Es importante señalar que algunos predios contaban con elementos preexistentes, como cercas vivas ya establecidas, mientras que otros se encontraban en desuso, lo que implicó adecuaciones diferenciadas para el establecimiento de los SSPM. El proceso metodológico contempló tres fases principales:

Figura 1

Mapa Municipio de Buesaco – Nariño



Nota. Tomado de ANT, 2023 con base en cartografía IGAC (2022) y DANE (2020).

Pre-siembra o Preparación del Suelo

En cada predio se efectuaron muestreos de suelo a una profundidad de 20 cm, los cuales fueron analizados siguiendo la metodología de Salinas y García (1985). Dichos análisis permitieron determinar macro y microelementos, elementos secundarios, pH, materia orgánica, carbono orgánico y capacidad de intercambio catiónico. Posteriormente, se llevó a

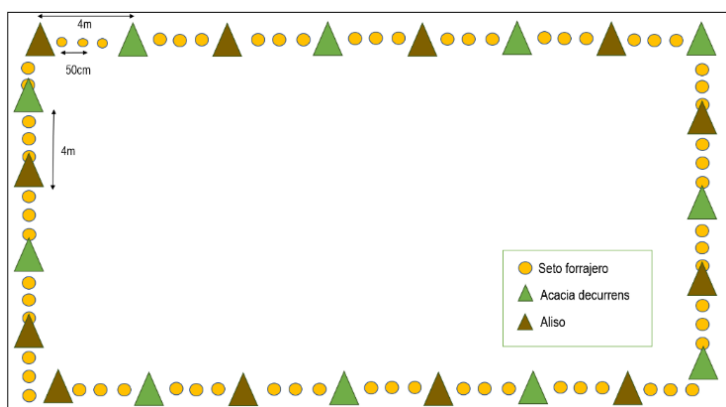
cabo la eliminación de la cobertura vegetal existente, principalmente arvenses y pasto *Pennisetum clandestinum*, mediante métodos manuales y/o químicos. Una vez acondicionados los lotes, se realizaron labores de mecanización, aplicación de enmiendas y el trazado de las áreas destinadas a los arreglos productivos.

Siembra

En los predios se estableció como primer estrato gramíneas, en específico el pasto comercial Tetrablend 260 de Zaensfety, conformado por *Lolium multiflorum*, *Lolium × hybridum*, *Dactylis glomerata* y *Trifolium pratense*, arbustos forrajeros y especies arbóreas.

Los SSPM fueron establecidos en lotes de 5.000 m² en cada finca, combinando estos pastos con *Tithonia diversifolia* (botón de oro), *Sambucus nigra* (sauco), *Abutilon megapotamicum* (abutilón), *Malvaviscus penduliflorus* (Liberal), *Morus alba* (Morera).

Igualmente, se incluyeron especies arbóreas como *Acacia decurrens* (acacia negra) *Acacia melanoxylon* (acacia japonesa) *Alnus acuminata* (aliso) y nativas como *Prunus huantensis* (pandala), *Tapirira guianensis* (cedrillo), *Piper aduncum* (cordoncillo) y *Oreopanax ecuadorensis* (pumamaque) y *Tournefortia fuliginosa* (pundé), dispuestas como cercas vivas, barreras rompevientos o setos forrajeros, con distancias de siembra entre 2 y 3 m, de acuerdo con la concertación con los productores (Ver anexo C). En la figura 2 se indica el diseño del predio Los Sauces, de vereda La Sacha.

Figura 2*Arreglo SSPM Predio Los Sauces*

La disposición de estas se definió de manera concertada con los productores, atendiendo tanto a las condiciones de cada predio como a criterios técnicos, lo que permitió ajustar las densidades y distancias de siembra para favorecer el manejo eficiente y la sostenibilidad de los arreglos silvopastoriles.

Pos-siembra y Labores de Mantenimiento

Las actividades posteriores al establecimiento incluyeron el cerramiento de las áreas intervenidas, la protección de plántulas, el control de arvenses, las resiembras necesarias y las podas de formación. Del mismo modo, se realizaron evaluaciones periódicas de crecimiento y sobrevivencia de las especies implantadas durante un período de seis meses.

Para el análisis de la información, se consolidó una base de datos en planillas de Excel que integró tanto los costos de implementación como los registros técnicos de campo. Estos insumos fueron recolectados durante las visitas de seguimiento realizadas por el equipo técnico en cada predio y complementados con la información aportada directamente por los jóvenes beneficiarios.

Evaluación Socioeconómica y Financiera

De manera complementaria al establecimiento de los sistemas, se recopilaron

registros de carácter social y económico mediante encuestas estructuradas con el propósito de identificar percepciones, expectativas y dinámicas productivas en las familias participantes.

El análisis financiero se centró en estimar con precisión los costos de desarrollo del SSP, para lo cual se diferenciaron los componentes fijos y variables, lo que permitió relacionar la inversión total con los beneficios esperados en cada unidad productiva. Este ejercicio se desarrolló sin distinguir el origen de los recursos, considerando que una proporción significativa de los insumos y materiales fue provista por el Proyecto Junt@s.

Además, una parte importante del material vegetal correspondiente a las especies arbóreas fue donada por la Alcaldía Municipal de Buesaco y la Fundación Impulso Verde, entidades que apoyaron el proceso de establecimiento de los sistemas en el territorio.

La información recolectada fue sistematizada en planillas de Excel para su organización y análisis. Aunque en la planeación metodológica se contempló la aplicación de modelos estadísticos como el análisis de varianza y pruebas de comparación de medias, inicialmente se consideró que la alta heterogeneidad edafoclimática entre predios podría limitar la obtención de resultados completamente uniformes. No obstante, se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) con el propósito de identificar tendencias generales y contrastar el comportamiento de las especies entre veredas y variables dasométricas. Este ejercicio permitió obtener una base comparativa sólida para la interpretación de los datos, asumiendo que los resultados representan aproximaciones válidas para comprender las diferencias y aprendizajes derivados en cada contexto productivo.

Resultados y Análisis

Evaluación de Crecimiento y Desarrollo de Especies Herbáceas y Leñosas

Análisis de Suelos

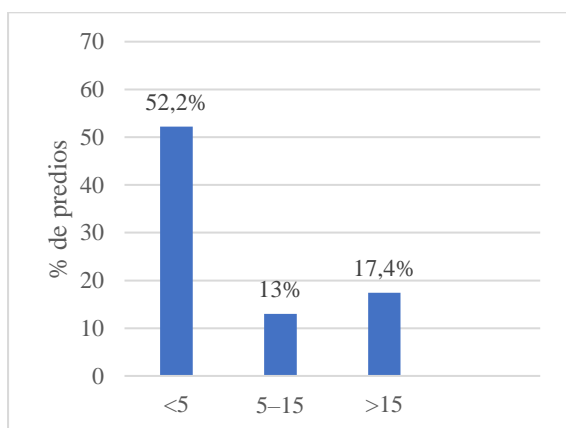
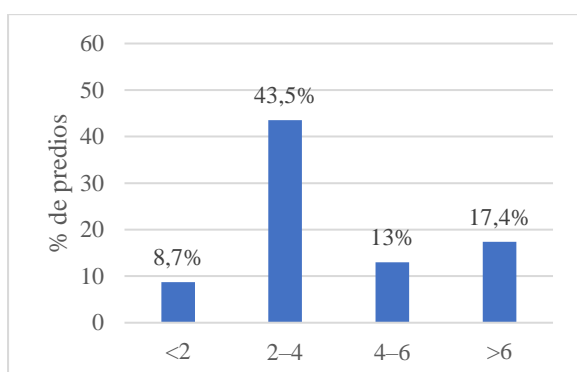
Los datos de la Tabla 1 confirman que los suelos analizados son suelos volcánicos moderadamente ácidos con el 74 % de las fincas concentradas entre 5,2 y 5,8, lo que indica una acidez homogénea pero suficiente para mantener la toxicidad potencial de Al^{3+} . En contraste, el fósforo disponible exhibe la mayor heterogeneidad, la figura 3, revela que 52 % de los predios muestreados se hallan por debajo de 5 mg kg^{-1} y sólo 17 % superan 15 mg kg^{-1} , patrón semejante al observado para boro y azufre y coherente con los déficits característicos de los Andisoles andinos (Proyecto Biocarbono, 2021). A pesar de estas carencias, el contenido orgánico es relativamente alto como se observa en la Figura 4, suficiente para sostener un N total de 0,21 %, hallazgo que coincide con resultados obtenidos en estudios en la ciudad de Pasto (N), donde la materia orgánica lábil mantiene la oferta de N mineral sin grandes aportes sintéticos o externos (Cabrera et al., 2024). Véase anexo B.

Tabla 1

Fertilidad del Suelo en Predios de Miembros de El Bordoncillo

Indicador	Mínimo	Mediana	Máximo	Promedio	Desv. Estándar
pH	5,15	5,48	5,74	5,46	0,17
Fósforo Disponible mg/kg	0	3,79	32,82	8,14	10,89
Materia Orgánica (%)	1,53	3,6	8,09	4,27	2,22
Nitrógeno Total (%)	0,07	0,18	0,4	0,21	0,11
Potasio Cambiable	0,24	1,01	1,97	1,04	0,56
Calcio Cambiable	2,86	6,21	9,93	6,24	2,4
Magnesio Cambiable	0,71	1,86	3,99	2,12	1,09
CICE	4,05	9,75	14,99	9,77	3,61

Nota. Nitrógeno, potasio, magnesio y CICE expresados en meq/100g.

Figura 3*Distribución Porcentual de Fósforo Disponible***Figura 4***Distribución Porcentual de Materia Orgánica por Rangos Críticos*

La distribución porcentual de Ca, Mg y capacidad de intercambio catiónico (CICE) muestra que alrededor del 30 % de los predios ya se sitúa en rangos medios-altos, mientras otro tercio permanece en niveles subóptimos, lo que justifica una enmienda correctiva general. Por ello se aplicaron 1000 kg ha⁻¹ de cal dolomítica y 800 kg ha⁻¹ de compost maduro: la cal eleva el pH y suministra Ca-Mg, práctica avalada por ensayos regionales que reportan mejoras significativas en bases de cambio y productividad bajo dosis equivalentes (CIMMYT, 2022); el compost refuerza la materia orgánica y la CICE, aportando nutrientes de liberación lenta y mejorando la agregación del suelo, en línea con las directrices de manejo

orgánico del USDA-NRCS (2023).

Así, el diseño adoptado en los predios de los miembros de El Bordoncillo se alinea con enfoques técnicamente recomendados que promueven la productividad sostenible en zonas altoandinas.

El diseño multiestrato adoptado en los SSP implementados en los predios de los miembros de la Asociación El Bordoncillo (Véase Anexo D), se alinea con principios agroecológicos que promueven el aprovechamiento vertical del espacio productivo en los agronegocios. Este enfoque busca mejorar la eficiencia en el uso de recursos como la radiación solar, el agua y los nutrientes, al distribuir las especies vegetales en distintos estratos funcionales. Esta configuración reduce la competencia entre componentes del sistema y favorece una mayor productividad por unidad de superficie (FAO, 2013).

En particular, el estrato conformado por arbustivas forrajeras, frecuentemente ausente en los modelos silvopastoriles convencionales, utilizando especies como *Tithonia diversifolia*, *Sambucus nigra* o *Abutilon megapotamicum*, cumple un papel esencial dentro del sistema. Además de proporcionar biomasa de alto valor nutricional, estas especies contribuyen a la mejora de las propiedades del suelo mediante la fijación de nitrógeno, y generan un microclima más favorable para el crecimiento del pasto en el estrato inferior. Así lo confirman Escobar et al., 2019, quienes indican que esta presencia intermedia incrementa la cobertura vegetal y protege contra la erosión, fortaleciendo la estabilidad ecológica del sistema. Fontagro (2023) igualmente reporta que los SSPM bien estructurados incrementan la eficiencia de uso del suelo, mejoran la resiliencia climática del sistema y generan beneficios económicos progresivos en la unidad productiva conforme los estratos superiores maduran.

En las figuras 5 y 6 se evidencia las actividades desarrolladas para obtener estos resultados.

Figura 5

Toma de Muestras de Suelos – Predio El Pinillo

**Figura 6**

Toma de Muestras de Suelos – Predio El Clavel

***Evaluación Dasométrica***

La evaluación de la sobrevivencia en dos momentos presentada en la Tabla 2 permite

dimensionar la respuesta de las especies al estrés hídrico y al choque de trasplante característicos de la temporada seca. En climas de trópico alto, donde la evapotranspiración supera la precipitación en meses secos, las plantas enfrentan condiciones difíciles para su establecimiento (Zuluaga et al., 2020).

De acuerdo con la Figura 7 y la Tabla 2, las especies con mejor desempeño en términos de sobrevivencia a los seis meses del trasplante fueron *Acacia melanoxylon* (65,2 %), *Alnus acuminata* (62,3 %) y *Acacia decurrens* (55,0 %). Estas especies demostraron una adaptación destacada al entorno edafoclimático del corregimiento de San Ignacio en condiciones de estrés hídrico, considerando que la siembra se realizó durante la temporada seca del año 2024.

Tabla 2

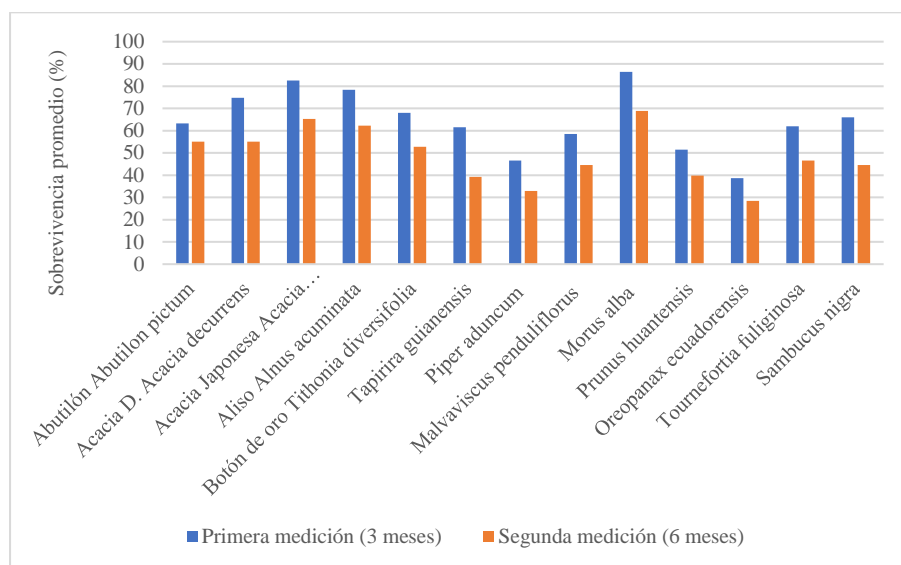
Porcentaje de sobrevivencia de especies establecidas

Especie	Tres meses	Seis meses
<i>Abutilon megapotamicum</i>	63,2	55
<i>Acacia decurrens</i>	74,7	55
<i>Acacia melanoxylon</i>	82,6	65,2
<i>Alnus acuminata</i>	78,3	62,3
<i>Tithonia diversifolia</i>	68	52,7
<i>Tapirira guianensis</i>	61,6	39,2
<i>Piper aduncum</i>	46,5	32,9
<i>Malvaviscus penduliflorus</i>	58,5	44,5
<i>Morus alba</i>	86,4	68,9
<i>Prunus huantensis</i>	51,5	39,8
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	38,6	28,4
<i>Tournefortia fuliginosa</i>	62	46,5
<i>Sambucus nigra</i>	66	44,6

Nota. Promedio de sobrevivencia de las especies sembradas, calculado a los tres y seis meses posteriores a su establecimiento, en porcentaje.

Figura 7

Comparativo de Supervivencia Promedio por Especie



Este comportamiento se encuentra respaldado por lo señalado por Flórez (2023), quien, en un estudio de establecimiento de sistemas silvopastoriles en Nariño, documenta que especies como *Alnus acuminata* presentan buena adaptación inicial en praderas de clima frío cuando se implementan prácticas técnicas como ahoyado profundo, control de arvenses y uso de linderos protectores. El comportamiento de *Acacia decurrens* es coherente con estudios de FAO (s.f.), que la destacan como una opción adecuada para SSPM en clima frío, debido a su resistencia al estrés hídrico, su robusto crecimiento inicial y una alta producción de biomasa incluso bajo condiciones adversas.

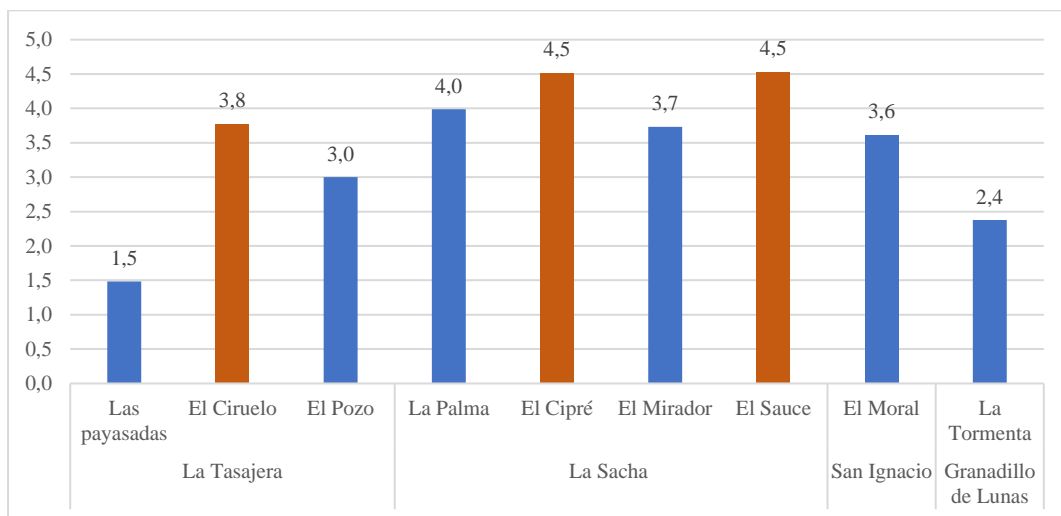
Según la Figura 7, las especies nativas *Oreopanax ecuadorensis* (28,4%), *Piper aduncum* (32,9%) y *Tapirira guianensis* (39,2%) presentaron las tasas más bajas de supervivencia a los seis meses de haber sido trasplantadas en campo. Esta disminución significativa en su permanencia refleja una baja adaptación al entorno edafoclimático del área de estudio. Estos resultados se relacionan con lo planteado por Ochoa et al. (2021), quienes señalan que, en ecosistemas de trópico alto, muchas especies nativas presentan baja

supervivencia durante sus primeras etapas de establecimiento debido a la limitada plasticidad de sus rasgos funcionales frente a condiciones restrictivas. Los mismos autores indican que factores como el déficit hídrico estacional, alta variabilidad térmica nocturna y suelos compactados o de baja fertilidad dificultan el desarrollo radicular profundo y reducen su capacidad de adaptación fisiológica. Esta combinación de condiciones ambientales genera una mayor mortalidad inicial, como la observada en dichas especies, lo cual implica un reto para su integración sostenible en agronegocios que usen SSP sin intervenciones técnicas adicionales como riego suplementario, acolchado o biofertilización.

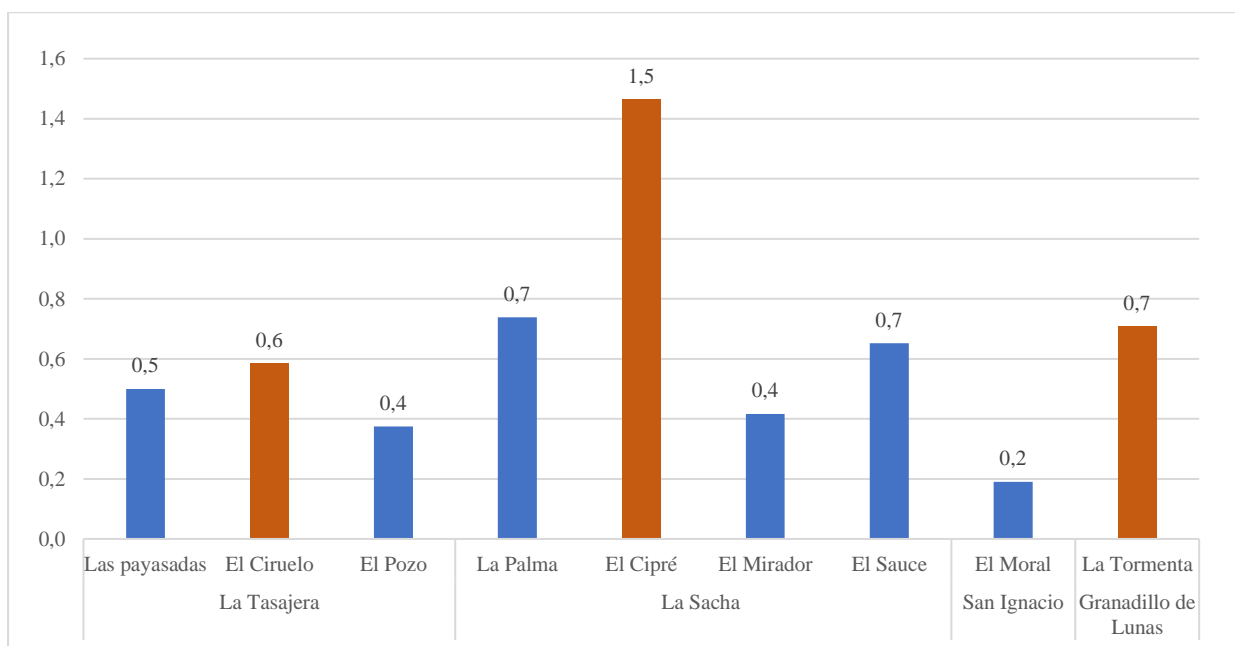
Alnus acuminata. Los árboles de *Alnus* fueron recibidos por los productores con una altura promedio inicial de 31,7 cm. En el monitoreo de los cuatro núcleos se registraron tasas de crecimiento de 3,8 cm/mes en El Ciruelo y de 4,5 cm/mes en La Tasajera, El Cipré y El Sauce de La Sacha (Figuras 8 y 9), diferencias atribuibles a condiciones edafoclimáticas y de manejo. En El Ciruelo la siembra cercana a cercas vivas favoreció el microclima, mientras que, en El Cipré y La tormenta, a pesar de los vientos y sequía, el riego y cuidado constante permitieron buen establecimiento. En El Sauce, la preparación previa y el seguimiento posterior explican el mayor crecimiento. Este comportamiento coincide con lo descrito por Matta (2010), quien señala que el aliso prospera en suelos con pH 4,5–6,0, de textura liviana, profundos, ricos en materia orgánica y con adecuada humedad, lo cual se evidencia en los análisis de suelo de estos predios. Dichas condiciones potencian el desarrollo radicular y la fijación de nitrógeno, mejorando la fertilidad y sostenibilidad del sistema. Además, una sobrevivencia inicial del 78 % implica menos resiembras y, por ende, mayor eficiencia y rentabilidad al reducirse costos de insumos y mano de obra.

Figura 8

*Tasa de Crecimiento Mensual (cm) *Alnus acuminata**

**Figura 9**

*Tasa de Crecimiento Mensual Diámetro Basal (mm) *Alnus acuminata**



El análisis de varianza de dos factores aplicado a las mediciones dasométricas de *Alnus acuminata* (Anexos F1 y F2) evidenció que no existen diferencias estadísticas significativas entre las veredas evaluadas, ya que el valor de F (1,336) fue menor al F crítico

(4,757) y $p = 0,3478 > 0,05$. Esto indica que el sitio de siembra no influyó de manera determinante en el crecimiento de la especie, lo que confirma su capacidad de adaptación a las condiciones edáficas y climáticas del trópico alto. Por el contrario, se encontraron diferencias significativas entre los parámetros dasométricos analizados, donde $F (536,804)$ superó el valor F crítico (5,143) y $p < 0,05$, lo que demuestra que cada variable crece a un ritmo diferente según la etapa y función estructural del árbol dentro del sistema silvopastoril.

Estos resultados coinciden con lo expuesto por Zapata y Silva (2020), quienes destacan que las variaciones entre componentes arbóreos en los sistemas silvopastoriles están asociadas al papel ecológico y fisiológico de cada especie y a su interacción con los estratos del sistema.

Tithonia diversifolia. La tasa de crecimiento en altura y diámetro fue superior en los predios Las Payasadas de La Tasajera, El Cipré de La Sacha y La Tormenta del Granadillo de Lunas (Figuras 10 y 11). En Las Payasadas, la disponibilidad de fósforo en el suelo, junto con el riego permanente y un manejo adecuado en vivero, probablemente favorecieron este resultado. En La Palma se observó un comportamiento similar, aunque en este predio el análisis de suelos reportó niveles de fósforo disponibles inferiores a 3 mg/kg, lo que sugiere que otros factores de manejo influyeron en el desarrollo. En La Tormenta, el desempeño positivo puede atribuirse al manejo en vivero, que incluyó corte adecuado de estacas, riego constante y preparación apropiada del sustrato. A pesar del riego limitado tras la siembra en campo, es posible que la disponibilidad de fósforo reflejada en los análisis se potenciara con la materia orgánica adicionada, asegurando un mejor aprovechamiento por parte de las plantas.

Al respecto, Zapata y Silva (2020) en su revisión acerca de aspectos teóricos y prácticos de *Tithonia*, mencionan que en la medida en que la planta se desarrolle más rápido se disminuyen los costos de establecimiento pues el trabajo de controlar las malezas o el

pasto que tratan de cubrirla será menor y el lote se podrá pastorear más temprano.

Estos resultados se relacionan con lo que Guastumal Et al (2020) indican sobre las condiciones de trópico alto de Nariño y la adaptación que *Tithonia* ha mostrado. Según los autores, el buen desempeño se da siempre y cuando el establecimiento combine un sustrato bien estructurado y rico en materia orgánica, propagación confiable y un manejo agronómico temprano que incluya control de arvenses y, en época seca, riego de apoyo. En parcelas experimentales de Pasto (C.I. Obonuco, AGROSAVIA), el cultivo respondió con alta capacidad de rebrote y producción de biomasa bajo esquemas de cortes programados, lo que confirma su adaptación al trópico alto y su utilidad como componente arbustivo forrajero dentro de SSP.

Figura 10

Tasa de Crecimiento Mensual (cm) Tithonia diversifolia

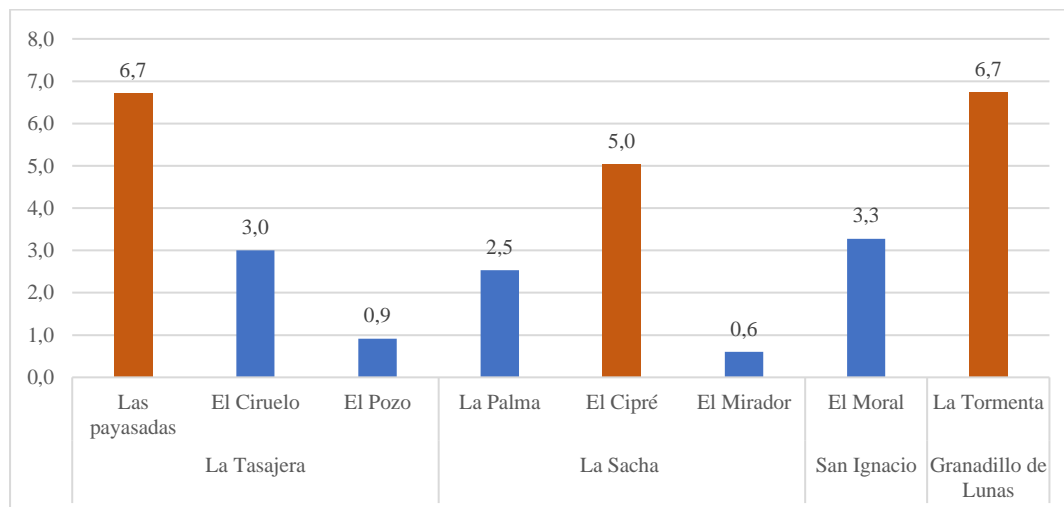
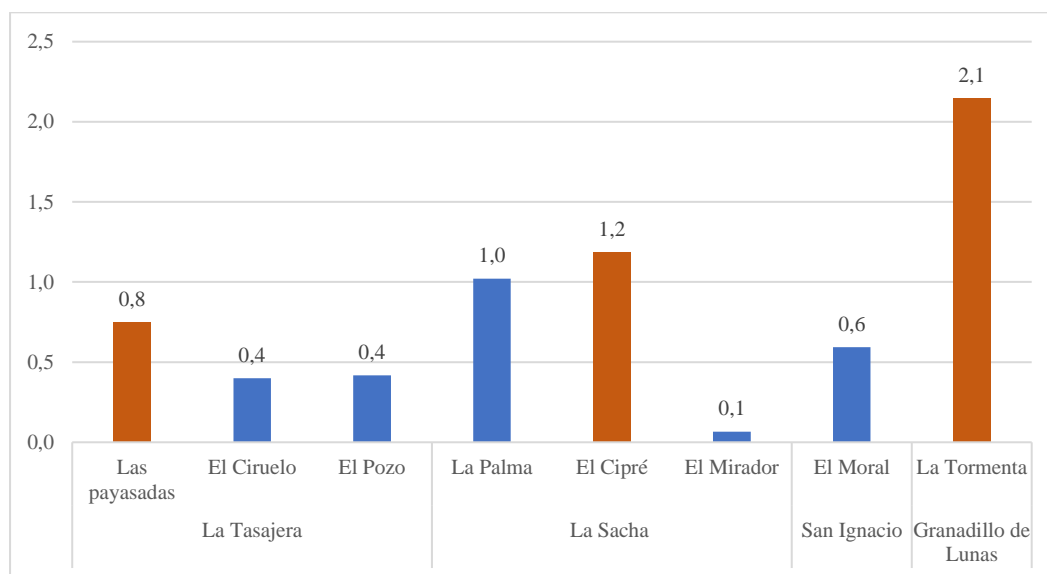


Figura 11

Tasa de Crecimiento Diámetro Basal (mm) Tithonia diversifolia



El análisis de varianza de dos factores aplicado a las mediciones dasométricas de *Tithonia* (Anexo F4) mostró que existen diferencias estadísticas significativas entre los sitios de muestreo, dado que el valor de $F = 19,166$ fue superior al valor crítico $F = 5,143$ y el valor de $p = 0,002$ fue menor a $0,05$. Esto indica que el crecimiento del botón de oro varió entre las veredas evaluadas, lo cual sugiere una respuesta diferenciada de la especie frente a las condiciones edáficas y microclimáticas de cada zona. Este comportamiento es coherente con la plasticidad fisiológica que caracteriza a *T. diversifolia*, reconocida por su alta capacidad de adaptación y productividad en ambientes contrastantes del trópico alto y se refuerza la importancia de considerar las particularidades de sitio en el establecimiento de sistemas silvopastoriles, dado que las variaciones en suelo y manejo pueden influir directamente en el desempeño de la especie y, por ende, en su aporte forrajero y estructural dentro del sistema.

***Sambucus nigra*.** El crecimiento más representativo, tal como se observa en la Figura 12, se registró en Las Payasadas de La Tasajera, El Sauce de La Sacha y El Moral del sector San Ignacio. Este desempeño puede atribuirse a un manejo adecuado en vivero, que permitió

obtener plantas vigorosas y de buena calidad. Además, el uso de esquejes provenientes de arbustos adaptados a la zona, recolectados dentro de los predios o en áreas cercanas, facilitó una mejor capacidad de adaptación en campo.

En cuanto al diámetro basal (Figura 13), se evidenció un desarrollo favorable en fincas como Las Payasadas, El Ciruelo de La Tasajera, El Cipré de La Sacha y El Moral, lo que sugiere que la calidad de los esquejes fue determinante para el éxito del establecimiento.

Este resultado coincide con lo reportado por Guatusmal et al. (2020), quienes en el trópico alto documentaron que la combinación de material vegetativo de calidad y un adecuado manejo de vivero incide de manera directa en la producción de biomasa y en el desempeño inicial de especies forrajeras arbustivas como *Sambucus nigra*. Dichos hallazgos refuerzan la importancia de integrar prácticas de manejo temprano con selección cuidadosa del material de propagación para garantizar SSP más productivos y sostenibles.

Figura 12

Tasa de Crecimiento Mensual (cm) Sambucus nigra

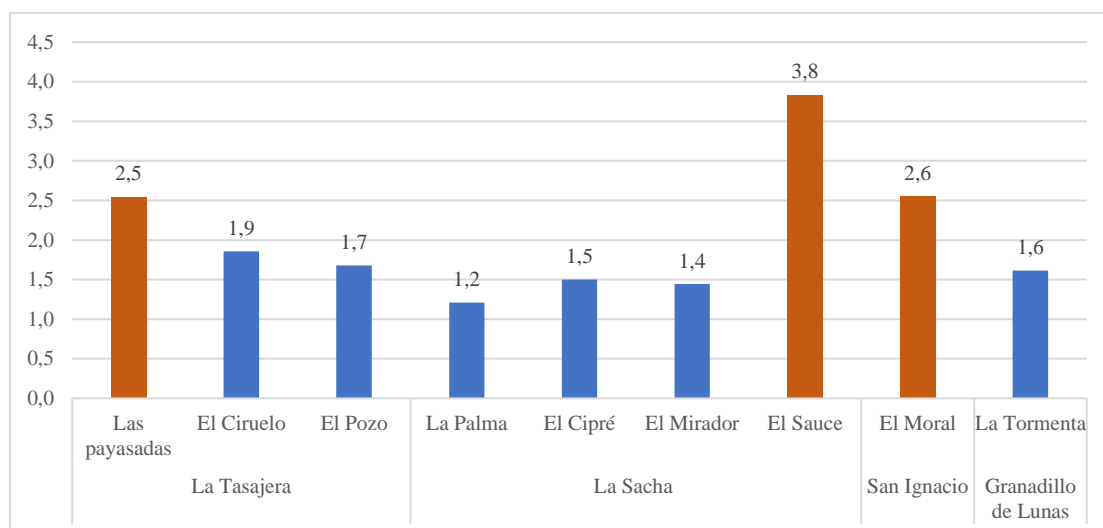
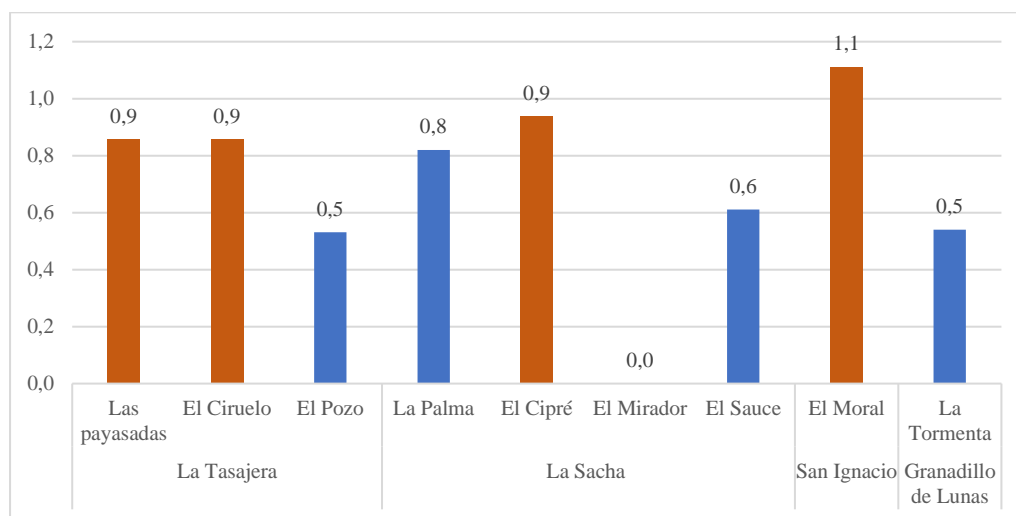


Figura 13

Tasa de Crecimiento Diámetro Basal (mm) Sambucus nigra

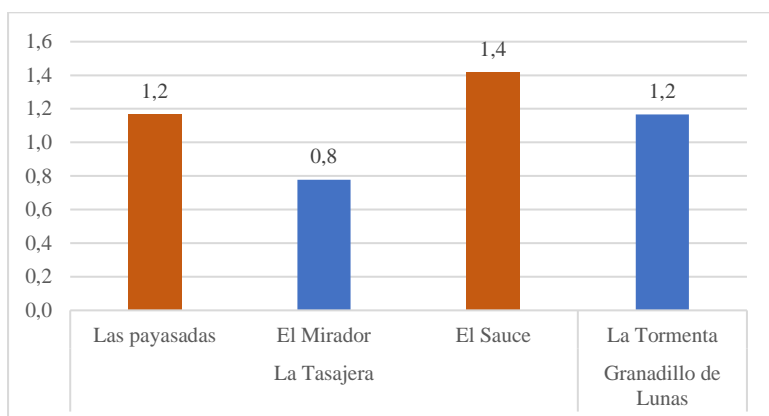


El análisis de varianza aplicado a las mediciones de *Sambucus nigra* L. (Anexo F3) mostró un comportamiento de crecimiento homogéneo entre las veredas evaluadas, sin diferencias estadísticas significativas entre localidades ($F = 1,08$; $p = 0,427 > 0,05$), lo que evidencia su buena adaptación a las condiciones del trópico alto. En cambio, se presentaron diferencias significativas entre las variables dasométricas ($F = 37,33$; $p = 0,00041 < 0,05$) lo que sugiere que estas variables evolucionaron de forma desigual, probablemente por efectos de competencia entre individuos y la disponibilidad diferencial de luz y nutrientes en el sistema, tal como lo señalan Rojas, Ibrahim y Harvey (2004) en estudios sobre la dinámica estructural de especies en sistemas silvopastoriles tropicales (Ver Anexos F5 y F6).

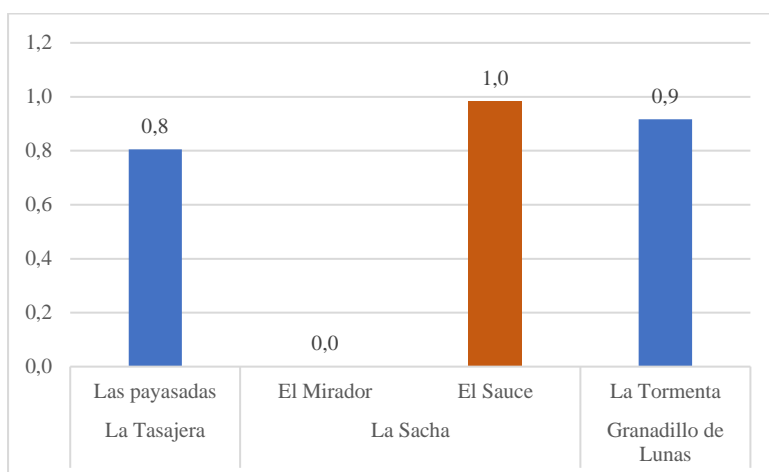
Malvaviscus penduliflorus. Para este arbusto, el crecimiento en altura y diámetro más representativo se registró en Las Payasadas de La Tasajera y El Sauce de La Sacha (Figuras 14 y 15). En estas fincas se evidenció un manejo adecuado desde la propagación del material vegetal en vivero, lo que permitió contar con plántulas vigorosas, así como la aplicación de riego permanente posterior al trasplante en sitio. Este manejo inicial posiblemente favoreció una mayor tasa de rendimiento y un desarrollo temprano más uniforme.

Figura 14

Tasa de Crecimiento Mensual (cm) Malvaviscus penduliflorus

**Figura 15**

Tasa de Crecimiento Diámetro Basal (mm) Malvaviscus penduliflorus



Para *Malvaviscus p.*, aunque la evidencia específica en >2.300 m s. n. m. es limitada, puede extrapolarse el manejo desde arbustivas forrajeras del trópico alto: seleccionar plantas madre vigorosas, usar estacas jóvenes, sembrar en sustrato limpio con materia orgánica, aplicar enraizador, mantener humedad constante sin encharcar, dar sombra inicial y realizar control de arvenses en vivero. Estas prácticas elevan el prendimiento, uniforman el material y reducen el estrés hídrico en el establecimiento, por lo que son recomendables para su

inclusión en SSPM.

El análisis de varianza realizado para *Malvaviscus p.* evidenció un comportamiento similar al observado en *Sambucus nigra*, ya que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las localidades evaluadas ($F = 0,191$; $p = 0,833 > 0,05$), lo que indica una respuesta de crecimiento homogénea de la especie en los diferentes sitios de establecimiento.

Esto sugiere que *Malvaviscus p.* mantiene un buen nivel de adaptación a las condiciones edáficas y climáticas del trópico alto, sin que el entorno geográfico influya de manera notable en su desarrollo. Por el contrario, se registraron diferencias significativas entre las variables dasométricas ($F = 109,181$; $p = 0,000 < 0,05$), lo que refleja que estas evolucionaron de manera distinta, posiblemente debido a la competencia por luz y nutrientes, como lo plantean Rojas, Ibrahim y Harvey (2004) al describir la dinámica estructural de las especies en sistemas silvopastoriles tropicales (Ver Anexos F7 y F8).

Piper aduncum. En El Ciruelo de la vereda La Tasajera, esta especie mostró un desarrollo sobresaliente (Figuras 16 y 17). Este éxito puede deberse a su siembra cerca de cercas vivas preexistentes, que ofrecen sombra parcial, y a la proximidad de una quebrada, lo que asegura humedad constante del suelo, condiciones óptimas para especies nativas como *Piper aduncum*. Los estudios en establecimiento de SSP destacan que la propagación y el éxito inicial de especies leñosas dependientes del agua requieren condiciones óptimas de humedad desde el momento de la siembra (Murgueitio, 2016).

El análisis de varianza realizado para *Piper aduncum* evidenció diferencias estadísticamente significativas tanto entre las veredas evaluadas como entre las variables dasométricas analizadas, aunque con efectos distintos. En el primer caso, el valor de $F = 6,04$ fue superior al F crítico = 4,76, con un valor $p = 0,0303 < 0,05$, lo que indica que las condiciones propias de cada vereda influyeron en el comportamiento de la especie. Factores como la textura y humedad del suelo, la exposición solar y el manejo local pueden haber

determinado una respuesta de crecimiento diferenciada. Dasométricamente, los resultados de los Anexos F9 y F10, muestran que no todas las variables evolucionaron de la misma forma, evidenciando una dinámica propia del desarrollo de la planta según su función estructural dentro del sistema. Este patrón concuerda con lo expuesto por Murgueitio et al. (2014), quienes destacan que la interacción entre las condiciones ambientales y la fisiología de cada especie define la expresión de sus componentes en los sistemas silvopastoriles del trópico.

Figura 16

Tasa de Crecimiento Mensual (cm) Piper aduncum

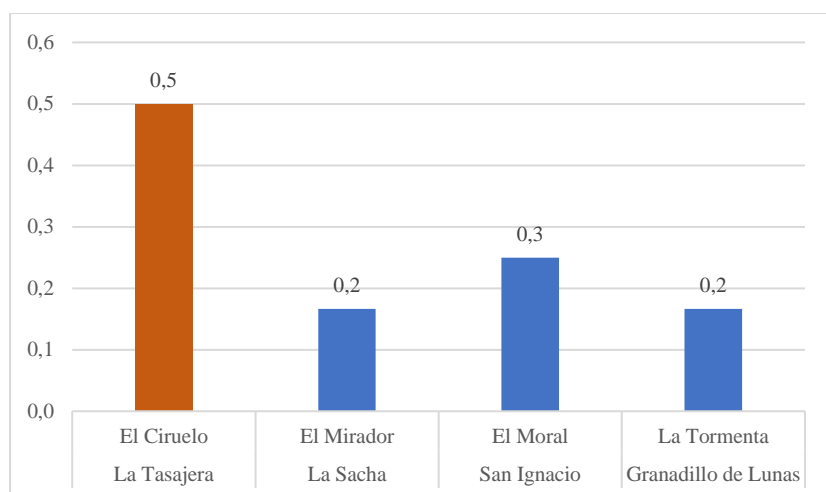
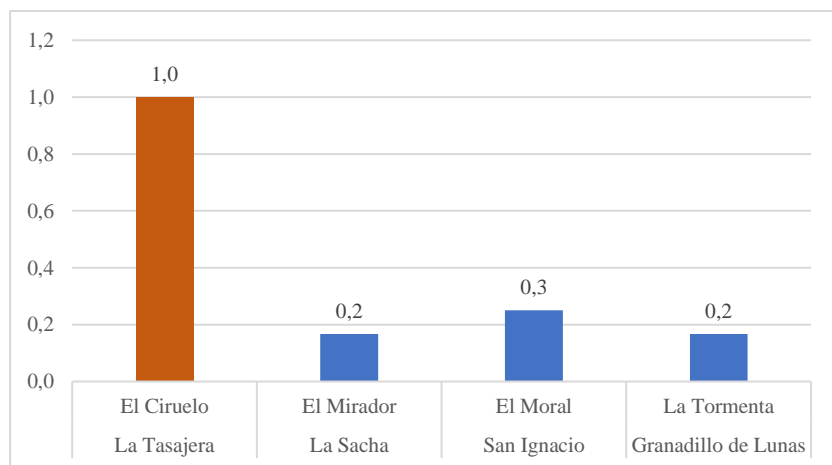


Figura 17

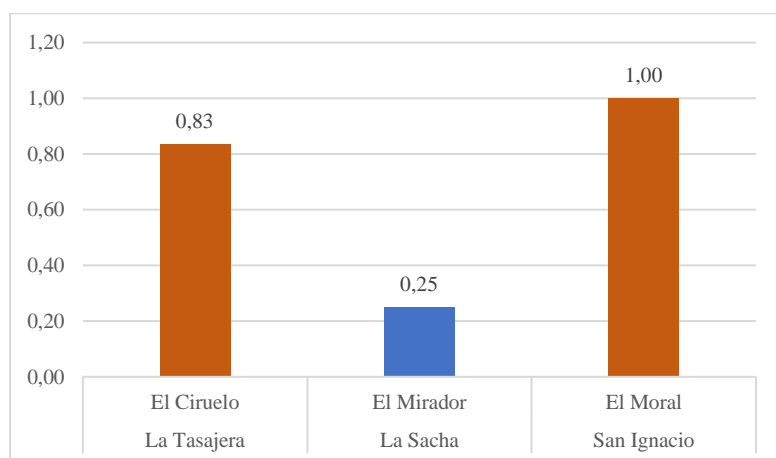
Tasa de Crecimiento Diámetro Basal (mm) Piper aduncum



Oreopanax ecuadorensis. En los predios de El Moral de San Ignacio y El Ciruelo de La Tasajera, el crecimiento observado (Figuras 18 y 19) de esta especie fue notable. Este desempeño puede atribuirse a la ubicación estratégica de la siembra junto a cercas vivas preexistentes, que proporcionan sombra parcial y reducen el impacto de la radiación solar directa. Además, la cercanía a una quebrada garantizó una humedad constante en el suelo, condición indispensable para el desarrollo óptimo de especies nativas. A estas condiciones se sumó el aporte de riego complementario tras el trasplante, lo que favoreció la adaptación temprana y el crecimiento sostenido de los árboles en campo, que sustenta de importancia Murgueitio en 2016.

Figura 18

Tasa de crecimiento mensual (cm) Oreopanax ecuadorensis

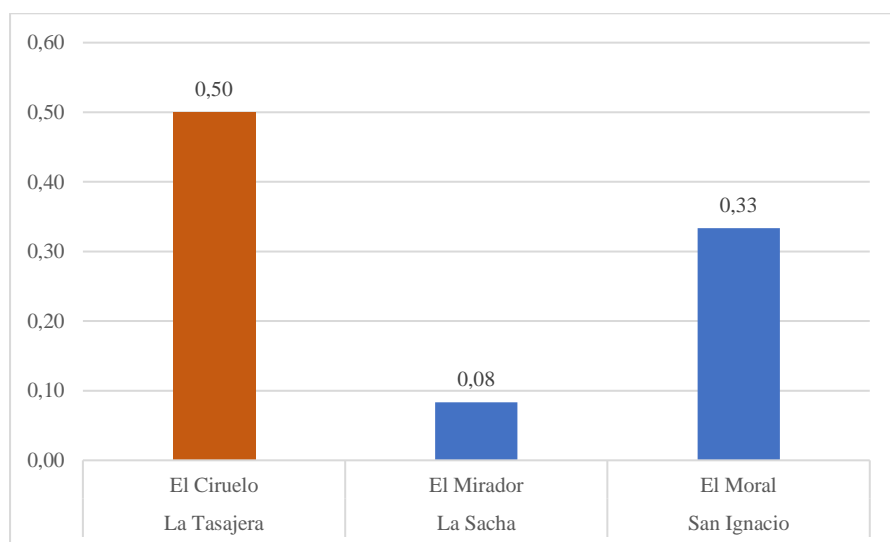


El análisis de varianza aplicado para esta especie mostró que no existen diferencias significativas entre las veredas donde se realizaron las mediciones, dado que el valor de $F = 0,437$ y el valor de $p = 0,674 > 0,05$ indican que el crecimiento de la especie fue similar en las diferentes veredas. Esto sugiere que el Pumamaque presenta una buena adaptación a las condiciones del trópico alto, con un comportamiento estable frente a las variaciones locales del entorno. Sin embargo, se detectaron diferencias significativas entre las variables

dasométricas medidas ($F = 22,574$; $p = 0,007 < 0,05$), lo que demuestra que la altura total, la altura de fuste y el diámetro del tallo no evolucionaron de forma uniforme. Estas variaciones podrían asociarse a diferencias fisiológicas en la asignación de biomasa y a la competencia por recursos dentro del sistema silvopastoril. Este resultado coincide con lo planteado por Pezo e Ibrahim (1998), quienes señalan que las especies leñosas empleadas en sistemas silvopastoriles presentan comportamientos morfológicos diferenciados en función de la disponibilidad de luz, nutrientes y espacio de crecimiento, sin que necesariamente se vean afectados por la ubicación geográfica (Ver anexos F11 y F12).

Figura 19

Tasa de Crecimiento Diámetro Basal (mm) Oreopanax ecuadorensis



Tournefortia fuliginosa. En El Moral de San Ignacio, Pundé o *Tournefortia fuliginosa* registró tasas de crecimiento superiores, atribuibles posiblemente a la humedad constante del suelo y al riego complementario post-trasplante, condiciones ideales para su establecimiento (Figuras 20 y 21). Diversos estudios en contextos colombianos han demostrado que los sistemas silvopastoriles integran beneficios ambientales clave durante las etapas tempranas de establecimiento. Por ejemplo, Murgueitio et al. (2014) reportan que

condiciones microclimáticas moderadas favorecen la adaptación temprana, el crecimiento radial y la funcionalidad inicial de especies plantadas.

Figura 20

Tasa de Crecimiento Mensual (cm) Tournefortia fuliginosa

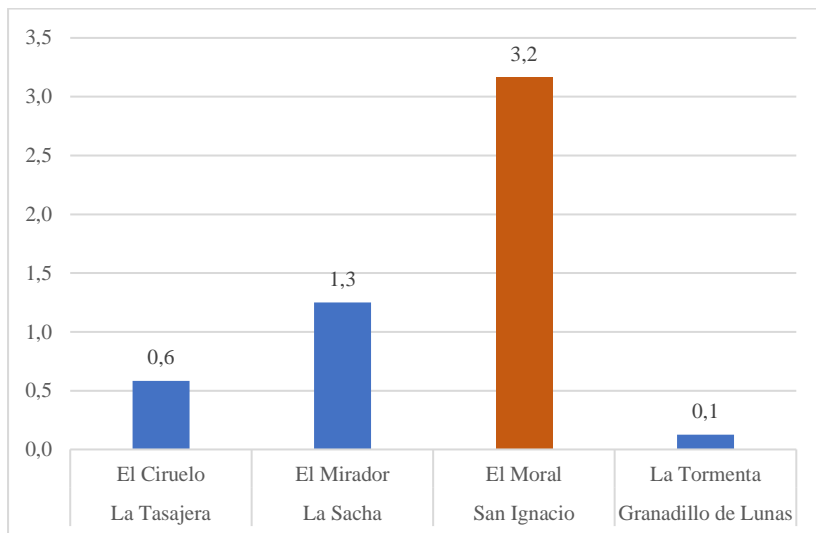
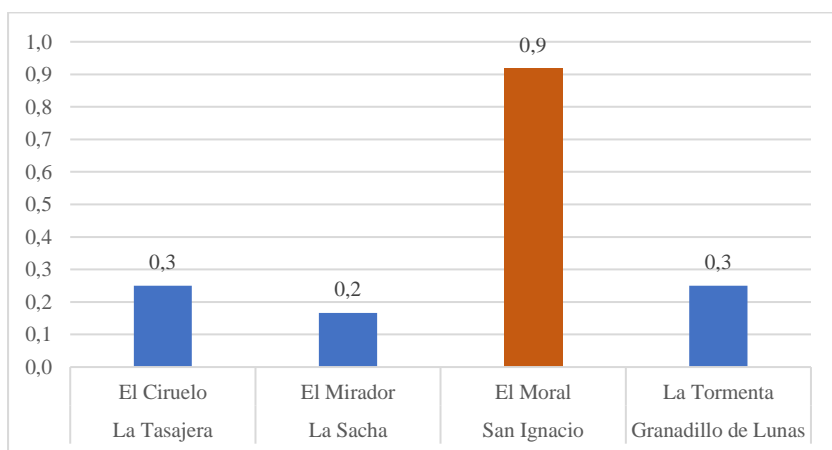


Figura 21

Tasa de crecimiento diámetro basal (mm) tournefortia fuliginosa



El análisis de varianza aplicado a *Tournefortia fuliginosa* mostró que no existen diferencias significativas entre los sitios de muestreo, lo que indica que el lugar de establecimiento no influyó de manera relevante en el crecimiento de la especie. Este resultado

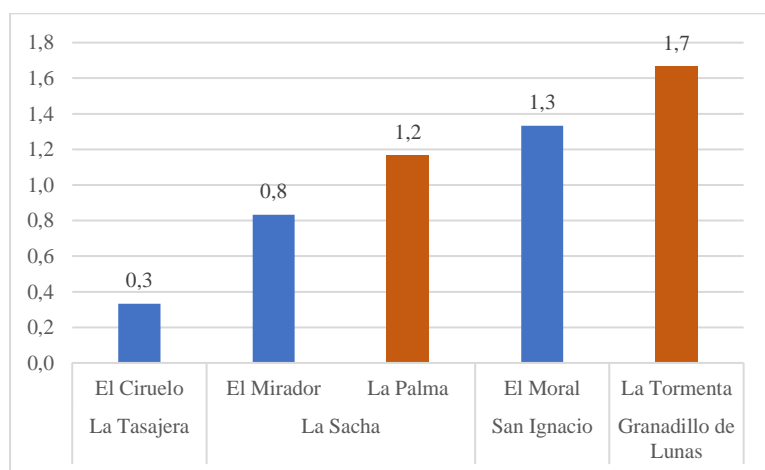
sugiere que es probable que el Pundé se adapta con facilidad a las condiciones del trópico alto, manteniendo un desarrollo homogéneo entre las veredas evaluadas. En contraste, se evidenciaron diferencias altamente significativas entre las variables dasométricas, lo cual refleja que cada una aporta información particular sobre la dinámica de crecimiento del arbusto y responde de forma distinta a los factores ambientales (Ver Anexos F13 y F14).

Resultados de este tipo son comunes en sistemas silvopastoriles, donde la variación en la forma de crecimiento de las especies leñosas suele estar asociada a su arquitectura, a la competencia por luz y al uso de recursos dentro del sistema más que a la ubicación puntual del predio (FAO, 2005).

Prunus huantensis. En las Figuras 22 y 23 se observa que en La Palma de La Sacha y La Tormenta (vereda Granadillo de Lunas) se registraron las tasas de crecimiento más elevadas para esta especie. Este comportamiento puede explicarse por la siembra cercana a cercas vivas preexistentes, que ofrecen sombra parcial, actúan como cortavientos y ayudan a mantener una humedad constante del suelo, condiciones ideales para el establecimiento temprano de las plántulas. La eficacia de este microclima favorable se complementó con el riego posterior al trasplante.

Figura 22

Tasa de Crecimiento Mensual (cm) Prunus huantensis



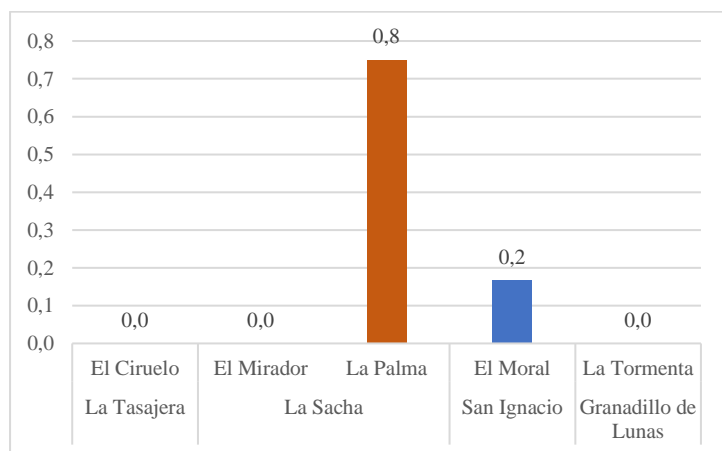
Este contexto concuerda con los hallazgos de Navia et al. (2017), quienes reportan que la presencia de cercas vivas en sistemas agroforestales en Nariño está asociada a un porcentaje de humedad en pastos cercano al 60 %, lo que respalda la idea de que estas estructuras mejoran las condiciones microambientales para el desarrollo vegetativo.

El análisis de varianza realizado mostró que no existen diferencias significativas entre las veredas evaluadas, lo que indica que el crecimiento de la especie fue similar en los distintos sitios de medición. Este resultado sugiere que las condiciones ambientales y de manejo en cada vereda fueron relativamente homogéneas, permitiendo un desarrollo comparable entre predios. Para las variables dasométricas, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre sí (Ver Anexos F15 y F16). Esta diferencia es coherente con la dinámica natural de crecimiento de las especies leñosas, donde cada componente responde de manera particular a la competencia, la luz y la disponibilidad de nutrientes.

Según Ibrahim et al. (2006), las variaciones entre variables morfológicas dentro de los sistemas silvopastoriles responden tanto a la competencia por recursos como a la estrategia de crecimiento de cada especie, más que a diferencias estrictamente espaciales entre fincas.

Figura 23

Tasa de Crecimiento Diámetro Basal (Mm) Prunus huantensis



Tapirira guianensis. En El Mirador de La Sacha se registró tasas de crecimiento

sobresalientes (Figura 24 y 25). Este comportamiento se explica, en buena medida, por la ubicación de la siembra en las cercanías de un bosque de ciprés ya establecido, el cual contribuye a la regulación del microclima local. La presencia de estos árboles favorece la retención de humedad en el suelo, reduce la incidencia directa del viento y proporciona sombra parcial, condiciones que son especialmente valiosas durante las primeras etapas de desarrollo de las plántulas. Estos factores combinados no solo promueven un crecimiento más estable y vigoroso, sino que además facilitan la adaptación de las especies nativas introducidas, fortaleciendo la sostenibilidad del SSP en este predio.

Figura 24

Tasa de Crecimiento Mensual (Cm) Tapirira guianensis

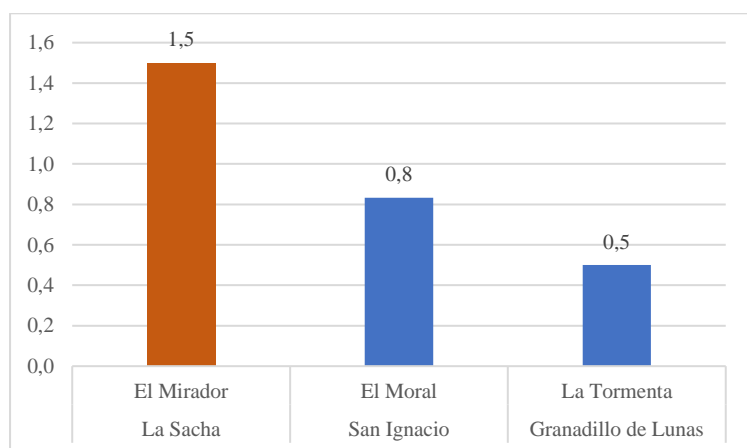
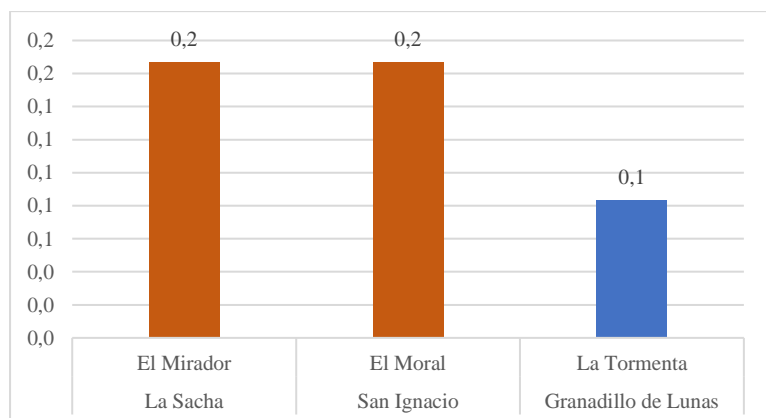


Figura 25

Tasa de crecimiento diámetro basal (mm) Tapirira guianensis



El análisis de varianza de dos factores aplicado a cedrillo mostró que no existen diferencias estadísticas significativas entre las veredas donde se ubican los predios, dado que el valor de $F = 4,65$ fue menor que el valor crítico $F = 6,94$ y el $p = 0,0905 > 0,05$. Esto indica que el lugar de siembra no tuvo un efecto relevante sobre el crecimiento de la especie, lo que sugiere una adecuada capacidad de adaptación de la especie a las condiciones del trópico alto, con un comportamiento homogéneo entre veredas. En contraste, las variables dasométricas presentaron diferencias significativas ($F = 45,69$; $p = 0,00176 < 0,05$), evidenciando que cada una respondió de manera particular al entorno y a la competencia dentro del sistema (Ver Anexos F17 y F18). Este comportamiento es común en especies forestales que, al encontrarse en procesos iniciales de establecimiento, priorizan el desarrollo vertical o radial según la disponibilidad de luz, nutrientes y espacio, como lo señalan Ibrahim et al. (2006).

Morus alba. En la vereda La Sacha, *Morus alba* presentó notables tasas de crecimiento en altura y diámetro en las fincas El Mirador y El Ciprés, ubicadas en zonas contiguas que comparten condiciones microambientales favorables. La presencia de bosques de ciprés ayudó a mantener un ambiente húmedo y a proporcionar sombra parcial, lo que favoreció significativamente el establecimiento y vigor inicial de las plántulas.

Este patrón coincide con lo reportado por Gutiérrez (2016), quien menciona que *Morus alba* se destaca por su valor forrajero y su eficiencia productiva, siendo una especie “perfectamente adaptada a las condiciones del trópico colombiano” y de fácil propagación por estacas, lo que facilita su integración en bancos forrajeros densos con altos rendimientos y buena digestibilidad.

El análisis de varianza de dos factores aplicado a *Morus alba* mostró que no existen diferencias significativas entre los sitios de muestreo, dado que el valor de $F = 0,367$ fue menor que el valor crítico $F = 6,944$ y el $p = 0,714 > 0,05$. Esto indica que el crecimiento de

la especie fue homogéneo entre veredas, lo que evidencia su buena capacidad de adaptación al trópico alto y la estabilidad de su comportamiento frente a las condiciones locales de suelo y clima. Por el contrario, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las variables dasométricas ($F = 29,178$; $p = 0,004 < 0,05$), lo que demuestra que las variables medidas presentaron ritmos de desarrollo distintos (Ver Anexo F19 y F20). Este patrón refleja la estrategia fisiológica de la morera, que ajusta su crecimiento según la disponibilidad de luz y nutrientes, priorizando el desarrollo de biomasa aérea o estructural según el entorno.

Tal como señala Benavides (2013), las especies forrajeras leñosas como *Morus alba* presentan una alta plasticidad morfológica que les permite mantener un desempeño constante bajo diferentes condiciones agroecológicas, favoreciendo su integración en sistemas silvopastoriles del trópico alto. En las figuras 26, 27, 28 y 29 se presenta en fotografías, las labores relacionadas con la siembra y posterior monitoreo de crecimiento durante el periodo de estudio.

Figura 26

Recolección Material Vegetal Para Propagación - El Ciruelo y El Clavel



Figura 27

Propagación de Leñosas en Predios El Cipré y El Mirador

**Figura 28**

Mediciones Dasométricas en Predio Las Payasadas



Figura 29

Mediciones Dasométricas en Predio El Pozo



Aforos – Capacidad de Carga

Tal como se observa en los aforos presentados en la Tabla 3, la finca El Ciruelo (vereda La Tasajera) exhibió la mayor disponibilidad de pasto. A pesar de la infestación inicial por pasto antecedente, el manejo aplicado permitió restaurar la oferta forrajera, beneficiándose además de la presencia de cercas vivas preexistentes y el riego constante en época de verano. Lo cual reafirma lo que Plevich et al. (2002) manifiestan acerca de que en los SSP las especies leñosas afectan el crecimiento de las especies herbáceas que crecen debajo. Esta combinación indujo una oferta forrajera elevada, favoreciendo así una mayor capacidad de carga.

En El Sauce (vereda La Sacha), tanto la oferta como el consumo neto forrajero fueron extraordinarios. Aunque los análisis de suelo mostraron niveles bajos de nutrientes, el adecuado manejo previo a la siembra junto con una favorable capacidad de intercambio catiónico del suelo permitió un uso intensivo del forraje mejorado. Este manejo incrementó la eficiencia productiva, traduciéndose en mayor carga animal por unidad de área.

En cuanto a las especies dominantes, se observó que *Lolium multiflorum* constituyó el 37,4 % del forraje, seguido por *Trifolium pratense* con 23,12 % como especie secundaria, en La Tasajera, La Sacha y La Tormenta. El pasto terciario más relevante fue *Holcus lanatus* (La Tasajera), mientras que en La Sacha fue *Holcus lanatus* y *Dactylis glomerata*, y en El Moral destacó nuevamente *Trifolium* (ver tabla 4).

Estos hallazgos coinciden con lo documentado por Uribe et al. (2023), quienes demostraron que los sistemas con setos forrajeros y (SSPi) presentaron una oferta forrajera significativamente mayor en comparación con sistemas de árboles dispersos o monocultivos, que mostraron cifras más bajas (2,78 y 3,24). Además, que ofrecieron mayor proteína cruda y cenizas, lo que se reflejó en un mayor consumo neto y una mayor capacidad de carga animal, aspecto fundamental en agronegocios como la producción especializada de leche.

Tabla 3

Resultados de Oferta Forrajera y Consumo Neto

Predio	Oferta forraje	Residuo post	Consumo neto
Las Payasadas	10819,5	1493,0	9326,5
El Ciruelo	11497,5	1496,3	10001,3
El Pozo	11236,0	1577,0	9659,0
La Palma	9065,3	1395,5	7669,8
El Cipre	12448,0	1635,3	10812,8
El Mirador	12877,3	1754,0	11123,3
El Sauce	15073,3	1475,0	13598,3
El Moral	14963,3	1788,8	13174,5
La Tormenta	12830,8	1390,0	11440,8

Nota. Todos los valores se expresan en kilogramos de forraje verde por hectárea (kg FV/ha)

en los sitios de estudio.

Tabla 4*Composición Botánica en Sitios de Estudio*

Predio	Pasto dominante	%	Pasto secundario	%	Pasto Terciario	%	Otros	%
Las Payasadas	<i>Lolium multiflorum</i>	39	<i>Trifolium pratense</i>	24,25	<i>Dactylis glomerata</i>	17,75	Otros	19
El Ciruelo	<i>Lolium multiflorum</i>	34,75	<i>Trifolium pratense</i>	23	<i>Holcus lanatus</i>	22,5	Otros	19,75
El Pozo	<i>Lolium multiflorum</i>	34	<i>Holcus lanatus</i>	26	<i>Trifolium pratense</i>	18,5	Otros	21,5
La Palma	<i>Lolium multiflorum</i>	44,75	<i>Trifolium pratense</i>	23,5	<i>Holcus lanatus</i>	22	Otros	9,75
El Cipre	<i>Lolium multiflorum</i>	31,75	<i>Holcus lanatus</i>	26,25	<i>Dactylis glomerata</i>	16	Otros	26
El Mirador	<i>Cenchrus clandestinus</i>	35	<i>Trifolium pratense</i>	21,25	<i>Holcus lanatus</i>	18,5	Otros	25,25
El Sauce	<i>Lolium multiflorum</i>	39,25	<i>Trifolium pratense</i>	19,25	<i>Dactylis glomerata</i>	19,25	Otros	22,25
El Moral	<i>Lolium multiflorum</i>	44,75	<i>Cenchrus clandestinus</i>	22,5	<i>Trifolium pratense</i>	18,25	Otros	14,5
La Tormenta	<i>Lolium multiflorum</i>	31	<i>Trifolium pratense</i>	27,5	<i>Cenchrus clandestinus</i>	18,5	Otros	23

Las Figuras 30 a 33 ilustran las actividades de preparación del suelo, establecimiento del pasto mejorado (Tetrablend 260, Zaens Fety) y los aforos realizados.

Figura 30

Preparación del Lote para Siembra de Pasto Mejorado, Predio Gualcaloma

**Figura 31**

Pasto Mejorado en Crecimiento, Predio Los Sauces



Figura 32

Aforo de Pasto Mejorado Predio La Prensa

**Figura 33**

Aforo de Pasto Mejorado Predio El Mirador



Análisis de la Estructura de Costos del Establecimiento de SSPM

El establecimiento de SSPM en los predios de los productores de la Asociación Agropecuaria El Bordoncillo implicó una inversión total de \$ 5.908.613 por hectárea, de los cuales \$3.944.001 (66,75 %) correspondieron a costos fijos y \$1.964.612 (33,25 %) a costos variables (Tabla 5). Esta distribución evidencia una fuerte orientación hacia la inversión en infraestructura y labores de adecuación inicial, coherente con los lineamientos de los sistemas silvopastoriles diseñados para generar beneficios económicos y ecológicos sostenibles en el mediano y largo plazo para el agronegocio. Así lo afirman Cuevas et al. (2020), quienes manifiestan que la mayor proporción de los costos en sistemas silvopastoriles corresponde a la fase de establecimiento, en la cual se concentran los gastos en preparación del terreno, siembra y adquisición de materiales.

Tabla 5

Costos Fijos y Variables de Implementación de SSPM

Actividad	Fijo	Variable
Cerca eléctrica SSP	\$ 625.715	\$ -
Posteatura de protección interna y externa	\$ 660.000	\$ -
Mano de obra preparación de terreno	\$ 86.786	\$ -
Semilla Pasto Tetrablend 260	\$ 1.120.000	\$ -
Herramientas preparación de terreno y siembra	\$ 137.000	\$ -
Alquiler Motocultor o tractor preparación de terreno	\$ 600.000	\$ -
Mano de obra Instalaciones vivero	\$ 86.786	\$ -
Compost	\$ 300.000	\$ -
Estudio de suelos	\$ 140.000	\$ -
Posteatura construcción de vivero	\$ 60.000	\$ -
Empaque y transporte de plántulas	\$ 57.857	\$ -
Polisombra vivero	\$ 12.000	\$ -
Mano de obra preparación de sustrato	\$ 57.857	\$ -
Manguera Bicolor	\$ -	\$ 120.000

Mano de obra ahoyado y trasplante arbustivas y árboles	\$ -	\$ 57.857
Cal (correctivo suelo)	\$ -	\$ 400.000
Mano de obra llenado de bolsas	\$ -	\$ 173.571
Mano de obra siembra en bolsas	\$ -	\$ 115.714
Mano de obra recolección de estacas	\$ -	\$ 115.714
Sáfer Micorrizas MA	\$ -	\$ 113.000
Bolsas 15*20 cm 1 Kg	\$ -	\$ 174.400
Mano de obra aplicación enmiendas	\$ -	\$ 115.710
Mano de obra siembra de pasto	\$ -	\$ 28.929
Mano de obra control de arvenses	\$ -	\$ 57.857
Mano de obra Posteadura	\$ -	\$ 154.286
Mano de obra resiembra	\$ -	\$ 57.859
Fumigación previa - Herbicida	\$ -	\$ 133.857
Mano de obra poda de formación	\$ -	\$ 57.857
Enraizador (Raizal 400)	\$ -	\$ 50.000
Nitrobac	\$ -	\$ 38.000
Subtotales	\$ 3.944.001	\$ 1.964.612
Total		\$ 5.908.613

Nota. Datos elaborados partir de los registros de implementación del proyecto SSPM en fincas de El Bordoncillo (2025).

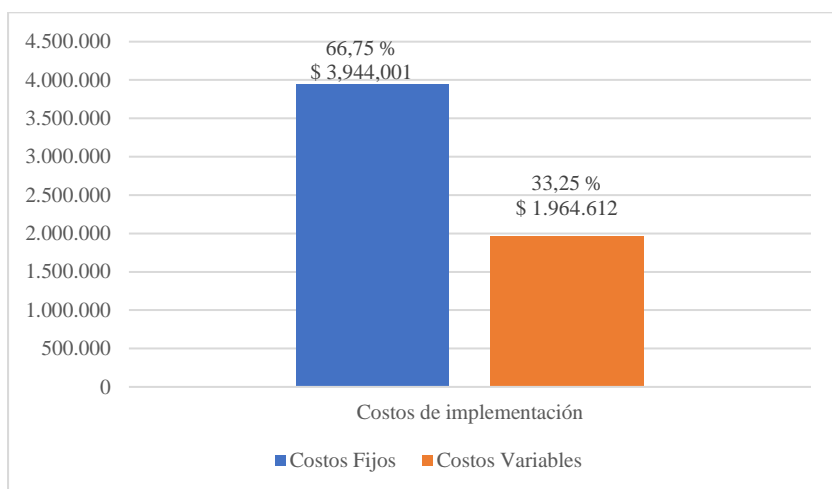
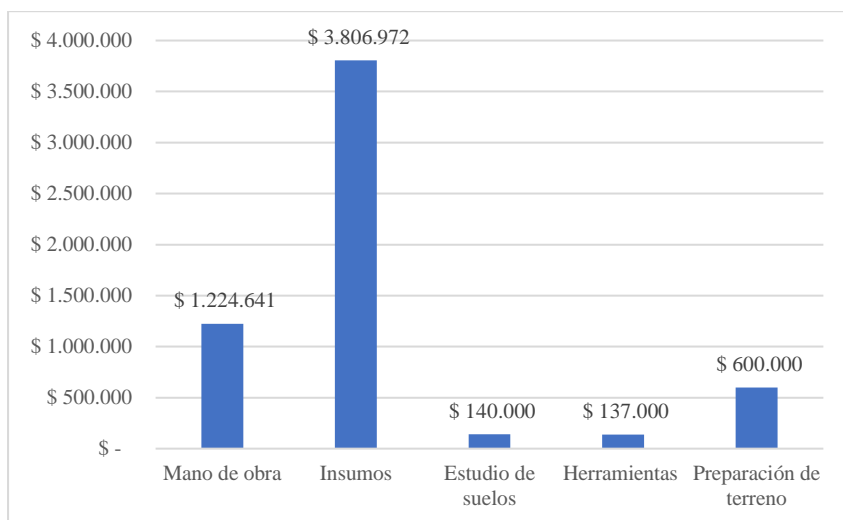
Es importante destacar que, dentro de esta estructura de costos, la mano de obra empleada para labores como preparación de terreno, recolección de estacas, siembra, control de arvenses y posteadura fue aportada directamente por los beneficiarios del proyecto, quienes contribuyeron de manera activa como coejecutores del modelo productivo. Este compromiso no solo permitió reducir el valor efectivo de la inversión directa, sino que también fortaleció la apropiación comunitaria del sistema. El resto de los insumos, materiales y herramientas fueron suministrados por el proyecto Junt@s a través de un esquema de apoyo técnico y dotación productiva, lo cual facilitó la implementación sin comprometer los

recursos económicos propios de los productores.

En concordancia con la figura 34, este patrón de inversión se alinea con los resultados de Cuevas et al. (2020), quienes identificaron que entre el 65 % y el 75 % de los costos en sistemas SSP intensivos se concentran en la fase de establecimiento, especialmente en infraestructura como cercas eléctricas, viveros, especies forrajeras mejoradas y mecanización básica. La elevada participación de los costos fijos, en específico de los insumos, no se interpreta como una debilidad, sino como una estrategia de fortalecimiento del capital físico del predio, que permite la amortización de los gastos a lo largo del tiempo, lo cual mejora la relación beneficio/costo del sistema (ver figura 35).

La Figura 36 revela que los costos variables de los SSPM se concentraron principalmente en insumos, con un monto de aproximadamente \$3.807 000, superando ampliamente los \$ 1.224.641 invertidos en mano de obra. Esto refleja que la estrategia de implementación se estructuró fundamentada en el acceso a recursos materiales clave más que en trabajo manual intensivo.

En particular, el éxito del establecimiento en predios como El Ciruelo (vereda La Tasajera) y El Sauce (vereda La Sacha) se debió posiblemente a la aplicación intensiva de bioinsumos como micorrizas, cal y compost, además del uso de semillas mejoradas y protectores vegetales, como parte de un enfoque técnico preciso que optimiza el desarrollo de las especies desde etapas tempranas. El riego periódico y el adecuado manejo de plántulas en vivero complementaron esta estrategia, mejorando notablemente tanto la oferta inicial como la eficiencia productiva.

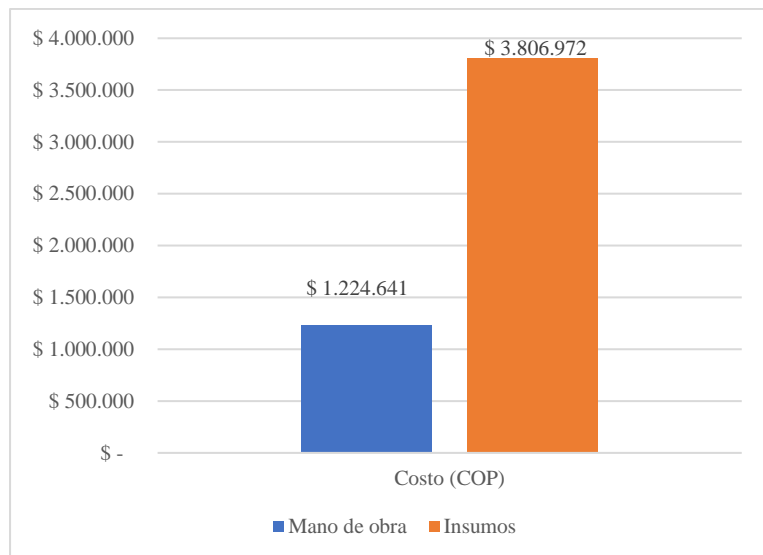
Figura 34*Distribución de Costos Fijos y Variables en la Implementación***Figura 35***Distribución de Costos Fijos SSPM por Categoría*

Este enfoque está respaldado por experiencias en ciertos contextos: Agrosavia (2019) documentó que en la región Caribe colombiana el costo de establecimiento de sistemas silvopastoriles multiestrato se distribuyó en un 31 % para insumos agrícolas y solo en un 28 % para mano de obra, evidenciando dónde realmente recae el peso económico durante la fase

de establecimiento.

Figura 36

Distribución de Costos Variables SSPM por Categoría



Los ítems correspondientes a infraestructura y materiales de larga duración representan el soporte estructural del SSPM, al permitir una base física sólida que facilita prácticas esenciales como el pastoreo rotacional, la distribución de sombra y el control del tránsito animal. Elementos como la cerca eléctrica, la posteadura, herramientas de larga vida útil y el uso de maquinaria como el motocultor reflejan decisiones estratégicas orientadas a mejorar la eficiencia operativa del sistema, reduciendo pérdidas por sobrepastoreo o deterioro del forraje (Cuevas et al., 2020).

Las Figuras 37 y 38 ilustran las actividades a través de las cuales se recopiló información relacionada con la estructura de costos, con énfasis en los gastos asumidos por los jóvenes en el marco de su unidad familiar y productiva durante el proceso de implementación.

Figura 37

Levantamiento de Información de Costos Vereda La Tasajera

**Figura 38**

Levantamiento de Información de Costos Vereda La Sacha



Evaluación de factores socioeconómicos y ambientales asociados

Resultados Encuesta Previa

Análisis Socioeconómico Previo a la Implementación de los SSPM

En cuanto a experiencias pasadas con sistemas similares al implementado, la mayoría de los encuestados, como se observa en el Anexo D, indicaron que sí han tenido experiencias con sistemas similares, lo que evidencia una base de conocimiento práctico sobre SSP u otras prácticas agroecológicas. Se evidenció una percepción medianamente positiva o positiva.

Además, en la evaluación de los resultados obtenidos en implementaciones anteriores, la mayoría reportó buenos resultados, lo cual refuerza la idea de que los SSPM han generado impactos visibles en sus unidades productivas. El efecto más frecuentemente señalado fue el de mayor productividad seguido de la percepción de mejora en los suelos, también se mencionó la provisión de sombra y la recuperación de fuentes hídricas.

Las expectativas manifestadas por los productores frente a la implementación del SSPM reflejan una visión positiva y orientada hacia el mejoramiento productivo y ambiental de sus unidades. En general, se evidencia que la mayoría espera que la implementación del sistema contribuya al aumento de la productividad ganadera en el largo plazo, especialmente mediante mayor disponibilidad de forraje y un manejo más eficiente del recurso suelo.

Además, hay una clara expectativa en torno al mejoramiento del manejo integral de los potreros, asociando el diseño del SSPM con mayor organización y control del pastoreo.

Otro aspecto que sobresale es la percepción de que el sistema aportará beneficios ambientales, particularmente en la recuperación y conservación de los suelos y en la provisión de sombra, lo cual se considera fundamental para el bienestar animal (Anexo D).

Estas percepciones, aunque prudentes, indican que los productores comprenden el potencial de los SSP no solo como una herramienta de producción, sino como una estrategia integral para hacer frente a las limitaciones actuales de la ganadería tradicional y avanzar

hacia modelos más sostenibles de los agronegocios.

Los resultados plasmados en el Anexo D muestran una clara caracterización del sistema lechero de las fincas evaluadas. En primer lugar, los resultados muestran que la mayoría de los productores mantiene una productividad promedio entre 4 y 9 litros/vaca/día, lo cual es característico de los sistemas de producción del trópico alto de Nariño, donde predominan manejos convencionales y un acceso limitado a tecnologías de intensificación.

Este valor coincide con el promedio general reportado para el departamento, que se sitúa alrededor de 9 litros/vaca/día, reflejando las condiciones productivas actuales de la ganadería lechera en la región (Guevara y Cuasquer, 2022). En cuanto al costo de producción por litro, el 6% de los encuestados indicaron valores como \$1.000/litro, lo que plantea un margen económico estrecho cuando se compara con el precio promedio recibido por litro de leche, que se ubica entre \$1.400 y \$1.550 según la mayoría de las respuestas. Esto indica una rentabilidad ajustada y altamente dependiente de los costos de insumos y la estacionalidad.

Sobre los principales factores que impactaban económicamente el sistema antes de la implementación del SSPM, se mencionaron con frecuencia los costos en alimentación animal, medicamentos veterinarios y mano de obra. También se evidenció alta vulnerabilidad climática del sistema previo a la implementación silvopastoril.

A partir de la información obtenida en las encuestas, se identificó que las dinámicas laborales en las unidades productivas evaluadas se sustentan principalmente en el trabajo familiar. Los resultados evidenciaron que la mayor parte de la fuerza operativa directa recae sobre los hombres, quienes concentran las actividades asociadas al establecimiento, manejo y mantenimiento del sistema productivo. No obstante, las mujeres participan de manera activa y constante en el funcionamiento de la unidad familiar y productiva, especialmente a través de labores relacionadas con el cuidado del hogar, la preparación de los alimentos y el apoyo complementario a las actividades agropecuarias. Asimismo, se observó que solo un

porcentaje reducido de los encuestados recibe remuneración monetaria por su trabajo, lo que confirma que gran parte de las actividades desarrolladas, tanto por hombres como por mujeres, corresponden a trabajo familiar no remunerado, situación que influye directamente en la estimación real de los costos y en el análisis de la relación costo-beneficio de la implementación de sistemas silvopastoriles multiestratos. Finalmente, en las percepciones sobre factores críticos y de mayor costo, los productores manifestaron que las actividades relacionadas con el manejo del sistema, como poda, riego, cercado, fertilización serían probablemente las más demandantes económicamente.

Análisis Técnico Ambiental Previo a la Implementación de los SSPM

Diagnóstico Ambiental. Los predios evaluados presentan condiciones variables en cuanto a cobertura vegetal, disponibilidad de fuentes hídricas y estado del suelo. En la mayoría de los casos, la vegetación natural ha sido intervenida en distintos grados, evidenciándose potreros con predominio de gramíneas y presencia ocasional de especies arbustivas y arbóreas dispersas. El acceso a agua para los animales proviene principalmente de nacederos y quebradas, aunque en algunos predios se reporta una disponibilidad limitada, especialmente en épocas secas. En términos de prácticas de conservación, se identificó un uso incipiente de cercas vivas y franjas de protección de cauces, así como iniciativas para mitigar la erosión, aunque su implementación aún no es homogénea. Los productores reconocen que los beneficios ambientales derivados de prácticas como la siembra de árboles y la protección de fuentes hídricas se observan gradualmente, requiriendo continuidad y manejo constante (Ver Anexo E).

Diagnóstico Técnico. En el aspecto técnico evidenciado en el Anexo E, los predios presentan sistemas productivos de base ganadera con infraestructura y manejo variable según los recursos disponibles. La distribución de potreros, en la mayoría de los casos, responde a divisiones tradicionales, con rotación parcial del ganado y manejo de carga animal sin

cálculos técnicos formales. Las especies forrajeras predominantes son gramíneas de uso común en la región, con introducción puntual de pastos mejorados; sin embargo, la oferta forrajera fluctúa con la estacionalidad y no siempre se complementa con suplementación estratégica. El manejo sanitario incluye prácticas básicas como vacunación y desparasitación.

La adopción de prácticas de manejo sostenible, como la integración de árboles en potreros o la implementación de sistemas de riego, está en etapas iniciales o limitada por la disponibilidad de recursos e insumos. En general, los productores muestran disposición para incorporar mejoras técnicas, pero estas dependen de la continuidad en asistencia técnica, el acceso a materiales y la capacidad económica de cada unidad familiar productiva.

Resultados Encuesta Posterior

Análisis Socioeconómico Posterior a la Implementación de los SSPM

Como reportan las respuestas relacionadas con la productividad y disponibilidad de forraje, graficadas en la figura 39 se identifica que más del 60 % de los productores encuestados indicó que la productividad de los potreros aumentó, asociando este cambio a la mayor oferta forrajera disponible proveniente del pasto mejorado sembrado y al acondicionamiento del suelo previo a la siembra del pasto y de las especies arbóreas y arbustivas. Estudios recientes de Mavisoy et al. (2025) confirman que los SSP incorporados a agronegocios lecheros lograron elevar la biomasa forrajera en más de un 20 % durante los seis primeros meses después de la siembra, mejorando el acceso al forraje y contribuyendo a mejores condiciones de alimentación animal.

De manera similar, un 47 % de los productores manifestó que tienen la percepción de que los ingresos obtenidos en los primeros meses tras el establecimiento de los SSPM compensaron la inversión inicial (Figura 40). Este comportamiento coincide con lo reportado por Sandoval et al. (2023), quienes señalan que los SSP bien manejados pueden iniciar su recuperación económica antes del primer año gracias al aumento en ingresos por producción

lechera y a la reducción de costos operativos. Sin embargo, el 41 % de productores expresó incertidumbre, lo que sugiere la necesidad de fortalecer el acompañamiento técnico en futuros procesos para asegurar estabilidad productiva y consolidar los beneficios económicos a mediano plazo.

Figura 39

Productividad del Predio Tras el Sistema Silvopastoril

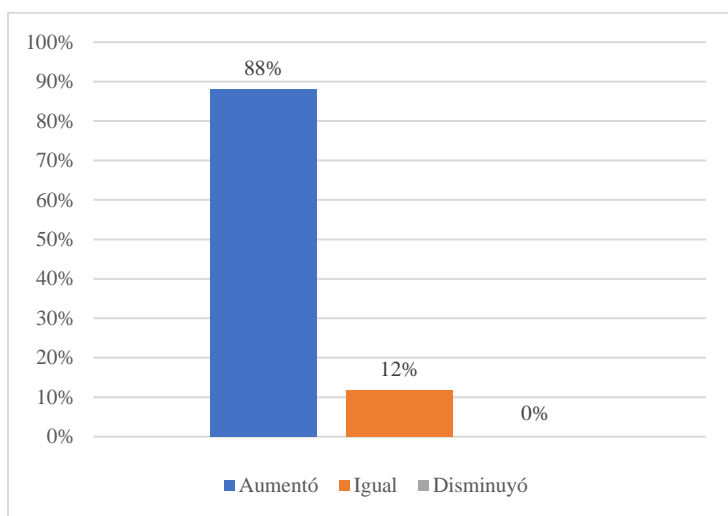
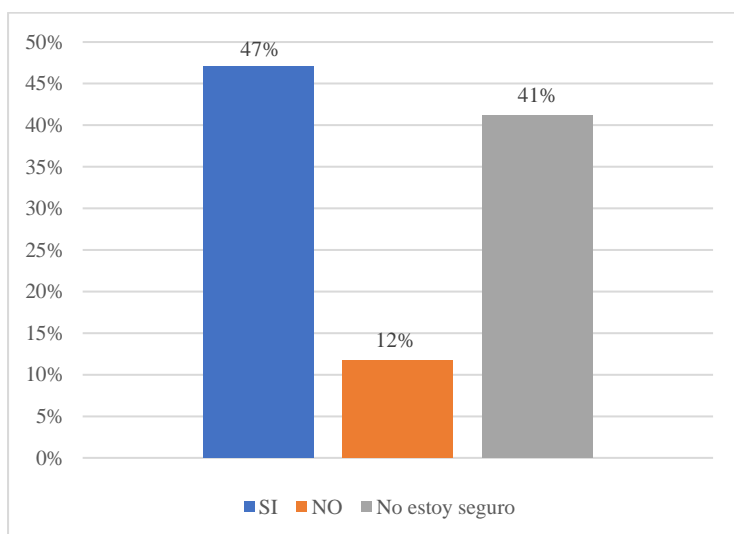


Figura 40

¿Los Ingresos de Hoy en Día compensan la Inversión Inicial?



Aunque el 53 % de los productores indicó que no percibe un aumento directo en sus ingresos tras la puesta en marcha de los SSPM (Figura 41) la mayoría señaló que las actividades productivas del sistema constituyen una fuente importante de ingresos para el hogar (Figura 42). Según Sandoval et al. (2023), los SSP en Colombia suelen requerir entre 12 y 18 meses para estabilizar su productividad y generar aumentos sostenidos en ingresos, dado que en su fase inicial los retornos provienen principalmente de la reducción de costos y la diversificación de productos, más que de incrementos inmediatos en rentabilidad neta.

Figura 41

Cambios en los Ingresos Familiares Relacionados con el SSP

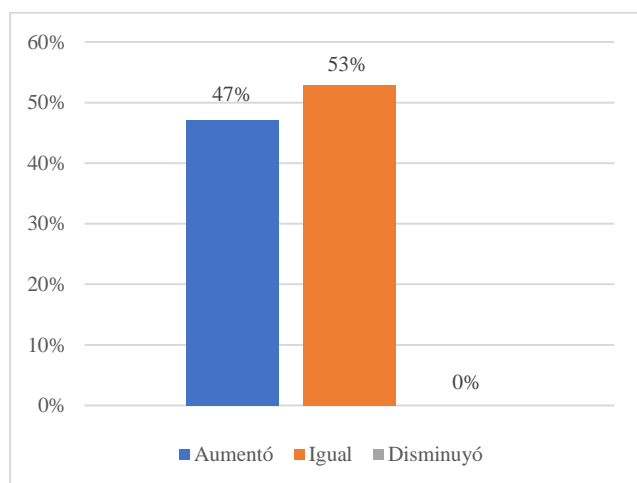
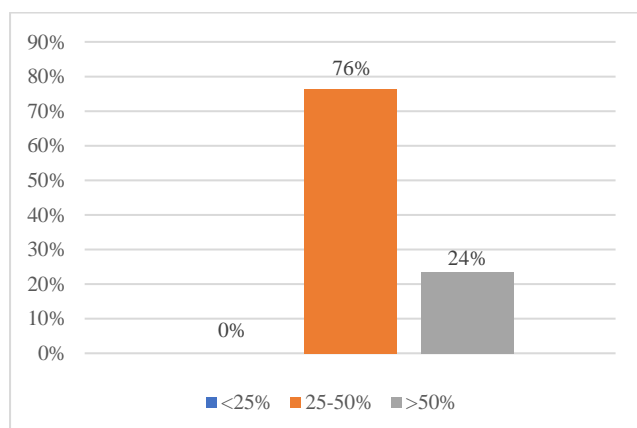


Figura 42

Ingresos Provenientes de Actividades Relacionadas con el SSP

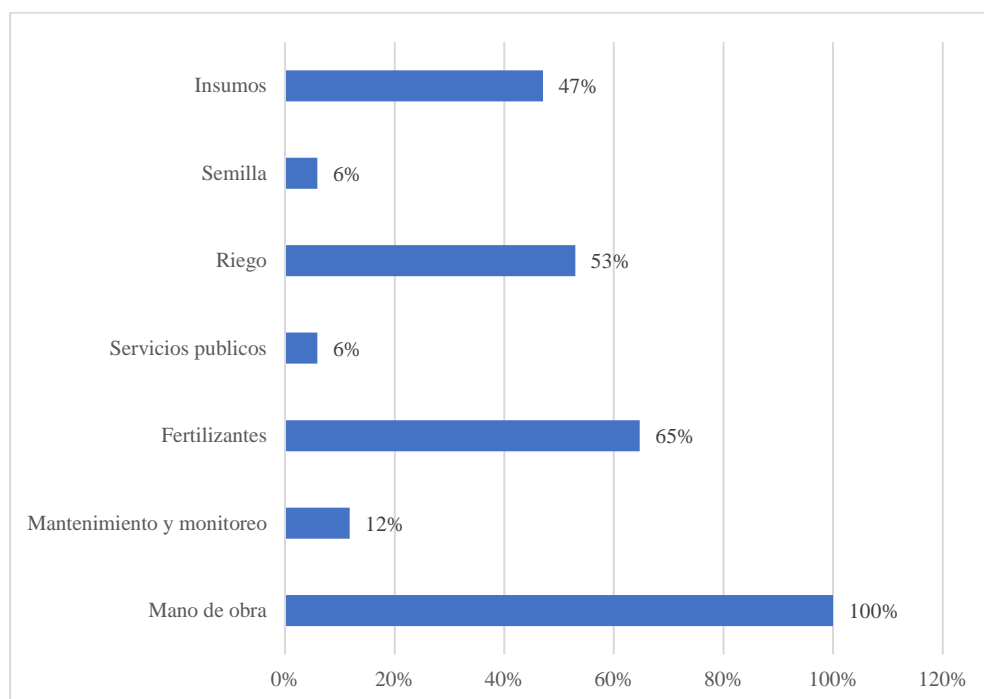


Análisis Técnico-ambiental Posterior a la Implementación de los SSPM

Los productores priorizaron la mano de obra, la compra de fertilizantes y el riego como los principales costos asociados al mantenimiento de los SSPM (Figura 43). Esta percepción coincide con lo señalado por García y López (2022), quienes sostienen que los costos laborales pueden representar hasta el 40 % del gasto operativo en los dos primeros años del sistema, mientras que el uso de biofertilizantes y riego complementario es esencial para asegurar la sobrevivencia y crecimiento de especies leñosas en periodos secos.

Figura 43

Principales Costos Asociados al Mantenimiento del Sistema Silvopastoril

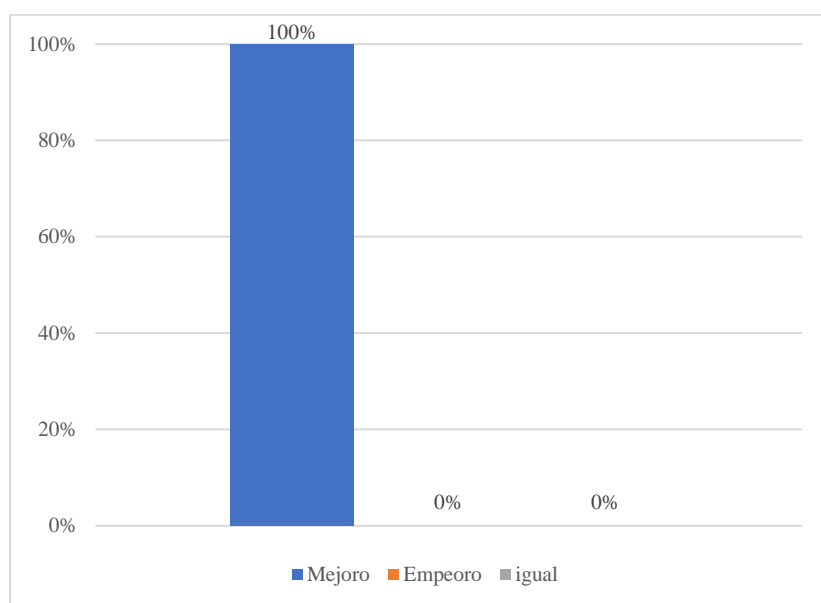


Según la figura 44 todos los productores encuestados reportaron mejoras en la percepción de la estructura y fertilidad del suelo tras el establecimiento de los SSPM, destacando el aporte de nutrientes durante las enmiendas y destacando la materia orgánica aportada por las especies arbóreas y arbustivas, así como la reducción de procesos erosivos gracias a la cobertura vegetal. Este cambio es coherente con lo reportado por Mahecha *et al.*

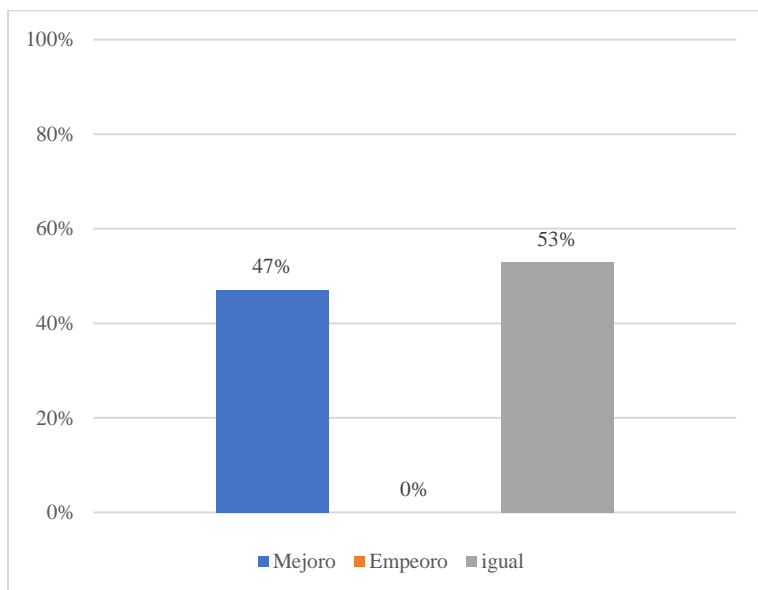
(1999), quienes indican que la asociación de gramíneas con leguminosas arbustivas mejora las condiciones del suelo aumentando la producción y calidad de forraje, generando una dinámica anual en la disponibilidad de forraje dentro del lugar donde se implementa el sistema.

Figura 44

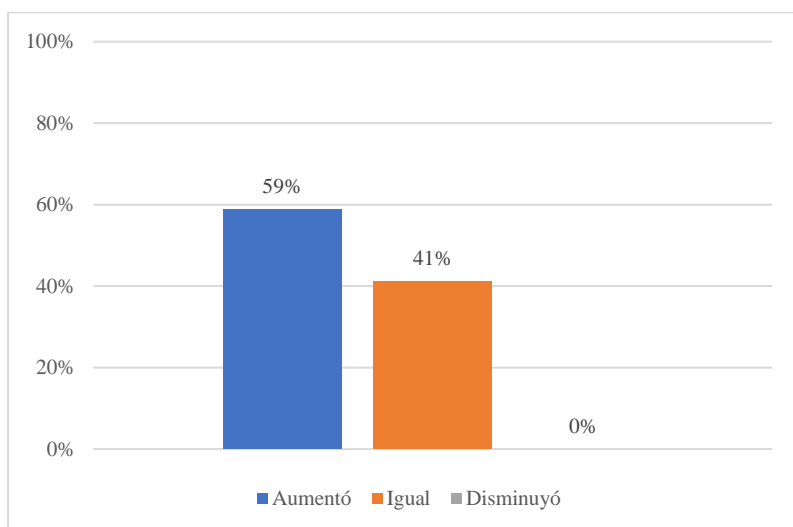
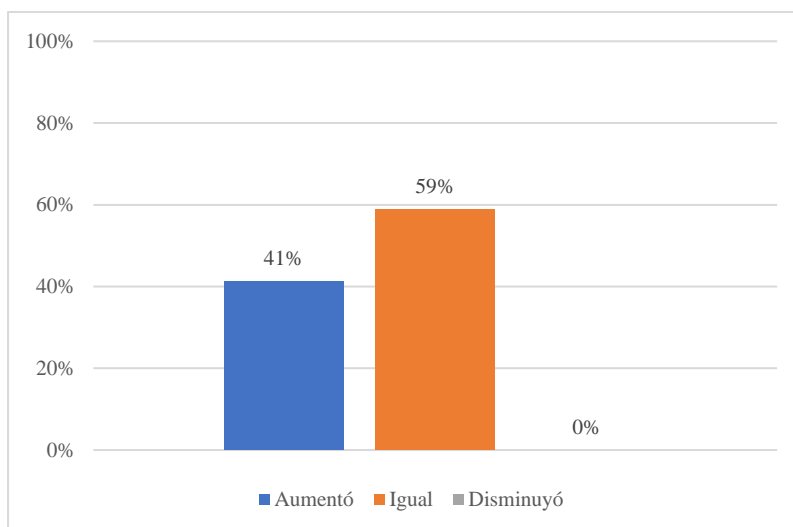
Cambios Percibidos en La Calidad del Suelo Desde Implementación del SSP



En relación con los recursos hídricos (Figura 45), aunque los beneficios iniciales no son percibidos por los encuestados, se espera que su impacto completo se manifieste con mayor claridad a mediano plazo, cuando la cobertura arbórea y arbustiva madure y optimice la infiltración de agua y la regulación del microclima. Al respecto, Yepes y Sarmiento (2016) identificaron que cerca del 80 % de los productores percibió al inicio mejoras notables en la fertilidad del suelo y una disminución de los procesos erosivos. Sin embargo, los encuestados no asociaron cambios significativos en la disponibilidad ni en la calidad del agua.

Figura 45*Impacto del SSP Instalado en la Disponibilidad de Agua*

Tras seis meses de implementados los SSPM, la percepción de los productores respalda que los SSPM, además de su función productiva dentro de la unidad productiva, aportan a la resiliencia ambiental y sostenibilidad económica, integrando beneficios ecológicos y oportunidades de valoración social y financiera. Más del 50 % de los productores indicó haber percibido un incremento en la biodiversidad de sus predios, reflejado en mayor presencia de especies de flora nativa (Figura 46). De manera específica, un 59 % reportó que la presencia de aves asociado directamente con la diversificación vegetal y la estructura multiestrato se mantuvo hasta el momento de la encuesta (Figura 47).

Figura 46*Cambio en la Biodiversidad del Predio***Figura 47***Cambio en la Presencia de Aves Asociado con el Establecimiento*

Estos resultados se alinean con el concepto descrito por Zuluaga et al. (2011), quienes indican que, en el contexto de los SSPM, la mayor presencia de aves y polinizadores en el largo plazo, no solo contribuye a la dinámica ecológica, sino que también reduce costos de manejo y potencia actividades de diversificación económica como el agroturismo o esquemas de compensación ambiental.

El 71 % de los productores encuestados reportó incrementos en la biomasa forrajera y diversidad botánica en los potreros con SSPM (Figura 48), destacando una mayor presencia de especies. Además, el 71 % observó que el forraje ubicado alrededor o debajo de los árboles presentaba mejor color y mayor altura, atribuido a la sombra parcial que reduce el estrés hídrico y térmico (Figura 49).

Figura 48

Cambios en Producción De Biomasa Forrajera y Composición Botánica

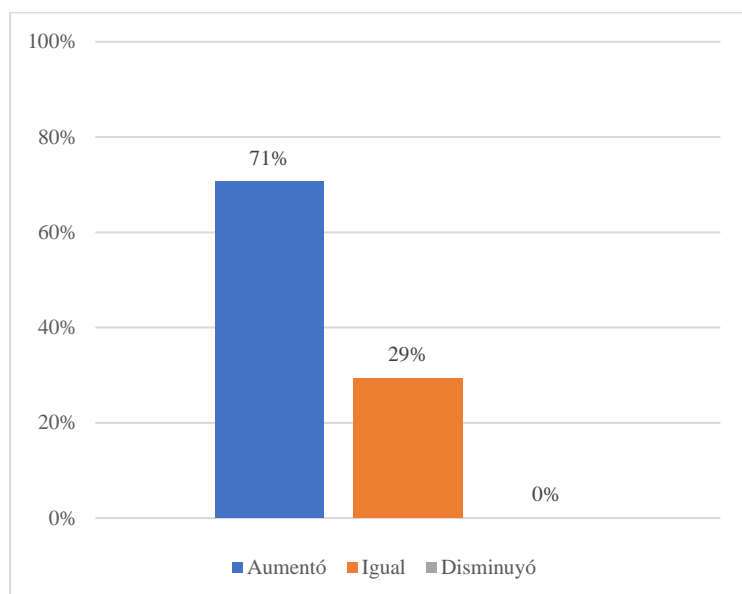
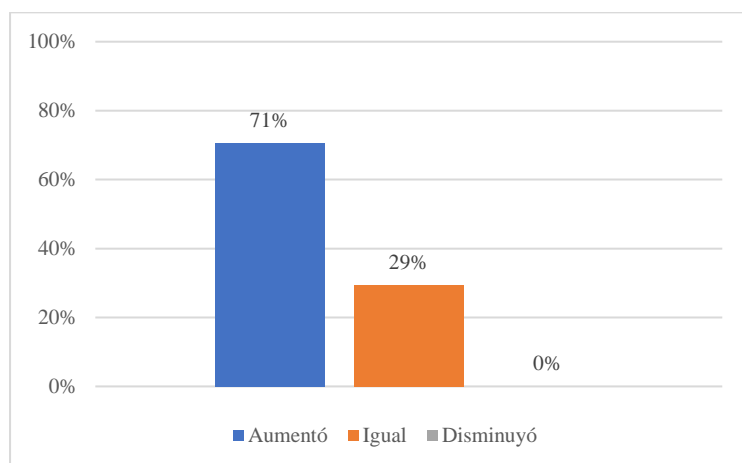


Figura 49

Variación en Color y Altura de Forrajes por Sombra del SSP



De forma complementaria, el 76 % señaló cambios positivos en el comportamiento animal, evidenciando un mayor consumo de forraje en las áreas de primer estrato (Figura 50).

Asimismo, un 88 % indicó que, durante las épocas secas, las praderas con árboles sembrados se mantienen más verdes y con mayor biomasa que las áreas desprovistas de sombra (Figura 51), lo que sugiere un efecto microclimático favorable para la persistencia del pasto y la estabilidad alimentaria.

Figura 50

Cambio en Comportamiento Animal por Consumo de Forraje en el SSP

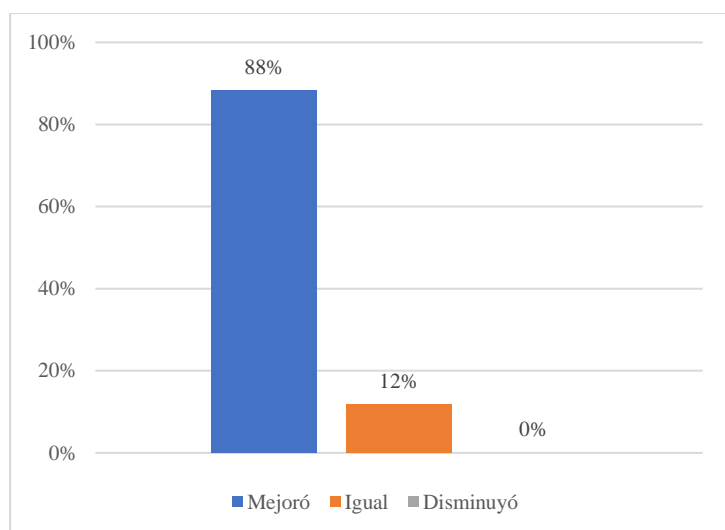
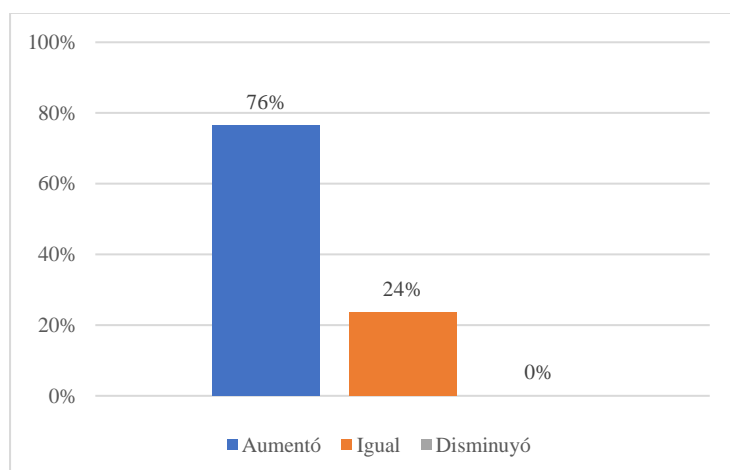


Figura 51

Praderas con Árboles en Época de Sequía Respecto a Praderas sin Árboles

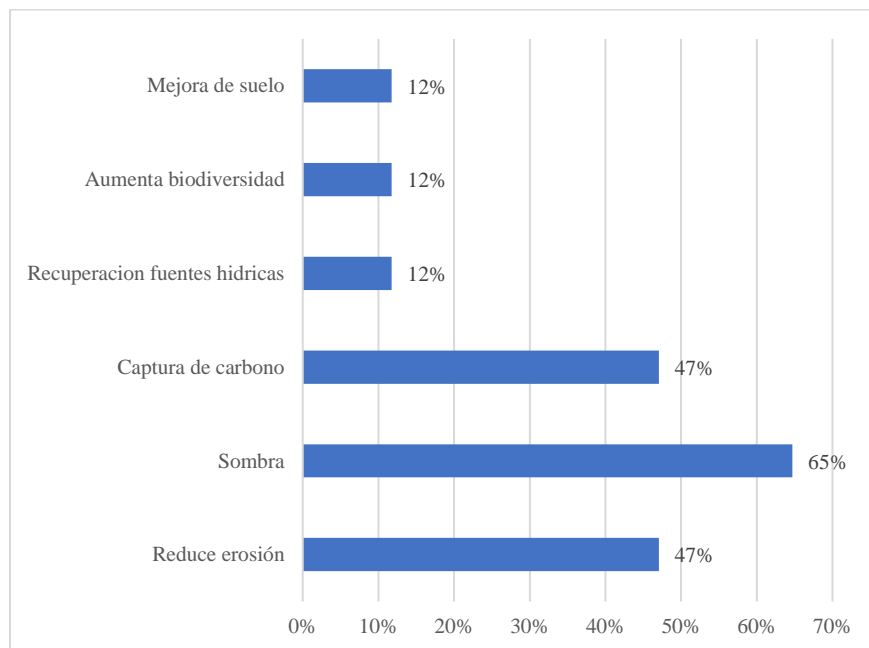


Estos resultados concuerdan con Montoya et al. (2025), quienes demostraron que, en SSP de altura, la combinación de sombra y forraje herbáceo de buena calidad incrementa la ingesta de materia seca y la eficiencia alimentaria del ganado, reduciendo la necesidad de suplementación en los primeros ciclos productivos.

Los productores encuestados consideraron que las prácticas ambientales derivadas de los SSPM, como la reducción de la erosión (47%), provisión de sombra al ganado (65%) y captura de carbono (47%), representan beneficios clave que mejoran la sostenibilidad del sistema (Figura 52). Estos beneficios son percibidos no solo como contribuciones directas al bienestar animal y a la conservación del suelo, sino también como elementos que fortalecen la resiliencia del sistema frente a variaciones climáticas.

Figura 52

Prácticas Ambientales Asociadas al SSP Consideradas más Beneficiosas

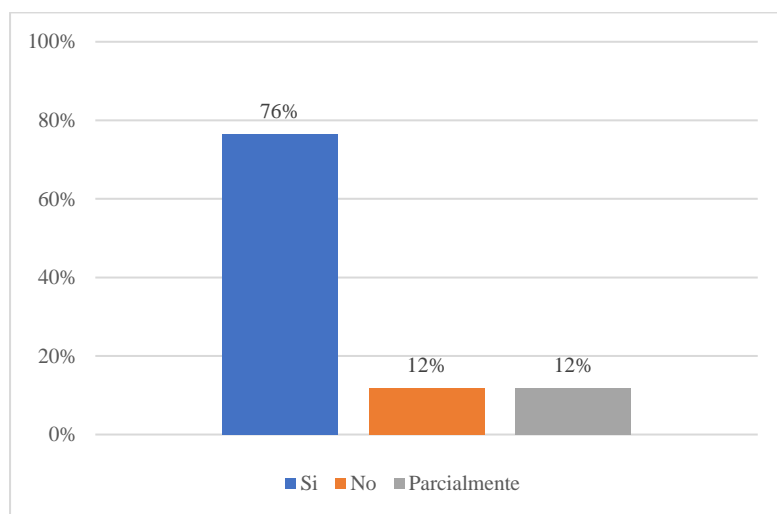


De igual manera, en la figura 53 se encuentra que el 76 % indicó que la implementación del SSPM contribuye a disminuir el impacto ambiental de la actividad ganadera en sus predios, principalmente al reducir la degradación del suelo, mejorar la

cobertura vegetal y favorecer la regulación microclimática. Estos resultados se soportan con lo documentado por Petit y Suniaga (2005) quienes reportaron que los SSP pueden proveer ingresos económicos a la vez que crean un sistema sostenible con muchos beneficios ambientales, cuando estos sistemas son bien administrados, ofrecen una variedad de oportunidades que pueden ayudar a estimular el desarrollo de la economía rural.

Figura 53

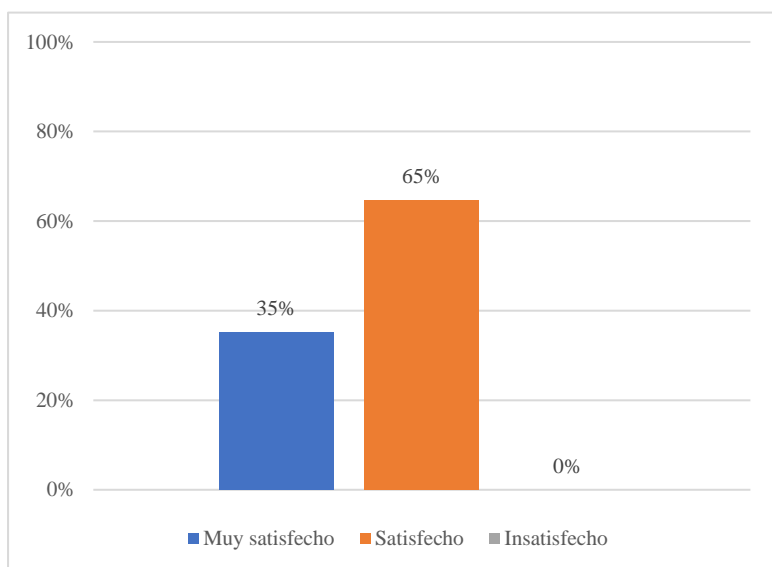
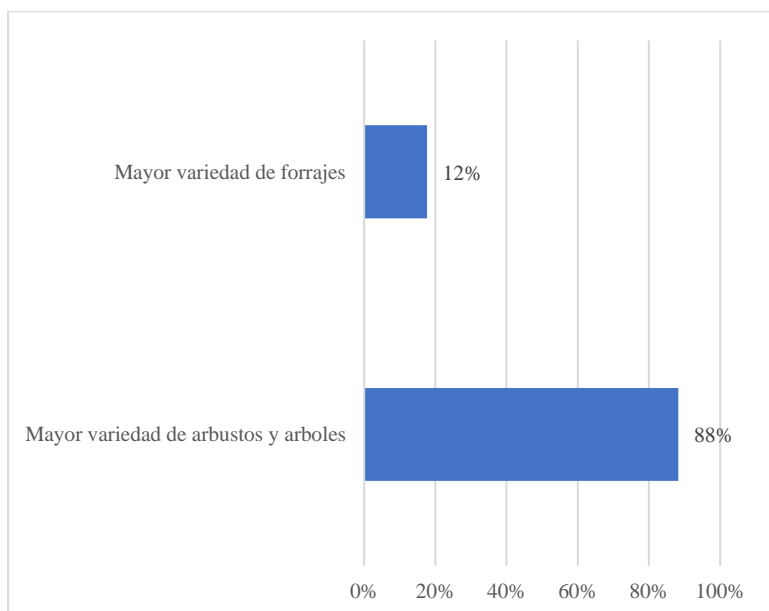
Percepción de la Implementación del SSP frente al Impacto Ambiental



Análisis Social Posterior a la Implementación del SSPM

En esta etapa se presentan los resultados del análisis social realizado tras la adopción de los SSPM.

Los resultados de la figura 54 muestran que el 65% de los productores encuestados manifestaron estar satisfechos con el desarrollo de los SSPM, sin embargo, un 88 % señaló oportunidades de mejora, principalmente relacionadas con la necesidad de facilitar la disponibilidad de más material vegetal (Figura 55).

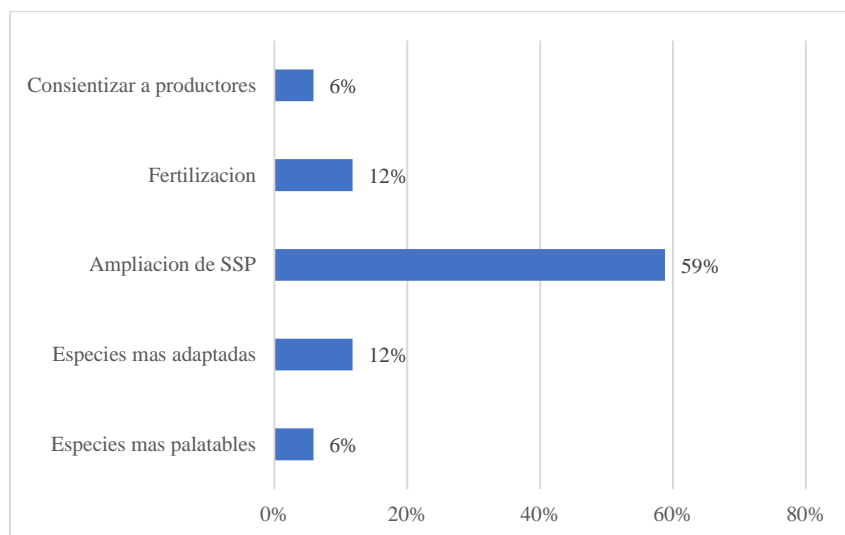
Figura 54*Nivel de Satisfacción con la Implementación del SSP***Figura 55***Aspectos a Agregar o Quitar de la Implementación del SSP*

En relación con los aspectos que podrían modificarse o potenciarse, un 59% de los encuestados indicó que considera prioritario ampliar la cobertura del SSPM en sus predios, al reconocer beneficios como mayor oferta forrajera y mejor del microclima (Figura 56). En

forma equivalente, cerca del 12 % resaltó la importancia de incorporar un mayor número de especies nativas, tanto arbóreas como arbustivas, por su adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas de la región y su aporte a la biodiversidad y servicios ecosistémicos.

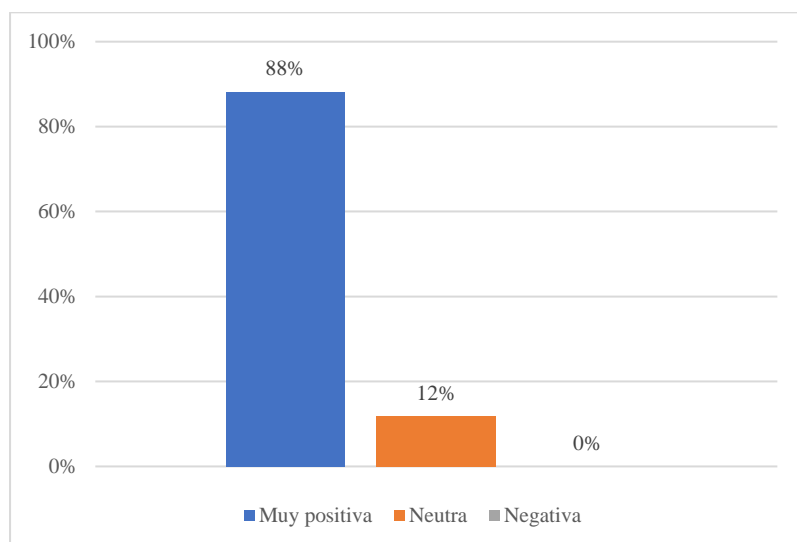
Figura 56

Aspectos a Mejorar en el SSP para Mayor Aceptación



Estos resultados coinciden con Saucedo et al. (2023), quienes en una revisión sistemática sobre SSP en Colombia y Perú enfatizan que la inclusión de especies nativas endémicas mejora la resiliencia del sistema frente a eventos climáticos extremos y reduce la necesidad de insumos externos. De igual manera, indican que los productores tienden a escalar sus plantaciones silvopastoriles al percibir beneficios tangibles y apoyo técnico continuo.

La implementación de los SSPM en los predios en estudio reveló que, aunque el trabajo colectivo entre miembros de la Asociación fue limitado debido a las rutinas propias de cada joven productor, las familias se consolidaron como el núcleo operativo del sistema, participando de forma conjunta en las labores de establecimiento y manejo, por lo tanto, el 88 % de los productores encuestados indicó que el SSPM tiene una percepción positiva en el entorno familiar (Figuras 57 y 58).

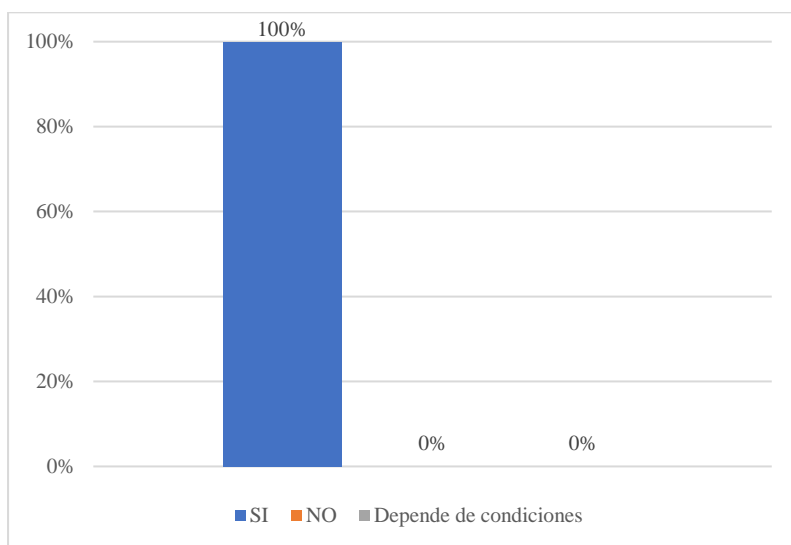
Figura 57*Percepción de su Familia o Comunidad Frente al SSP*

Por otro lado, la totalidad de los encuestados considera que esta experiencia debe recomendarse y replicarse en otras fincas lecheras de la región. Al respecto Useche (2022) reconoce que, para garantizar un equilibrio a largo plazo, es necesario evaluar y mitigar los posibles impactos negativos que pueda generar la expansión del sistema, especialmente en términos de competencia por espacio o manejo de especies.

Estos hallazgos concuerdan con lo señalado por Saucedo et al. (2023), quienes destacan que los SSPM, al brindar beneficios tangibles a nivel productivo y ambiental y promover la participación familiar, fomentan la permanencia de jóvenes productores y fortalecen la innovación en comunidades altoandinas, incluso donde la cooperación entre vecinos es más limitada.

Figura 58

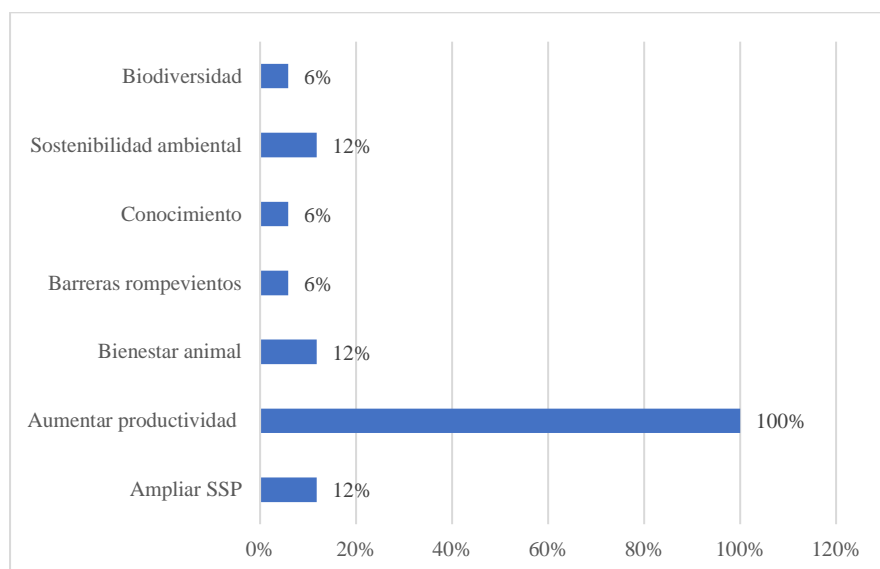
¿Recomendaría Este Sistema a Otros Productores?



Análisis de Expectativas y Sostenibilidad en Torno a los SSPM

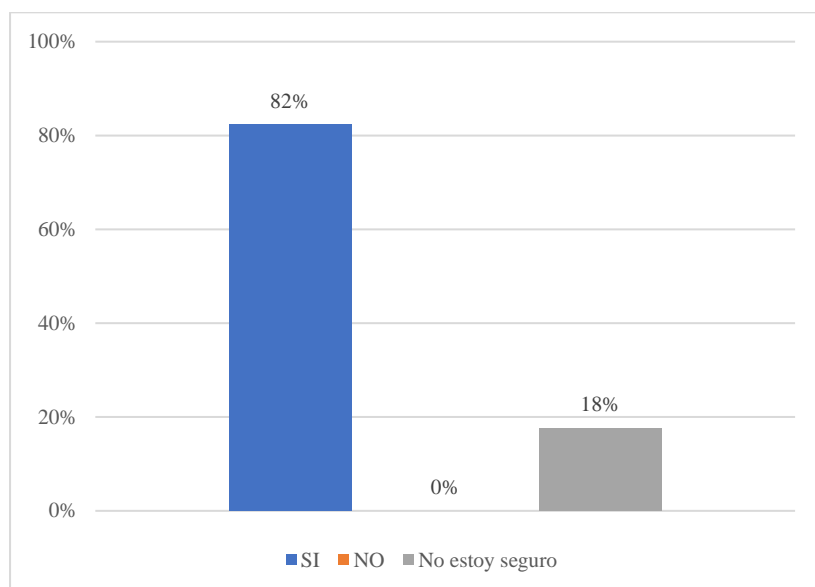
En esta fase se examinaron las expectativas de los productores y su visión sobre la sostenibilidad de los SSPM. Esta información resulta clave para orientar futuras acciones de fortalecimiento y acompañamiento técnico.

Las respuestas relacionadas con las expectativas y la sostenibilidad en el largo plazo del establecimiento de los SSPM evidencian una apropiación positiva del modelo SSPM y una clara visión de continuidad y escalamiento por parte de los productores (Figura 59). En primer lugar, se destaca que la mayoría de los encuestados manifiesta como principal expectativa la ampliación del sistema silvopastoril y el aumento en la productividad.

Figura 59*Expectativas a Futuro con el SSP*

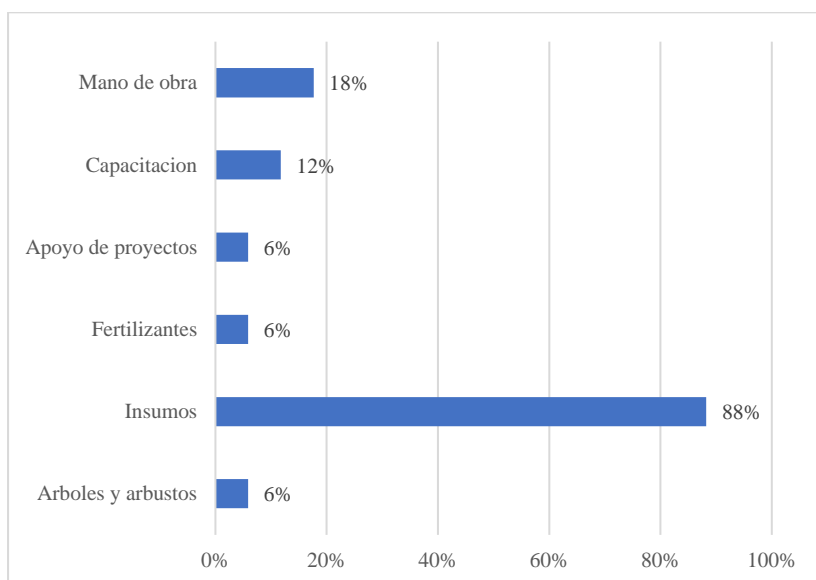
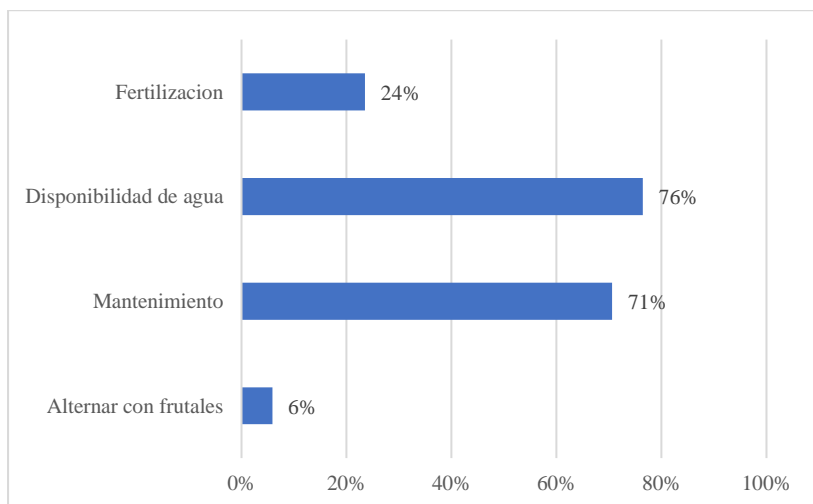
Las respuestas obtenidas coinciden con lo planteado por Díaz et al. (2020), quienes señalaron que, cuando los sistemas agropecuarios integran componentes de sostenibilidad y mejoras productivas, los productores muestran una mayor disposición a continuar con su implementación e incluso a invertir en su ampliación. Los hallazgos representados en las figuras 60, 61 y 62 guardan relación con lo concluido por Rodríguez y Pérez (2019), quienes destacan que la apropiación de este tipo de tecnologías se facilita cuando hay acompañamiento técnico, resultados visibles y una coherencia con los objetivos familiares.

Por su parte, Martínez y Gómez (2022) advierten que uno de los principales factores limitantes para la permanencia de los SSP en zonas rurales de montaña es la intermitencia en la disponibilidad de recursos básicos, como los insumos y la asistencia técnica. En efecto, el acceso a estos insumos continúa siendo un reto significativo, especialmente en contextos rurales con bajos niveles de ingreso.

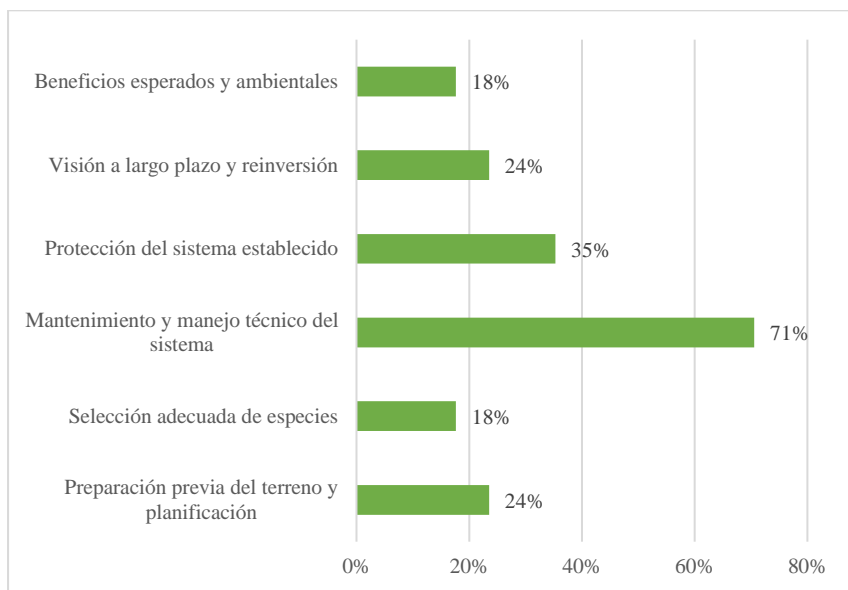
Figura 60*Disposición a Continuar Inversión y Ampliación del SSP*

La mayoría cuenta con disponibilidad de agua y manifiesta disposición para mejorar sus prácticas. Esto evidencia condiciones mínimas favorables para la sostenibilidad del sistema, siempre que se cuente con apoyo técnico y articulación con estrategias institucionales que favorezcan el acceso a recursos clave.

La satisfacción general con el sistema SSPM es alta, lo cual es un indicador fundamental para predecir su permanencia. Esta satisfacción se vincula directamente con la percepción de que el sistema no solo mejora la productividad, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental y social, fortaleciendo el bienestar familiar y la conservación del entorno. Como destacan Salazar et al. (2021), la percepción positiva por parte de las comunidades rurales sobre sistemas sostenibles está fuertemente asociada con el incremento en productividad, bienestar animal y mejora de las condiciones de vida.

Figura 61*Requerimientos para Mantener o Expandir el SSP***Figura 62***Factores Clave para Asegurar Sostenibilidad a Largo Plazo*

En términos generales, los productores de la Asociación Agropecuaria El Bordoncillo tienen altas expectativas con respecto a los SSPM, especialmente en cuanto a la ampliación del sistema, el aumento en productividad y la sostenibilidad ambiental y social, aplicando todo lo aprendido en el proceso (figura 63).

Figura 63*Lecciones o Recomendaciones para Implementar SSP*

Aunque existen retos en el acceso a insumos, la mayoría cuenta con condiciones mínimas para mantener el sistema y tiene la disposición para seguir innovando en sus prácticas. Esta situación representa un potencial valioso para consolidar modelos sostenibles a nivel local.

Las Figuras 64 y 65 ilustran las actividades realizadas durante la aplicación de las encuestas para la recolección de información.

Figura 64

Encuestas Evaluación Socioeconómica y Ambiental

**Figura 65**

Encuestas Evaluación Socioeconómica y Ambiental



Conclusiones

Las especies *Morus alba* y *Acacia decurrens* mostraron buena adaptabilidad a las condiciones del trópico alto de Nariño, incluso frente a la limitación hídrica del periodo de establecimiento. Este comportamiento demuestra la importancia de que durante la planificación en el agronegocio lechero se seleccione especies con capacidad de respuesta al estrés ambiental, que aporten estabilidad y sostenibilidad al sistema productivo dentro de los SSPM.

El crecimiento y desarrollo de las especies arbustivas y arbóreas estuvieron estrechamente relacionados con el manejo técnico realizado desde el vivero hasta la siembra en campo. La calidad del material vegetal, el riego y las labores de mantenimiento influyeron en su adaptación, evidenciando que el éxito de los SSPM depende en gran medida del cuidado y seguimiento constante en cada fase del proceso.

En el análisis de los costos fijos y variables, los segundos fueron los más representativos, mientras que los costos fijos, como herramientas o asistencia técnica, mostraron menor variación. El consolidado de esta información permitió identificar las actividades con mayor inversión y aquellas que requieren un control más cuidadoso. Estos resultados aportan una base práctica para que los productores planifiquen mejor sus inversiones, optimicen el uso de los recursos y sirvan como insumo para el diseño de políticas que promuevan la adopción de sistemas silvopastoriles sostenibles en la región.

La implementación de los SSPM permitió resaltar el valor del trabajo familiar, muchas veces no reconocido económicamente, pero esencial para el sostenimiento de las fincas. También evidenció la necesidad de fortalecer la colaboración entre los miembros de la asociación, ya que las labores personales suelen limitar el trabajo conjunto. La asociatividad se consolida como una herramienta clave para acceder a recursos, compartir conocimientos y avanzar hacia una ganadería más sostenible y con mayores oportunidades para las familias

rurales.

Se evidenció alta satisfacción de los productores con la puesta en marcha de los SSPM. La mayoría manifestó su interés en ampliar las áreas establecidas, motivados por los beneficios observados y por las expectativas a futuro, cuando los estratos arbóreos y arbustivos alcancen su desarrollo pleno. Además, que una adecuada planificación económica y el aprovechamiento eficiente de los recursos fortalecen la sostenibilidad del sistema en el agronegocio. Los productores perciben que, en un horizonte de cinco años, los SSPM consolidarán una ganadería más rentable, equilibrada con el ambiente y resiliente frente a las condiciones del trópico alto de Nariño.

Recomendaciones

Se sugiere continuar con el seguimiento del crecimiento y desarrollo de las especies establecidas, especialmente durante las siguientes fases de madurez de los estratos arbustivo y arbóreo. Es necesario realizar nuevas mediciones en periodos futuros que permitan evaluar su aporte en sombra, forraje y bienestar animal, con el fin de generar información más completa sobre la dinámica del sistema a largo plazo.

Aunque se logró definir los costos de establecimiento, sería conveniente ampliar el análisis hacia la rentabilidad y los costos de mantenimiento en los años siguientes. Incluir variables como productividad por hectárea, ahorro en insumos y beneficios ambientales permitiría valorar el retorno económico real de los SSPM y facilitar la toma de decisiones financieras por parte de los productores y las entidades de apoyo.

Fortalecer la capacitación y la organización comunitaria, promoviendo el intercambio de experiencias y la gestión conjunta de recursos. Complementariamente, usar mediciones dasométricas para estimar captura de carbono, integrando estos resultados con encuestas periódicas de percepción social e indicadores ambientales.

Bibliografía

- AECA – Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas. (s. f.). *La contabilidad y el sistema contable*.
<https://aeca.es/old/buscador/infoaeca/articulospecializados/pdf/auditoria/pdfcontabilidad/2.pdf>
- AGROSAVIA. (2019). *Establecimiento de sistemas silvopastoriles multiestrato en la región Caribe: análisis de costos*. Bogotá, Colombia. Recuperado de
https://repository.agrosavia.co/bitstream/20.500.12324/12655/6/76995_66415.pdf
- AGROSAVIA. (2023). *Establecimiento y manejo de especies arbustivas*. Recuperado de
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/39840/Ver_Documento_39840.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Aguilera, A. y Domínguez, Y. (2020). *Sistemas silvopastoriles como alternativa de desarrollo económico y sostenibilidad ambiental en el municipio de Buenavista - Sucre, Colombia*. [Tesis de Maestría, Universidad Tecnológica de Bolívar].
 Repositorio UTB. <https://repositorio.utb.edu.co/handle/20.500.12585/10302#page=1>
- Aguirre Z., Gaona T., Granda V. y Carrión J. (2019). *Sobrevivencia, mortalidad y crecimiento de tres especies forestales plantadas en matorral andino en el sur del Ecuador*. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 7(3), 325-340. Epub 06 de septiembre de 2019. Recuperado en 09 de septiembre de 2025, de
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692019000300325&lng=es&tlng=es
- Alcaldía municipal de Buesaco. (2020). *Plan de desarrollo municipal*. Buesaco.

- Alonzo Y. M., Ibrahim, M., Gómez, M. & Prins, K. (2001). *Potencial y limitaciones para la adopción de sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cayo, Belice. Agroforestería de las Américas*, 8(3), 24-27.
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6689>
- Alvarado, C., Barnes, A. P., Sepúlveda, I. S., Garratt, M. P. D., Thompson, J., & Escobar-Tello, M.-P. (2023). Factores para la adopción de la agroforestería silvopastoril en la Amazonía colombiana. *Scientific Reports*, 13(1), 12252.
<https://doi.org/10.1038/s41598-023-39038-0>
- Álvarez, C., Crespo, D., & Varela, M. (2020). Agricultura familiar y desarrollo rural sostenible: el papel del trabajo familiar en las transiciones agroecológicas. *Sustainability*, 12(15), 6075. <https://doi.org/10.3390/su12156075>
- Amaya, C., Sandoval, K., Cruz, Y., Quintero, D. y Moya, B. (2020). *Costos y presupuestos conceptos básicos*. Universidad Santo Tomas.
<https://doi.org/10.15332/dt.inv.2020.01008>
- Aponte, M. A. (2017). La evaluación financiera de proyectos y su aporte en La generación de valor corporativo. *Ciencia y poder Aéreo*, 12, 12. Obtenido de <https://publicacionesfac.com/index.php/cienciaypoderaereo/article/view/567/747>
- Arce S. E. (2020). Análisis comparativo de precios y costos de producción de hortalizas cultivadas de manera orgánica y convencional. *Agronomía Costarricense*, 44(2), 81–108. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0377-94242020000200081&script=sci_arttext
- Balanda, A. T. (2005). *Contabilidad de costos*. Universidad Nacional de Misiones.
[https://editorial.unam.edu.ar/images/documentos_digitales/Contabilidad de Costos-Alberto_Balanda.pdf](https://editorial.unam.edu.ar/images/documentos_digitales/Contabilidad_de_Costos-Alberto_Balanda.pdf)

- Banco de la República. (2023). Nariño: cultura e identidad. Red Cultural del Banco de la República. <https://enciclopedia.banrepcultural.org/index.php?title=Nari%C3%B1o>
- Benavides, J. (2013). Uso de especies forrajeras arbóreas y arbustivas en sistemas de producción animal en el trópico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7997>
- Buitrago, M., Ospina, L. & Narváez, W. (2018). Sistemas silvopastoriles: alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bovina al cambio climático. *Boletín Científico. Museo Historia Natural*, 22 (1), 31-42.
<http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v22n1/0123-3068-bccm-22-01-00031.pdf>
- Cabrera, D., López, J. y López, R. (2021). Riqueza, composición florística y estructura de la vegetación silvestre en la zona rural de las cuencas de las quebradas Yomasa y Fucha, Bogotá, Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(176), 761–776. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1255>
- Cabrera, P. C., Delgado, I. A., Vélez Lozano, J. A., Chamorro, M. E., y Chachinoy, A. C. (2024). Materia seca y contenido de macronutrientes de abonos verdes incorporado en dos suelos Andisoles del municipio de Pasto – Colombia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(2), 4876-4890.
https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10901
- Caldera, J., Baujín, P., Ripoll, V y Vega, V. (2007). Evolución en la Configuración de los Sistemas de Costeo Basado en las Actividades. *Actualidad Contable Faces*, 10(14), 13-28. <https://www.redalyc.org/pdf/257/25701403.pdf>
- CIMMYT – Iniciativa de Difusión de Prácticas. (2022). *Los beneficios de la cal dolomítica*. <https://idp.cimmyt.org/los-beneficios-de-la-cal-dolomitica/>
- CIPAV & AGROSAVIA. (2020). Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena*. Bogotá, Colombia.

Clavero, T., & Suárez, J. (2006). Limitaciones en la adopción de los sistemas silvopastoriles en Latinoamérica. *Pastos y Forrajes*, 29(3), 1-6.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269121691008>

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2022). *Manual de restauración forestal*.

<https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2023/CD009679.pdf>

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2010). *Manual básico de prácticas de reforestación* (1.ª ed.). Comisión Nacional Forestal.

https://www.conafor.gob.mx/BIBLIOTECA/MANUAL_PRACTICAS_DE_REFORESTACION.PDF

Córdoba, L. E. (2001). Estudio sociodemográfico del municipio de Buesaco (Informe final de trabajo de grado, Universidad de Nariño). Sistema Institucional de Recursos Digitales

– SIREd. <https://sired.udenar.edu.co/id/eprint/14026>

Corporación Autónoma Regional de Nariño. (2017). Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Juanambú: Fase de diagnóstico. CORPONARIÑO.

<https://corponarino.gov.co/wp-content/uploads/2018/08/2-Characterizacion-basica-de-la-Cuenca.pdf>

Correa, D. A., Quintero, J. D., Gómez, S., y Castro, C. M. (2020). El gobierno corporativo, un pilar indispensable para el desempeño financiero. *Revista Universidad Y Empresa*,

22(38), 40–64. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.6975>

Chamorro, D. y Rey, A. (2017). Los sistemas silvopastoriles como estrategia de ganadería ecológica y productiva en Colombia. *INTA ediciones*.

<https://core.ac.uk/download/pdf/335290758.pdf>

Chamorro, D. (2021). *Producción y calidad de leche en pasturas de C. clandestinus solas y en sistemas silvopastoriles asociados con Alnus acuminata en Nariño* [Ponencia]. III Congreso Internacional de Ciencias Agrarias y Ambientales: Cambio climático y producción agropecuaria sostenible (CICAA 2021), 555–561. Evento virtual.

<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/memorias/article/view/5986/5672>

Cuevas, V., Reyes J. E., Borja, M., Loaiza, A., Sánchez, B. I., Moreno, T., y Rosales, C. (2020). Evaluación financiera y económica de un sistema silvopastoril intensivo bajo riego. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(62), 89–105.

<https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i62.759>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2020). Caracterización de la población campesina en Colombia.

https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/ecpolitica/pres_ECP_poblacioncampesina_19.pdf

Departamento Nacional de Planeación. (2024). Ficha municipal: Buesaco, Nariño. TerriData.

https://terridata.blob.core.windows.net/fichas/Ficha_52110.pdf

Díaz-Triana JE, Torres-Rodríguez S, Muñoz-P L, Avella-M. A. 2019. Monitoreo de la restauración ecológica en un bosque seco tropical interandino (Huila, Colombia): programa y resultados preliminares. *Caldasia* 41(1):60–77. doi:

10.15446/caldasia.v41n1.71318. Recibido: 02/abr/2018 Aceptado: 01/nov/2018

Díaz, M. F., Enciso, K., Triana, N., Muriel, J., y Burkart, S. (2020). *Pagos por Servicios Ambientales para sistemas silvopastoriles en Colombia*. Disponible en ResearchGate

Díaz, S. M., González, J., & Rojas, F. (2020). Percepción de productores sobre sistemas silvopastoriles en zonas de montaña. *Revista Agroecológica Colombiana*, 15(1), 45–52. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agroeco/article/view/83921>

- Dulormne, M., Sierra, J., Bonhomme, R. y Cabidoche, Y. (2004). Seasonal changes in tree-grass complementarity and competition for water in a subhumid tropical silvopastoral system. *European Journal of Agronomy*, 21. 311-322.
https://www.researchgate.net/publication/248420910_Seasonal_changes_in_tree-grass_complementarity_and_competition_for_water_in_a_subhumid_tropical_silvopastoral_system
- Escandón, R. Arce, J. y Vite, A. (2022). Costo de producción y rentabilidad de unidades productoras de leche en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(2), 427–441. <https://www.redalyc.org/journal/141/14174841005/14174841005.pdf>
- FAO. (1997). *Mejorando la extensión agrícola: Manual de referencia*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Recuperado de: <https://www.fao.org/4/w5830e/w5830e00.htm>
- FAO. (2005). Los sistemas silvopastoriles para la producción animal sostenible. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Roma, Italia. Recuperado de <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/y4435s>
- FAO 2009. *Interacciones dentro del medio ambiente*. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Disponible en: <https://www.fao.org/4/ah648s/AH648S09.htm>
- FAO (2013). *Agroforestería para la producción animal en América Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/i3062s/i3062s.pdf>

- FAO. (2020). *Transformación de los sistemas de investigación y extensión agrícola: liberando el potencial de la innovación agrícola para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Recuperado de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/ef855da5-c96a-45a2-8f9d-efabfd023443/content>
- FINAGRO. (2023) Líneas Especiales de Crédito (LEC) con Tasa Subsidiada. Manual de servicios Finagro. https://www.finagro.com.co/sites/default/files/2022-04/titulo_cuarto._lineas_especiales_de_credito_lec_con_tasa_subsidiada.pdf
- FONTAGRO. (2022). *Sistemas silvopastoriles multipropósito y ganadería familiar en Perú y Colombia* (Informe de intervenciones piloto). Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO). https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/19277_-_Producto_21.pdf
- Foucat, S. y Fernandez, D. (2012). Análisis económico-financiero de un sistema silvopastoril: estudios de caso en la reserva de la biosfera de los Tuxtlas, México. *Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable (ENDESU S.A.)* <https://www.biopasos.com/biblioteca/Silvopastoril%20Tuxtlas%20Veracruz.pdf>
- Flórez, I. F. (2023). *Establecimiento de sistemas silvopastoriles conformados por *Alnus acuminata*, *Sambucus nigra* y linderos con especies nativas en praderas de *Lolium perenne**. [Proyecto aplicado]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/57502>
- Giraldo, L. P., Calle, Z., Hernández, M., Giraldo, A., y Chará, J. (2023). Diversidad, composición y estructura de la vegetación en fincas ganaderas del valle del río Cesar, Colombia: bosques, sistemas silvopastoriles y potreros convencionales. *Caldasia*, 45(3), 581–601. <https://doi.org/10.15446/caldasia.v45n3.99172>

- Gómez, G. (2022). *Propuesta de diseño e implementación de un sistema silvopastoril modelo cercas vivas en la finca “El Silencio” municipio de El Tablón de Gómez*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/48371>
- Gualdrón, E., y Padilla, C. (2008). Producción y calidad de leche en vacas Holstein en dos arreglos silvopastoriles de acacia y aliso asociadas con pasto kikuyo. *Revista Ciencia Animal*, 1(7), 63–76. <https://revistas.lasalle.edu.co/files-articles/ca/vol1/iss1/7/fulltext.pdf>
- Guatusmal, C., Escobar, L. D., Meneses, D. H., Cardona, J. L., y Castro, E. (2020). Producción y calidad de *Tithonia diversifolia* y *Sambucus nigra* en trópico altoandino colombiano. *Agronomía Mesoamericana*, 31(1), 193–208. <https://www.redalyc.org/journal/437/43761812015/html/>
- Guevara, D. M., y Cuasquer, M. A. (2022). *Evaluación del sistema de producción lechera en el departamento de Nariño* [Trabajo de grado, Universidad de Nariño]. Repositorio Institucional Udenar. <https://sired.udenar.edu.co/12827/1/63511.pdf>
- Gutiérrez B. E., y Duque, M. I. (2014). Costos indirectos de fabricación: propuesta para su tratamiento ante los cambios normativos que enfrenta Colombia. *Cuadernos de Contabilidad*, 15(39). (DOI: <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cc15-39.cifp>)
- Gutiérrez, W. J. (2016). *La morera (Morus alba), especie vegetal perfectamente adaptada al trópico colombiano con alto potencial nutritivo en estructuras forrajeras*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/21143/17418225.pdf>

Ibrahim, M., Villanueva, C., Casasola, F., y Rojas, J. (2006). Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y la restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. *Pastos y Forrajes*, 29(4), 383–419.

Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269121676004>

IFRS Foundation. (2019). *Marco Conceptual para la Información Financiera* (versión en español). Ministerio de Economía y Finanzas del Perú.

https://www.mef.gob.pe/contenidos/conta_publicacion/vigentes/niif/marco_conceptual_financiera2014.pdf

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (s. f.). Diccionario geográfico de Colombia.

<https://diccionario.igac.gov.co/>

Laclau, P. (2012, 9 de mayo). *Consideraciones económicas y ambientales para la toma de decisiones en sistemas silvopastoriles* [Ponencia]. 2° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, Santiago del Estero, Argentina. 359-370.

<https://www.researchgate.net/project/IUFRO-WP90105-on-Research-and-Development-of-Indicators-for-Sustainable-Forest-Management>

Lee, S., Bonatti, M., Löhr, K., Palacios, V., Lana, M. A., & Sieber, S. (2020). *Potenciales de adopción y barreras de los sistemas silvopastoriles en Colombia: el caso de la región de Cundinamarca*. *Cogent Environmental Science*, 6(1), 1823632.

<https://doi.org/10.1080/23311843.2020.1823632>

Londoño C, J., Mahecha L, L., & Angulo A, J. (2019). Desempeño agronómico y valor nutritivo. *Revista Colombiana de Ciencia nutritiva*, 11(1), 693. Obtenido de

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2027-42972019000100028

- Macías, M. F. y Sánchez, A. A. (2022). El análisis financiero: Un instrumento de evaluación financiera en la empresa La Fabril. *Revista Científica Multidisciplinaria SAPIENTIAE*, 5(10), 2–20. <https://doi.org/10.56124/sapientiae.v5i10.0050>
- Mahecha, L., Rosales, M., Molina, C., & Molina, E. J. (1999). Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*-*Cynodon plectostachyus*-*Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca, Colombia. *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. Serie FAO Producción y Salud Animal* (143), 407-420
- Mahecha, L. (2002). El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), 226-231.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323817/20781003>
- Mahecha, L. (2003). Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 16 (1), 11-18.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/323847/20781032>
- Mamani L., Lindon W., y Cayo F. (2021). Evaluación de la producción, composición botánica y contenido nutricional de pastos nativos en dos épocas del año en altiplano. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 8(2), 59-72.
<https://doi.org/10.36610/j.jsaas.2021.080200059>
- Martínez, A., & Gómez, L. (2022). Limitantes para la adopción de sistemas agroforestales en comunidades rurales de Colombia. *Revista de Desarrollo Rural*, 28(1), 33–41.
- Mokate, K. M. (s. f.). *La evaluación económica de los proyectos sociales*. Facultad de Economía, Universidad de los Andes.

- Mavisoy, H., Riascos, A. R., Castro, E., Narváez, J. P., Rosas, L., del Socorro, A., y Aguillon, M. (2025). Carbon balance in dairy cattle silvopastoral production systems in Colombia's Andean-Amazon region. *Agroforestry Systems*, 99, 136. <https://doi.org/10.1007/s10457-025-01233-5>
- Molina, A., Flórez H., y Ostos, M. (2021). *Manual de costos y análisis financiero para el sistema productivo de ganadería de ceba en la Orinoquía colombiana*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - agrosavia. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405064>
- Montoya, S., Chará, J., & Murgueitio, E. (2025). Effects of intensive silvopastoral systems on bovine ingestive behavior in high-elevation dairy farms. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 13(2), 1–12. <https://doi.org/10.14269/jabb.2025.01>
- Murgueitio, E., Uribe F., Molina, C., Molina, E., Galindo, W., Chará, J., Flores, M., Giraldo, C., Cuartas, C., Naranjo, J., Solarte L., y González J. (2016). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles intensivos con leucaena*. Editorial CIPAV. Cali, Colombia. 220p. <https://cipav.org.co/wp-content/uploads/2020/08/establecimiento-manejo-sistemas-silvopastoriles-intensivos-con-leucaena.pdf>
- Murgueitio, E., Cuellar, P., Ibrahim, M., Gobbi, J., Cuartas, C., Naranjo, J., Zapata, A., Mejía, C., Zuluaga, A., y Casasola, F. (2006). Adopción de Sistemas Agroforestales Pecuarios. *Pastos y Forrajes*, 29(4), 365-381. <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269121676003.pdf>
- Murgueitio, E., Calle, Z., Uribe, F., Calle, A., & Solorio, B. (2011). Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management*, 261(10), 1654–1663. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.09.027>

- Murgueitio, E., Chará, J., Barahona, R., Cuartas, C., & Naranjo, R. (2014). Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(3), 501-507.
<https://www.redalyc.org/pdf/939/93935728001.pdf>
- Montes de Oca, E., Salvador, A., Nájera, J. A., Corral, S., Graciano, J. J., y Méndez, J. (2020). Ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en *Trichospermum mexicanum* (DC.) Baill. *Colombia Forestal*, 23(2), 89-98
- NAA. (2020). *National Associations of Accountants*. Obtenido de National Associations of Accountants: <https://www.nsacct.org/home>
- Navia, J. F., Muñoz, D. A., y Solarte, J. G. (2017). Caracterización del componente arbóreo de cercas vivas en sistemas agroforestales en el departamento de Nariño. Universidad de Nariño.
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/74882657-c257-4437-851a-8ceb34f37702/content>
- Ochoa-Beltrán, A., Martínez-Villa, J. A., Kennedy, P. G., Salgado-Negret, B., y Duque, A. (2021). Plant trait assembly in species-rich forests at varying elevations in the Northwest Andes of Colombia. *Land*, 10(10), 1057.
<https://doi.org/10.3390/land10101057>
- Paternina C., Prasca, G., & Guerra, L. (2021). Análisis y reducción de los costos alimenticios asociados a la producción de leche. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(1), 1–13.
<https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/1699/1137>
- Piarpusan-Pismac, E. D., et al. (2019). Nariño, territorio intercultural: Etnoeducación, cultura e identidad de los pueblos de Nariño. Editorial UNAD.
<https://libros.unad.edu.co/index.php/selloeditorial/catalog/download/26/78/370>

- Polania, L. y Rendon, E. (2009). Línea base de Especies Arbóreas y Arbustivas con aptitud Forrajera en Sistemas de Producción Ganadera en el Peniplano de Popayán, Popayán, Cauca. [Trabajo de grado, Universidad del Cauca]
- Petit, J. y Suniaga, J. (2005). *Manual de ganadería doble propósito: Sistemas silvopastoriles*. Academia https://www.academia.edu/901013/Sistemas_silvopastoriles
- Pezo, D, e Ibrahim M. (1998). *Modelos de Enseñanza Agroforestal No. 2: Sistemas silvopastoriles*. Repositorio CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6689>
- Plevich, J., Nuñez, C., Cantero, J., Deaestri, M. y Viale, S. (2002). Biomasa del pastizal bajo diferentes densidades de pino (*Pinus elliottii*). *Agroforestería de las Américas*, 9(33),19-23.
https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/5831/Biomasa_del_pastizal.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Portilla, D., Barragán, W., Carvajal, C., Cajas, Y. y Rivero, S. (2015). *Establecimiento de sistemas silvopastoriles para la región Caribe*. Repositorio Agrosavia.
<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12655>
- Proyecto Biocarbono. (2021). *Emisiones de CO₂ por aplicación de cal dolomita en suelos ácidos de Colombia* (Informe técnico). <https://biocarbono.org/wp-content/uploads/2021/09/02-emisiones-co2-por-aplicacion-cal-suelos-acidos-colombia.pdf>
- Ramirez, C., Garcia, M. y Pantoja, C. (2010). *Fundamentos y técnicas de costos*. Universidad Libre.
https://www.unilibre.edu.co/cartagena/pdf/investigacion/libros/ceac/FUNDAMENTO_S_Y_TECNICAS%20DE%20COSTO.pdf

- Ramírez, J., Córdova, M., Imbaquingo, J., y Chagna, E. (2022). Modelos alométricos para estimar biomasa aérea en bosques secundarios montanos del noroccidente de Ecuador. *Caldasia*, 44(1), 82–94. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9388982>
- Rey, A. y Chamorro, D. (2008). *El componente arbóreo como dinamizador del sistema de producción de leche en el tropico alto colombiano: experiencias de Corpoica - Tibaitatá*. Repositorio Agrosavia. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/19104>
- Rojas, J., Ibrahim, M., y Harvey, C. (2004). Estructura y dinámica de especies arbóreas y arbustivas en sistemas silvopastoriles de América Tropical. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4837>
- Rosales, P. R. (2007). *La formulación y evaluación de proyectos con énfasis en el sector agrícola*. Sistema de Bibliotecas de la Universidad de Panamá. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UP.204597>
- Rodríguez, M., & Pérez, C. (2019). Factores que inciden en la apropiación de tecnologías agroecológicas en zonas andinas. *Ciencia y Desarrollo Rural*, 10(2), 73–80.
- Ruíz, T., Febles, G., & Alonso, J. (2003). Potencial para la producción de biomasa en sistemas con leguminosas perennes [Ponencia]. II Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes, La Habana, Cuba. Publicado en CD-ROM.
- Salazar, H. G., Ramírez, L., & Mora, E. (2021). Adopción de prácticas agroecológicas y percepción de impacto en sistemas ganaderos familiares. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 34(3), 201-210. Doi: <https://fupvirtual.edu.co/repositorio/files/original/5b676a50fe451891b1a4bc3808252033a997fb99.pdf>

- Salinas, J. G., & García, R. (1985). *Métodos químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Salazar, F. I., González, J. H., Sánchez, P. M., y Sanmartín, J. F. (2021). Contabilidad administrativa, herramienta para la toma de decisiones gerenciales. *SAPIENTIAE: Revista de Ciencias Sociais, Humanas e Engenharias*, 6(2).
<https://www.redalyc.org/journal/5727/572765408001/html/>
- Sánchez, S., Crespo, G. y Hernández, M. (2010). Descomposición de la hojarasca en un sistema silvopastoril de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit cv. Cunningham. III. Influencia de la densidad y diversidad de la macrofauna asociada. *Pastos y Forrajes*, 33(1), 1-11.
<https://www.redalyc.org/pdf/2691/269119691003.pdf>
- Sánchez, W. A. (2019). Sistemas silvopastoriles como alternativa sostenible para la ganadería bovina colombiana. *Revista Ciencia y Agricultura*, 15(2), 107–116.
<https://doi.org/10.19053/01228420.v15.n2.2018.8687>
- Sandoval, D. F., Flórez, J. F., Enciso Valencia, K. J., y Sotelo Cabrera, M. E. (2023). Economic-environmental assessment of silvo-pastoral systems in Colombia: An ecosystem service perspective. *Heliyon*, 9, e19082.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19082>
- Saucedo, J., Díaz C., Milla M., Durand L., Linares, J., Vásquez Pérez, H. V., y Quispe-Ccasa, H. A. (2023). Sustentabilidad productiva de la instalación de sistemas silvopastoriles: una revisión sistemática basada en la realidad de Perú y Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 24(2), e3048.
<https://revistacta.agrosavia.co/index.php/revista/article/view/3048>

- Solarte, A., Rico Arístizabal, A., Zapata, C., & Murgueitio, E. (2025). Barreras y estrategias para la expansión de los sistemas silvopastoriles en el Piedemonte Amazónico, Caquetá – Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 38(1), 46–64.
<https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/357558>
- Silva, A., Garay, S. y Gómez, A. (2017). Impacto de *Alnus acuminata* Kunth en los flujos de N₂O y calidad del pasto *Cenchrus clandestinum* Hochst. ex Chiov. *Colombia Forestal*, 21(1), 47-57.
<https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/colfor/article/view/11629/13319>
- Simón, M., Ibrahim M., Finegan, B. y Pezo, D. (1998). Efectos del pastoreo bovino sobre la regeneración de tres especies arbóreas comerciales del Chaco Argentino: un método de protección. *Agroforestería en las Américas*, 5 (17), 64-67.
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7005>
- Somarriba, E. (1997). Pastoreo bajo plantaciones forestales. *Agroforestería en las Américas*, 4(15), 26-28.
https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6639/Pastoreo_bajo_plantaciones.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Tapasco, J., LeCoq, J. F., Ruden, A., Rivas, J. S., y Ortiz, J. (2019). *El sector ganadero en Colombia: hacia un programa para facilitar la adopción a gran escala de prácticas de mitigación y adaptación*. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, 61.
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00061>
- The Nature Conservancy. (s. f.). *Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible*.
<https://www.nature.org/es-us/sobre-tnc/donde-trabajamos/tnc-en-latinoamerica/colombia/ganaderia-colombiana-sostenible/>

- Uribe, M. V. (2014). Caracterización de la evolución en el concepto de contabilidad de 1990 a 2010. *Cuadernos de Contabilidad*, 15(37), 233–260.
<https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuacont/article/download/9009/7302/34176>
- Useche, D. (2022). *Implicaciones sociales, económicas y ecológicas para la implementación de sistemas silvopastoriles como estrategia para la conservación de la biodiversidad en paisajes ganaderos tropicales*. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/7713>
- Vargas, J. S., y Londoño, J. I. (2023). Propuesta de distribución de costos indirectos de fabricación por el método algebraico para complementar las metodologías de costeo tradicional y ABC en empresas manufactureras. *Cuadernos de Contabilidad*, 24.
<https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuacont/article/view/37988>
- Villegas E. (2002). Análisis financiero en los agronegocios. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 6(10), 335-346. <https://www.redalyc.org/pdf/141/14101003.pdf>
- Yepes Vargas, L., y Sarmiento L. (2016). *Estudio de la apropiación de sistemas silvopastoriles en la producción de leche bovina en el contexto del agronegocio lácteo del sur del Atlántico*. Retrieved from
https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_agronegocios/18
- Zapata A. y Silva B. 2020. *Sistemas silvopastoriles: aspectos teóricos y prácticos* CARDER, CIPAV. Editorial CIPAV. Segunda edición. Cali, Colombia. 242p.
<https://cipav.org.co/wp-content/uploads/2020/08/sistemas-silvopastoriles-aspectos-teoricos-y-practicos.pdf>
- Zapata A., Ávila I., Caicedo M., Cuéllar V. 2022. *Ganadería sostenible y adaptación al cambio climático*. Editorial CIPAV. Cali, Colombia. 240p.
<https://naturapanama.org/wp-content/uploads/2024/01/LIBRO-GANADER-SOSTENIB-CAMB-CLIMA-2022-NATURA-GEMAS-CIPAV-Version-Digital.pdf>

Zapata A. y Silva B. 2020. *Sistemas silvopastoriles: aspectos teóricos y prácticos* CARDER, CIPAV. Editorial CIPAV. Segunda edición. Cali. Colombia. 242p.

Callaway, R. M., y Walker, L. R. (1997). Competition and facilitation: A synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology*, 78(7), 1958–1965.

[https://doi.org/10.1890/0012-9658\(1997\)078\[1958:CAFASA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1997)078[1958:CAFASA]2.0.CO;2)

Zuluaga, A., Giraldo, C. y Chará, J. (2011). *Servicios ambientales que proveen los Sistemas Silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad*, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. <https://infopastosyforrajes.com/libros-y-manuales-pdf/servicios-ambientales-que-proveen-los-sistemas-silvopastoriles-y-los-beneficios-para-la-biodiversidad/>

Zuluaga, A., Uribe, F., Valencia, L, y Murgueitio, E. (2020). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles en trópico alto colombiano*. Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible.