



AGROSAVIA
Corporación colombiana de investigación agropecuaria



CIAT
Centro Internacional de Agricultura Tropical
Desde 1967 Ciencias para cultivar el cambio

inia
Instituto Nacional de Innovación Agraria

Manual técnico: Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles en el trópico peruano

**Proyecto:
Sistemas Silvopastoriles Multipropósito y
Ganadería Familiar en Perú y Colombia**

José Velarde, Gelver Romero, Luz Marlene Durand, Remzi Zárate,
Julio Alegre, Carlos Gómez
2025



Prólogo

Ante los efectos del cambio climático, sumado a la constante degradación y explotación de los recursos naturales, los sistemas silvopastoriles (SSP) son una opción para aminorar los efectos de la ganadería y restablecer las cadenas ecotróficas de las regiones tropicales. Asimismo, un buen manejo de estos sistemas permite reducir la pobreza y el hambre.

Los SSP constituyen una estrategia de manejo integrada que combina árboles, arbustos y pasturas en un mismo espacio productivo, con el fin de optimizar la producción animal y, al mismo tiempo, generar beneficios ambientales y sociales. Este manual describe los principales arreglos silvopastoriles adaptados a la región, así como las especies de gramíneas, leguminosas y árboles de mayor potencial para su implementación. Con base en esta información, se propone un plan de acción estructurado en fases de diagnóstico, planificación, establecimiento y validación, que orienta el proceso de diseño y manejo de los sistemas. Finalmente, se presentan los impactos esperados a nivel productivo, económico, social y ambiental, resaltando el papel de los SSP como alternativa sostenible para la ganadería familiar en contextos de alta presión sobre los recursos naturales.

Este manual ha sido elaborado en el marco del proyecto **FONTAGRO “Sistemas Silvopastoriles Multipropósito y Ganadería Familiar en Perú y Colombia” (ATN/RF-19277-RG)**, cuyo propósito es fortalecer la productividad de la ganadería familiar mediante la implementación de SSP multipropósito, garantizando su sostenibilidad ambiental, la valoración de los servicios ecosistémicos, la capacitación de productores y el impulso de la innovación regional. A partir de la ejecución del proyecto, se han generado valiosas experiencias y aprendizajes sobre lo que se debe considerar antes, durante y después del establecimiento de un SSP, tanto a nivel de finca como en los ámbitos social, ambiental y académico.

Autores

José Velarde Guillén, *PhD*
Gelver Romero Delgado, *PhD*
Luz Marlene Durand Chávez, *Ing.*
Remzi Zárate Díaz, *MgSc*
Julio Alegre Orihuela, *PhD*
Carlos Gómez Bravo, *PhD*

Agradecimientos

Agradecimiento especial al Programa Nacional de Investigación Científica y Estudios Avanzados - PROCIENCIA en el marco del proyecto ALIANZAS INTERINSTITUCIONALES PARA PROGRAMAS DE DOCTORADO - ETAPA II, “NUTRICIÓN”, CONTRATO N° PE501084302-2023-PROCIENCIA-BM. Asimismo, a la Estación Experimental Agraria El Porvenir del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y a los productores del distrito de Cuñumbuqui, quienes brindaron acceso a sus fincas y compartieron generosamente sus datos, haciendo posible el levantamiento de la información utilizada en este trabajo.

Tabla de contenidos

I.	Principios básicos de los sistemas silvopastoriles	9
I.1.	Diversificación de especies	9
I.2.	Aprovechamiento del espacio	9
I.3.	Mejora de la fertilidad del suelo	9
I.4.	Bienestar animal	9
I.5.	Adaptación al ecosistema local	10
I.6.	Manejo sostenible	10
II.	Tipos de suelo, características y sistemas oportunidad	11
II.1.	Clasificación de suelos por su origen de formación	11
II.1.1.	Suelos de origen aluvial reciente	11
II.1.2.	Suelos de origen aluvial antiguo	11
II.1.3.	Suelos residuales	11
II.2.	Clasificación de suelos por capacidad de uso	12
II.2.1.	Tierras aptas para cultivos en limpio (A)	12
II.2.2.	Tierras aptas para cultivos permanentes (C)	12
II.2.3.	Tierras aptas para pastos (P)	12
II.2.3.1.	Propiedades principales	13
II.2.3.2.	Limitantes	13
II.2.4.	Tierras aptas para producción forestal (F)	13
II.3.	Importancia de los suelos P y F	13
III.	Métodos de desmonte y limpieza adaptados a la vegetación tropical	18
III.1.	Desbroce selectivo y manual.	18
III.2.	Corte y apilamiento de residuos.	18
III.3.	Quema controlada restringida.	18
III.4.	Mecanización restringida.	19
III.5.	Manejo de regeneración natural.	19
IV.	Consideraciones sobre la topografía y manejo del agua	20
IV.1.	Análisis del relieve y categorización de pendientes	20
IV.2.	Siembra en contorno y curvas de nivel.	20
IV.3.	Manejo de zonas de escurrimiento y fuentes hídricas.	20
IV.4.	Caminos y accesos.	20
IV.5.	Cosecha y retención de agua.	21

V.	Tipos de sistemas silvopastoriles	22
V.1.	Árboles dispersos	22
V.2.	Cercas vivas	23
V.3.	Bancos de proteína	23
V.4.	Pastoreo en plantaciones forestales o agrícolas	24
V.5.	Sistemas silvopastoriles intensivos y multiestratos	24
VI.	Selección de especies arbóreas, forrajeras y de cobertura	26
VI.1.	Gramíneas	26
VI.2.	Leguminosas forrajeras	27
VI.3.	Árboles leñosos, frutales y de cobertura	27
VII.	Producción de árboles	28
VII.1.	Pasos para la producción de plántulas en vivero	29
VII.2.	Características idóneas de las plántulas para su establecimiento en campo	29
VII.3.	Lista de especies útiles para SSP	30
VII.3.1.	Árboles nativos (función: sombra, cerca viva, madera)	30
VII.3.2.	Frutales útiles en SSPM	30
VII.3.3.	Leguminosas para ramoneo	30
VII.4.	Fuentes para obtención de semillas y plántulas en San Martín	31
VIII.	Establecimiento de la pradera	32
VIII.1.	Selección de especies forrajeras	32
VIII.2.	Preparación del terreno y siembra	32
VIII.3.	Manejo inicial y establecimiento	33
VIII.4.	Interacción con el componente arbóreo	33
IX.	Manejo general del sistema silvopastoril	34
IX.1.	Fertilización y manejo del suelo	34
IX.2.	Carga animal y manejo del pastoreo	34
IX.3.	Manejo de los árboles	34
IX.4.	Control de malezas y plagas	35
IX.5.	Agua y sombra	35
IX.6.	Monitoreo y evaluación continua de todos los componentes del sistema silvopastoril	35
X.	Referencias	36

Introducción

En Perú existe una población estimada de 5.8 millones de cabezas de vacuno (INEI, 2025). En la Amazonía Peruana, que concentra el 14% del ganado destinado a carne y el 12% del destinado a leche, predominan los sistemas ganaderos de doble propósito. En particular, la región de San Martín alberga un importante número de unidades productivas bajo este esquema, caracterizadas por superficies entre 10 y 30 hectáreas. A pesar de su importancia económica, los sistemas ganaderos amazónicos presentan serias limitaciones productivas.

Productivamente, la región amazónica contribuye sólo con el 11% de la carne a nivel nacional, con un rendimiento cárnico por animal 6% menor que el promedio del país (139 vs 148 kg/animal). En cuanto a la producción de leche, la Amazonía representa apenas el 7% del total del país, con un rendimiento promedio de 1,371 kg/vaca/año, significativamente menor al promedio nacional de 2,358 kg/vaca/año (MIDAGRI, 2024). Además, ambientalmente, los sistemas ganaderos tradicionales han contribuido a la degradación de suelos, pérdida de biodiversidad y alteración de los ciclos hidrológicos, exacerbando la vulnerabilidad de las fincas ante el cambio climático (FAO, 2021).

El establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles, en el trópico peruano, representa una estrategia efectiva para mejorar la productividad, resiliencia y sostenibilidad de la ganadería. La integración de árboles, arbustos, pasturas y animales permite diversificar la producción, mejorar la oferta alimenticia durante todo el año, conservar suelos y recursos hídricos, capturar carbono, y fomentar el bienestar animal (FAO, 2013; Murgueitio *et al.*, 2011). Estos beneficios no solo aumentan la rentabilidad del sistema productivo, sino que, también, contribuyen a la restauración ambiental y a la adaptación frente a escenarios de cambio climático.

Este manual tiene como objetivo proporcionar lineamientos técnicos y prácticos para el diseño, establecimiento y manejo eficiente de sistemas silvopastoriles en el contexto del trópico húmedo peruano, con especial énfasis en las condiciones agroecológicas y socioeconómicas de la región de San Martín. Está dirigido a productores, técnicos de campo, extensionistas, formuladores de proyectos y tomadores de decisión interesados en generar innovaciones hacia una ganadería más sostenible, productiva y en armonía con el entorno amazónico.



I. Principios básicos de los sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son una modalidad de uso de la tierra donde se integran árboles, arbustos forrajeros, pasturas y animales en una misma unidad productiva, buscando beneficios tanto productivos como ambientales (FAO, 2013). Esta integración permite aprovechar de manera más eficiente los recursos del ecosistema local, generando sinergias que aumentan la productividad y la resiliencia del sistema.

I.1. Diversificación de especies

La diversificación es un principio fundamental de los SSP. La inclusión de múltiples especies de árboles, arbustos y pastos asegura una producción continua de forraje, mejora la biodiversidad y amortigua los efectos del cambio climático (Murgueitio *et al.*, 2011). Se recomienda seleccionar especies con funciones múltiples que proporcionen alimento, sombra y servicios ecosistémicos complementarios, preferiblemente nativos o que se haya demostrado su adaptabilidad a la zona.

I.2. Aprovechamiento del espacio

El diseño de SSP promueve la ocupación de diferentes estratos del espacio, los cuales se pueden dividir en tres principales: superior, donde los árboles dominan; medio, con los arbustos; e inferior, donde los pastos predominan. Esta estratificación mejora la eficiencia en el uso de agua y nutrientes del suelo, así como protección ante los efectos de la variación de la temperatura, luz solar directa y erosión por viento, permitiendo mayores rendimientos por hectárea (Sotomayor-Ramírez *et al.*, 2020).

I.3. Mejora de la fertilidad del suelo

Los SSP contribuyen a la mejora de la fertilidad del suelo mediante procesos como la fijación biológica de nitrógeno por leguminosas, la acumulación de materia orgánica y la reducción de la erosión (Montagnini y Nair, 2004). La cobertura permanente del suelo también minimiza la pérdida de nutrientes y mejora su capacidad de retención de agua.

I.4. Bienestar animal

La provisión de sombra y microclimas más frescos disminuye el estrés térmico en los animales, favoreciendo su comportamiento, y aumentando su

consumo de alimento y, por ende, su productividad (Broom *et al.*, 2013). Además, el acceso a forraje diverso y de alta calidad mejora el perfil nutricional de las dietas y la eficiencia alimentaria.

I.5. Adaptación al ecosistema local

La selección de especies debe considerar su adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas del sitio. El uso de especies nativas o bien adaptadas contribuye a la estabilidad del sistema, reduce los riesgos de fallas en el establecimiento y minimiza los requerimientos de insumos externos (Nair, 1993).

I.6. Manejo sostenible

La clave del éxito de los SSP depende de las prácticas de manejo. Estas prácticas incluyen: monitoreo continuo, rotación de áreas de pastoreo, protección de plántulas jóvenes y conservación de la biodiversidad (FAO, 2013). Estas acciones permiten mantener el equilibrio productivo y ecológico a largo plazo, aumentando la resiliencia frente a fenómenos climáticos extremos.

Comprender y aplicar estos principios es clave para diseñar, establecer y manejar SSP exitosos que contribuyan, simultáneamente, a la productividad ganadera y a la restauración y conservación de los ecosistemas tropicales.

II. Tipos de suelo, características y sistemas oportunidad

El adecuado diseño e implementación de SSP requieren un conocimiento detallado del recurso suelo, ya que este condiciona la productividad de las especies forrajeras, la supervivencia de los árboles y la salud general del ecosistema. En este capítulo, se abordarán los principales suelos de la región, clasificados de acuerdo con su origen y con el uso preferente que se les da. En la tabla 1 se encuentra una clasificación de los suelos de acuerdo con su capacidad de uso en la región San Martín (IIAP, 1992).

Este manual usará, principalmente para su aplicación, los suelos clasificados como tipo P (aptos para pastos) y tipo F (aptos para forestación), ya que representan los escenarios más relevantes para el establecimiento de prácticas silvopastoriles en regiones de la Amazonía peruana como San Martín.

II.1. Clasificación de suelos por su origen de formación

De acuerdo con sus orígenes, los suelos de San Martín se clasifican en tres grupos: suelos aluviales recientes, suelos aluviales antiguos y suelos residuales.

II.1.1. Suelos de origen aluvial reciente

Son suelos próximos a ríos que reciben, de forma continua, sedimentos o aportes frescos. Generalmente, son los que presentan una mayor aptitud agrícola con cultivos adaptados al medio ecológico; sin embargo, también se presentan suelos hidromórficos de mal drenaje y de baja fertilidad.

II.1.2. Suelos de origen aluvial antiguo

Originados por sedimentos antiguos de los ríos, con alturas que van desde los 15 hasta los 50 m. Se les consideran terrazas medias y altas. Son suelos profundos, de textura moderadamente fina a fina, topografía plana a ligeramente ondulada, un drenaje que varía desde bueno hasta imperfecto a pobre y de fertilidad natural muy baja. Debido a la erosión pluvial, presentan disecciones (hundimientos por erosión del agua) hasta llegar a formar, en muchos casos, colinas bajas.

II.1.3. Suelos residuales

Comprende todos los suelos que se han originado *in situ*, a partir de materiales sedimentarios y heterogéneos del Terciario y Cuaternario (lutitas,

limolitas, areniscas, gravas) y que, debido a diversos fenómenos, han originado colinas bajas y altas, vecinas con el sistema montañoso. Los suelos son generalmente de texturas moderadamente finas a finas, profundas a superficiales y con una topografía abrupta, que les da un moderado a alto potencial erosivo.

II.2. Clasificación de suelos por capacidad de uso

Esta clasificación está basada en las características fisicoquímicas, morfológicas y pedogenéticas de los suelos, así como el ambiente ecológico en que se desarrollan. Teniendo esto en cuenta, la capacidad de uso del suelo se clasifica en: aptas para cultivo de corto periodo vegetativo, para cultivo perenne, para praderas, forestales y de protección.

II.2.1. Tierras aptas para cultivos en limpio (A)

Estas zonas comprenden 198,434 ha (3.83%) de la región de San Martín. Son las tierras con las mejores condiciones físicas, químicas y topográficas, donde se pueden producir cultivos de corto periodo vegetativo, acordes con las condiciones ecológicas de la zona. Dentro de este grupo se han establecido dos clases de capacidad de uso (A2 y A3). Los cultivos pertinentes son: maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), maní (*Arachis hypogaea*), yuca (*Manihot esculenta*), soya (*Glycine max*), arroz (*Oryza sativa*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y algunas hortalizas afines al medio.

II.2.2. Tierras aptas para cultivos permanentes (C)

Estas tierras comprenden una superficie aproximada de 415,853 ha (7.83%). Incluye tierras que por sus limitaciones edáficas y/o relieve, permiten cultivos perennes. En este grupo se han reconocido las clases C2 y C3. Entre los cultivos pertinentes se encuentran: piña (*Ananas comosus*), taperibá (*Spondias mombin*), cocona (*Solanum sessiliflorum*), guanábana (*Annona muricata*), cítricos (*Citrus spp.*), papaya (*Carica papaya*) y maracuyá (*Passiflora edulis*), entre los principales.

II.2.3. Tierras aptas para pastos (P)

Estas tierras comprenden una superficie aproximada de 83,851 ha (1.62%). Comprende aquellas tierras que por sus limitaciones edáficas no permiten la implantación de cultivos anuales o permanentes, pero que sí presentan

condiciones aparentes para el cultivo de pastos. Dentro de este grupo se han reconocido las clases P2 y P3. Los principales pastos recomendados son: brachiaria (*Urochloa brizantha*), yaraguá (*Hyparrhenia rufa*), pasto elefante (*Cenchrus purpureus*), torurco (*Setaria sphacelata*), pangola (*Digitaria decumbens*), entre otros; y leguminosas, como stilosantes (*Stylosanthes guianensis*), centrocema (*Centrosema pubescens*) y kudzu (*Pueraria phaseoloides*), entre otras.

II.2.3.1. Propiedades principales

- Profundidad moderada a profunda.
- Textura franco-arcillosa a franco-limosa.
- Pendientes suaves a moderadas (hasta 30%).
- Moderada fertilidad natural.
- Drenaje generalmente moderado.

II.2.3.2. Limitantes

- Compactación superficial por sobrepastoreo.
- Erosión hídrica en pendientes sin cobertura adecuada.
- Acidez moderada y deficiencia de fósforo en algunos sectores.

II.2.4. Tierras aptas para producción forestal (F)

Estas tierras cubren una superficie aproximada de 825,982 ha (15.95%); incluyen aquellas tierras que, por sus severas limitaciones de orden edáfico y topográfico, no son aptas para la actividad agrícola o ganadera convencional, pero ofrecen un gran potencial para SSP bajo modelos extensivos o de conservación. Dentro de este grupo, se han reconocido las clases F2 y F3.

II.3. Importancia de los suelos P y F

La integración de árboles y pastos en suelos tipo P y F representa una estrategia clave para mejorar la productividad, la resiliencia climática y la sostenibilidad ambiental de los sistemas ganaderos en la Amazonía Peruana. Adaptar las prácticas silvopastoriles a las características específicas del suelo permite maximizar los beneficios económicos y ecológicos, reduciendo, a su vez, la degradación del recurso suelo.

Tabla 1. Clasificación de suelos por capacidad de uso en la región de San Martín, Perú

Tipo de uso			CARACTERÍSTICAS	SUELOS	Superficie	
GRUPO	CLASE	SUBCLASE	GENERALES	INCLUIDOS	Ha	%
A	A2	A2s	Aptas para cultivos en limpios, la mayor limitación es el factor suelo, suelos son moderadamente profundo, drenaje bueno, textura media, de reacción fuertemente ácida a neutra, ubicadas en terrazas bajas y medias.	Naranjillo, Nuevo Tambo, Yarinall, Valle Grande, La Florida.	51,469	0.99
		A2sc	Aptas para cultivos en limpios, la mayor limitación es el factor suelo, suelos son moderadamente profundo, drenaje bueno, textura media, de reacción fuertemente ácida a neutra, ubicadas en terrazas bajas y medias.	Unión, Picota, Pastizal y Mundial	37,674	0.73
		A2si	Aptas para cultivos en limpios, la mayor limitación es el problema de inundación periódica, suelos profundos, drenaje bueno, textura franca. Ligeramente ácidas y con una buena dotación de materia orgánica. Ubicadas en terrazas bajas.	Alto Mayo, Ribera I y Huallaga I	20,317	0.39
		A2sic	Aptas para cultivos en limpios, la mayor limitación es el problema de inundación periódica y las estaciones secas prolongadas; suelos profundos, drenaje bueno, textura franca. Ligeramente alcalinas, alto contenido de carbonatos libres y con una buena dotación de materia orgánica. Ubicadas en terrazas bajas.	Picota, Pampas, Huallaga II y Ribera II	27,885	0.54
	A3	A3si	Aptas para cultivos en limpios, la limitación está relacionada con la fertilidad natural y la inundabilidad, suelos mod. Profundo a profundos, reacción mod. ácida a neutra. drenaje bueno a moderado, ubicadas en terrazas planas ligeramente onduladas.	Shapaja y Paraíso	32,993	0.64
		A3sw	Aptas para cultivos en limpios, la limitación principal es el drenaje imperfecto debido a la presencia de una capa arcillosa impermeables superficiales a mod. profundos, reacción fuertemente ácida a neutra. Ubicadas en terrazas bajas y medias.	Valle Grande y Rumi Bajo.	28,096	0.54
C	C2	C2s	Aptas para cultivos permanentes, las limitaciones están referidas a su textura, baja fertilidad, reacción extremadamente ácida. Son suelos profundos, de buen drenaje y de textura franca. Se ubican en terraza y colinas bajas ligeramente disectadas.	Valle Grande, Nuevo Tambo y la Florida	10,094	0.20
		C2sc	Aptas para cultivos permanentes, las limitaciones están referidas a su textura, baja fertilidad, reacción extremadamente ácida. Son suelos profundos, de buen drenaje y de textura franca. Se ubican en terraza y colinas bajas ligeramente disectadas.	Valle Grande, Nuevo Tambo y la Florida	2,063	0.04

	C3	C2es	Aptas para cultivos permanentes, las limitaciones están referidas a su baja fertilidad, reacción extremadamente ácida. Son suelos profundos, de buen drenaje y de textura franca. Se ubican en colinas bajas ligeramente disectadas.	Habana, Porvenir, Cerro Amarillo, Moyobamba, Coparo I, y Carretera	30,984	0.60
		C2esc	Aptas para cultivos permanentes, las limitaciones están referidas a su baja fertilidad, reacción varía de extremadamente ácida a neutra. Son suelos profundos a moderadamente profundos, arcillosos, de buen drenaje y de textura franca. Se ubican en colinas bajas ligeramente disectadas.	Cerro Amarillo, Coparo II, Moparo II	28,339	0.55
		C3s	Aptas para cultivos permanentes, con limitaciones por su relieve textura y fertilidad natural. Profundos a moderadamente profundos, de textura finas a gruesas con drenaje natural bueno de reacción extremadamente ácida, ubicadas en terrazas altas.	Tocache y Yamato	123,161	2.38
		C3es	Aptas para cultivos permanentes, con limitaciones por su relieve textura y fertilidad natural. Profundos a moderadamente profundos, de textura finas a gruesas con drenaje natural bueno de reacción extremadamente ácida, ubicadas en colinas bajas.	Moparo I, Coparo I, Ni-pón I, Calera I, Bellavista Rojo, Bellavista P-lido, Yamato	221,212	4.27
P	P2	P2es	Aptas para pastos, se ubican en terrazas altas y medias y en áreas colinosas. Las limitaciones están referidas su acidez y fertilidad, profundos a moderadamente profundos, contenidos medios de materia orgánica bajos de fósforo y potasio disponible que le confieren una fertilidad natural de baja a media.	Porvenir, Coparo I, Cerro Amarillo, Habana, Moyobamba Carretera y Tocache	17,712	0.34
		P2esc	Aptas para pastos, las limitaciones están referidas su profundidad efectiva por la presencia de cantos rodados, de textura fina, reacción neutra a ligeramente alcalina, su fertilidad natural de media a baja, se ubican en áreas colinosas.	Moparo II,	10,318	0.20
	P3	P3s	Aptas para pastos, las limitaciones están referidas su profundidad efectiva, su fertilidad natural de media a baja, se ubican en áreas colinosas.	Tocache, Yamato, Shapaja	55,821	1.08
F	F2	F2es	Aptas para producción forestal, las limitaciones están referidas al relieve accidentado, su baja fertilidad natural y a la profundidad del suelo, generalmente, se ubican en colinas bajas ligera a moderadamente disectadas.	Domo, Cerro Amarillo, Coparo, y Yamato.	798,884	15.44
		F2w	Aptas para producción forestal, con limitaciones referidas a su fertilidad y drenaje, reacción extremadamente ácida generalmente, se ubican en terrazas bajas de drenaje imperfecto a pobre.	Shapaja, Renacal y Aguajal	18,993	0.37

	F3	F3w	Aptas para producción forestal, con limitaciones referidas a su baja fertilidad y drenaje, reacción extremadamente ácida generalmente, se ubican en terrazas bajas de drenaje imperfecto a pobre.	Shimbillo, gravilla y Aguajal	3,348	0.06
X		Xs	Tierras de protección, con limitaciones referidas al factor edáfico, de texturas gruesas, superficiales limitados por el horizonte espódico. Ubicadas en terrazas altas.	Varillal,	4,618	0.09
		Xes	Tierras de protección, con limitaciones referidas al relieve muy empinada y al factor edáfico, de texturas finas, superficiales. Ubicados en colinas altas y montañas con pendientes muy empinadas.	Cerro Amarillo, Calera I, Calera II, Nipón I, Nipón II	3,451.623	66.70
		Xsi	Tierras de protección, con limitaciones referidas al factor edáfico y a las inundaciones texturas medias a finas, superficiales a moderadamente profundos. Ubicados en las llanuras aluviales de los principales ríos.	Shimbillo, Aguajal, Rumi bajo y Ribera I	5,888	0.11
		Xsw	Tierras de protección, con limitaciones referidas al factor edáfico, suelos de texturas finas, superficiales con problemas de drenaje imperfecto a pobre ubicados en terrazas bajas de drenaje imperfecto a pobre. Terrazas bajas y medias de drenaje muy pobre.	Aguajal I y Aguajal	58,598	1.13
		Xiw	Tierras de protección, limitadas por inundaciones periódicas, fertilidad natural media, ubicadas en islas, explayamiento y bancos de arenas, meandros con vegetación, y orillares	Aguajal y Rumi bajo	99,149	1.92
Agua					35,646	0.69
				Total	5 174 885	100.00

III. Métodos de desmonte y limpieza adaptados a la vegetación tropical

Una vez ubicado el lugar para establecer el SSP, el terreno necesitará ser adaptado de tal forma que permita intervenir la vegetación natural sin degradar irreversiblemente los ecosistemas. Los métodos de desmonte y limpieza deben minimizar la remoción de cobertura vegetal, conservar los árboles útiles, evitar la erosión y fomentar la regeneración natural o inducida de especies beneficiosas. Existe investigación en la Amazonía Peruana que indica que el desmonte mecanizado con una cuchilla forestal tipo KG no arrastra residuos ni capa superficial y se pueden cultivar pastos y árboles evitando la degradación de los suelos (Alegre y Cassel, 1990).

III.1. Desbroce selectivo y manual

Este método consiste en eliminar, solamente, la vegetación no deseada, como malezas leñosas o especies invasoras, mientras se conservan árboles nativos que aportan sombra, forraje o productos maderables. Se realiza con herramientas manuales (machete, motosierra) o mecánicas ligeras, y permite adaptar el diseño del sistema a la vegetación existente, reduciendo costos y aumentando la resiliencia ecológica del sistema.

III.2. Corte y apilamiento de residuos

La vegetación cortada puede ser dispuesta en fajas o montículos paralelos a las curvas de nivel. Esto genera barreras naturales contra la escorrentía, facilita la infiltración y permite el reciclaje de nutrientes al descomponerse. Este enfoque es especialmente útil en pendientes suaves o medias.

III.3. Quema controlada restringida

En algunos casos, puede emplearse una quema controlada para eliminar residuos orgánicos abundantes, pero debe ser realizada con precaución, fuera de la temporada seca, con cortafuegos bien establecidos y bajo supervisión técnica. Este método no es aconsejable si hay riesgo de incendios forestales o pérdida de materia orgánica en el suelo.

III.4. Mecanización restringida

El uso de maquinaria debe ser mínimo, priorizando herramientas de bajo impacto como motoguadañas o desbrozadoras. El paso de tractores o maquinaria pesada puede compactar superficialmente el suelo, especialmente en suelos arcillosos con alta humedad. Cuando sea necesario mecanizar, debe hacerse sobre suelo seco y utilizando tractores ligeros.

III.5. Manejo de regeneración natural

En áreas con regeneración secundaria o vegetación en recuperación, se puede permitir el rebrote controlado de especies útiles (por ejemplo, leguminosas o árboles con capacidad forrajera) que se integren naturalmente al sistema sin necesidad de sembrarlas, reduciendo así costos y promoviendo una mayor adaptación ecológica.

IV. Consideraciones sobre la topografía y manejo del agua

La topografía del terreno es un factor crítico en el diseño de SSP tropicales, especialmente en zonas con alta precipitación pluvial y suelos frágiles. Un diseño inadecuado puede generar erosión, pérdida de nutrientes, y escasa retención de humedad. Por ello, se debe realizar una planificación que integre el manejo hídrico con las prácticas productivas.

IV.1. Análisis del relieve y categorización de pendientes

- **Pendientes suaves (0–12%):** Se permite el pastoreo directo y siembra alterna de árboles y pastos. Se recomienda siembra en curvas a nivel para frenar la escorrentía.
- **Pendientes medias (12–25%):** Se debe establecer terrazas, zanjas de infiltración y barreras vivas. El pastoreo debe rotarse cuidadosamente para evitar compactación del suelo.
- **Pendientes fuertes (>25%):** No se aconseja el uso ganadero intensivo. Se prioriza la reforestación, el enriquecimiento forestal y sistemas agrosilvopastoriles extensivos con especies de raíces profundas.

IV.2. Siembra en contorno y curvas de nivel

El diseño de franjas de árboles y pastos en curvas de nivel ayuda a retener suelo y agua, reduciendo la erosión superficial. Las hileras arbóreas pueden alternarse con franjas de pasturas, generando una distribución más eficiente del agua de lluvia.

IV.3. Manejo de zonas de escurrimiento y fuentes hídricas

Es esencial proteger los cuerpos de agua (ríos, quebradas, manantiales) con franjas de amortiguamiento que mantengan la cobertura forestal. Estas zonas filtran sedimentos y nutrientes, y conservan la biodiversidad local.

IV.4. Caminos y accesos

Los caminos internos deben diseñarse siguiendo la topografía, evitando trazos en línea recta cuesta abajo. Se recomienda

la compactación ligera de los canales, que tengan materiales permeables y canales de drenaje lateral para reducir la escorrentía y erosión durante las lluvias.

IV.5. Cosecha y retención de agua

En terrenos con topografía favorable, pueden construirse pequeños reservorios con geomembranas, zanjas de infiltración o microterrazas para captar y almacenar agua. Estas estructuras, combinadas con el efecto de sombra y cobertura del dosel arbóreo, ayudan a mantener la humedad edáfica por más tiempo.

V. Tipos de sistemas silvopastoriles

Los SSP presentan una gran diversidad de formas y configuraciones, dependiendo del contexto ecológico, socioeconómico y de los objetivos productivos de cada finca. A continuación, se describen los principales tipos de sistemas implementados en el trópico peruano:

V.1. Árboles dispersos

Este sistema consiste en la presencia de árboles aislados o en pequeños grupos distribuidos dentro del potrero. Los árboles proporcionan sombra, forraje suplementario, madera y otros productos, mientras permiten el crecimiento de pasturas de calidad. Su manejo incluye la selección de especies apropiadas, la regulación de la densidad arbórea y la protección de los ejemplares juveniles. Estos arreglos son comunes en la zona debido a que pertenecen a bosques secundarios.



Figura 2. Vista aérea, con dron, de árboles dispersos en potreros, Fundo Pucayacu (Instituto Regional de Desarrollo Selva de la UNALM), San Martín

V.2. Cercas vivas

Las cercas vivas son hileras de árboles o arbustos sembrados para delimitar potreros o caminos, y que, además, cumplen funciones de provisión de forraje, leña, madera, y hábitat para fauna silvestre. Su establecimiento requiere selección de especies resistentes al ramoneo y manejo periódico de podas para fomentar el rebrote.



Figura 3. Vista aérea, con dron, de cercas vivas de matarratón (*Gliricidia sepium*) en Cuñumbuqui, San Martín

V.3. Bancos de proteína

Los bancos de proteína son parcelas sembradas con especies forrajeras de alto contenido proteico, como leguminosas arbustivas, destinadas a suplementar la dieta del ganado en épocas críticas. Son fundamentales para aumentar la eficiencia productiva en SSP.



Figura 4. Banco de proteína de botón de oro (*Tithonia diversifolia*) establecido en la Estación Experimental Agraria El Porvenir del INIA, San Martín

V.4. Pastoreo en plantaciones forestales o agrícolas

Este sistema integra la producción de madera o cultivos perennes con el pastoreo controlado de animales. Permite aprovechar el espacio y los recursos disponibles durante las fases iniciales de crecimiento de las plantaciones.

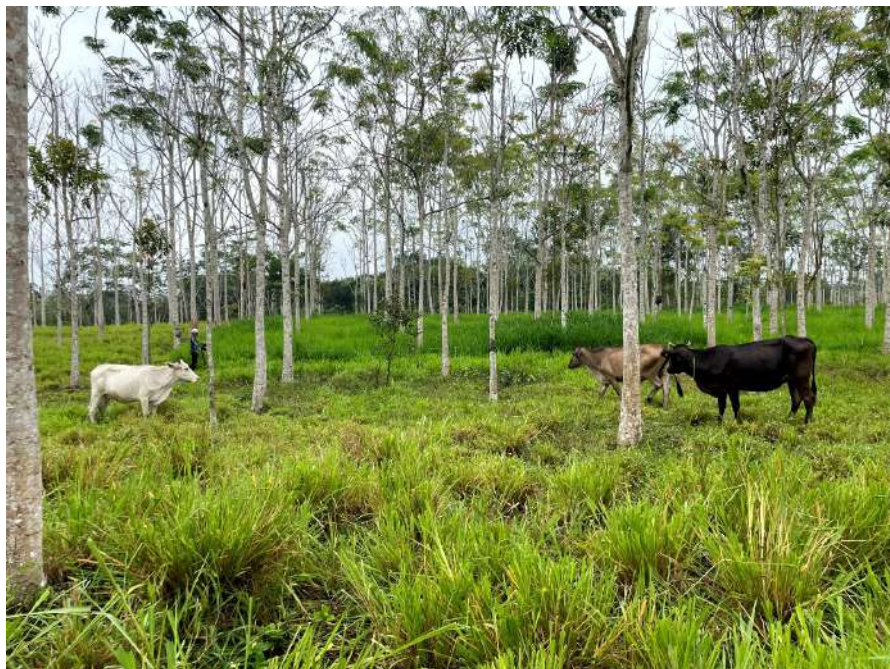


Figura 5. Sistema silvopastoril de la finca “Villa Hermosa” en Rioja, San Martín

V.5. Sistemas silvopastoriles intensivos y multiestratos

Estos sistemas combinan múltiples estratos vegetativos: árboles de gran porte, arbustos medianos y pasturas, optimizando el uso del espacio vertical y aumentando la productividad y la biodiversidad del sistema. Requieren un manejo técnico más complejo, pero ofrecen mayores beneficios productivos y ecológicos.



Figura 6. Sistema silvopastoril multiestratos de la finca “Mi Chacrita”, en Cuñumbuqui, San Martín.

Cada tipo de sistema presenta ventajas y retos específicos. La elección del modelo a implementar debe basarse en el diagnóstico de las condiciones locales, los objetivos productivos del productor y la disponibilidad de recursos.

VI. Selección de especies arbóreas, forrajeras y de cobertura

Una vez seleccionado el arreglo silvopastoril más adecuado para ser establecido, se deben seleccionar las especies que lo integrarán. La adecuada selección de especies es fundamental para el éxito de los SSP. Esta selección debe basarse en criterios ecológicos, productivos y socioeconómicos, privilegiando especies adaptadas a las condiciones locales y que ofrezcan múltiples beneficios.

VI.1. Gramíneas

Las gramíneas seleccionadas deben presentar alta capacidad de rebrote, resistencia al pisoteo y buena calidad forrajera. Algunas especies recomendadas para el trópico húmedo incluyen *Urochloa brizantha*, *Digitaria eriantha* y *Paspalum dilatatum*.



Figura 7. *Urochloa brizantha* cv Marandu en la finca “Las 3 hermanitas” en Cuñumbuqui, San Martín

VI.2. Leguminosas forrajeras

Las leguminosas son esenciales por su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y mejorar la calidad nutricional de las pasturas. Se utilizan para aportar proteína a la dieta de los animales, mejorar la cobertura del suelo y favorecer la biodiversidad. Entre las especies herbáceas más utilizadas destacan *Arachis pintoj*, *Neonotonia phaseoloides*, *Stylosanthes guianensis*. Además, leguminosas arbustivas como *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Erythrina* sp. son fundamentales en SSP por su alta producción de biomasa, su contenido de proteína y su capacidad de soportar el ramoneo animal.



Figura 8. *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) establecida en setos forrajeros dentro de la finca “Bonanza” en Cuñumbuqui, San Martín

VI.3. Árboles leñosos, frutales y de cobertura

La elección de árboles debe considerar su valor forrajero, maderable o frutal, así como su capacidad para proporcionar sombra y mejorar las condiciones del suelo. Especies comunes son *Inga edulis*, *Eucalyptus* spp., *Cedrelinga cateniformis* y *Mangifera indica*.

VII. Producción de árboles

El establecimiento exitoso de SSP depende, en gran medida, de la disponibilidad de especies arbóreas adaptadas al entorno local, tanto nativas como introducidas, que cumplan funciones productivas, ecológicas y de soporte. La producción, en vivero, constituye una etapa crítica para garantizar la calidad de las plantas, asegurar su supervivencia en campo y reducir los costos de reposición.

En Perú, diversas instituciones, públicas y privadas, han promovido la instalación de viveros en zonas rurales con fines de reforestación, restauración ecológica y uso agroforestal. En la región San Martín, destacan experiencias lideradas por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), gobiernos locales y organizaciones no gubernamentales, las cuales brindan asistencia técnica para el establecimiento de viveros comunitarios y familiares.

El proceso de producción en vivero incluye:

- Selección de especies en función del objetivo silvopastoril (sombra, forraje, cerca viva, madera, frutales).
- Recolección de semillas de calidad genética o adquisición en bancos de germoplasma certificados.
- Preparación del sustrato con mezclas locales (tierra negra, arena, compost o estiércol maduro).
- Siembra directa o repique en bolsas de polietileno.
- Riego, fertilización orgánica, deshierbe y control fitosanitario.
- Endurecimiento previo a la plantación en campo.

Es recomendable iniciar la producción durante la temporada seca para tener plántulas listas al inicio de las lluvias. Los viveros locales pueden ser gestionados por productores individuales o asociaciones, con potencial para generar ingresos mediante la venta de excedentes.

VII.1. Pasos para la producción de plántulas en vivero

Basado en la experiencia del proyecto, se recomienda seguir estos pasos:

- 1. Selección de semillas:** Recoger semillas de árboles madre sanos, bien desarrollados y con buen porte. Pueden recolectarse localmente, siguiendo un procedimiento de selección genética masal, usando árboles semilleros localizados en diferentes sitios a largas distancias. De cada uno de estos árboles se saca un poco de semilla y se mezcla para producir los plantones y no usar solo un árbol para sacar semillas para propagación. Lo mejor es adquirirlas de bancos de germoplasma certificados (e.g. INIA, SERFOR).
- 2. Tratamiento pregerminativo:** Algunas especies nativas requieren escarificación o remojo para facilitar la germinación, especialmente las leguminosas. Se recomienda agua caliente o remojo por 24 a 48 horas según la especie.
- 3. Preparación del sustrato:** Usar una mezcla de tierra negra, arena y compost en proporción 2:1:1. Este sustrato debe ser suelto, con buen drenaje y contenido orgánico.
- 4. Siembra en bolsas:** Se recomienda el uso de bolsas de polietileno de 15x25 cm. La siembra se realiza a una profundidad máxima de dos veces el tamaño de la semilla.
- 5. Riego y sombra:** Las plántulas deben regarse diariamente, en la mañana y tarde, durante los primeros días. Utilizar un sombreado del 50 % para evitar deshidratación excesiva.
- 6. Mantenimiento:** Incluye deshierbo periódico, control de plagas y enfermedades, y fertilización orgánica ligera, según el desarrollo de las plantas.
- 7. Endurecimiento:** Antes del trasplante al campo, las plántulas deben ser sometidas a un proceso de aclimatación (reducción de riego, exposición solar progresiva) durante 2 a 3 semanas.

VII.2. Características idóneas de las plántulas para su establecimiento en campo

Las plántulas deben cumplir con los siguientes criterios para asegurar su supervivencia en el sistema silvopastoril:

- Altura mínima de 20 - 30 cm.
- Sistema radicular bien desarrollado, sin espiralización.
- Tallo recto sin ninguna curvatura, robusto y lignificado.
- Ausencia de plagas o enfermedades.
- Buen anclaje del sustrato en la bolsa para evitar desprendimientos.

El trasplante debe realizarse al inicio de la temporada de lluvias para garantizar un buen establecimiento.

VII.3. Lista de especies útiles para SSP

VII.3.1. Árboles nativos (función: sombra, cerca viva, madera)

- *Guazuma crinita* (bolaina blanca): crecimiento rápido, madera ligera, buena sombra.
- *Schizolobium amazonicum* (pashaco): madera valiosa, crecimiento recto.
- *Erythrina fusca* (sucupira, poroto): fijadora de nitrógeno, útil para cerca viva.
- *Clitoria fairchildiana* (pájaro bobo): sombra densa y forraje moderado.
- *Inga edulis* (guaba): multipropósito, sombra, forraje y alimento humano.

VII.3.2. Frutales útiles en SSPM

- *Theobroma cacao* (cacao): sombra parcial, generación de ingresos.
- *Psidium guajava* (guayaba): fruta consumida por animales y humanos.
- *Citrus sinensis* (naranja dulce): árboles intercalados.
- *Persea americana* (palta): valor comercial y sombra.

VII.3.3. Leguminosas para ramoneo

- *Leucaena leucocephala*: alto contenido proteico, buen rebrote.
- *Gliricidia sepium*: fácil propagación por estacas, útil como cerca viva y forraje.

- *Calliandra calothyrsus*: excelente para suelo erosionado, fuente de proteína.

VII.4. Fuentes para obtención de semillas y plántulas en San Martín

- Estaciones experimentales del INIA (e.g. EEA El Porvenir).
- SERFOR - Banco Nacional de Germoplasma Forestal.
- Programas de reforestación de gobiernos regionales y locales.
- ONGs con trabajo en agroforestería (e.g. ACICAFOC, WWF Perú).
- Intercambio comunitario de semillas y viveros familiares.

VIII. Establecimiento de la pradera

El componente forrajero es esencial en los SSP, ya que constituye la base de la alimentación animal y debe ser cuidadosamente planificado para asegurar una oferta constante y equilibrada de biomasa durante el año. En las condiciones tropicales de la región San Martín, el establecimiento de la pradera requiere considerar aspectos ecológicos, agronómicos y productivos, especialmente en función de la interacción con los componentes arbóreos y animales del sistema.

VIII.1. Selección de especies forrajeras

La selección adecuada de especies de pastos debe considerar la adaptabilidad a suelos ácidos y de baja fertilidad, resistencia al pisoteo, buena capacidad de rebrote, tolerancia a sombra parcial y valor nutritivo. En la región se han identificado especies como *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria humidicola*, *Panicum maximum* (Mombaza, Tanzania) y *Andropogon gayanus* como opciones viables.

El uso de monocultivos de pasto puede facilitar el manejo y el control de calidad del forraje, pero limita la biodiversidad funcional del sistema. Por otro lado, las mezclas de gramíneas con leguminosas como *Stylosanthes guianensis*, *Arachis pintoi* o *Centrosema macrocarpum* pueden mejorar la calidad nutricional del forraje, fijar nitrógeno en el suelo y aumentar la resiliencia del sistema frente a sequías o plagas.

VIII.2. Preparación del terreno y siembra

La preparación del suelo debe realizarse con mínima disturbación para conservar la cobertura vegetal y evitar la erosión, especialmente en zonas de pendiente. Se recomienda el uso de sistemas de labranza mínima, descompactación localizada y trazado en curvas a nivel. En zonas con cobertura residual adecuada, puede emplearse la siembra directa.

La siembra puede hacerse al voleo (seguida de un paso con rastra liviana), en líneas o mediante hidrosiembra, según el tamaño de la parcela y los recursos disponibles. La densidad y profundidad de siembra varían según la especie, pero generalmente se utilizan entre 8 a 12 kg/ha para gramíneas y entre 4 a 6 kg/ha para leguminosas. Es fundamental emplear semilla de calidad y, de ser posible, tratarla con fungicidas o inoculantes específicos.

VIII.3. Manejo inicial y establecimiento

Durante los primeros 60 a 90 días tras la siembra, se debe evitar el pastoreo para permitir el enraizamiento y cobertura completa del suelo. Se recomienda realizar un primer deshierbe manual o mecánico entre los 25 y 35 días, y aplicar fertilizantes según el análisis de suelo disponible (en especial nitrógeno y fósforo).

El primer pastoreo debe ser corto y ligero, una vez que los pastos alcancen entre 30 y 40 cm de altura, para estimular el rebrote y favorecer el ahijamiento. A partir de entonces, se puede establecer un sistema de pastoreo rotacional, teniendo en cuenta la altura de entrada y salida, el periodo de descanso y la carga animal proyectada.

VIII.4. Interacción con el componente arbóreo

La sombra generada por los árboles puede influir en la producción forrajera, por lo que es importante considerar la densidad y distribución de especies leñosas. Pastos como *Brachiaria humidicola* y *Arachis pintoii* muestran buena tolerancia a sombra parcial. Además, la presencia de árboles leguminosos puede contribuir a mejorar la fertilidad del suelo mediante la caída de hojarasca y el aporte de nitrógeno.

Un adecuado diseño del sistema permitirá que los pastos reciban suficiente luz para mantener su productividad, al tiempo que se aprovechan los beneficios microclimáticos y nutricionales de los árboles.

IX. Manejo general del sistema silvopastoril

El manejo integral de un SSP requiere considerar, de manera articulada, las prácticas agronómicas, zootécnicas y forestales, a fin de garantizar su sostenibilidad, productividad y resiliencia. Un sistema bien manejado debe equilibrar la producción forrajera con el crecimiento de los árboles, el bienestar animal y la conservación del suelo y los recursos hídricos.

IX.1. Fertilización y manejo del suelo

Es fundamental realizar un diagnóstico del suelo antes de la implantación del sistema, incluyendo análisis de pH, materia orgánica, macronutrientes y micronutrientes. La fertilización debe adaptarse a los requerimientos de los pastos y árboles, usando abonos orgánicos (estiércol, compost, humus, biofertilizantes) y fertilizantes químicos de manera racional.

La aplicación de cal puede ser necesaria en suelos ácidos, pero más como aporte de Ca y Mg ya que los pastos y otras especies del componente silvopastoril deben tener tolerancia a la acidez. Por ejemplo, se puede usar la cal dolomítica ($\text{CO}_3\text{CaCO}_3\text{Mg}$) y la roca fosfórica que tienen buena respuesta en zonas tropicales. Además, es recomendable establecer prácticas de conservación como barreras vivas, cobertura vegetal permanente y manejo de residuos vegetales para mantener la salud del suelo.

IX.2. Carga animal y manejo del pastoreo

Determinar la carga animal adecuada es clave para evitar el sobrepastoreo, que afecta tanto a los pastos como a la regeneración arbórea. Esta se estima considerando la disponibilidad de forraje (kg materia seca/ha/año) y el requerimiento de los animales.

Se recomienda implementar un sistema de pastoreo rotacional, con subdivisión de potreros mediante cercas eléctricas o naturales. El tiempo de ocupación y descanso de cada potrero debe ajustarse según la estación del año, el crecimiento del pasto y la presencia de especies arbóreas.

IX.3. Manejo de los árboles

El crecimiento y mantenimiento de los árboles debe supervisarse, desde su plantación, con trabajos silviculturales. Las podas de formación, saneamiento y raleo son necesarias para evitar competencia excesiva por luz y mejorar la arquitectura de las especies.

En especies forrajeras (como Gliricidia o Erythrina), el rebrote puede usarse para suplementación animal. Es importante proteger los árboles jóvenes de daños por ramoneo mediante cercas eléctricas temporales.

IX.4. Control de malezas y plagas

El control de malezas debe hacerse con métodos integrados, priorizando el deshierbe manual o mecánico. El uso de herbicidas debe ser restringido. Para el control de plagas y enfermedades, se recomiendan el monitoreo frecuente y el uso de prácticas agroecológicas, como asociaciones benéficas y bioinsumos.

IX.5. Agua y sombra

El acceso permanente a agua limpia es esencial. Se pueden instalar bebederos móviles o sistemas por gravedad desde fuentes naturales. Los árboles proporcionan sombra natural, reduciendo el estrés calórico y mejorando el bienestar animal, lo que contribuye a una mayor eficiencia productiva.

IX.6. Monitoreo y evaluación continua de todos los componentes del sistema silvopastoril

Debe establecerse un sistema de monitoreo participativo para evaluar indicadores clave como: cobertura vegetal, ganancia de peso animal, regeneración natural, biodiversidad presente, y productividad de pastos y árboles. También se debe evaluar, anualmente, algunas propiedades químicas de fertilidad como nutrientes y materia orgánica del suelo y propiedades físicas superficiales del suelo como densidad aparente, porosidad total o resistencia mecánica para detectar capas superficiales compactas (Alegre *et al.*, 2012; Alegre *et al.*, 2019). Esta información permitirá hacer ajustes técnicos continuos y promover la toma de decisiones basada en evidencias.

X. Referencias

- Alegre, J., Sánchez, Y., Pizarro, D., Gómez. C. (2019). Manejo de los suelos con sistemas silvopastoriles en las regiones de Amazonas y San Martín. UNALM 19 pp. ISBN:978-6124387-25-8.
- Alegre, J., Vega, R., La Torre, B. (2012). Manual de manejo de suelos con sistemas silvopastoriles VLIR-UNALM. 28 pp.
- Alegre, J.C., Cassel, D.K., Bandy, D.E. (1990). Effects of Land Clearing Methods and Soil Management on Crop Production in the Amazon. *Field Crops Research* 24:131-141. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(90\)90026-8](https://doi.org/10.1016/0378-4290(90)90026-8).
- Argel, P. J., Keller-Grein, G. (1996). *Establecimiento de pasturas: aspectos claves para lograr el éxito*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Bautista, E., Hernández, F. (2016). *Producción de plantas forestales en vivero*. 2.ª ed. México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Broom, D. M., Galindo, F. A.; Murgueitio, E. (2013). Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1771), 20132025. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2025>.
- FAO. (2010). *Climate-Smart Agriculture: Policies, Practices and Financing for Food Security, Adaptation and Mitigation*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2013). *Agroforestería para la producción animal en América Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2015). *Viveros forestales: Manual práctico para la producción de plantas forestales en América Latina*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/72a1d59c-b300-4a46-9c1a-81ce1b9eb41c>
- FAO. (2017). *Silvopastoral systems and their contribution to improved resource use and sustainable development goals*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- FAO. (2021). *Manejo del agua y prácticas de conservación de suelos en sistemas agropecuarios sostenibles*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cb3263es>.
- Ibrahim, M., Guerra, L. (2001). *Sistemas agroforestales pecuarios para la producción sostenible en América Tropical*. CATIE.
- Ibrahim, M., Guerra, L., Casasola, F. & Neely, C. (2010). Importance of silvopastoral systems for mitigation of climate change and harnessing environmental benefits. In J. C. De Moraes Sá (Ed.), *Integrated Crop-Livestock Systems: Advances and Challenges* (pp. 189–200). CRC Press.
- Ibrahim, M.; Murgueitio, E., Ramírez, J. (2010). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles intensivos en zonas tropicales de América Latina*. *Agroforestería en las Américas*, 47, 19–25.
- ICRAF. (2006). *Árboles en la agricultura del trópico*. World Agroforestry Centre.
- INEI. (2025). *Estimaciones y proyecciones de la producción ganadera en el Perú*. Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- INIA. (2012). *Manual técnico de viveros forestales y agroforestales en la región San Martín*. Tarapoto, Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) - Estación Experimental El Porvenir.
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). (1992). *Estudio de suelos y capacidad de uso mayor de las tierras* (Informe Técnico, 1 PlyCo). Iquitos, Perú.
- Mahecha, L., Angulo, F., Rosales, M. (2002). Sistemas silvopastoriles: una alternativa para la ganadería sostenible en América Latina. *Pasturas Tropicales*, 24(1), 35–45.
- MIDAGRI. (2024). *Informe anual de producción pecuaria 2024*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú.
- Miles, J. W., Maass, B. L., do Valle, C.B. (2004). *Brachiaria: Biology, Agronomy, and Improvement*. CIAT.
- Montagnini, F., Nair, P.K.R. (2004). Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 61(1–3), 281–295. <https://doi.org/10.1023/B:AGFO.0000029005.92691.79>.

- Mosquera-Losada, M. R., McAdam, J. H., Romero-Franco, R.; Santiago-Frejanes, J. J. & Rigueiro-Rodríguez, A. (2012). Agroforestry systems in Europe: Productive, ecological and social perspectives. In R. P. Singh, P. S. Pathak, & M. Abrol (Eds.), *Agroforestry Systems for Ecological Sustainability: Climate Change Mitigation and Livelihood Improvement* (pp. 43–62). Indian Society of Agroforestry.
- Murgueitio, E., Calle, Z., Solorio, B. (2015). *Sistemas silvopastoriles: principios, diseño y manejo*. Fundación CIPAV.
- Murgueitio, E., Calle, Z., Uribe, F., Calle, A.; Solorio, B. (2011). Native trees and shrubs for the rehabilitation of degraded grazing lands in Latin America. *Tropical Grasslands*, 45(1), 31–39.
- 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.2010.11.029>
- Nair, P. K. R. (1993). *An introduction to agroforestry*. Kluwer Academic Publishers.
- Nair, V. D., Nair, P. K. R., Kumar, B. M.; Haile, S. G. (2009). Carbon sequestration in agroforestry systems. *Advances in Agronomy*, 108, 237–307. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(10\)08005-3](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(10)08005-3).
- Peters, M., et al. (2001). *Forages for the tropics: selection and use of forages*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Pezo, D. & Ibrahim, M. (2004). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles*. Serie Técnica. Manual técnico N° 132. CATIE, Turrialba, Costa Rica. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/1341>.
- Pezo, D., Ibrahim, M. & Camero, A. (2005). *Diseño y establecimiento de sistemas silvopastoriles*. Serie Técnica. Manual técnico N° 168. CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/5510>.
- Pezo, D., Ibrahim, M. & Esquivel, M. (2013). Cercas vivas en sistemas agropecuarios de América Tropical: Beneficios y criterios para su manejo. *Turrialba*, 63(1–2), 87–98.
- Sáenz, S., Harvey, C. A. & Sinclair, F. L. (2007). Livestock production and biodiversity conservation in tropical agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 70(1), 17–27.

- Salinas, J. G. & Cáceres, A. (2015). *Manejo y establecimiento de pasturas en sistemas ganaderos*. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Perú.
- SERFOR. (2017). *Guía para la producción de plantas forestales de calidad en viveros*. Lima: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). <https://www.serfor.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2017/04/guia-viveros-serfor.pdf>.
- Shelton, H. M.; Franzel, S. & Peters, M. (2005). Adoption of forage trees and shrubs: Lessons from Latin America. In C. Batello *et al.* (Eds.), *Grasslands of the World* (pp. 329–356). FAO.
- Somarriba, E. (1990). *Diseño de sistemas agroforestales*. Serie Técnica. Manual Técnico N° 2. Turrialba: CATIE.
- Sotomayor-Ramírez, D., Véliz, J. & Ramos-Santiago, L. (2020). Silvopastoral systems for sustainable livestock production in the tropics. *Tropical Animal Health and Production*, 52, 1201–1212.
- Thomas, D. & Sumberg, J. (1995). *A review of the evaluation and use of tropical forage legumes in sub-Saharan Africa*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 54(3), 197–212.
- Vallejos-Torres, G. & Ramírez, J. (2017). *Principios técnicos para el diseño e implementación de sistemas silvopastoriles en zonas tropicales*. *Revista Agroforestería en las Américas*, 53, 21–28.
- Vallejos-Torres, G. & Ramírez, J. (2017). *Principios técnicos para el diseño e implementación de sistemas silvopastoriles en zonas tropicales*. *Revista Agroforestería en las Américas*, 53, 21–28.
- World Agroforestry Centre (ICRAF). (2018). *Agroforestry: Transforming lives across Africa*. World Agroforestry Centre.

