

Establecimiento de sistemas silvopastoriles para la región Caribe



Establecimiento de sistemas silvopastoriles para la región Caribe

Danilo Portilla Pinzón

Zootecnista, Corpoica
CI Turipaná. Cereté, Córdoba
dportilla@corpoica.org.co

Wilson Andrés Barragán Hernández

MsC Ciencias Animales
CI Turipaná. Cereté, Córdoba
wbarraganh@corpoica.org.co

Christian Thomas Carvajal Bazurto

Zootecnista
CI Caribia. Santa Marta, Magdalena
ccarvajal@corpoica.org.co

Yasmín Socorro Cajas Girón

PhD Agroforestería
CI Caribia. Santa Marta, Magdalena
ycajas@corpoica.org.co

Sandra Tatiana Rivero Espitia

MsC Desarrollo Rural, Corpoica
Sede Central. Mosquera, Cundinamarca
trivero@corpoica.org.co

Bogotá, Colombia 2015

Portilla Pinzón, Danilo; Barragán Hernández, Wilson Andrés; Carvajal Bazurto, Christian Thomas; Cajas Girón, Yasmín Socorro y Rivero Espitia, Sandra Tatiana. / Establecimiento de sistemas silvopastoriles para la región Caribe. Bogotá (Colombia): Corpoica, 2015. 124 p.

Palabras clave:

Sistemas silvopascícolas, Sistemas silvopastoriles, Alimentación de los animales, Manejo de praderas, Semillas, Aplicación de abonos, Pastoreo controlado, Región Caribe (Colombia).

Corpoica
EDITORIAL



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica -
Línea de atención al cliente: 018000121515
atencionalcliente@corpoica.org.co

www.corpoica.org.co

ISBN: 978-958-740-196-7

Primera edición: Octubre 2015

Tiraje: 1.500

Editora: Liliana Gaona García

Impreso por Carvajal Soluciones de Comunicación S.A.S.

Impreso en Colombia

Printed in Colombia

DISEÑO&DIAGRAMACIÓN

Oficina Asesora de Comunicaciones, Identidad y Relaciones Corporativas // **Corpoica**

La publicación puede ser reproducida parcialmente para fines no comerciales, siempre y cuando se cite la fuente.

Contenido

Prólogo	14
Introducción	17
Capítulo I	
¿Qué son los sistemas silvopastoriles?	19
Tipos de sistemas silvopastoriles	23
Árboles dispersos en potreros	23
Cercas vivas	25
Bancos de proteína	26
Pastoreo en plantaciones	28
Sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) y de estratos múltiples (multiestrata)	29
Capítulo II	
¿Cómo se desarrollan proyectos de sistemas silvopastoriles?	31
Etapa de diagnóstico	32
Percepciones del beneficiario	32
Condiciones agroecológicas	33
Condiciones productivas	34
Etapa de planificación	35
Definición de aptitud de las unidades productivas evaluadas	35
Sistema(s) silvopastoril(es) a establecer	36
Definición, medición y delimitación del área a intervenir	41
Tipo de intervención a realizar	42
Alternativas para el sostenimiento productivo durante la estructuración del sistema	45
Cuantificación y consecución de semilla vegetativa	46
Cuantificación y consecución de insumos, servicios, herramientas y mano de obra	48
Presupuesto y cronograma del establecimiento	48

Etapa de divulgación y capacitación inicial	54
Etapa de establecimiento	55
Adecuación del terreno	55
Establecimiento con la renovación completa de la pastura	56
Establecimiento con la recuperación de la pastura existente	60
Construcción de cercas	63
Etapa de estructuración	67
Monitoreo del sistema, fertilizaciones y resiembras	67
Etapa de capacitación final	68
Etapa de aprovechamiento	69
Condiciones para el inicio del aprovechamiento	69
Mantenimiento del sistema silvopastoril	69
Manejo del pastoreo	71
Capítulo III	
Beneficios de los sistemas silvopastoriles	73
Beneficios económicos	74
Aspectos relacionados con la productividad ganadera	74
Impactos de los sistemas silvopastoriles en la productividad	75
Factibilidad económica del establecimiento de sistemas silvopastoriles en la región Caribe	85
Beneficios ambientales	89
Mejoras en biodiversidad	90
Impactos en suelos, agua y aire	91
Beneficios sociales	92
Capítulo IV	
Núcleos de sistemas silvopastoriles establecidos en la región Caribe	93
Córdoba y Sucre	93

Desarrollo e implementación de sistemas agrosilvopastoriles para un manejo sostenible del sistema de producción ganadero en las sabanas colinadas y planas del departamento de Sucre	94
Rehabilitación de tierras degradadas mediante el establecimiento de sistemas silvopastoriles y reforestación en las sabanas del departamento de Córdoba	96
Sur del Atlántico	101
Mejoramiento de la producción de alimentos mediante el escalamiento de sistemas Silvopastoriles asociados en su primera fase con cultivos transitorios	101
Plan de apoyo de Corpoica al programa departamental de repoblamiento bovino	104
Capítulo V	
Lecciones aprendidas	109
Validación de los sistemas silvopastoriles	109
Diagnóstico y planeación del establecimiento	110
Flexibilidad en desarrollo de proyectos SSP	110
Articulación interinstitucional	110
Socialización, capacitación y participación	111
Definición de mecanismos de control y responsabilidades	111
Alternativas para áreas no aptas	112
Determinación de áreas mínimas de establecimiento	112
Alternativas para el mantenimiento de la actividad productiva durante la fase de estructuración del sistema	113
Consecución de semilla	114
Protección de las áreas sembradas	115
Seguimiento durante el aprovechamiento	116
Conclusiones y recomendaciones	117
Bibliografía	118

Índice de figuras

Figura 1	Características principales de un sistema silvopastoril	19
Figura 2	Estrato herbáceo sembrado con pasto <i>Brachiaria</i> antes del establecimiento de especies leñosas	20
Figura 3	Estrato arbustivo representado en franjas de leucaena	21
Figura 4	Estrato arbóreo representado por árboles de campano en los potreros	22
Figura 5	Árboles dispersos en potreros	23
Figura 6	Especies de árboles que se encuentran comúnmente en la región Caribe y que son utilizados en arreglos silvopastoriles	24
Figura 7	Arbustos establecidos en sistemas silvopastoriles en la región Caribe	25
Figura 8	Cercas vivas	25
Figura 9	Banco de proteína	26
Figura 10	Especies arbustivas	27
Figura 11	Pastoreo en plantaciones	28
Figura 12	Arreglo silvopastoril multiestrata	30
Figura 13	Etapas para el desarrollo de proyectos silvopastoriles	31
Figura 14	Reuniones con beneficiarios	32
Figura 15	Áreas no aptas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles	35
Figura 16	Arreglo silvopastoril multiestrata desarrollado para el sur del Atlántico	37
Figura 17	Modelo silvopastoril leucatán desarrollado para el Caribe seco	38
Figura 18	Arreglo silvopastoril multiestrata implementado en las sabanas de Córdoba y Sucre por Corpoica	39

Figura 19	Arreglo SSPi implementado por Cipav y Fedegán-FNG en el proyecto Ganadería Colombiana Sostenible en el Caribe Seco	40
Figura 20	Aprobación por los beneficiarios de la definición de las áreas a intervenir en SSP	41
Figura 21	Georreferenciación y construcción del sistema de información geográfica con levantamiento topográfico con GPS en las áreas a intervenir en proyectos SSP de la región Caribe	42
Figura 22	Adecuación de un predio	43
Figura 23	Área a intervenir con la recuperación de la pastura existente	44
Figura 24	Área a intervenir con la siembra de una nueva pastura	44
Figura 25	Capacitación en prácticas de henificación de pasturas cosechadas de sistemas silvopastoriles en etapa de estructuración	46
Figura 26	Producción de plántulas en viveros comunitarios	47
Figura 27	Actividades de divulgación	54
Figura 28	Paso de rastra pesada para la siembra de una nueva pastura	56
Figura 29	Fertilización de las áreas de siembra	57
Figura 30	Siembra de pastura en SSP establecidos en la región Caribe	58
Figura 31	Siembra de arbustivas con semilla sexual	59
Figura 32	Siembra de especies arbóreas	60
Figura 33	Paso de cinceles rígidos en la recuperación de una pradera existente	61
Figura 34	Adecuación de áreas para siembra de especies leñosas en praderas recuperadas	62
Figura 35	Siembra a chuzo de la semilla sexual de especies arbustivas	63

Figura 36	Planificación concertada con el beneficiario de sistema de rotación de potreros en el SSP	63
Figura 37	Mapa diseñado para la división de potreros en un SSP	64
Figura 38	Cercas electrificadas construidas para la división de potreros en SSP	65
Figura 39	Panel solar y equipos eléctricos de cercas electrificadas implementadas en SSP	66
Figura 40	Evaluaciones de supervivencia, resiembras y fertilizaciones	67
Figura 41	Jornadas de capacitación final a beneficiarios del establecimiento de SSP en el sur del Atlántico	68
Figura 42	Beneficios sociales, económicos y ambientales de los SSP	73
Figura 43	Sistemas silvopastoriles con animales	78
Figura 44	Ingreso mensual neto comparativo entre una finca tradicional y una finca intervenida con SSP en La Mojana	88
Figura 45	Sistema silvopastoril establecido	95
Figura 46	Participación de las organizaciones en el proyecto Reforestación de Tierras Degradadas en las Sabanas del Caribe Colombiano	98
Figura 47	Predio afectado por ola invernal	102
Figura 48	Predio intervenido con sistemas silvopastoriles	107
Figura 49	Árbol de campano protegido de la defoliación en un SSP joven	115

Índice tablas

Tabla 1	Estructura de costos del establecimiento de una hectárea de SSP con renovación de la pastura (costos de 2013)	50
Tabla 2	Estructura de costos del establecimiento de una hectárea de SSP con recuperación de la pastura (costos de 2013)	52
Tabla 3	Resultados de productividad bajo diferentes escenarios de intervención con SSPi (kg de carne por hectárea al año)	77
Tabla 4	Resultados de productividad con SSPi respecto a sistemas ganaderos tradicionales en dos regiones de Colombia	78
Tabla 5	Desempeño productivo con varios sistemas de intervención en el componente vegetal de un sistema ganadero	81
Tabla 6	Composición nutricional básica de dos tipos de forrajes bajo diferentes arreglos que introducen especies leñosas	81
Tabla 7	Balance de nutrientes en dos sistemas de pastoreo	83
Tabla 8	Elementos considerados en la metodología de evaluación de factibilidad económica de sistemas silvopastoriles multiestrata en La Mojana	86
Tabla 9	Resultados en competitividad por intervención con SSP en pequeños ganaderos de La Mojana	89
Tabla 10	Cambios en biodiversidad en SSP respecto a praderas sin árboles	91
Tabla 11	Componentes del Proyecto de Reforestación de Tierras Degradadas en las Sabanas del Caribe Colombiano	97







Prólogo

Mi llegada a Corpoica, a finales de 2010 coincidió con la época de mayores lluvias de los últimos 50 años en el país, lo que generó una crisis humanitaria y económica en un buen número de regiones. Ante la pregunta a los investigadores de la Corporación sobre qué podíamos hacer para apoyar, desde nuestro conocimiento, la reactivación económica de un sinnúmero de productores damnificados del sector agropecuario, surgieron un número de iniciativas que fueron avaladas y financiadas por el Gobierno Nacional, y entre ellas un proyecto de establecimiento de un modelo de producción silvopastoril en los cinco municipios del sur del departamento del Atlántico, cuyo diseño y resultados son parte de este libro.

Sobre los sistemas de producción silvopastoriles se han desarrollado muchos trabajos de investigación y validación de conocimientos y tecnologías alrededor de los mismos. Varias entidades públicas y privadas del país tales como Corpoica, Cipav y la Universidad Nacional han liderado la generación de conocimiento útil y pertinente y Colombia ha logrado un peso propio y liderazgo a nivel global en este ámbito. Sin embargo, la información está fragmentada y no necesariamente disponible en un lenguaje que le permita a los productores conocer y aprovechar el conocimiento generado en su negocio ganadero.

Por esta razón, y en virtud del conocimiento de Corpoica en esta materia desde la investigación y desarrollo, así como la experiencia

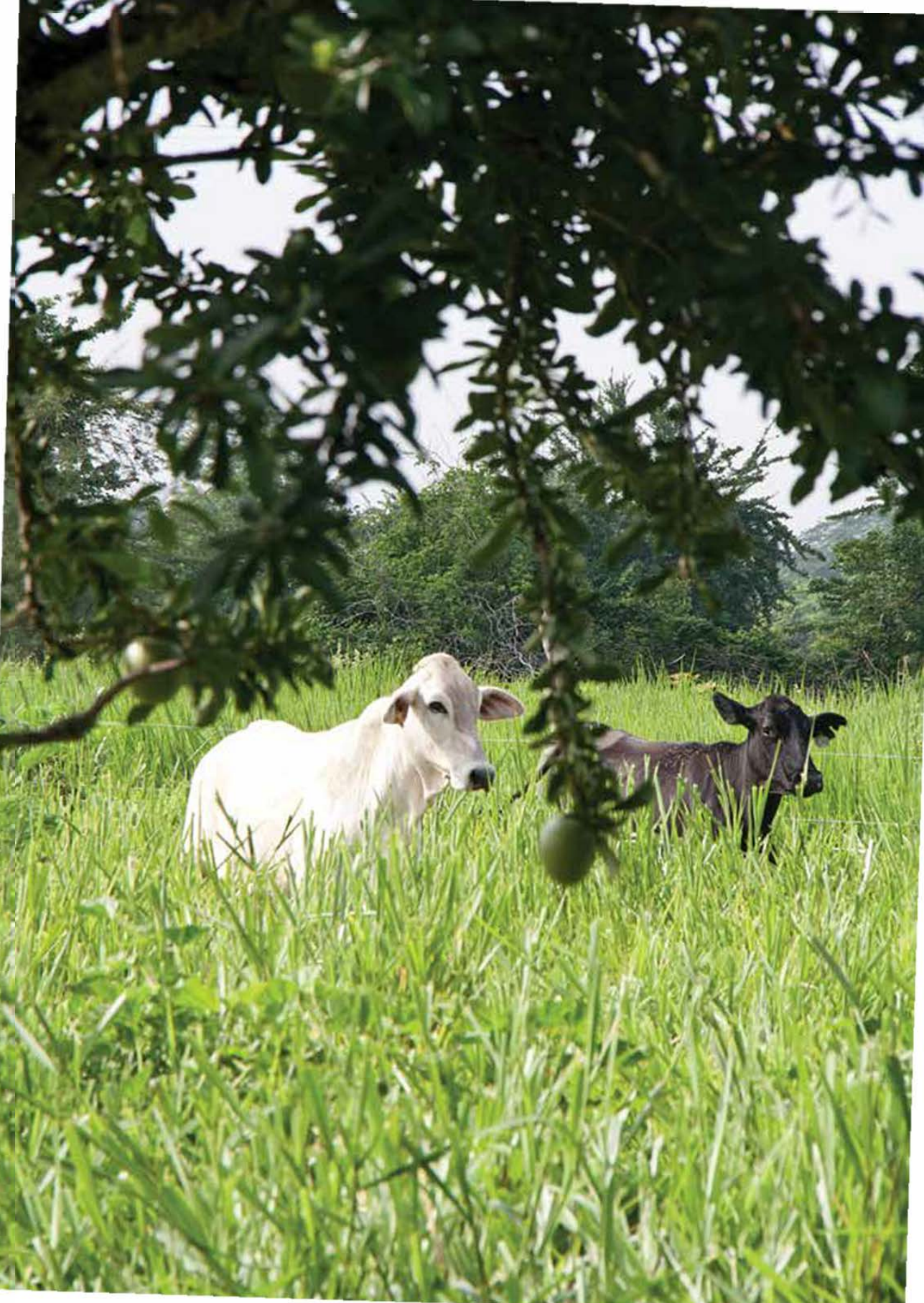
en el montaje en la práctica de una serie de núcleos silvopastoriles, comprometí a los autores hace un par de años con la escritura de este libro.

El propósito del libro *Establecimiento de sistemas silvopastoriles para la región Caribe* no es otro que el de integrar el conocimiento y la experiencia acumulados por Corpoica, y permitirle a cualquier productor, asistente técnico o promotor de estos sistemas acceder a la información que necesita desde las definiciones mismas de los sistemas, sus características y beneficios, hasta la manera de planificar y llevar a cabo su establecimiento, incluidas variables económicas, de costos y de acceso a elementos propios de los mismos.

Considero este como un aporte significativo a la ganadería sostenible del Caribe colombiano. Espero que sirva para difundir conocimiento práctico y para que muchas áreas ganaderas vayan migrando hacia estos nuevos modelos.

Finalizo reconociendo el interés que el presidente Juan Manuel Santos le está poniendo a la reconversión de la ganadería hacia este tipo de modelos y el apoyo que el Ministerio de Agricultura nos da permanentemente para poder entregarle al sector pecuario este libro.

Juan Lucas Restrepo
Director ejecutivo
Julio de 2015



Introducción

La degradación de los suelos contribuye a la desertificación de una cuarta parte de los suelos del planeta. Esto repercute en el sustento alimenticio de la población mundial por la disminución en la productividad agrícola y ganadera. La degradación del suelo y las pasturas es causada por variaciones climáticas, desastres naturales y actividades humanas como deforestación, sobrepastoreo¹ y prácticas de labranza inadecuadas.

Colombia es uno de los países con una mayor proporción del área con vocación agropecuaria dedicada a pasturas, lo que muestra que la ganadería bovina constituye una de las principales actividades económicas. En cuanto a la región Caribe, esta ocupa cerca del 69 % del territorio, con un hato bovino que representa el 35 % de la población nacional, y proporciona el 40 % del volumen nacional de leche fresca y el 30 % de la producción total de carne (Pulido et al. 2002).

A pesar de tan importante participación en la ganadería nacional, en esta región, existen serios limitantes que amenazan su sostenibilidad, entre los cuales están la pérdida de la capacidad productiva de los suelos, por procesos de degradación a causa de prácticas de manejo inadecuadas; la estacionalidad en la producción en el ciclo lluvia-sequía; el cambio climático y los desastres naturales.

¹ Sobrepastoreo: sobreexplotación de un área de pastoreo, con la presencia excesiva y constante de animales, la cual limita la capacidad de recuperación de plantas y suelos.



Los sistemas silvopastoriles (SSP) han sido ampliamente reconocidos como formas sostenibles de uso intensivo de las áreas dedicadas a la ganadería. Existen evidencias que los asocian con la diversificación de los ingresos, las mejoras de las características del suelo y su conservación, y un potencial para proporcionar alimento para el ganado en áreas donde hay limitantes por baja disponibilidad y calidad de forraje.

Este documento es una referencia para aquellas instituciones y personas interesadas en la ejecución de proyectos silvopastoriles, en pequeña o gran escala en el Caribe seco y subhúmedo colombiano; en él se recogen las principales experiencias y enseñanzas que ha obtenido Corpoica durante los años recientes en cuanto a la inclusión de árboles y arbustos en las áreas de pastoreo.

Capítulo I

¿Qué son los sistemas silvopastoriles?

Los sistemas silvopastoriles (SSP) constituyen una forma de producción pecuaria y forestal, en la que, en una misma unidad productiva (finca), se reúnen e interactúan especies leñosas (árboles y arbustos), herbáceas (pastos y leguminosas) y animales herbívoros domésticos (bovinos, caprinos, ovinos, etc.) (figura 1).

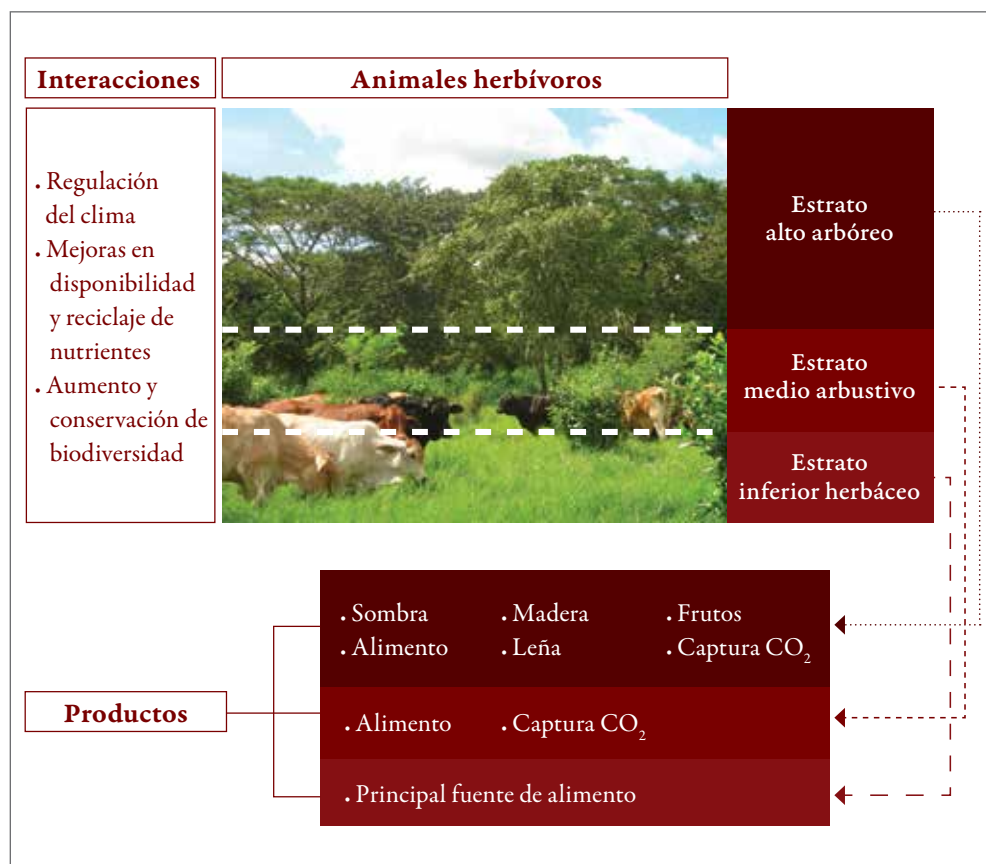


Foto: Socorro Cajías-Girón

Figura 1. Características principales de un sistema silvopastoril.



Dicha integración se realiza de forma intencional y planificada con el objetivo de aprovechar las interacciones benéficas entre sus componentes y obtener una producción sostenible, incluso en áreas con algún grado de deforestación y degradación (desertificación).

Los SSP suponen una organización definida de sus componentes (árboles, pastos y animales) en el tiempo y el espacio, la cual se plantea según las condiciones agroecológicas de una unidad productiva, entre las que se encuentran las características de los suelos, el clima y las formas en que se lleva a cabo la producción ganadera y forestal.

Los componentes vegetales que se encuentran en un arreglo silvopastoril se clasifican en estratos dependiendo de su altura. La organización de los estratos vegetales y las formas en que estos son utilizados (tipo de pastoreo, extracción forestal, entre otros.) son los principales aspectos que caracterizan este arreglo.

En el estrato inferior o herbáceo, se ubican todas las especies vegetales que se encuentran a nivel del suelo y que no desarrollan estructuras leñosas, como los pastos y leguminosas rastreras, las cuales constituyen la principal fuente de alimento para los animales (figura 2).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 2. Estrato herbáceo sembrado con pasto *Brachiaria* antes del establecimiento de especies leñosas.

En el estrato medio o arbustivo, se encuentran las especies vegetales leñosas que no tienen un tallo o tronco principal, sino que se ramifican muchas veces desde su base, por lo que no llegan a ser muy altas, y son utilizadas, en mayor medida, como una fuente de alimento complementaria para los animales (figura 3).



Foto: Socorro Cajas-Gitón

Figura 3. Estrato arbustivo representado en franjas de leucaena.

Por último, en el estrato alto o arbóreo, se ubican todo tipo de árboles, los cuales cuentan con un tallo principal que les permite extenderse hasta las partes más altas. En él se ubican árboles con varios fines, como son la producción de madera, leña, frutos para consumo humano, o sombra y frutos que complementan la alimentación de los animales, lo que contribuye de forma significativa en épocas secas cuando la oferta de forraje de calidad se ve reducida (figura 4).

En la actualidad, existen diferentes propuestas de arreglos silvopastoriles para la región Caribe elaboradas por Corpoica (Cajas y Sinclair 2001; Cajas 2002; 2006; 2009; 2011; 2012; 2013; 2014), Fedegán-FNG y Cipav con el proyecto de Ganadería Colombiana Sostenible (2011), además de diversas universidades y organizaciones internacionales, quienes han realizado grandes esfuerzos en innovaciones tecnológicas para los productores del país.



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 4. Estrato arbóreo representado por árboles de campano en los potreros.

Tipos de sistemas silvopastoriles

De acuerdo con las formas de aprovechamiento y las funciones de cada uno de sus componentes, los arreglos silvopastoriles se clasifican en diferentes tipos:

Árboles dispersos en potreros

Este es el tipo de SSP más conocido, su presencia se hace notoria pues se encuentra comúnmente en los paisajes del país en potreros con algunos pocos árboles, que brindan sombra y frutos a los animales, en los cuales se puede identificar el estrato herbáceo y el estrato arbóreo; este último, con un número de árboles por hectárea suficiente para garantizar la entrada de luz y, por tanto, el sostenimiento de la pastura, la cual constituye prácticamente la única fuente de alimento de los animales.

En muchas situaciones, estos sistemas se desarrollan desde el bosque natural a partir de la realización de entresacas, es decir, de la eliminación selectiva de ciertos árboles para permitir que la luz del sol llegue al estrato herbáceo y se garantice el crecimiento adecuado del pasto y las leguminosas que lo componen (figura 5).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 5. Árboles dispersos en potreros.



De igual manera, este tipo de arreglos se pueden establecer en potreros deforestados a través de la regeneración natural controlada, lo que permite y facilita el crecimiento de ciertas especies de árboles que, de forma natural, comienzan a prosperar en el potrero. También, los árboles se pueden sembrar directamente con densidades no superiores a 25 individuos por hectárea, haciendo uso de semillas, estacas o plántulas.

Especies como el campano (*Albizia saman*), el guácimo (*Guazuma ulmifolia*), el totumo o calabazo (*Crescentia cujete*), el trupillo (*Prosopis juliflora*), el roble (*Tabebuia rosea*), la cañafistula o cañandonga (*Cassia grandis*), se encuentran comúnmente en potreros de la región Caribe y se pueden establecer con éxito a través de siembra o por regeneración natural (figuras 6 y 7).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 6. Especies de árboles que se encuentran comúnmente en la región Caribe y que son utilizados en arreglos silvopastoriles. De izquierda a derecha: campano (*Albizia saman*), cañafistula (*Cassia grandis*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), roble flor morado (*Tabebuia rosea*).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 7. Arbustos establecidos en sistemas silvopastoriles en la región Caribe. Izquierda, arbusto de leucaena (*Leucaena leucocephala*). Derecha, totumo (*Crescentia cujete*).

Cercas vivas

Al igual que los árboles dispersos, también es común observar en el campo el uso de árboles para delimitación de áreas, como potreros y fincas. En este tipo de SSP, los árboles se encuentran cubriendo el perímetro de las áreas a aislar, ya sea para evitar el ingreso de animales y personas u obstaculizar el paso del viento (barreras rompevientos) (figura 8).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 8. Cercas vivas.



Los árboles en las cercas vivas se ubican a corta distancia unos de otros, usualmente en una o dos hileras sirviendo como postes, sobre los cuales se suele tender alambre de púas o electrificado para mejorar el aislamiento. El costo de este método de cercado permite ahorrar hasta el 30 % respecto a las cercas convencionales con postes sintéticos o de madera.

Bancos de proteína

Uno de los principales limitantes nutricionales de los pastos tropicales es el reducido contenido de proteína y el incremento de fibra de difícil degradación. En algunas ocasiones, como en las épocas de verano y en ciertas especies de pastos, estas condiciones se pueden agravar a tal nivel que el consumo de forraje de los animales se reduce, lo que impacta negativamente la producción de leche y carne.

Para hacer frente a esta situación, se ha planteado el banco de proteína como un arreglo silvopastoril en el que cobra mayor importancia el estrato arbustivo, el cual se caracteriza por acoger especies con un alto valor proteico y menores niveles de fibra. Este tipo de arreglo busca complementar la alimentación de los animales, así que, en un área reducida de la finca, se establecen arbustos forrajeros en altas densidades (más de 10.000 arbustos por hectárea) (figura 9).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 9. Banco de proteína.

Dicha área se maneja permitiendo periodos cortos de ingreso de los animales en el día para que se alimenten directamente de los arbustos, lo que se conoce como ramoneo. Así mismo, un productor puede cosechar su follaje (hojas y ramas no leñosas) para luego suministrarlo a los animales en comedero, un método que se conoce comúnmente con el nombre de sistema bajo corte y acarreo.

Especies de arbustos comúnmente utilizadas en este tipo de arreglo en la región Caribe son: leucaena (*Leucaena leucocephala*), matarratón (*Gliricidia sepium*), chengue (*Erythrina fusca*), veranera (*Cratilya argentea*) y botón de oro (*Tithonia diversifolia*) (figura 10).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 10. Especies arbustivas.



Pastoreo en plantaciones

Como una alternativa para diversificar la producción en las unidades productivas, se han planteado arreglos silvopastoriles que permiten llevar a cabo la ganadería junto con una mayor participación de las actividades maderera o frutícola.

En este tipo de arreglos se manejan los estratos arbóreo y herbáceo de tal forma que los animales pastorean en plantaciones (forestales o frutales) en las que las densidades de árboles (número de árboles por hectárea) y las características de sus copas (dosel) no reducen la entrada de luz solar al estrato herbáceo y, por lo tanto, no afectan notablemente su productividad (figura 11).

Entre este tipo de arreglos se encuentra el conocido como *alley farming*, en el cual se establecen callejones para pastoreo entre rodales (áreas con alta densidad de árboles). Así mismo, plantaciones normales con densidades finales de 150 a 300 árboles por hectárea pueden permitir el pastoreo en el estrato herbáceo.



Foto: Sonia Ospina

Figura 11. Pastoreo en plantaciones.

Sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) y de estratos múltiples (multiestrata)

Como resultado de la investigación y la validación que se han llevado a cabo de forma paralela por varias instituciones en trópico bajo (menos de 1.000 metros sobre el nivel del mar), en la actualidad, se han venido implementando un tipo de arreglos silvopastoriles que se orientan a una vocación ganadera, los cuales integran, en la misma área y momento, animales y tres estratos vegetales (herbáceo, arbustivo y arbóreo).

Este tipo de arreglos maximiza la producción vegetal y animal a corto y largo plazo en suelos y praderas degradados, por la puesta en marcha de una serie de interacciones benéficas identificadas entre sus componentes (pastos, arbustos, árboles y animales), lo cual trae como consecuencia una reducida utilización de insumos externos, el aumento en la producción primaria (producción vegetal) y mayor bienestar y producción animal, lo que garantiza, además, pequeñas variaciones en estos beneficios a lo largo de los ciclos anuales de lluvia-sequía.

En estos sistemas, cada estrato se constituye con especies vegetales mejoradas genéticamente bajo diferentes organizaciones espaciales y densidades de individuos. Básicamente, las especies arbustivas se establecen de forma intercalada en áreas sembradas con algún tipo de pasto, mientras que el estrato arbóreo se puede ubicar también intercalado en hileras, disperso en el área o el perímetro de la misma manera que la cerca viva (figura 12).

El sistema de pastoreo en estos arreglos considera la rotación de potreros divididos por cerca eléctrica o de alambre de púas, una carga animal variable y alta carga instantánea² con cortos periodos de ocupación y largos periodos de descanso.

² La carga animal instantánea corresponde al número de animales por unidad de área (animales por hectárea) que están presentes en uno de los potreros en que se ha dividido un SSP con un bajo sistema de rotación. Por ejemplo, si se considera un SSP de 5 ha, que se ha dividido en 8 potreros de 0,625 ha y el cual sostiene 10 animales, entonces la carga animal del SSP sería de 2 animales por hectárea, mientras que la carga instantánea sería de 16 animales por hectárea (10 animales/0,625 ha).



Foto: Thomas Carvajal

Figura 12. Arreglo silvopastoril multiestrata.

Capítulo II

¿Cómo se desarrollan proyectos de sistemas silvopastoriles?

Según la experiencia adquirida en el diseño y ejecución de proyectos SSP desarrollados por Corpoica en la región Caribe (Cajas 2009; 2011; 2012; 2013; 2014), en el establecimiento de sistemas silvopastoriles se deben considerar seis etapas en el diseño e implementación de proyectos exitosos tanto a pequeña como a gran escala (figura 13).

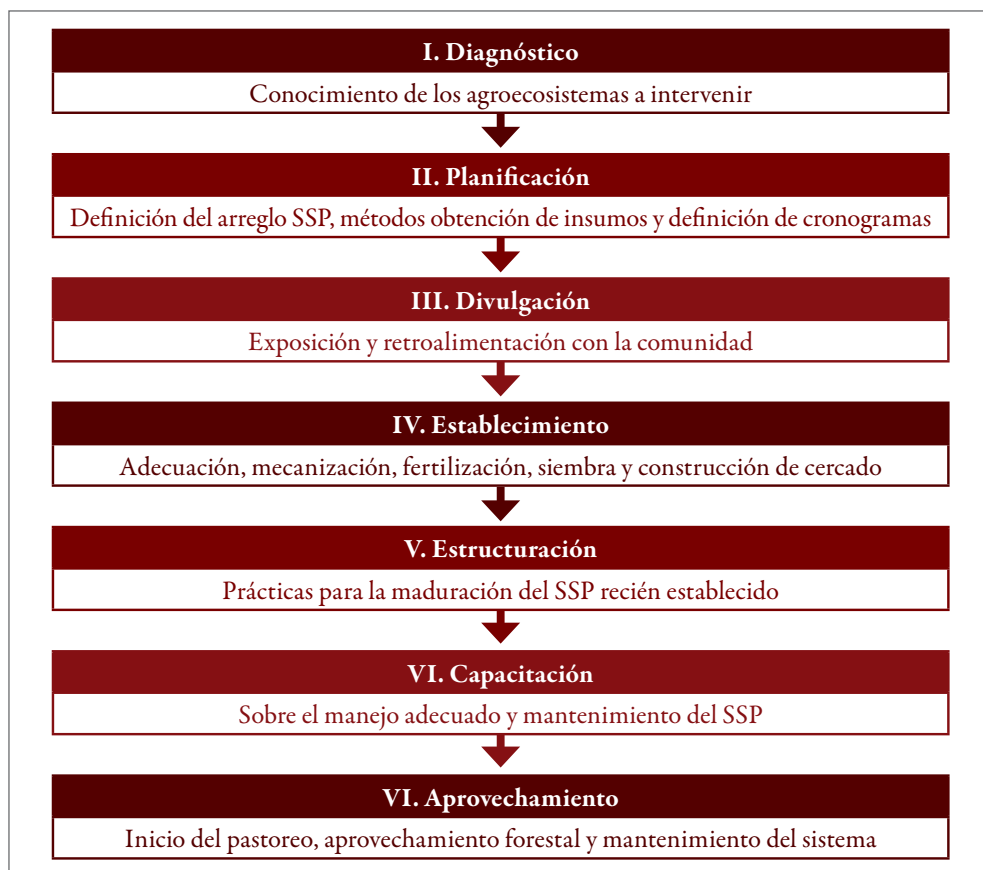


Figura 13. Etapas para el desarrollo de proyectos silvopastoriles.

Fuente: Corpoica, elaborado por los autores.



Etapa de diagnóstico

Durante esta etapa se determinan las condiciones productivas, agroecológicas y de infraestructura existentes en las unidades productivas (fincas) a intervenir. Adicionalmente, se evalúan las percepciones de los productores frente a la inclusión del componente leñoso en las áreas de pastoreo, su grado de resistencia al cambio y perspectivas a futuro.

Con esta información, se puede establecer una línea base que permitirá definir el arreglo silvopastoril adecuado y su planeación para el establecimiento. La información que se debe recoger en esta etapa debe considerar los siguientes aspectos:

Percepciones del beneficiario

Es fundamental, antes de realizar el diagnóstico, informar al beneficiario sobre la naturaleza del mismo a través de la exposición sobre lo que son los SSP y sus ventajas. A través de un diálogo sencillo, se puede evaluar la percepción frente al mejoramiento de las pasturas y la siembra de árboles y arbustos en los potreros. Así mismo, se puede indagar sobre la unidad productiva y los enfoques de su uso posterior para definir posibles conflictos presentes o futuros (figura 14).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 14. Reuniones con beneficiarios.

Condiciones agroecológicas

Clima. El conocimiento de las condiciones climáticas de la zona, a partir de datos históricos de estaciones meteorológicas cercanas y de proyecciones en el comportamiento de las variables climáticas, son relevantes en la definición de las especies vegetales a considerar en el arreglo silvopastoril, así como para fijar un cronograma de mecanización y siembra lo más ajustados a las estaciones lluviosas y secas del año.

Suelo. Se deben determinar las propiedades físicas y químicas de los suelos del área a intervenir a partir de la elaboración de muestreos representativos o por estudios previos. Esta información permitirá determinar el nivel de degradación en que se encuentran las áreas de pastoreo, las especies vegetales más adaptables en el diseño del arreglo SSP y las intervenciones requeridas como mecanización y fertilización.

Distribución de uso de la tierra, recursos y áreas de riesgo. Es fundamental elaborar un mapa sencillo de cada unidad productiva con la participación del beneficiario donde se identifique el uso de la tierra dentro de la misma, la identificación de fuentes de agua, energía y accesos al predio. Adicionalmente, este mapa debería incluir:

- Pasturas y especies leñosas. Identificar la presencia de pastos de alta producción de biomasa y especies leñosas.
- Topografía. Identificar la existencia de áreas con pendientes elevadas de difícil mecanización o con riesgo de deslizamiento así como depresiones susceptibles de anegamiento.
- Separación espacial de áreas de la misma unidad productiva. Determinar la propiedad de otros predios utilizados en la actividad ganadera.
- Otros limitantes para mecanización y siembra. La presencia de obstáculos en altas densidades como troncos muertos o rocas.

Este ejercicio conducirá a la selección del área a intervenir dentro de la unidad productiva junto con las mejores estrategias de intervención, como la recuperación de pasturas existentes o la siembra de una nueva variedad, utilización de especies tolerantes a encharcamiento moderado, entresacas de especies leñosas, preparación de terreno y siembra manual o mecanizada, entre otros.



Vías de acceso. La ubicación y caracterización de las vías de acceso es igualmente relevante para definir estrategias de intervención; por ejemplo, cuando existen dificultades para el ingreso de maquinaria o insumos.

Manejo de praderas. Indagar con el beneficiario sobre el manejo que lleva a las praderas como carga animal, tiempos de pastoreo y recuperación, tamaño y distribución del hato, áreas adicionales de pastoreo, etc.

Condiciones productivas

Con el fin de identificar la base productiva de la finca y proyectar a futuro el impacto de la intervención realizada, se deben identificar los siguientes componentes:

Biomasa forrajera. Determinar las especies vegetales en cada estrato, la producción de forraje herbáceo por unidad de área a través de aforos en áreas representativas y los insumos y mano de obra requeridos para su mantenimiento y manejo.

Productividad ganadera. Establecer las características principales de la actividad a partir del inventario animal detallado, la estructura del hato y los principales parámetros productivos (producción de carne o leche por hectárea) y reproductivos (intervalo entre partos, porcentaje de natalidad). Así mismo, se debe incorporar en el análisis los suministros y la mano de obra necesarios para el desarrollo de la actividad ganadera, y las condiciones de mercado de los productos finales (precios y formas de comercialización).

Productividad forestal. Definir el destino principal de las especies leñosas en la unidad productiva, junto a las tasas de extracción³ y mercados existentes o potenciales.

³ Tasas de extracción: medida de productividad ganadera general que corresponde al porcentaje de animales sacrificados respecto a la población de bovinos en el país.

Etapa de planificación

Considerando el diagnóstico de las unidades productivas a intervenir se sigue un proceso de planificación, en el cual se definirá el o los arreglos SSP más acertados a las condiciones definidas, así como los costos para su establecimiento. Esta etapa se puede considerar crítica, pues en ella debe participar un equipo multidisciplinario, dado que de esta dependen la efectividad y la eficiencia de la intervención.

Definición de aptitud de las unidades productivas evaluadas

De la evaluación realizada en las unidades productivas para cada una se debe dar un criterio técnico de aptitud para la intervención con SSP, teniendo en consideración la existencia de factores muy limitantes para el desarrollo de las especies vegetales, como son las áreas con riesgo elevado de inundación o de remoción en masa, así como la presencia de bosque natural o secundario altamente denso y sin historial de uso en ganadería (figura 15).



Foto: Socorro Cajás-Girón

Figura 15. Áreas no aptas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles. Superior izquierda, alta densidad de arbustos u obstáculos. Superior derecha, dificultad de acceso. Inferior izquierda, área inundada. Inferior derecha, topografía limitante.



Según los alcances y recursos, en el establecimiento se pueden definir otros criterios de aptitud, como la existencia de un gran número de obstáculos para poder llevar a cabo una mecanización (si se trata de suelos altamente compactados), tipo de productor, unidades productivas con un área inferior o superior a un valor determinado según los objetivos planteados, entre otros. Para tales casos de no aptitud, es ideal generar otras alternativas como establecimiento de bancos de proteína, pastos de corte, etc.

Sistema(s) silvopastoril(es) a establecer

Al definir claramente las condiciones agroecológicas de las unidades a intervenir se deben plantear los arreglos silvopastoriles a implementar, puede que con dos o tres arreglos para condiciones particulares se pueda intervenir la mayor parte de los predios con aptitud para siembra.

Se debe aclarar que los arreglos SSP planteados deben estar validados para las condiciones de las áreas a intervenir y contar con el respaldo de instituciones que hayan realizado suficientes pruebas de campo donde se hayan demostrado las interacciones benéficas entre sus componentes y las mejoras en productividad animal en el corto y largo plazo.

En ese sentido, instituciones como Cipav y Fedegán-FNG han desarrollado arreglos SSP para la región Caribe que han venido estableciéndose de manera exitosa.



Arreglo silvopastoril multiestrata implementado en el sur del Atlántico

Este arreglo fue diseñado por Corpoica para el Caribe colombiano y cuenta con los siguientes componentes en cada estrato (Cajas 2014; 2013) (figura 16).

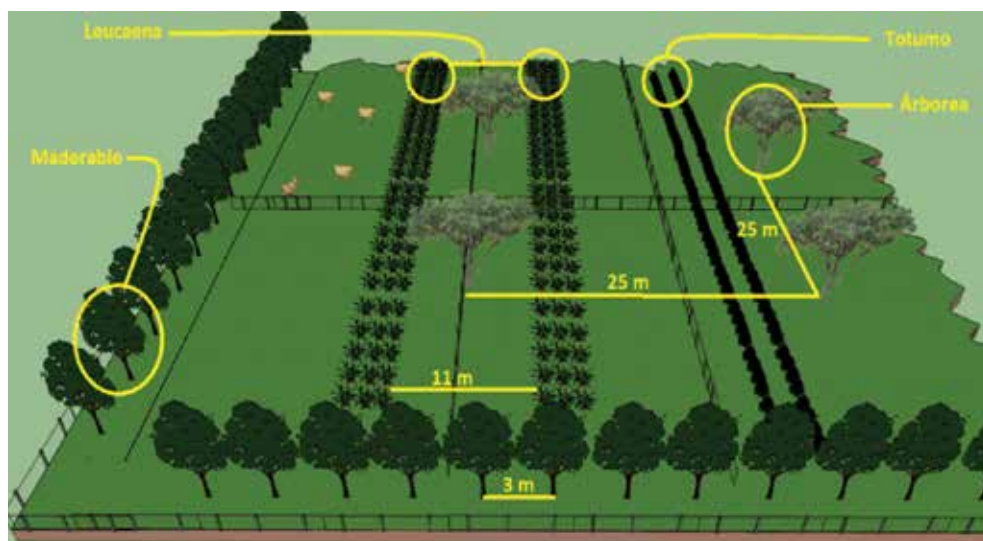


Figura 16. Arreglo silvopastoril multiestrata desarrollado para el sur del Atlántico.

Estrato herbáceo. Constituido de una pastura mixta de gramíneas Toledo (*Brachiaria brizantha*) y Decumbens (*Brachiaria decumbens*). Esta combinación permite obtener la máxima cobertura en el suelo, ya que el pasto Decumbens, de tipo rastrero, cubre los espacios entre las plantas de Toledo, de tipo erecto. Estos se siembran formando callejones de pasto de once metros de ancho.

Estrato arbustivo. En este arreglo, la secuencia de establecimiento de las franjas se realiza entre los callejones de pasto, iniciando con dos franjas de leucaena (*Leucaena leucocephala*) seguida por una franja de totumo (*Crescentia cujete*), hasta cubrir el área a intervenir. La distancia entre franjas es de once metros, espacio ocupado por la pastura. De esta manera, se obtienen 3.000 y 400 plantas de leucaena y totumo por hectárea, respectivamente.



Estrato arbóreo. Incluye árboles multipropósito para la recuperación del sombrío y que además proporcionan alimento para los animales, principalmente en época seca. Se seleccionó el árbol de campano (*Albizia saman*) sembrado a 25 metros entre cada individuo dentro del módulo. Por otra parte, se establecen en la zona perimetral del área intervenida especies maderables nativas, como roble (*Tabebuia rosea*), ceiba roja (*Pachira quinata*) o guayacán de bola (*Bulnesia arborea*).

Arreglo silvopastoril leucatan implementado en el valle del departamento del Cesar

Este arreglo diseñado en Corpoica para el valle del Cesar tiene los siguientes componentes (figura 17):

Estrato herbáceo. Utiliza un tipo de pasto guinea (*Panicum maximum* cv. Tanzania) en medio de las franjas de los estratos arbóreo y arbustivo.

Estrato arbustivo. Franjas intercaladas de tres líneas de *Leucaena leucocephala* (1.500 arbustos por hectárea), las cuales se siembran en triángulo y espaciadas entre sí a un metro.

Estrato arbóreo. Con franjas intercaladas de dos líneas de eucaliptos (200 árboles por hectárea). Se siembran en triángulo con una distancia entre planta de cuatro metros.



Foto: Belisario Roncallo

Figura 17. Modelo silvopastoril leucatan desarrollado para el Caribe seco.

Arreglo silvopastoril multiestrata implementado en las sabanas de Córdoba y Sucre

Este arreglo ha sido diseñado en Corpoica Centro de Investigación (CI) Turipaná y está fundamentado en prototipos silvopastoriles de más de quince años de antigüedad, los cuales han sido propagados en las sabanas de Córdoba y Sucre (figura 18).

Estrato herbáceo. Constituido de una pastura mixta de gramíneas Toledo (*Brachiaria brizantha*) y Decumbens (*Brachiaria decumbens*).

Estrato arbustivo y arbóreo. Se compone básicamente de dos hileras de siembra que alternan una secuencia de especies arbustivas para forraje (guácimo, totumo y leucaena) y una secuencia de especies arbustivas y arbóreas (guácimo, canafístula y campano), estas últimas para sombra y producción de frutos.



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 18. Arreglo silvopastoril multiestrata implementado en las sabanas de Córdoba y Sucre por Corpoica.

Las especies maderables se establecen en un extremo del potrero para lograr una utilización más rápida del sistema silvopastoril, debido a que las especies maderables tienen un crecimiento más lento y, de esta forma, se facilita su aislamiento y protección del daño que el ganado les puede causar.



Arreglo silvopastoril intensivo implementado en el Caribe seco

El arreglo silvopastoril intensivo (SSPi) fue desarrollado por Cipav y Fedegán-FNG, enmarcado en el proyecto Ganadería Colombiana Sostenible en el núcleo del valle del río Cesar; es conocido como sistema silvopastoril intensivo por las altas densidades de especies leñosas y tiene los siguientes componentes (Uribe et al. 2011) (figura 19):

Estrato herbáceo. Con gramíneas mejoradas como guinea tanzania (*Panicum maximum*) o pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*).

Estrato arbustivo. Con *Leucaena leucocephala* sembrada el altas densidades (superiores a 7.000 arbustos por hectárea) en hileras ubicadas cada 1,5 metros en todo el terreno.

Estrato arbóreo. Compuesto por árboles maderables como eucalipto y teca en franjas compuestas de tres hileras, ubicadas a 1,5 metros y con distancia entre árboles de 2 metros entre cada hilera intercaladas cada 18 filas de leucaena, lo que da un mínimo de 500 árboles por hectárea.



Foto: Julián Chará

Figura 19. Arreglo SSPi implementado por Cipav y Fedegán-FNG en el proyecto Ganadería Colombiana Sostenible en el Caribe Seco.

Manejo del pastoreo

Cada uno de los arreglos SSP descritos anteriormente tiene asociadas unas prácticas de manejo adecuadas en cuanto a la carga animal que puede tolerar (número de animales por hectárea), carga instantánea y el tiempo de recuperación que deben tener las especies forrajeras. En ese sentido, en todos los arreglos silvopastoriles se ha planteado un pastoreo rotacional con una presión de pastoreo alta (alta carga instantánea), cortos periodos de ocupación en los potreros y tiempos de descanso prolongados.

De acuerdo a estas consideraciones, se debe determinar previamente el tipo de cercado a construir, según las condiciones de las unidades productivas en cuanto a acceso a electricidad, ubicación del predio, presencia constante de personal o de vigilancia y demás. Tener presentes dichas condiciones asegura la utilización de equipos adecuados, como el uso de energía solar en donde no hay servicio eléctrico, y las formas de aseguramiento, como en casos donde los beneficiarios no permanecen en el predio y existen altos niveles de inseguridad.

Definición, medición y delimitación del área a intervenir

Según la experiencia de Corpoica, en el desarrollo de proyectos SSP en la región Caribe, la estricta y completa definición de los límites de las áreas a intervenir junto con el control sobre las mismas otorgado por el beneficiario son puntos críticos que se deben tener presentes para el éxito del establecimiento de los SSP. En ese sentido, el conocimiento del beneficiario sobre la intervención a realizar es muy importante antes de efectuar cualquier actividad (figura 20).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 20. Aprobación por los beneficiarios de la definición de las áreas a intervenir en SSP.



En ese sentido, es relevante la georreferenciación de las áreas aptas a intervenir dentro de las unidades productivas, en donde se ubiquen adicionalmente puntos de acceso, fuentes de agua, energía y vías de acceso. Tal información puede ser almacenada de manera digital en un sistema de información geográfica (SIG) para determinar el área total intervenida y así definir los insumos y herramientas requeridos y planificar las divisiones de los potreros y materiales necesarios para la construcción de cercados (figura 21).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 21. Georreferenciación y construcción del sistema de información geográfica con levantamiento topográfico con GPS en las áreas a intervenir en proyectos SSP de la región Caribe.

En el proceso de definir el área a intervenir dentro de una unidad productiva se requiere de la participación activa por parte del beneficiario, quien, junto con el técnico (que cuenta con el diagnóstico previo), determina y mide el mejor lugar para el establecimiento del SSP, con el fin de evitar áreas de riesgo o donde existan condiciones adversas para las especies vegetales a establecer. Para esto, la delimitación del área con métodos permanentes como postes y cercas contribuye aún más a evitar la pérdida del control de las áreas, además de facilitar la identificación de la misma al inicio de intervención.

Tipo de intervención a realizar

En la definición del área a intervenir se deben evaluar las condiciones de cada uno de los estratos vegetales, se identifican aspectos clave como la presencia de pastos de alta producción de biomasa y que se pueden conservar o si hay presente un componente arbóreo con una densidad considerable que requiera podas o entresacas para facilitar las labores de preparación del suelo. Según la experiencia de Corpoica, se han planteado los siguientes escenarios de intervención:

Adecuación de las áreas

La preparación del área es necesaria para llevar a cabo cualquier intervención posterior. La eliminación de obstáculos para la mecanización y la siembra como son rocas o árboles muertos, así como el corte del pastos sobremaduros y que crean un tipo de “colchón” que dificulta las labores, son esenciales y, por tal motivo, deben ser previamente identificados para cada unidad productiva (figura 22).



Foto: Thomas Carvajal

Figura 22. Adecuación de un predio.

Intervención en el estrato herbáceo

A partir de la evaluación de estado productivo de la pradera en términos de calidad y cantidad del forraje, se pueden plantear dos alternativas de intervención en el estado herbáceo: recuperación y renovación de la pastura.





Recuperación de la pastura

Si existen las condiciones para conservar la pastura existente, con una buena cobertura de una especie de pasto de alta producción de biomasa y calidad nutricional aceptable sin una degradación severa, no es necesario sembrar una nueva especie de pasto sino que se hace una recuperación de las características físicas (mecanización) y químicas (fertilización) del suelo sin destruir el pasto existente para recuperar su potencial productivo (figura 23).



Foto: Socorro Cajas-Giron

Figura 23. Área a intervenir con la recuperación de la pastura existente.

Renovación de la pastura

Por otra parte, si el área seleccionada para intervenir no cuenta con una baja cobertura de pasto y las especies presentes en el estrato herbáceo son de calidad nutricional inferior y existe un alto nivel de degradación, se recomienda la siembra de una nueva especie de pasto mejorado con la previa adecuación del terreno y la recuperación de las propiedades físicas y químicas del suelo (figura 24).



Foto: Socorro Cajas-Giron

Figura 24. Área a intervenir con la siembra de una nueva pastura.

Intervención en el estrato arbustivo y arbóreo

Si se trata de áreas deforestadas, es necesaria la siembra del componente leñoso; mientras que si existen árboles en los potreros, se deben realizar podas y entresacas para facilitar la intervención en el estrato herbáceo y la entrada de luz solar a este. De igual manera, se pueden conservar especies leñosas de interés productivo para los productores sea para leña, madera u otros fines, siempre y cuando estas no afecten notablemente el desarrollo y mantenimiento del SSP.

Alternativas para el sostenimiento productivo durante la estructuración del sistema

Debido a que las especies leñosas son de crecimiento lento respecto a los pastos, debe haber un tiempo más o menos extenso en el que los animales no puedan ingresar al área intervenida, durante el cual el SSP madura y las especies sembradas han crecido lo suficiente y se encuentran arraigadas, para tolerar la defoliación por parte de los animales en el inicio de la fase de aprovechamiento.

Es así que los beneficiarios pueden requerir de alternativas de alimento y albergue para sus animales antes de que el sistema pueda ser utilizado. Contar con tales alternativas es fundamental para garantizar la viabilidad del establecimiento del SSP sin afectar las actividades productivas de los beneficiarios y debe ser contemplado desde el comienzo junto con la planificación del establecimiento.

Dependiendo de las condiciones particulares de cada beneficiario, existen varias alternativas que se deben considerar, como son el alquiler de potreros a terceros y la utilización de forrajes conservados con el semiconfinamiento de los animales. En ese sentido, la utilización del pasto que crece rápidamente en el sistema, a través del ingreso controlado de animales garantizando el aislamiento de las especies leñosas, puede funcionar, aunque puede incrementar los costos de manera considerable.



De igual manera, la cosecha del pasto del sistema para suministrar en fresco o su procesamiento como heno o silo se puede llevar a cabo de manera exitosa siempre y cuando no se afecten las especies leñosas y la cosecha de la pastura se realice de forma adecuada (figura 25).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 25. Capacitación en prácticas de henificación de pasturas cosechadas de sistemas silvopastoriles en etapa de estructuración.

Cuantificación y consecución de semilla vegetativa

Conociendo el área total a establecer y los tipos de intervención a realizar en cada unidad productiva (renovación, recuperación, siembra de especies leñosas o control de regeneración natural) según el sistema de georreferenciación, que contiene los planos de las áreas a intervenir, se estima la cantidad de semilla necesaria para la siembra de los componentes del SSP.

En ese sentido, establecer la utilización de semilla sexual o plántulas para cada especie vegetal del arreglo SSP es importante para definir su posterior consecución. Para las especies comunes de pastos mejorados y de arbustos como leucaena, la siembra directa en campo de semilla sexual funciona bien y existe disponibilidad en el mercado, mientras que, para otras especies arbustivas y la mayor parte de las especies arbóreas, la utilización de plántulas es la mejor opción, por la naturaleza de la semilla, su lento crecimiento y poca disponibilidad en el mercado.

Para la obtención de plántulas se pueden considerar como alternativas:

Construcción de viveros comunitarios. En la medida que no se encuentre fácilmente semilla sexual en el mercado y para facilitar el transporte del material vegetal, contemplar la elaboración de viveros temporales para la producción de plántulas puede contribuir con la capacitación y el apropiamiento por los beneficiarios (figura 26).

La semilla sexual de especies que no estén en el mercado en cantidades considerables (como de totumo, guácimo o guayacán de bola) se puede recolectar de individuos que se encuentren en la zona para posteriormente ser sembradas en los viveros.



Foto: Socorro Cajías-Girón

Figura 26. Producción de plántulas en viveros comunitarios. Superior, producción en eras. Inferior, producción en bolsas.

Tercerización de la producción. Para la producción de plántulas de especies maderables y otras arbóreas más comunes se pueden contratar viveros particulares para su producción.



Para la estimación de la semilla sexual a adquirir y el número de plántulas a producir se deben considerar cantidades adicionales que contemplen el valor cultural de las semillas, posibles pérdidas de material vegetal y las posteriores resiembras que se llevarán a cabo en la etapa de estructuración del sistema (se puede considerar un 15 % adicional respecto a lo requerido).

Cuantificación y consecución de insumos, servicios, herramientas y mano de obra

Al igual que con la semilla, el conocimiento de las áreas y alternativas de intervención permitirá determinar, según los métodos para llevar a cabo las actividades, las cantidades de insumos agrícolas como herbicidas, insecticidas y fertilizantes, además de los servicios de mecanización. Por otra parte, con el diseño del sistema de rotación de potreros y según las condiciones de cada unidad productiva, en cada área a intervenir se podrán hacer estimaciones de la cantidad de materiales y equipos para la construcción de cercas.

Igualmente, la determinación y obtención de la mano de obra necesaria para el establecimiento se debe plantear según las estrategias de intervención y los tiempos de ejecución. Al respecto, se debe tener presente el cubrimiento de todas las garantías laborales de los trabajadores y contemplar el uso de mano de obra local. La generación de compromisos con los beneficiarios para el apoyo en mano de obra puede ser una alternativa para lograr la apropiación y la capacitación a los beneficiarios, además de reducir costos laborales.

Presupuesto y cronograma del establecimiento

La determinación del presupuesto general del proyecto y del costo promedio por hectárea intervenida, son criterios determinantes para la toma de decisiones por parte de financiadores y ejecutores, con el fin de explorar la viabilidad financiera y técnica de la intervención. Así mismo, la definición ordenada de cada una de las actividades a desarrollar, contribuirá con el seguimiento y la administración de los recursos, durante la implementación del proyecto.

Estructura de costos

A partir de la determinación de las cantidades de insumos, materiales, equipos y servicios, con los proveedores de los mismos, es posible establecer un presupuesto general, que permita generar una estructura de costos por hectárea del arreglo a establecer. A continuación, se muestra la estructura de costos para el arreglo silvopastoril multiestrata implementado en el sur del Atlántico [ver subcapítulo Sistema(s) silvopastoril(es) a establecer] considerando dos tipos de intervención en el estrato herbáceo (renovación y recuperación de la pastura) junto a una siembra completa de los estratos arbustivo y arbóreo en un terreno sin necesidad de adecuación (entresacas, podas o eliminación de altas densidades de obstáculos).

Intervención con renovación de la pastura

De acuerdo con la experiencia de Corpoica, en la implementación de sistemas silvopastoriles en la región Caribe, el 59% de los costos de establecimiento, con renovación de praderas se dirigen a los rubros de insumos, mano de obra y servicios de mecanización, mientras que un 41% se enmarcan en la construcción de cercas eléctricas (tabla 1).





Tabla 1. Estructura de costos del establecimiento de una hectárea de SSP con renovación de la pastura (costos de 2013)

Concepto	Unidad	Unidades por hectárea	Valor por unidad	Costo por hectárea
Pase de cincel		1	\$180.000	\$180.000
Pase de rastra		2	\$160.000	\$320.000
Pase de rastrillo		1	\$90.000	\$90.000
Total labores de labranza				\$590.000
Semilla pasto Toledo	kg	5	\$35.000	\$175.000
Semilla pasto Decumbens	kg	2	\$30.000	\$60.000
Semilla leucaena	kg	0,9	\$25.000	\$22.500
Planta de totumo	Un	200	\$200	\$40.000
Planta ceiba roja	Un	133	\$1.000	\$133.000
Planta de campano	Un	25	\$400	\$10.000
Total material vegetal				\$440.500
Herbicida pastar (hoja ancha)	L	0,5	\$28.000	\$14.000
Herbicida amina 720 (hoja ancha)	L	1,5	\$32.000	\$48.000
Glifosato Roundup	gal		\$52.000	\$0
Fertilizante 10 30 10 (siembra)	Bulto	1	\$80.000	\$80.000
Fertilizante sulfato de amonio (mantenimiento)	Bulto	1	\$80.000	\$80.000
Imidacloprid (insecticida)	L	0,035	\$86.800	\$3.038
Total agroquímicos				\$225.038
Postes templetes 10-12 cm (pino punta de lapiz)	Un	5	\$17.500	\$87.500
Astillas 8 - 9 cm (pino punta de lapiz)	Un	29	\$13.500	\$391.500
Alambre galvanizado calibre 12,5	Kg	50	\$3.800	\$190.000
Tensores metálicos 500 m	Un	12	\$2.600	\$31.200

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Concepto	Unidad	Unidades por hectárea	Valor por unidad	Costo por hectárea
Aislador pivote (puntilla)	Un	87	\$200	\$17.400
Aislador terminal	Un	24	\$700	\$16.800
Mangueras	M	3	\$600	\$1.800
Alambre aislador	M	3	\$1.800	\$5.400
Alambre de cobre	M	15	\$950	\$14.250
Juego de broches	Un	1	\$7.500	\$7.500
Puntillas	Caja	1	\$3.000	\$3.000
Total materiales para cercas				\$766.350
Varillas de cooperweld	Un	5	\$13.000	\$65.000
Impulsor B4000	Un	1	\$220.000	\$220.000
Regulador solar 12v	Un	1	\$95.000	\$95.000
Panel solar (40 watt y 12v)	Un	1	\$195.000	\$195.000
Batería (35 amp y 12v)	Un	1	\$202.600	\$202.600
Cuchilla doblero	Un	1	\$10.400	\$10.400
Desviador de rayos	Un	1	\$23.300	\$23.300
Estructura metálica (tubo y cajón)	Un	1	\$328.000	\$328.000
Total equipos eléctricos para cercas				\$284.825
Mano de obra para siembra	Trabajador /día	10	\$29.300	\$293.000
Mano de obra para aplicación agroquímicos	Trabajador /día	3	\$29.300	\$87.900
Mano de obra construcción de cercas	Trabajador /día	3	\$29.300	\$87.900
Total mano de obra				\$468.800
Costo total de establecimiento				\$2.775.513



Intervención con recuperación de la pastura

A diferencia de la siembra completa, la recuperación de la pastura tiene un costo menor por hectárea establecida, en razón a las menores necesidades de mecanización y semilla de pasto. Sin embargo, se requiere un mayor uso de agroquímicos (principalmente herbicidas) y mano de obra, pues es determinante la eliminación de pasturas en áreas donde se sembrarán las especies leñosas, con el fin de facilitar su supervivencia (tabla 2).

Tabla 2. Estructura de costos del establecimiento de una hectárea de SSP con recuperación de la pastura (costos de 2013)

Concepto	Unidad	Unidades por hectárea	Valor por unidad	Costo por hectárea
Pase de cincel		1	\$180.000	\$180.000
Total labores de labranza				\$180.000
Semilla leucaena	kg	0,9	\$25.000	\$22.500
Planta de totumo	Un	200	\$200	\$40.000
Planta ceiba roja	Un	133	\$1.000	\$133.000
Planta de campano	Un	25	\$400	\$10.000
Total material vegetal				\$205.500
Herbicida pastar (hoja ancha)	L	0,5	\$28.000	\$14.000
Herbicida amina 720 (hoja ancha)	L	1,5	\$32.000	\$48.000
Glifosato Roundup	gal	0,25	\$52.000	\$13.000
Fertilizante 10 30 10 (siembra)	Bulto	1	\$80.000	\$80.000
Fertilizante sulfato de amonio (mantenimiento)	Bulto	1	\$80.000	\$80.000
Total agroquímicos				\$235.000
Postes templetes 10-12 cm (pino punta de lapiz)	Un	5	\$17.500	\$87.500
Astillas 8 - 9 cm (pino punta de lapiz)	Un	29	\$13.500	\$391.500
Alambre galvanizado calibre 12,5	Kg	50	\$3.800	\$190.000
Tensores metálicos 500 m	Un	12	\$2.600	\$31.200

(Continúa)

(Continuación tabla 2)

Concepto	Unidad	Unidades por hectárea	Valor por unidad	Costo por hectárea
Aislador pivote (puntilla)	Un	87	\$200	\$17.400
Aislador terminal	Un	24	\$700	\$16.800
Mangueras	M	3	\$600	\$1.800
Alambre aislador	M	3	\$1.800	\$5.400
Alambre de cobre	M	15	\$950	\$14.250
Juego de broches	Un	1	\$7.500	\$7.500
Puntillas	Caja	1	\$3.000	\$3.000
Total materiales para cercas				\$766.350
Varillas de cooperweld	Un	5	\$13.000	\$65.000
Impulsor B4000	Un	1	\$220.000	\$220.000
Regulador solar 12v	Un	1	\$95.000	\$95.000
Panel solar (40 watt y 12v)	Un	1	\$195.000	\$195.000
Batería (35 amp y 12v)	Un	1	\$202.600	\$202.600
Cuchilla dobletiro	Un	1	\$10.400	\$10.400
Desviador de rayos	Un	1	\$23.300	\$23.300
Estructura metálica (tubo y cajón)	Un	1	\$328.000	\$328.000
Total equipos eléctricos para cercas				\$284.825
Mano de obra para siembra	Trabajador /día	10	\$29.300	\$293.000
Mano de obra para aplicación agroquímicos	Trabajador /día	3	\$29.300	\$87.900
Mano de obra construcción de cercas	Trabajador /día	3	\$29.300	\$87.900
Total mano de obra				\$468.800
Costo total de establecimiento				\$2.140.475



Planeación de actividades

La planeación de las actividades que se llevarán a cabo y el momento de su ejecución se deben realizar al detalle, teniendo bajo consideración las condiciones climáticas esperadas en las áreas a intervenir y que pueden ser limitantes para la mecanización y la siembra. Determinar las relaciones de dependencia entre tareas y su ubicación en una línea de tiempo es un ejercicio obligado en la planificación de cualquier proyecto. En ese sentido, utilizar herramientas computacionales para la gestión de proyectos puede facilitar el diseño de un cronograma así como su monitoreo durante la ejecución de las actividades.

Etapas de divulgación y capacitación inicial

Antes de llevar a cabo cualquier intervención, las personas que entren al programa deben tener pleno conocimiento de los beneficios que se pueden obtener de los SSP respecto al estado en que se encuentran los sistemas productivos. De igual manera, se debe divulgar la propuesta de intervención desarrollada durante la etapa de planificación para que se conozcan las tareas a realizar, el cronograma propuesto y las responsabilidades adquiridas (figura 27).

El claro conocimiento del qué, el por qué y el cómo de un proyecto SSP permite la retroalimentación por parte de los beneficiarios y el replanteamiento del proyecto para adecuarse mejor a sus condiciones. Así mismo, su participación activa genera apropiación y empoderamiento en cualquier proyecto de transferencia de tecnología, lo cual es garantía de efectividad y adopción.



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 27. Actividades de divulgación.

Etapa de establecimiento

En esta etapa, se desarrollan todas las actividades y aspectos técnicos relacionados para la siembra de las especies consideradas en el SSP. Las consideraciones técnicas que a continuación se describen se fundamentan en la experiencia de Corpoica en proyectos silvopastoriles ejecutados en la región Caribe (Cajas 2006; 2009; 2011; 2012; 2013; 2014).

Adecuación del terreno

Previo a cualquier actividad, tanto si se considera la siembra completa de una nueva especie de pasto o si se opta por dejar la existente, las áreas a intervenir deben ser adecuadas para facilitar las labores de mecanización y siembra. Por lo tanto, es necesario eliminar obstáculos en el terreno como piedras, ramas y árboles muertos, con mano de obra o el uso de maquinaria que faciliten esta labor.

En áreas donde exista una densidad de especies leñosas que limite las actividades de preparación del terreno y siembra se debe realizar la eliminación selectiva de ciertos árboles y arbustos (entresacas), así como la poda de ramas que obstaculicen el paso de maquinaria y de la luz solar hacia los estratos inferiores. Así mismo, se debe reducir el exceso de vegetación presente en el estrato herbáceo para facilitar la preparación del suelo y la siembra. Esto se puede hacer sobrepastoreando el área (introduciendo animales bajo una alta presión de pastoreo durante un largo periodo).

Puede ser común que, en las áreas a intervenir, exista algún tipo de pastura sobremadura con demasiados tallos que forman un tipo de “colchón” muy difícil de eliminar con el sobrepastoreo. En tal caso, se puede optar por el uso de un cortamalezas (un implemento adecuado a un tractor) que destruye la capa superficial de la vegetación sin afectar el suelo y la cobertura de la pastura.

Cuando se planea una renovación con la siembra de una nueva pastura, la vegetación existente en el estrato herbáceo se puede destruir casi completamente con la aplicación de un herbicida no selectivo de amplio espectro (como glifosato en concentraciones de 350 a 400 ml por cada 20 L).



Establecimiento con la renovación completa de la pastura

El establecimiento del sistema silvopastoril con la siembra de nuevas especies de pasto, se desarrolla con una adecuada preparación del terreno, que permitirá mejorar las características físicas y químicas del suelo, la siembra de la pastura con semillas certificadas y el establecimiento de las especies leñosas, dependiendo del arreglo planeado con anticipación:

Preparación del suelo

Dependiendo de la estructura, textura y nivel de degradación del suelo es recomendable una labranza mecanizada con tres implementos a saber: rastra pesada, cincelos rígidos y rastrillo pulidor. En áreas degradadas, un pase de cada implemento en este mismo orden ha sido la forma común de preparar el terreno para la posterior siembra.

Estos implementos se deben pasar en forma cruzada, es decir, en sentido perpendicular al del implemento anterior. Al respecto, no se recomienda el uso de dos pases de cincel en forma cruzada. El éxito de una buena labranza depende de la potencia del tractor, la cual no debe ser menor del rango de 100 a 120 caballos de fuerza y es ideal que cuente también con doble transmisión (figura 28).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 28. Paso de rastra pesada para la siembra de una nueva pastura.

Cuando no sea posible la utilización de un tractor e implementos para preparar el terreno, se puede considerar el uso de tracción animal o herbicidas. De igual manera, si se considera el establecimiento de sistemas en áreas muy pendientes o de reducido tamaño se puede preparar el suelo de forma manual, con azadón.

Posterior a la mecanización, se sigue el trazado de la siembra en el área a intervenir definiendo y demarcando las franjas donde se sembrarán las especies leñosas. Así mismo, previo a la siembra, se debe realizar la fertilización del suelo dependiendo de los análisis químicos del mismo. En el departamento del Atlántico se ha usado fertilizante 10-30-10 a razón de un bulto por hectárea (figura 29).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 29. Fertilización de las áreas de siembra.

Siembra de pastura

La cantidad de semilla que se debe sembrar por hectárea depende del valor cultural (porcentajes de pureza y germinación de las semillas), las pérdidas asociadas con el método de siembra y las plantas que se desean por metro cuadrado. Por ejemplo, una mezcla de brachiarias (*B. brizantha* cv. Toledo y *B. decumbens*) ha dado buenos resultados en SSP establecidos al sur del departamento del Atlántico.



Se recomienda emplear siete kilos de semilla sexual certificada a razón de cinco kilos de pasto Toledo y dos kilos de *B. decumbens*. Es necesario aplicar insecticida líquido a la semilla antes de la siembra para evitar pérdidas por insectos. La siembra se puede hacer empleando sembradoras manuales o mecánicas, movidas por un tractor; se debe evitar la siembra de las franjas pues allí irán las especies arbustivas.

Por otra parte, si se considera la siembra con semilla vegetativa (tallos de pasto), con especies de pastos invasivos como estrella africana, en áreas difíciles de mecanizar y con baja cobertura de pasto, la siembra a chuzo de dos estolones (tallos) de 60 centímetros doblados cada metro genera buenos resultados con controles adecuados de arvenses (figura 30).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 30. Siembra de pastura en SSP establecidos en la región Caribe. Superior izquierda, siembra mecanizada. Superior derecha, siembra con sembradora manual. Inferiores, siembra de semilla vegetativa en áreas encharcables.

Siembra de especies leñosas

Debido a la alta densidad de arbustivas por hectárea se recomienda realizar la siembra directa con semilla sexual para la leucaena y el totumo. Las semillas de leucaena deben ser preparadas antes de la siembra (escarificación) para acelerar la germinación, usualmente colocarlas en agua caliente durante un minuto genera buenos resultados. Por su parte, las semillas de totumo no requieren este tratamiento y se pueden sembrar directamente (figura 31).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 31. Siembra de especies arbustivas con semilla sexual.

Para una hectárea de SSP, la cantidad aproximada de semilla para la siembra de leucaena es de un kilo en franjas de tres hileras a 0,5 x 0,5 metros (entre plantas y entre hileras). Para el totumo, se emplean aproximadamente 155 gramos en franjas de dos hileras a 0,5 x 1 metros. Cuando los niveles de humedad de suelo son muy elevados, se debe considerar especies como guácimo para reemplazar a la leucaena, aunque su siembra se debe realizar por pseudoestacas (plántulas podadas en tallo y raíz), por lo que se necesita establecer un vivero.



En el área de establecimiento, se debe realizar la eliminación de la vegetación en un metro alrededor del sitio de siembra por medios manuales y químicos (lo que se conoce como plateo). En el arreglo SSP multiestrata se incluyen árboles para sombra y frutos dentro de los potreros a una distancia entre árboles de 25 metros. Las especies arbóreas, para el aprovechamiento de la madera, se siembran en una hilera paralela a la cerca perimetral del área a intervenir a una distancia de tres metros con el mismo espacio entre plantas (figura 32).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 32. Siembra de especies arbóreas.

Establecimiento con la recuperación de la pastura existente

Cuando se considera la recuperación de una pastura previamente existente, la preparación del suelo requiere un menor uso de maquinaria y la misma fertilización en comparación con la siembra de una nueva pastura. Por otra parte, en este tipo de establecimiento para la siembra de las especies leñosas se debe reducir la competencia con el pasto, por lo que se hace necesaria la completa eliminación de la vegetación herbácea en los sitios donde se sembrarán arbustos (franjas) y árboles (perímetro) usando métodos químicos o mecánicos.

Preparación del suelo

Cuando se desea recuperar la pastura, se puede utilizar una labranza vertical que contribuya a mejorar las condiciones del suelo y la pradera. En estos casos, se opta por un pase de un arado de cincel en sentido contrario a la pendiente y utilizando cincelos que tengan una separación entre ganchos no superior a 40 centímetros y asegurar que estos penetren a una profundidad al menos de 30 centímetros, para lo cual se debe realizar el trabajo con un tractor de doble transmisión y 120 caballos de fuerza (figura 33).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 33. Paso de cincelos rígidos en la recuperación de una pradera existente.

De igual manera que con la siembra de una pastura nueva, el uso de alternativas como tracción animal y labranza manual se puede llevar a cabo si no existen las condiciones adecuadas para la mecanización. Así mismo, luego de haber realizado la labranza, se fertiliza el suelo (10-30-10 un bulto por hectárea en el sur del Atlántico) y se lleva a cabo el trazado de las franjas donde se sembrarán las especies arbustivas.



Siembra de especies leñosas

Habiendo trazado las franjas donde se sembrarán las especies arbustivas, se realiza una aplicación de herbicida no selectivo (glifosato en concentración de 300 a 450 ml cada 20 L de agua) sobre la vegetación existente. El ancho de la franja sobre la cual se siembran las arbustivas es de un metro, pero se debe aplicar el herbicida en tres metros de ancho, esto con el fin de que la franja tenga a lado y lado un metro libre de vegetación para reducir la competencia de la gramínea con las especies arbustivas. De esta manera, se da mayor oportunidad a que estas germinen e inicien su crecimiento con una competencia reducida (figura 34).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 34. Adecuación de áreas para siembra de especies leñosas en praderas recuperadas. Superiores, corte mecánico de excesos de pasto en las franjas donde se sembrarán arbustivas. Inferior izquierda, aplicación de herbicida para eliminación completa del pasto. Inferior derecha, franja lista para la siembra.

Esto significa que cuando la pastura colonice nuevamente el área que fue fumigada con herbicida ya las arbustivas tienen un tamaño suficiente para competir y evitar que el pasto las desplace. Para la siembra de arbustivas y arbóreas, se realiza el mismo procedimiento descrito en el subcapítulo Sistema(s) silvopastoril(es) a establecer (figura 35).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 35. Siembra a chuzo de la semilla sexual de especies arbustivas.

Construcción de cercas

Como se mencionó anteriormente (subcapítulo Manejo del pastoreo), para el mejor aprovechamiento de los arreglos SSP se debe realizar un pastoreo rotacional. En ese sentido, a partir de mapas georreferenciados y en concertación con el beneficiario, se plantea un boceto preliminar a mano alzada de la forma en que se construirán las divisiones del área sembrada, teniendo en consideración fuentes de agua, electricidad y formas de acceso (figura 36).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 36. Planificación concertada con el beneficiario de sistema de rotación de potreros en el SSP.



El número de potreros o accesiones de igual tamaño en que se dividirá el área queda determinado según los tiempos de ocupación y descanso planteados para el SSP, por lo que deben estar previamente definidos. Por ejemplo, para los módulos silvopastoriles establecidos por Corpoica en el sur del Atlántico en las áreas intervenidas se definieron cinco o seis divisiones, con periodos de ocupación de entre 5 a 7 días con 20 a 35 días de descanso dependiendo de la época.

Con el boceto realizado y los mapas georreferenciados, el diseño de los planos de las divisiones se puede realizar en cualquier programa de diseño asistido, en el cual se divide el área en accesiones iguales y se especifican las medidas de los potreros cercas y su ubicación espacial, lo que permite el trazado de las cercas y la cuantificación de las necesidades de materiales, equipos y mano de obra (figura 37).

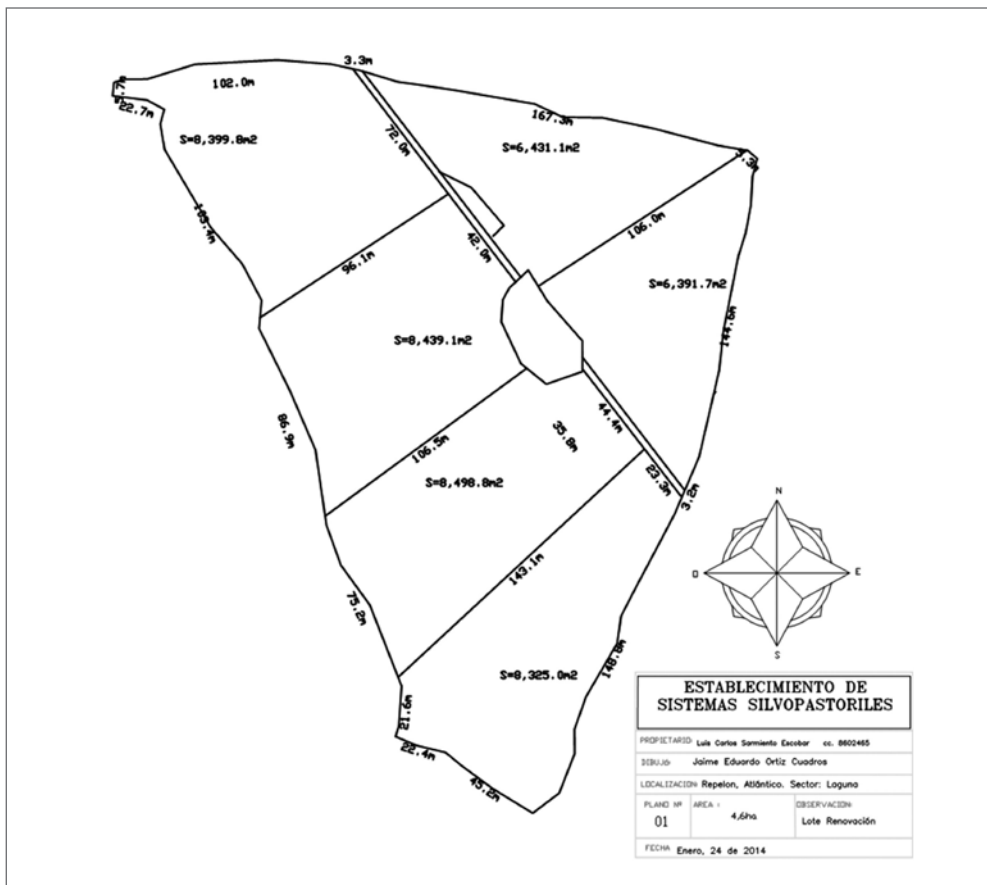


Figura 37. Mapa diseñado para la división de potreros en un SSP.

Para la construcción de la cerca eléctrica, se emplean postes: templetes (postes para tensionar el alambre, más largos y gruesos) de 10 a 12 centímetros de diámetro y postes sencillos de 8 a 9 centímetros de diámetro, ambos con una longitud de 2,10 metros enterrados a una profundidad de 80 centímetros. En la cerca perimetral, los postes se ubican cada 12 metros con tres hilos de alambre y en las divisiones internas cada 14 metros con solo dos hilos (figura 38).



Foto: Thomas Carvajal

Figura 38. Cercas electrificadas construidas para la división de potreros en SSP.

Con el plano generado, se realiza el trazado de la cerca, ubicando en campo los puntos para colocar los postes templetes. En esta actividad, se colocan estacas en cada sitio para luego hacer el ahoyado, la colocación del poste templete, el posterior tendido del alambre y la colocación de los postes sencillos.



Por último, se lleva a cabo la instalación de equipos eléctricos. Para el caso de los módulos SSP establecidos en el sur del Atlántico, se instaló un cercado eléctrico alimentado por energía solar y el impulsor, el regulador solar y la batería se instalaron en un gabinete metálico sobre un tubo galvanizado a tres metros de altura. Sobre el extremo superior de dicho gabinete se colocó el panel solar (figura 39).

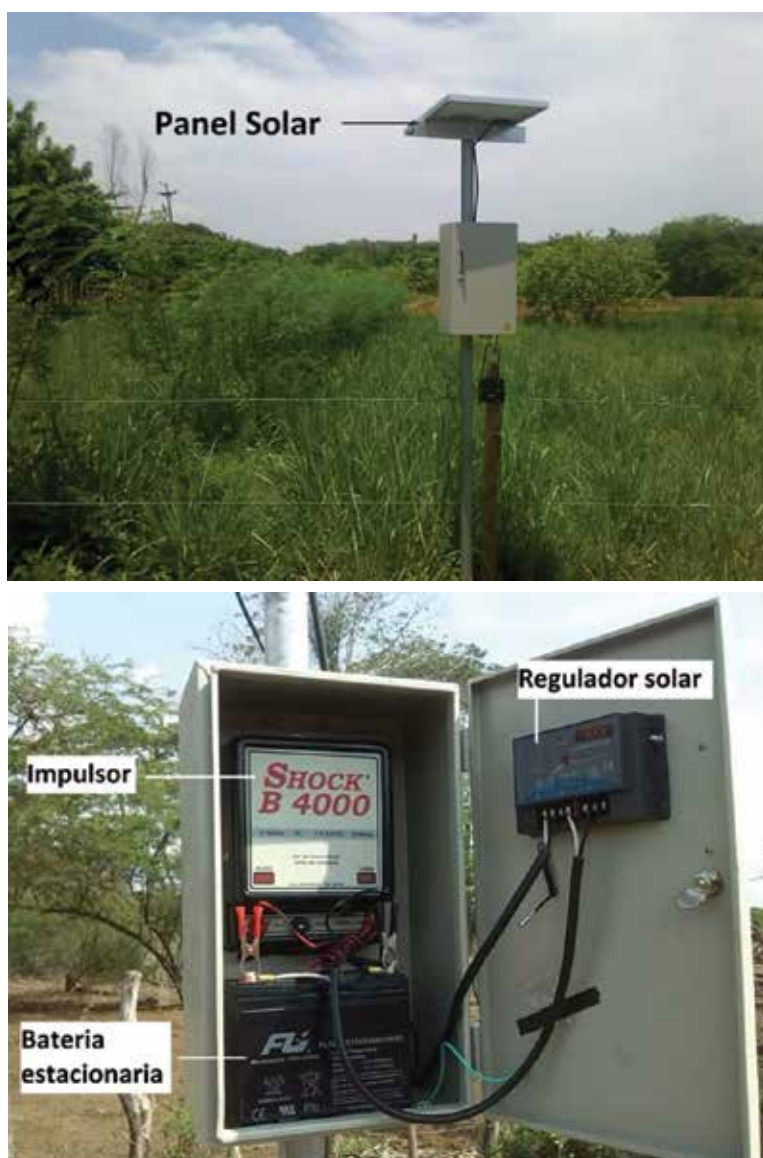


Figura 39. Panel solar y equipos eléctricos de cercas electrificadas implementadas en SSP.

Etapas de estructuración

En esta etapa, el SSP recién establecido se monitorea constantemente y se llevan a cabo prácticas necesarias para su fortalecimiento y desarrollo. Al respecto, se debe procurar mantener una población de las especies vegetales que componen el SSP, por tal razón, el manejo apropiado del sistema, permitirá su sostenibilidad en tiempo y espacio. Durante la etapa que suele durar cerca de seis meses, se deben realizar las siguientes tareas:

Monitoreo del sistema, fertilizaciones y resiembras

Para mantener la población inicial de las especies sembradas se debe tener un plan de monitoreo, que cuente con evaluaciones periódicas de la supervivencia y aforos de las especies sembradas y de plagas o enfermedades. Así mismo, el monitoreo constante permite la detección temprana de la entrada anticipada de animales en los módulos para aplicar rápidamente las acciones pertinentes (figura 40).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 40. Evaluaciones de supervivencia, resiembras y fertilizaciones.

Con base en las evaluaciones de supervivencia, de plagas y enfermedades, se plantean estrategias con el fin de mantener las especies vegetales en el SSP con las densidades adecuadas. En ese sentido, se pueden llevar a cabo actividades como resiembras con material vegetativo y fumigaciones.



Por otra parte, las fertilizaciones adicionales de tipo foliar (con microminerales) y edáfica (con sulfato de amonio, por ejemplo) contribuyen a un rápido fortalecimiento de las especies sembradas y pueden reducir el tiempo de maduración del sistema y un rápido aprovechamiento.

A través de las podas de formación en el estrato arbustivo, alrededor de un mes antes del inicio del pastoreo, se puede controlar la altura de los arbustos, siendo su altura ideal de 1,5 metros para que el follaje pueda ser cosechado fácilmente por los animales. Las podas se deben realizar en época lluviosa.

Etapa de capacitación final

Antes de dar inicio a la fase de aprovechamiento, es ideal llevar a cabo jornadas de capacitación a los beneficiarios en donde se informe sobre las prácticas de producción, manejo, mantenimiento y propagación de los SSP. Para desarrollar esta actividad en el sur del Atlántico, Corpoica lleva a cabo talleres en un módulo silvopastoril establecido preferentemente donde se haya hecho la siembra completa de pasto, esto con el fin de mostrar a los productores el resultado de todo el proceso de establecimiento, el manejo y las ventajas esperadas (figura 41).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 41. Jornadas de capacitación final a beneficiarios del establecimiento de SSP en el sur del Atlántico.

Etapa de aprovechamiento

Para el aprovechamiento adecuado y mantenimiento del SSP establecido en la unidad productiva, se debe realizar un manejo adecuado del pastoreo, con unas condiciones específicas mientras que el sistema se adapta completamente a los efectos que los animales ejercen sobre las especies vegetales y termina de madurar el sistema.

Condiciones para el inicio del aprovechamiento

El inicio del aprovechamiento se debe comenzar determinando la oferta de biomasa forrajera en el estrato herbáceo (a través de un aforo), cuando las franjas de arbustos alcancen una altura cercana de entre 1,5 y 1,8 metros, lo cual suele ocurrir de entre cuatro y seis meses después de la siembra.

El aprovechamiento se debe realizar idealmente con animales jóvenes, con el 100 % de la carga animal estimada a partir del aforo, durante pocos días de ocupación (uno o dos días) o con el 60 % de la carga animal con un tiempo de ocupación más prolongado (tres o cuatro días). Con este método se busca que el pasto solo sea despuntado y que el pisoteo ayude a anclarlo aún más en el suelo y evitar que se arranquen las plantas desde la raíz.

Mantenimiento del sistema silvopastoril

Los sistemas silvopastoriles constituyen una forma de uso intensivo del suelo que, a pesar de depender menos del uso insumos externos durante su aprovechamiento, demanda la realización de actividades sencillas que garanticen su persistencia y sostenimiento en el largo plazo. En ese sentido, las actividades básicas de mantenimiento de los arreglos SSP constituyen cuatro elementos básicos: fertilización, manejo integrado de plagas y enfermedades en los estratos vegetales, podas de las especies leñosas y el mantenimiento de cercas eléctricas.

Fertilización

En lo posible, se debe fertilizar con sulfato de amonio después de cada ciclo de pastoreo a razón de un bulto por hectárea. Igualmente, procurar hacerlo en las primeras fases de aprovechamiento del sistema y dos veces durante la época de lluvias, para garantizar un menor efecto negativo de la época seca sobre el estrato herbáceo.



Manejo integrado de plagas y enfermedades

El monitoreo constante sobre la presencia de especies arvenses en el sistema facilita la toma de decisiones oportunas para controlar su población. La realización de aforos, además de ajustar la carga animal, permite llevar a cabo una estimación de la participación de especies indeseables en las áreas de pastoreo y ejecutar un control cuando se pase de cierto nivel.

El control de las poblaciones de arvenses se puede realizar por medios mecánicos (cortando con machete o arrancando de raíz) o por medios químicos, aunque es necesario propender por un uso menos intensivo de herbicidas para generar una producción más limpia, por lo tanto, el control manual mecánico de arvenses en unidades productivas pequeñas y medianas es lo recomendado.

La evaluación constante de posibles plagas y enfermedades en las especies establecidas debe ser una práctica rutinaria para prevenir infestaciones y pérdidas constantes en productividad primaria.

Podas en el componente leñoso

A través de las podas de mantenimiento en el componente leñoso, se lleva a cabo un control sobre la entrada de luz solar a los estratos inferiores del sistema, lo cual garantiza la producción y persistencia de la pastura. Así mismo, las podas de mantenimiento permiten conducir el crecimiento vertical y el desarrollo de un fuste principal en el caso de los árboles, lo cual es muy importante en las especies maderables. En las arbustivas, las podas de mantenimiento conservan la altura y la forma ideales para que sea cosechado, además de producir un forraje de mayor calidad.

La leucaena es una especie muy apetecida por los animales en todas las épocas del año, por lo tanto, no debería presentar crecimientos superiores a 1,50 metros, pero si llegase a ocurrir se puede podar hasta esta altura con una frecuencia no superior a tres podas por año. En algunos casos, si el número de animales es bajo durante la época de lluvias, especies arbustivas como el totumo y el guácimo pueden ser menos consumidas que en la época seca. En este caso, es recomendable realizar una poda a una altura de 70 centímetros, ya que estas especies cuentan con buena capacidad de rebrote.

Para el componente arbóreo, las podas de formación se pueden llevar a cabo dos años después del establecimiento, mientras que las podas de mantenimiento cada cuatro años, según se observe la densidad de las copas. Se pueden realizar podas de adelgazamiento y levantamiento de la copa para facilitar la entrada de luz solar y el tránsito de animales en el sistema.

Mantenimiento de cercas eléctricas

Para el buen funcionamiento de las cercas eléctricas se les debe realizar un buen mantenimiento, tanto externa como internamente. Es decir, las líneas de alambre, en los linderos y las cercas internas, deben permanecer absolutamente limpias. Dentro del mantenimiento también se debe contemplar el tensionamiento de los alambres, la limpieza de guardarrayas, el mantenimiento de la integridad de los pie de amigos y revisar constantemente los contactos de las conexiones eléctricas en los equipos.

Manejo del pastoreo

Para el manejo del pastoreo, la estimación de la oferta de biomasa forrajera es la herramienta principal que se puede llevar a cabo cada dos meses para ajustar la carga animal. Básicamente, durante la época lluviosa, se puede mantener la carga animal estimada, sin llegar a un sub o sobrepastoreo.

El sobrepastoreo suele afectar el rebrote vigoroso del pasto y da oportunidad de que se incremente la cantidad de especies no deseables en el sistema, lo que da lugar también al inicio de un proceso de degradación de las propiedades físicas y químicas de los suelos. Por otra parte, con el subpastoreo se disminuye la calidad nutritiva del pasto porque ocurre un proceso de lignificación y crecimiento de tallos que conducen a una reducción en el consumo por el animal y un deterioro o acolchonamiento en el estrato herbáceo. En caso de no tener el número de animales para manejar la pradera con la carga animal adecuada, el forraje sobrante se puede transformar en heno y almacenar alimento para la época seca.

Durante el período seco, se recomienda disminuir la carga animal respecto a lo estimado. Esto se puede hacer sacando los animales de menor producción



de leche, es decir, las vacas que están próximas a destetar, y solamente dejar las vacas que están en mayor producción; de esta manera, se evita un desgaste importante del SSP.

No es recomendable dejar el SSP sin pastorear por largos períodos. En muchas ocasiones, se suelen dejar las praderas sin pastorear con el objetivo de que se acumule forraje para la época seca. De esta manera, cesan los pastoreos desde el mes de noviembre para ingresar animales en febrero y marzo. Si bien con este método se acumula una gran cantidad de forraje, cuando los animales inician nuevamente el pastoreo se encuentran con un forraje disminuido en calidad.

Se tiene conocimiento que aún con un buen manejo del sistema, la gramínea pierde calidad en la época seca, en comparación con la que tiene en la época de lluvias. De tal manera, que la pérdida de calidad en gramíneas con edad de rebrote de dos a tres meses puede ser bastante drástica. Por lo tanto, es mucho más recomendable continuar los ciclos de pastoreo con una carga animal baja o reducir la presión de pastoreo.

Bajo ninguna circunstancia se debe dar descanso a las praderas con el objetivo que las especies produzcan semilla. Esta es otra razón para pérdida drástica de calidad porque todos los nutrientes de la planta se envían a la producción de la semilla, en consecuencia la calidad se disminuye, lo que afecta el consumo y la producción.

Adicionalmente, solo un pequeño porcentaje de la semilla producida es viable, es decir, muy poca cantidad logra germinar porque no encuentra las condiciones adecuadas para este proceso. Si el SSP se maneja con la carga adecuada, se respetan sus períodos de ocupación y descanso, no debe tener pérdida de cobertura y no hay ninguna razón para dejar semillar las especies.

Capítulo III

Beneficios de los sistemas silvopastoriles

Los objetivos del desarrollo sostenible se dirigen hacia la convergencia de tres pilares básicos: desarrollo económico, equidad social y protección ambiental. En ese sentido, los sistemas silvopastoriles se han desarrollado como una alternativa sostenible para la producción ganadera, la cual busca resolver los conflictos económicos, sociales y ambientales que han caracterizado a las formas tradicionales en las que se ha desarrollado esta actividad (figura 42).

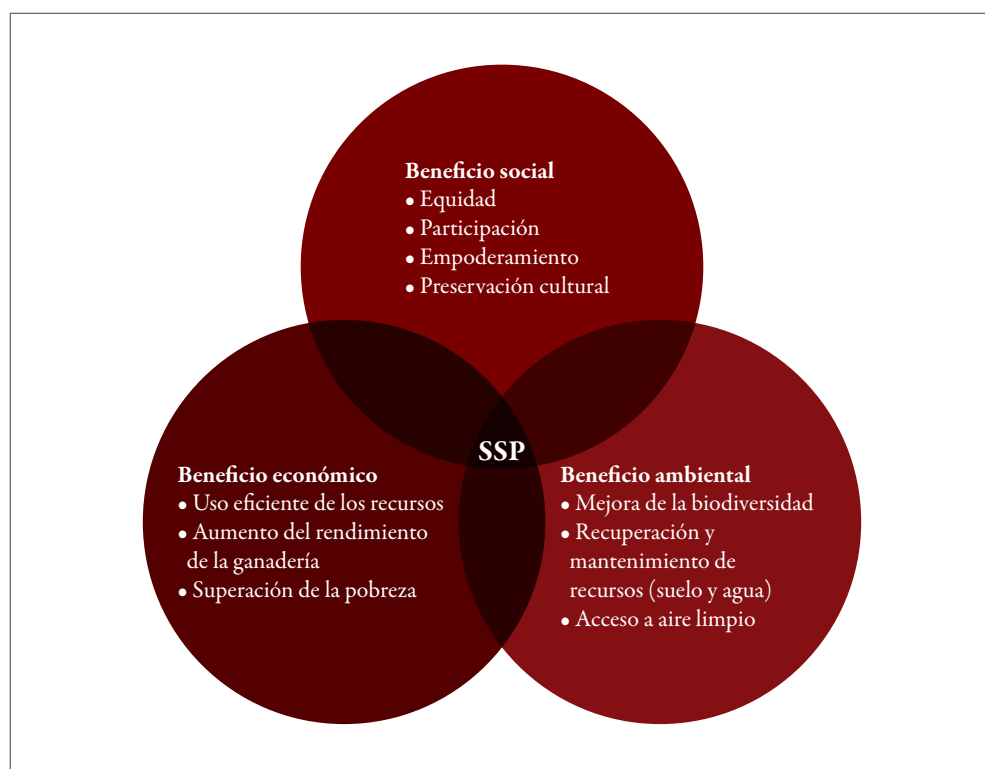


Figura 42. Beneficios sociales, económicos y ambientales de los SSP.

Fuente: Los autores



Beneficios económicos

Los sistemas silvopastoriles han sido concebidos como formas perdurables de uso intensivo del suelo resistentes a variaciones climáticas, los cuales no requieren una alta demanda de insumos externos. A través de la investigación desarrollada por Centros de Investigación de Corpoica y universidades, se ha logrado identificar interacciones clave entre los componentes de los SSP, que mejoran aspectos que determinan la productividad de la ganadería. La generación de bienestar animal, una elevada producción vegetal menos dependiente de agroinsumos y la diversificación de los productos generados con la producción de madera y servicios ambientales se pueden considerar como logros principales en la obtención de mejoras económicas de los SSP, las cuales pueden ser clave en el logro de la superación de la pobreza rural y en el aumento de competitividad en la producción ganadera.

Aspectos relacionados con la productividad ganadera

La productividad en la empresa ganadera se puede medir en la cantidad de productos obtenidos por unidad de área y tiempo (carne o leche por hectárea al año), esto es debido a que el suelo es el principal recurso empleado en la actividad y porque son muy importantes las variaciones en la producción que ocurren a lo largo del año.

La productividad ganadera depende de la producción individual (kilogramos de carne ganados o litros de leche producidos por animal) y del número de individuos que se pueden mantener en un área específica (número de animales por hectárea o capacidad de carga) (Loteró 1976).

La cantidad de animales que el agroecosistema ganadero puede mantener bajo condiciones ideales de producción se relaciona, en mayor medida, con la productividad forrajera del mismo (producción de forraje por hectárea), de su calidad en términos nutricionales y del manejo del pastoreo. De igual manera, la productividad animal se puede asociar a la genética y a las condiciones adicionales del medio que contribuyan con su bienestar.

La variación de estos índices a través del año, la cual depende de las fluctuaciones climáticas y de la capacidad de los sistemas ganaderos para amortiguarlas,

es también un determinante importante de la productividad. La capacidad del sistema para hacer frente a una variación en las condiciones de su entorno se conoce técnicamente como resiliencia.

Hay que tener presente que, adicional a la actividad ganadera, en el mismo espacio en donde esta se desarrolla, se pueden obtener otro tipo de productos, como madera, leña o servicios ambientales, como son la mejora en el ciclo del agua o la fijación de carbono, los cuales tienen un valor económico y, por tanto, pueden contribuir a la productividad total de una unidad productiva (ingresos por hectárea).

Los sistemas silvopastoriles reúnen todas estas condiciones que se dirigen a mejorar y mantener la productividad, ya que aumentan la oferta de forrajes de calidad, generan condiciones de bienestar como la reducción en el estrés calórico y de enfermedades parasitarias, con variaciones mínimas a través de los ciclos lluvia-sequía que ocurren durante el año. Así mismo, debido a la inclusión del componente arbustivo y forestal se obtienen ingresos adicionales por cuenta de la venta de madera, leña o servicios ambientales, además por la reducción de gastos en el uso de agroquímicos y medicamentos.

Impactos de los sistemas silvopastoriles en la productividad

Aproximadamente, el 81 % del área de Colombia, que cuenta con vocación agropecuaria, se encuentra destinada a la ganadería bovina, la cual, en su mayor parte, es de tipo extensivo, con una capacidad de carga promedio de 0,6 unidades gran ganado (UGG)⁴ por hectárea y producciones de 39 kilos de carne/animal al año y 125 kilos de carne por hectárea al año (Colombia 2010). Respecto a países de referencia (Brasil 180 y Argentina 250 kilos de carne por hectárea al año), la actividad ganadera nacional muestra un claro rezago productivo, que también se refleja en una menor tasa de extracción respecto al promedio mundial (14 % nacional y 21 % mundial).

⁴ UGG: corresponden a 450 kilos de peso vivo.



Para la producción de leche se tienen resultados parecidos. En el país, la mayor parte proviene de sistemas doble propósito, caracterizados por una baja adopción de tecnología, con baja capacidad de carga, marcada producción estacional⁵ y animales de bajo mérito genético. Estas condiciones dan razón de los bajos niveles de producción (lactancias de 800 a 1.200 litros por animal) y extensos intervalos entre partos (alrededor de 450 días).

Es así que la actividad ganadera, a pesar de ser uno de las principales actividades económicas en el país, es poco competitiva y, en este sentido, se han planteado varias alternativas técnicas para mejorar los índices de productividad, de las cuales los sistemas silvopastoriles han generado grandes expectativas.

A través de los SSP se han identificado mejoras en la productividad por diferentes causas:

- Por la renovación de suelos degradados en los cuales se han deteriorado por una producción extractiva, en la que el componente arbustivo y arbóreo ha sido eliminado y se han llevado prácticas como sobrepastoreo sin la retribución adecuada de nutrientes al suelo y con la pérdida paulatina de su capacidad natural de retener agua y aire y, por tanto, de sostener la vida.
- Por la siembra de pastos mejorados genéticamente para una alta producción de biomasa de calidad nutricional y tolerancia a condiciones de pastoreo durante sequía o anegamiento.
- Por la introducción de especies arbustivas mejoradas genéticamente, las cuales permiten aumentar, junto con la producción de pasto, la oferta de alimento y su consumo.
- Por la capacidad de los arbustos de tolerar mejor las condiciones secas del año, pues son un componente ideal para hacer frente a las variaciones climáticas en la oferta de forrajes, principalmente en el estrato herbáceo.

⁵ Producción estacional: producción que varía a través del año dependiendo de las condiciones de lluvia-sequía.

- Por la inclusión de especies arbóreas que no afectan la producción en los estratos inferiores, lo que genera ingresos adicionales por madera o leña y servicios ambientales, además de proporcionar frutos y sombra a los animales en las épocas secas del año.
- Por interacciones benéficas entre el suelo y el componente vegetal, las cuales mejoran las condiciones climáticas en el sistema, aumentan la disponibilidad de agua y nutrientes para pastos y arbustos.
- Por la presencia de especies leñosas en los potreros, que conduce a mejoras en el hábitat de los animales, lo que genera condiciones de bienestar como la regulación de la temperatura ambiental y la presencia de ecto y endoparásitos.

Los resultados en productividad animal obtenidos en varios niveles de intervención dirigidos hacia la recuperación de praderas degradadas e introducción de especies leñosas en las áreas de pastoreo han mostrado las ventajas en la implementación de los SSP, con lo que se ha obtenido incrementos de hasta diez veces en la producción de carne por hectárea al año cuando se recuperan los suelos y se siembran pastos, arbustos y árboles (tabla 3) (Naranjo et al. 2012).

Tabla 3. Resultados de productividad bajo diferentes escenarios de intervención con SSPi (kg de carne por hectárea al año)

Ninguna intervención pradera degradada	Intervención en el sistema		
	Recuperación del suelo, siembra de pasto mejorado		
77,6 kg	341,6 kg	Más siembra de arbustivas mejoradas en alta densidad	
		711,8 kg	Más siembra de arbóreas
			711,8 kg



De igual manera, en cuanto a la producción lechera, los sistemas silvopastoriles intensivos establecidos en diversas regiones han dado lugar a importantes mejoras en productividad, las cuales han llegado a ser cinco veces superiores respecto al tipo de manejo tradicional extensivo (tabla 4) (Murgueitio et al. 2011).

Tabla 4. Resultados de productividad con SSPi respecto a sistemas ganaderos tradicionales en dos regiones de Colombia

Región	Litros de leche por hectárea al día según el sistema de pastoreo	
	Tradicional extensivo	Con SSP intensivo
Caribe seco (valle del Cesar)	3,2	16,1
Piedemonte amazónico (Casanare)	9,5	15,0

Bienestar animal

Los beneficios en productividad obtenidos con la reintroducción de especies leñosas en los potreros es, en gran medida, el producto de la generación de un ambiente más confortable, el cual permite a los animales dedicar un mayor esfuerzo a la producción y uno menor para enfrentar condiciones adversas, como la elevada temperatura ambiental y la alta población de parásitos externos e internos (figura 43).



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 43. Sistemas silvopastoriles con animales.

El estrés calórico es un factor que ha sido documentado como causante de pérdidas en producción y en eficiencia reproductiva en ganado bovino en el trópico. En la medida que la temperatura ambiental y la humedad relativa sobrepasan cierto nivel en los animales se reduce el consumo de alimento y la eficiencia reproductiva junto a la generación de desbalances fisiológicos inadecuados para la producción.

Bajo condiciones de pastoreo sin sombra en los días calurosos de las sabanas en la costa Caribe, los bovinos pueden mostrar una temperatura corporal superior hasta en 2 °C respecto a los valores normales, que son inapropiados para animales en producción. Por otro lado, al introducir árboles en potreros, esta situación se contrarresta en gran medida por la generación de sombrío y la consecuente reducción de la temperatura ambiental, que puede ser de hasta 5 °C. Esta reducción propicia que los animales expresen un comportamiento alimenticio y reproductivo natural y que mantengan un nivel óptimo en su estado fisiológico (Cajas et al. s. f.).

Otro factor que impacta negativamente la productividad en la ganadería es la presencia de enfermedades parasitarias que se mantienen en las áreas de pastoreo y que afectan la salud y el desempeño productivo de los animales.

En cuanto a parásitos nematodos gastrointestinales se han documentado reducciones en el número de huevos en las heces de animales que se encuentran bajo sistemas silvopastoriles. Tal reducción en los SSP se ha relacionado con (Soca et al. 2007):

- El desarrollo de diversos organismos en el suelo como cucarrones del estiércol que descomponen rápidamente las excretas, lo que reduce su potencial parasitario.
- Por la presencia de especies arbustivas, pastos mejorados y un manejo adecuado del pastoreo existe una mayor oferta de forraje en partes más altas respecto al suelo, de modo que los animales no consumen forrajes contaminados.

Al igual que los parásitos gastrointestinales, una gran parte del ciclo de vida de las moscas que se alimentan de sangre (hematófagas) ocurre en las heces frescas, de modo que la rápida degradación de las bostas por cucarrones y otros organismos que prosperan en los suelos de los SSP reduce los sitios de



anidamiento. Se ha observado una reducción de entre el 40 y 50 % en la población de moscas hematófagas en SSP respecto a praderas sin árboles (Benavidez 2013).

El aumento en la humedad, la reducción en la temperatura, la radiación solar y el viento que se producen con la presencia de árboles en los potreros se ha considerado que propicia la proliferación de garrapatas, siendo esta idea una causa de la deforestación de los potreros. Sin embargo, se ha encontrado que por la ubicación de estos parásitos en las pasturas y su ciclo de vida, no hay diferencias entre poblaciones al comparar SSP y potreros sin árboles (Ibrahim et al. 2008).

Por otra parte, la rotación sistemática de potreros que se lleva a cabo en los SSP es un componente esencial en el manejo integrado de garrapatas (MIG). Como consecuencia del tiempo de descanso de cada potrero, en el que los animales están ausentes, se logra la reducción en las poblaciones de garrapatas principalmente en larvas, las cuales no logran encontrar un hospedero del cual alimentarse. Esto conduce a una baja supervivencia de estos parásitos por inanición, ya que a partir del día séptimo de vida de las larvas se incrementa su mortalidad de forma sostenida en ausencia del animal.

Productividad primaria

La mayor cantidad de alimento disponible de buena calidad nutritiva que se obtiene con la implementación de SSP es la principal causa del aumento en la productividad ganadera. El sostenimiento de un mayor número de animales y la expresión completa del potencial productivo de cada uno, conducen a aumentos considerables en productividad observados en sistemas silvopastoriles.

En los SSP se ha observado una complementariedad en la producción de forraje entre los estratos arbustivo y herbáceo, sin que esta se afecte por la presencia de árboles sembrados estratégicamente. Al respecto, Naranjo et al. (2012) recopiló varios estudios donde se muestran tales efectos y su impacto sobre la capacidad de sostenimiento de animales que propician los SSP (tabla 5).

En los SSP, la mayor oferta de alimento se produce debido a la renovación de los suelos y el establecimiento de especies vegetales mejoradas genéticamente, entre las cuales se establecen interacciones benéficas que permiten aumentar la productividad primaria hasta en las épocas más secas del año.

Tabla 5. Desempeño productivo con varios sistemas de intervención en el componente vegetal de un sistema ganadero

Indicadores de productividad	Nivel de intervención			
	Ninguna pradera degradada	Siembra de pasto mejorado	Siembra de pasto mejorado y arbustivas en alta densidad	Siembra de pasto mejorado, arbustivas en alta densidad y árboles maderables
Productividad vegetal: (toneladas de materia seca/hectárea/año)	7,0	19,2	28,0	28,0
Capacidad de carga (UGG/hectárea)	0,85	2,34	3,0	3,0

Respecto a la calidad nutritiva de los forrajes ofrecidos en los SSP, investigaciones llevadas a cabo por Corpoica en el Caribe subhúmedo (Cajas et al. s. f.) han mostrado cómo, a medida que se introduce el componente leñoso en las praderas, se hacen notables las mejoras en calidad nutritiva de los forrajes (tabla 6) y, por tanto, sobre la productividad ganadera.

Tabla 6. Composición nutricional básica de dos tipos de forrajes bajo diferentes arreglos que introducen especies leñosas

Especie forrajera	Valor nutricional	Componente presente en el SSP			
		Pastura	Pastura y arbustos	Pastura y árboles para sombra	Pastura, arbustos y árboles para sombra
Pasto Guinea	PC	8,1	10,4	13,1	15,1
	DIVMS	41,1	40,3	46,0	49,2
Arbustiva Leucaena	PC	-	29,6	-	28,6
	DMS	-	57,5	-	61,5

PC: Contenido de proteína cruda como porcentaje del forraje seco.

DIVMS: Degradabilidad de la materia seca, indicador del contenido energético del forraje.



Producción de madera

El aumento en la productividad vegetal de los sistemas silvopastoriles no se dirige únicamente a la actividad ganadera, ya que, sin verse afectada, se pueden obtener ingresos adicionales por la venta de madera y leña, y así darse un aumento en los ingresos percibidos en una unidad productiva.

En los arreglos silvopastoriles, como los que se han establecido con el apoyo de Corpoica en municipios al sur del Atlántico, el componente forestal de los SSP, además de ser un ahorro futuro para los productores, prestan servicios a manera de cercas vivas. Este tipo de sistemas se ha planteado para la producción de entre 50 y 100 m³ de madera por hectárea a los 20 años después de la siembra.

Según precios promedio de la cadena forestal, el metro cúbico de madera a nivel nacional se encuentra alrededor de los \$750 mil (precios de 2014) (Macia 2014), lo que puede representar un ingreso ponderado para el productor de \$2 a \$4 millones por hectárea al año adicional a la actividad ganadera.

Recuperación y mantenimiento del suelo

La deforestación en las áreas de pastoreo ha alterado los ciclos de nutrientes, lo que limita la capacidad natural de su reciclaje. Esta condición se ha agravado por la producción bovina de tipo extractivo, en la cual no se retornan los nutrientes del suelo que salen en forma productos animales (carne y leche).

De igual manera, por prácticas inadecuadas de pastoreo se alteran las características físicas del suelo, como son la reducción de la porosidad y el aumento en la compactación con el sobrepastoreo, lo que conduce a una inminente erosión y a la pérdida paulatina de la capacidad productiva.

En este sentido, los SSP han demostrado la capacidad de restaurar y mantener la fertilidad del suelo en praderas degradadas en el trópico. La mejora en la disponibilidad de nutrientes en el suelo es el producto de interacciones que se forman con los diferentes estratos vegetales, las cuales no se generan bajo praderas sin árboles.

En la medida que aumenta la densidad vegetal en un SSP, existe una mayor actividad vegetal que permite retener más carbono atmosférico (CO₂) y

nutrientes de las partes más profundas de la tierra. Estos nutrientes se reintegran a la superficie del suelo, principalmente a través de la descomposición de la hojarasca, lo que da un mayor sustento a la productividad primaria de los forrajes.

Al igual que con el carbono, en los SSP hay un aumento en la retención de nitrógeno a los suelos, pues varias de las especies de plantas leñosas y herbáceas (principalmente leguminosas) establecen relaciones benéficas con bacterias capaces de tomar el nitrógeno del aire e incorporarlo en el suelo, un proceso ausente en pasturas en monocultivo (Crespo 2008).

El balance de nutrientes en el suelo o la diferencia entre las entradas y salidas⁶ de estos en SSP sembrados con leguminosas arbustivas tiende a ser positivo, a diferencia de las pasturas sin arbustos lo que evidencia la capacidad de recuperación y mantenimiento de los suelos (tabla 7) (Crespo y Fraga 2006).

Tan solo con la siembra de la leguminosa arbustiva (*Leucaena leucocephala*) se han obtenido entradas adicionales de nitrógeno al suelo de 100 kg/ha y 7 kg/ha asociadas con fijación atmosférica y a los depósitos de hojarasca, lo que implica un ahorro considerable en el uso de fertilizantes externos, el cual puede ser mayor si se considera el estrato arbóreo.

Tabla 7. Balance de nutrientes en dos sistemas de pastoreo

Sistema	Balance de nutrientes (entradas menos salidas) (kg por hectárea)		
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
Arbustos más pasto (leucaena y pasto nativo)	22	1	0
Solo pasto (pasto nativo)	-15	-6	-17

⁶ Como entradas se consideran las heces de animales, el consumo de suplementos, la lluvia, el reciclaje por el pasto, etc. Como salidas están el pasto consumido, la ganancia de peso y los nutrientes perdidos por volatilización.



Adicionalmente, la sombra y la regulación de la humedad con la que cuentan los SSP hacen que el suelo pueda albergar toda una serie de organismos que facilitan la descomposición de materia orgánica, la disponibilidad de minerales esenciales para el desarrollo vegetal y mejoran las características físicas del suelo.

Los efectos de los SSP conducen así a la recuperación de la capacidad productiva de los suelos y, por tanto, de la productividad ganadera. También, el mantenimiento en estas condiciones de reciclaje de nutrientes esenciales hace menos necesaria la utilización de fertilizantes y enmiendas.

Producción de servicios ambientales

El cambio climático se encuentra estrechamente relacionado con el aumento en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) en mayor medida por el uso de combustible fósil, por la deforestación y otras fuentes, como son los gases que producen los animales herbívoros en el proceso de digestión. Estos dos últimos son procesos muy importantes en países con alta vocación ganadera como es el caso de Colombia.

Frente a las evidencias que hacen al calentamiento global una realidad, se han planteado estrategias globales que buscan regular las emisiones de GEI. Al respecto, para los países en desarrollo, se ha creado el mecanismo de desarrollo limpio (MDL), en el cual, a través de la realización de proyectos productivos que reduzcan las emisiones de GEI, se obtienen Certificados de Reducción de Emisiones (CER), los cuales pueden ser comprados por países industrializados para cumplir con sus propios objetivos de reducción de emisiones.

Debido a que las plantas utilizan CO_2 (el principal GEI) y lo retienen en sus órganos, los proyectos de reforestación son muy importantes en países en desarrollo para obtener ingresos adicionales a través de la venta de Certificados de Reducción de Emisiones en marco del MDL. Cada CER corresponde a una tonelada de CO_2 retenido y el precio en mercado puede ser variable (proyectos MDL implementados por Corpoica en 2012 han acordado precios cercanos a cuatro dólares por cada CER).

Un SSP intensivo o de estratos múltiples, dependiendo del arreglo, puede generar entre 20 y 300 CER por hectárea en periodos cercanos a 20 años, esto sin tener en consideración el carbono almacenado en suelos y en el estrato arbustivo, los cuales pueden aumentar los CER y, a su vez, los ingresos por hectárea de servicios ambientales.

Factibilidad económica del establecimiento de sistemas silvopastoriles en la región Caribe

En el año 2012, Corpoica, el Fondo de Adaptación de la Presidencia de la República y la Banca de Inversión Social determinaron la factibilidad económica y social del establecimiento de sistemas silvopastoriles de estratos múltiples (multiestrata) por parte de pequeños y medianos ganaderos de La Mojana, una región en el Caribe colombiano con un ecosistema frágil por contener un complejo cienagoso fácilmente inundable que se encuentra influenciado por los ríos Cauca y San Jorge.

El componente económico de este estudio tuvo el objetivo de entender el impacto que tendría la implementación del sistema silvopastoril multiestrata en los ingresos de una finca promedio de 29 hectáreas. Esto se llevó a cabo proyectando el flujo de caja de esta unidad productiva en un escenario de implementación de un SSP en 7 hectáreas respecto a la línea base de no implementación con un manejo tradicional. Los elementos que se tuvieron en cuenta se muestran en la tabla 8.





Tabla 8. Elementos considerados en la metodología de evaluación de factibilidad económica de sistemas silvopastoriles multiestratos en La Mojana

Caso base vs. SSP		
Ingresos	Costos y gastos	Inversiones
Área de la finca promedio y área dedicada a SSP	Costos de personal: <ul style="list-style-type: none"> • Costo del jornal • Jornales por vaca lactante • Jornales para el mantenimiento de poteros • Jornales para el mantenimiento de cercas 	Costos de establecimiento del SSP: <ul style="list-style-type: none"> • Insumos agrícolas y pecuarios • Materiales agrícolas y pecuarios • Mano de obra • Costos indirectos
Evolución del hato: <ul style="list-style-type: none"> • UGG / hectárea • Distribución inicial del ganado por edades • Curva proyectada de la tasa de fertilidad del ganado • Curva proyectada de la tasa de mortalidad del ganado por edades • Duración del periodo reproductivo de las vacas • Porcentaje de ventas del ganado por edades • Fondo ganadero o tercero: aporte de vacas nuevas en el tiempo y repartición de crías 	Costos de operación: <ul style="list-style-type: none"> • Costo de sal mineralizada y consumo por edades • Costo de vacunas y desparasitación y consumo por animal • Costo de toros reproductores 	Inversión en capital de trabajo: <ul style="list-style-type: none"> • Rotación en días de los gastos de operación y personal
Curva proyectada de la producción diaria de leche por vaca		
Peso del ganado por edades		
Precio de venta de la leche		
Precio de venta de la carne		

Fuente: Cajas 2012a

El sistema silvopastoril multiestrato se consideró con pasturas mejoradas (como *P. maximum* Mombasa, *B. brizantha* Toledo o *B. decumbens*), especies arbustivas con densidades de 500 individuos por hectárea (como leucaena y totumo) y especies arbóreas para sombra (como campano y guácimo) y madera fina (como roble).

De acuerdo a la estructura de costos planteada, para 2012, el costo de establecimiento del SSP era de \$2.718.330 por hectárea, de los cuales el 31 % correspondía a insumos agrícolas (semillas y agroquímicos), el 22% a materiales agrícolas (materiales para cercas), 28% a mano de obra y 19% a costos indirectos (alquiler maquinaria agrícola y transporte). Por otra parte, los costos de mantenimiento del SSP se consideraron un 20 % superior a los de la ganadería tradicional por un mayor uso de mano de obra en mantenimiento de cercas, poda de árboles y arbustos.

Según el análisis de la línea base, la carga animal se encontró en 0,78 UGG por hectárea, con una venta de carne y leche anual de 56 kg y 194 litros por hectárea, respectivamente. Este escenario daba como resultado un ingreso neto mensual de \$358.000 para la unidad productiva.

Por otra parte, las condiciones generadas por la implementación del SSP, según diversos estudios, se consideraron basados en las experiencias de Corpoica en la región para la implementación de siete hectáreas, con un aumento a 1,28 UGG por hectárea, entre el 37 a 70 % en la fertilidad y de 3,1 a 4,0 litros de leche al día por animal. Estos aumentos se consideraron graduales y llegaron a niveles máximos en seis años después del establecimiento.

Mejoras en el rendimiento económico de la ganadería

Según el estudio realizado, se encontró que, con la implementación del SSP multiestrata, los ingresos netos de los productores se incrementarían en un 92 % (\$682.000 mensuales) en el cuarto año y en un 436 % (\$1.916.000 mensuales) en el décimo año respecto a la línea base, como producto del aumento en la productividad animal y del sistema, lo que permitió mantener un mayor número de animales.

Las variaciones en el flujo de caja, encontradas con la implementación de SSP durante diez años, dieron lugar a una tasa interna de retorno del 48 % anual. Teniendo como referencia el interés de oportunidad inferior al 10 % efectivo anual para cualquier CDT en el año en cuestión, se hizo evidente que esta sería una inversión atractiva de implementar de manera independiente por los productores y factible de financiar por las entidades de crédito.



El análisis realizado fue dirigido únicamente hacia la ganadería y no tuvo en consideración los ingresos por la venta de madera fina o por servicios ambientales como retención de CO₂, sin embargo, estos ingresos adicionales harían mucho más atractiva a esta alternativa de inversión.

Superación de la pobreza y crecimiento de la competitividad ganadera

La consideración del establecimiento de SSP multiestrata en La Mojana mostró que, con los ingresos adicionales que las familias obtienen, se podría superar la línea nacional de indigencia rural en el tercer año después de establecido el sistema, alcanzando ingresos de un salario mínimo a partir del cuarto año y superando la línea de pobreza rural al año seis como se muestra en la figura 44.

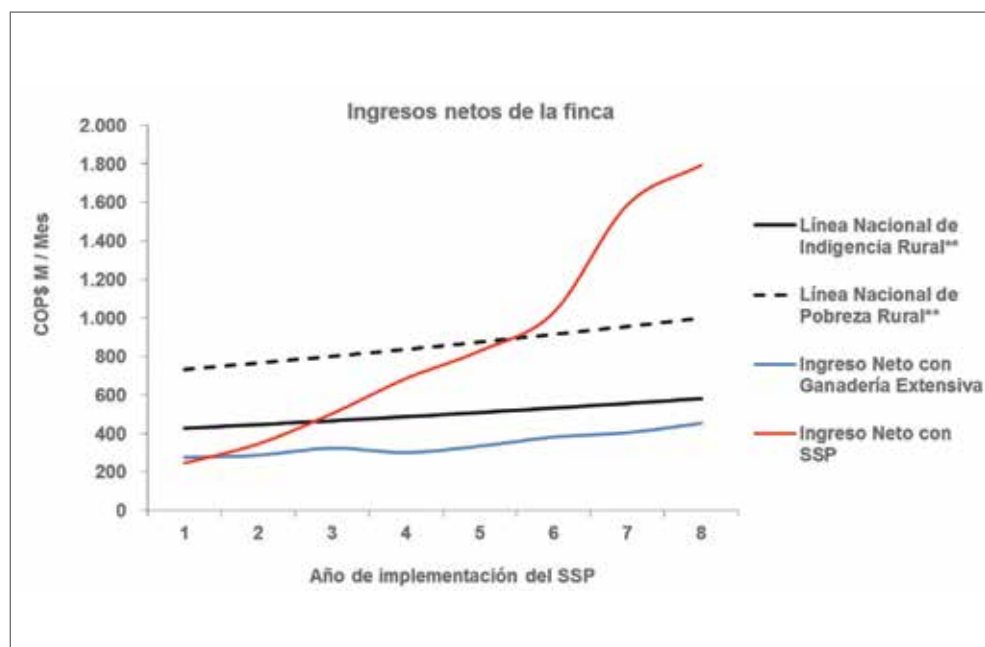


Figura 44. Ingreso mensual neto comparativo entre una finca tradicional y una finca intervenida con SSP en La Mojana.

Fuente: Corpoica 2012

Bajo estas consideraciones, los resultados esperados en competitividad regional por la intervención de la ganadería tradicional con siete hectáreas para productores con 10 a 50 animales en esta región bajo diferentes escenarios se muestran en la tabla 9.

Los beneficios en competitividad regional, por la actividad ganadera por el establecimiento de SSP y los beneficios de las familias que dependen de esta actividad, superan la inversión requerida y se pueden considerar en el desarrollo de este tipo de proyectos en la región Caribe.

Tabla 9. Resultados en competitividad por intervención con SSP en pequeños ganaderos de La Mojana

Beneficiarios		Pequeños ganaderos intervenidos (%)		
		100	50	25
		3.830	1.915	958
Inversión total	COP \$ millones	72.851	36.425	18.213
Aumento en el hato ganadero	Cabezas	91.925	45.963	22.981
Aumento en la producción de carne	Toneladas por año	6.957	3.478	1.740
Aumento en la producción de leche	Miles de litros por año	32.601	16.301	8.155
Ingresos adicionales por actividad ganadera	COP \$ millones por año	35.463	17.732	8.870

Beneficios ambientales

En términos de la sostenibilidad, los beneficios ambientales garantizan el derecho a futuras generaciones de satisfacer sus necesidades haciendo un mejor uso de los recursos naturales en el presente, teniendo en consideración, además, que en el planeta se comparte con otras especies que dependen de balances ambientales frágiles que obligatoriamente se deben conservar.



En los últimos 25 años, el mundo ha visto una deforestación equivalente al área de la India. En América Latina, su principal causa es la expansión de la ganadería de tipo extensivo. Así mismo, en Colombia, particularmente entre los años 1990 y 2010, se perdieron 5,4 millones de hectáreas de bosque (un área similar a la de Costa Rica), de esta área cerca del 60% se relaciona a la creación de pastizales para cría de ganado bovino (García s. f.).

Con la deforestación ha venido la liberación a la atmósfera del carbono que se encontraba retenido en árboles y arbustos, así como la degradación de los suelos con la pérdida de nutrientes y su capacidad de retener y purificar el agua. Estas drásticas modificaciones en los ecosistemas han generado pérdidas en biodiversidad de flora y fauna, en un proceso de rápida desertificación.

Bajo este escenario, los SSP son una alternativa para hacer un uso productivo del territorio, en el que los árboles y arbustos cumplen la función adicional de mantener las condiciones productivas de las áreas de pastoreo sin que existan pérdidas considerables en biodiversidad por modificaciones críticas en los hábitats de animales y plantas, lo que afecta poblaciones permanentes o corta corredores biológicos de especies migratorias.

Mejoras en biodiversidad

Los impactos en biodiversidad generados con el establecimiento de SSP han sido ampliamente documentados. Básicamente, la biodiversidad se puede medir en términos de riqueza y abundancia de especies. La riqueza refiere al número de especies que integran una comunidad, mientras que la abundancia corresponde al número de individuos presentes de cada especie.

Para evaluar el estado de conservación y la condición agroecológica del SSP se han evaluado grupos de animales (grupos faunísticos) considerados como indicadores por ser más susceptibles a los cambios ecosistémicos. En SSP se ha evaluado de manera comparativa con praderas sin árboles la biodiversidad de aves, mariposas, hormigas y escarabajos.

Evaluaciones conducidas por Corpoica sobre la capacidad de conservación de biodiversidad de fauna en los SSP respecto a praderas sin árboles en el Caribe subhúmedo han mostrado un aumento importante en la riqueza y abundancia de los grupos faunísticos más importantes con la presencia de estratos arbustivo y arbóreo en los SSP (Cajas 2013a) (tabla 10).

Tabla 10. Cambios en biodiversidad en SSP respecto a praderas sin árboles

Grupo faunístico	Riqueza (número de especies)	Abundancia (número de individuos)
Aves	+153 %	+250 %
Escarabajos	+100 %	+200 %
Hormigas	+33 %	No evaluado
Mariposas	+43 %	+60 %

Impactos en suelos, agua y aire

Como se discutió anteriormente, en los SSP, con la siembra de especies leñosas en los sistemas ganaderos se logra retornar, en parte, al equilibrio natural en los ciclos de nutrientes, además de traer una mayor sombra y humedad al suelo, lo que mejora la actividad biológica del mismo y sus características físicas. De esta manera, los SSP permiten recuperar y mantener la capacidad de los suelos, que son la base para el sostenimiento de la vida y los agroecosistemas.

Los SSP también generan efectos importantes sobre los balances en el flujo de agua pues con la siembra planeada de especies leñosas se logra una reducida competencia por agua entre estratos vegetales junto a la reducción del flujo de agua a través de la superficie del suelo, a lo que se suma la interceptación de las gotas de agua en la copa de los árboles y, de esta manera, mitigar la erosión de los suelos y la sedimentación de los ríos.

Así mismo, las especies leñosas, por sus contribuciones en materia orgánica al suelo, generación de sombra, interceptación del viento y enraizamiento profundo, permiten aumentar la infiltración y la conservación del agua en las épocas secas, y así dar un mayor sustento a la producción y la biodiversidad a lo largo del año. Tales efectos hacen que los SSP sean una alternativa de adaptación frente a los efectos del cambio climático.



Los SSP constituyen una alternativa de mitigación del cambio climático y calentamiento global a través de una mayor retención de CO₂ atmosférico en estructuras permanentes de las plantas y en el suelo, lo que contribuye a la reducción de gases de efecto invernadero.

Beneficios sociales

En la perspectiva del desarrollo rural sostenible, los SSP se han considerado como una alternativa para cambiar prácticas ganaderas tradicionales en donde la participación de productores es fundamental para el entendimiento de la importancia de los árboles y arbustos y la desmitificación de concepciones erróneas arraigadas a su presencia en los potreros.

En ese sentido, la reafirmación cultural asociada al conocimiento ancestral de las especies leñosas, de sus propiedades y usos, constituye una fuente de cambio en las unidades productivas, lo que puede dar lugar al empoderamiento de las comunidades y la generación de formas sostenibles de producción propias que se puedan arraigar y promover.

El proceso de introducción de los SSP en las comunidades rurales, además de mejorar las condiciones de vida de las familias, puede estrechar vínculos por ser una forma de producción más intensiva en labor, en la que la asociatividad y el trabajo familiar y comunitario son fundamentales para el logro de resultados.

Bajo estas condiciones, los habitantes rurales pueden ser más conscientes del desarrollo, sus impactos y la producción sostenible, y dejar de ser sujetos pasivos frente a los eventos que ocurren a nivel global y lograr ser partícipes en la definición de objetivos y políticas de desarrollo en sus regiones.

Capítulo IV

Núcleos de sistemas silvopastoriles establecidos en la región Caribe

Corpoica ha desarrollado, por más de quince años, proyectos de investigación y desarrollo tecnológico en la implementación y escalamiento de sistemas silvopastoriles, en el Caribe seco y húmedo colombiano a partir del desarrollo de distintos proyectos financiados por instituciones nacionales e internacionales los cuales han tenido lugar en los departamentos de Sucre, Córdoba, Cesar y, más recientemente, en el sur del Atlántico, que han permitido entregarle a productores y tomadores de decisiones herramientas valiosas para el desarrollo de SSP en el país.

Córdoba y Sucre

Desde el CI Turipaná, en el departamento de Córdoba, se inició el estudio en sistemas agroforestales a partir de la década de los noventa con el diseño y establecimiento de cuatro arreglos silvopastoriles experimentales sobre los que se han llevado a cabo diversos estudios hasta el día de hoy.

De los resultados obtenidos en estos arreglos, Corpoica llevó a cabo el escalamiento de arreglos SSP en municipios de Sucre y Córdoba con el apoyo de varias organizaciones públicas y privadas, a partir del desarrollo de los siguientes proyectos de investigación y desarrollo tecnológico:





Desarrollo e implementación de sistemas agrosilvopastoriles para un manejo sostenible del sistema de producción ganadero en las sabanas colinadas y planas del departamento de Sucre

Como piloto para el escalamiento de proyectos SSP en las sabanas del Caribe, el CI Turipaná de Corpoica, en 2005, desarrolló un proyecto con el objetivo de contribuir en el manejo sostenible del suelo y a mejorar la competitividad del sistema de producción bovina en las sabanas colinadas (onduladas) y planas del departamento de Sucre.

Para tal fin, se midieron y documentaron los efectos de los SSP establecidos en diferentes predios (siete fincas de vocación ganadera) sobre las características físicas y químicas del suelo y la producción bovina de doble propósito. Los hallazgos encontrados fueron divulgados posteriormente entre productores con el fin de evaluar sus percepciones y dar capacitación sobre las alternativas que brindan los SSP en el manejo sostenible del suelo.

Inicialmente, se seleccionaron cuatro fincas en los municipios de El Roble (La Esperanza), Betulia (Villa Cecilia), San Pedro (El Bravo) y los Palmitos (El Recreo). Luego, ingresaron al proyecto tres fincas ubicadas en los municipios de Sincelejo (La California), Palmitos (Los Pajaritos) y Sampués (Bella Vista).

En cada uno de los predios se seleccionaron, junto con el productor, las especies arbustivas que deseaban incluir en los modelos silvopastoriles con base al arreglo multiestratos descrito en el subcapítulo Sistema(s) silvopastoril(es) a establecer para las sabanas del Caribe, así como también la selección del sitio a intervenir. Para el establecimiento de la opción forrajera del estrato herbáceo se utilizaron las gramíneas *Panicum maximum* cv. Mombasa y *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II (figura 45).





Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 45. Sistema silvopastoril establecido.

Resultados de la intervención

Los resultados de los parámetros biofísicos indicaron que todas las fincas evaluadas presentaban problemas de degradación de suelos e indicó problemas de compactación, de acuerdo a los valores de densidad aparente y resistencia mecánica a la penetración de raíces, y baja diversidad de grupos funcionales con la dominancia de pocas especies tanto de macrofauna como de micorrizas.

La alteración física descrita afectaba la dinámica hídrica del suelo y, en consecuencia, el agua disponible para las plantas. Los indicadores de velocidad y lámina de infiltración y escurrentía, mostraron que estos suelos tenían poca capacidad de almacenamiento y distribución de agua, lo cual se corroboró con la distribución de poros a diferentes profundidades con un alto porcentaje de microporosidad en todo el perfil del suelo.

Los resultados obtenidos en la implementación de sistemas silvopastoriles demostraron aumentar la capacidad productiva por unidad de superficie y por individuo, lo que evidencia las bondades en el aumento en la oferta de forraje y en la mejora de la calidad de la dieta.



En todas las fincas evaluadas, los parámetros productivos en las praderas establecidas con sistemas silvopastoriles, superaron ampliamente los registrados en la pradera testigo. En cuanto a la producción de leche por hectárea al día bajo los SSP, se obtuvo un aumento en más de dos veces respecto a las praderas testigo, con lo que se pasó de 2,4 a 5,7 litros por hectárea al día.

Tal incremento fue, en gran parte, una consecuencia del aumento observado en producción de forraje, el cual, en las praderas testigo, no fue superior a 250 kg de materia seca por hectárea, mientras que en las áreas intervenidas con SSP se lograron producciones superiores a los 1.000 kg, con lo cual se logró aumentar la carga animal sin afectar la producción individual. Con estos resultados se evidenció la capacidad de los SSP para intensificar la ganadería en las sabanas del departamento de Sucre.

Como estrategia de transferencia de la tecnología y los nuevos conocimientos adquiridos, se emplearon actividades como días de campo y talleres, durante los cuales se capacitó a los productores con los resultados logrados y las experiencias obtenidas sobre el manejo de suelos.

Rehabilitación de tierras degradadas mediante el establecimiento de sistemas silvopastoriles y reforestación en las sabanas del departamento de Córdoba

Entre 2007 y 2012, Corpoica, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge (CVS) pusieron en marcha el proyecto titulado Reforestación de Tierras Degradadas en las Sabanas del Caribe Colombiano. Este proyecto fue pionero en la recuperación de suelos degradados en predios de pequeños productores ganaderos y comunidades indígenas a través de la reforestación con tres propósitos productivos: sistemas silvopastoriles multiestrata desarrollados en Corpoica CI Turipaná (subcapítulo Sistema(s) silvopastoril(es) a establecer), plantaciones agroforestales en caucho con cultivos temporales y plantaciones de madera fina tropical (tabla 11).

Tabla 11. Componentes del Proyecto de Reforestación de Tierras Degradadas en las Sabanas del Caribe Colombiano

Ubicación	Componente	Área intervenida
Comunidades indígenas de San Andrés de Sotavento Pequeños y medianos ganaderos en los municipios de Chimá, Chinú, Lorica, Puerto Escondido, Sahagún, San Pelayo y Montería	Sistemas silvopastoriles multiestrata y plantaciones forestales maderables	500 hectáreas
Pequeños productores campesinos en los municipios de Montelíbano y Puerto Libertador	Plantaciones agroforestales con caucho y cultivos transitorios	1.505 hectáreas
Medianos productores en el municipio de Valencia	Plantaciones forestales con roble y teca	200 hectáreas

La innovación en este proyecto fue la búsqueda del retorno de la inversión inicial por parte de las instituciones participantes a través de la venta futura de CER (ver Impactos de los sistemas silvopastoriles en la productividad) dados en el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.

Las tres instituciones llevaron a cabo la inversión inicial a la espera de obtener un retorno a través de la venta de los CER, estimando que el proyecto realizaría las labores de establecimiento durante los tres primeros años esperando lograr una reducción aproximada de un millón de toneladas de CO₂ a los 20 años.

De la reducción total de emisiones, alrededor de la cuarta parte (250.000 toneladas) serían vendidas al Banco Internacional para la Reconstitución y Desarrollo, administrador del Fondo de BioCarbono, con pagos anuales a un precio pactado de US\$4 por CER o tonelada de CO₂ retenido.



De esta manera, sería más viable la financiación del proyecto el cual generaría múltiples beneficios a comunidades indígenas Zenú y pequeños y medianos productores ganaderos y forestales en el departamento de Córdoba por la recuperación productiva de predios deforestados y con suelos en estados avanzados de degradación.

La participación de cada una de las instituciones se muestra en la figura 46, el CIAT fue la institución encargada de la elaboración del plan de diseño del proyecto (PDD) para la inscripción del mismo ante del MDL. Por su parte, Corpoica llevó a cabo el establecimiento del componente silvopastoril y del monitoreo de las existencias de carbono en todas las plantaciones. La CVS tuvo la mayor parte de la inversión y, a través de contratistas externos, condujo el establecimiento de las plantaciones forestales en el municipio de Valencia y de caucho en San José de Uré, Montelíbano y Puerto Libertador.

	CVS Corporación Autónoma de los Valles del Sinú y San Jorge	Corpoica Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria	CIAT Centro Internacional para la Agricultura Tropical
Tipo de organización	Pública	Pública - Privada	Organización internacional
	Autoridad ambiental regional	Centro nacional de investigación	Centro internacional de investigación
Participación en el proyecto	Financiado del establecimiento, mantenimiento y monitoreo de las plantaciones, trámites administrativos y punto focal del proyecto	Establecimiento de sistemas silvopastoriles y monitoreo del proyecto	Asistencia técnica en la formulación del proyecto y su documento de diseño para inscripción ante el MDL

Figura 46. Participación de las organizaciones en el proyecto Reforestación de Tierras Degradadas en las Sabanas del Caribe Colombiano.

Fuente: Los autores

Para el componente silvopastoril del proyecto se planteó el establecimiento del modelo multiestrata descrito en el subcapítulo Sistema(s) silvopastoril(es) a establecer para las sabanas del Caribe, producto de la investigación y experiencia de Corpoica CI Turipaná en prácticas silvopastoriles en los departamentos de Córdoba, Sucre, Atlántico y Bolívar.

En cada uno de los predios, se diseñó un vivero para la producción de plántulas que fueron utilizadas en el establecimiento de los SSP. Los viveros se construyeron para la siembra a raíz desnuda en eras, con la siembra de semillas en germinador y posterior trasplante. Para la construcción de los viveros, se siguieron lineamientos básicos como área con sombrío dentro de la finca, cercanía a una fuente de agua y al área final de siembra.

Durante el proceso de selección de las fincas, se evaluó la degradación de la pradera. Esta metodología permitió calificar de manera visual el estado de degradación de las praderas antes de ser intervenidas. El proceso de establecimiento se condujo según la metodología descrita en el subcapítulo Etapa de establecimiento con la realización de monitoreo de emergencia y sobrevivencia posterior para llevar a cabo resiembras y control de arvenses.

Para cada área intervenida se realizó una propuesta de rotación de potreros basada en la geometría del lote y en la disponibilidad de agua para los animales. Esta propuesta fue informada y concertada con cada uno de los productores, quienes libremente aceptaron la propuesta o emitieron conceptos para su posterior corrección.

En el transcurso del proyecto se desarrollaron diferentes eventos de capacitación que pretendían extender el conocimiento acerca de la construcción y mantenimiento de viveros para que los productores se apropiaran de las prácticas de reforestación en sus fincas. También, se realizaron reuniones con los productores para la concertación de las actividades y novedades inherentes al desarrollo del proyecto.

Selección de beneficiarios

La selección de beneficiarios se realizó por una convocatoria liderada por la CVS. Cada finca seleccionada fue objeto de una visita técnica, para verificar aspectos fundamentales en la selección (criterios de elegibilidad) del predio como:



- Fincas con vocación ganadera
- Estado de degradación severo en suelos y praderas
- Poseer menos del 30 % en cobertura arbórea
- No tener reductos de bosque
- Área mecanizable

En cada una de las fincas seleccionadas (16 en total), de común acuerdo con el productor, se seleccionó el área para la intervención. Esta fue medida y, con la información generada, se realizó un mapa para cada predio.

Resultados de la intervención

Con los 16 casos de establecimiento en el departamento de Córdoba, se le demostró al usuario la posibilidad de restaurar la capacidad productiva del suelo y de utilizar los recursos arbustivos y arbóreos en la región Caribe para beneficio del suelo, los animales y el medio ambiente, con el empleo de SSP multiestrata.

En términos generales, se logró establecer especies arbustivas y arbóreas adaptadas a la región con valores de sobrevivencia por encima del 65 %, no obstante se registraron valores del 45 % para las especies maderables, principalmente por daños económicos ocasionados por animales y mal cuidado de la plantación.

En ese sentido, hicieron falta criterios claros para el mantenimiento del control de las áreas establecidas a través de la generación de compromisos contractuales con los beneficiarios y la adquisición de una mayor responsabilidad por parte de estos en el establecimiento del sistema. Así mismo, faltó un poco más de capacitación y entendimiento, más aún al tratarse de comunidades indígenas y de proyectos que tienen compromisos a futuro con organismos multilaterales para venta de reducción de emisiones.

Por otra parte, la falta de una mejor articulación entre las instituciones participantes y la existencia de conflictos relacionados con el financiamiento y la consecuente afectación de cronogramas dependientes de las condiciones externas (como el clima), hicieron difícil el desarrollo de las actividades y que no se obtuvieran los niveles esperados en la reducción de emisiones.

De igual modo, tal falta de comunicación y entendimiento entre instituciones participantes del proyecto en todos sus componentes (silvopastoril, caucho y forestal) propició la pérdida de control en las áreas establecidas, lo que contribuyó a no alcanzar las cuotas de reducción de emisiones pactadas con los compradores.

Sur del Atlántico

Desde comienzos de la presente década y teniendo presente las experiencias adquiridas por proyectos SSP conducidos en Sucre y Córdoba, se han venido desarrollando intervenciones en los municipios al sur del departamento del Atlántico que fueron afectados por la ola invernal de los años 2010-2011, en la cual se generaron cuantiosas pérdidas económicas y ambientales. En ese sentido, los SSP se propusieron como alternativa para la reactivación económica de las comunidades y la recuperación de los ecosistemas afectados.

Mejoramiento de la producción de alimentos mediante el escalamiento de sistemas silvopastoriles asociados en su primera fase con cultivos transitorios

La temporada invernal 2010-2011, a raíz del fenómeno de La Niña, causó una de las crisis socioeconómicas más importantes en la historia de Colombia. El sur del departamento del Atlántico fue uno de los más afectados con 35.176 hectáreas inundadas, miles de cabezas de ganado y praderas perdidas y un detrimento en las características físicas y químicas de los suelos, sin contar el incalculable daño ambiental reflejado en pérdidas de biodiversidad de flora y fauna (figura 47).

Como un proyecto piloto desarrollado en la reactivación económica de los predios afectados por la ola invernal en el sur del Atlántico, se realizó la recuperación de algunas áreas afectadas por el fenómeno climático a través del establecimiento de sistemas silvopastoriles multiestrata con la siembra de cultivos transitorios, en la primera fase de establecimiento de las especies leñosas. El financiador del proyecto fue Colombia Humanitaria y las actividades se desarrollaron entre 2012 y 2013 en los municipios de Manatí y Candelaria.



Foto: Socorro Cajas-Girón

Figura 47. Predio afectado por ola invernal.

En la definición de una línea base, se tomaron muestras representativas del suelo para evaluar algunos indicadores de calidad del suelo. De igual manera, se determinó la clase de textura *in situ*, se evaluaron, además, los parámetros de densidad aparente (D_a) y la resistencia mecánica a la penetración de las raíces (RMP). Para evaluar la degradación de la pradera, se clasificó en una escala de cuatro niveles (alto, leve, moderado, severo). Esta metodología permitió estimar, de manera visual, el estado de degradación de las praderas antes de ser intervenidas.

Se planteó la implementación del arreglo silvopastoril multiestrata descrito en subcapítulo Sistema(s) silvopastoril(es) a establecer para el sur del Atlántico. Para los cultivos transitorios se establecieron en un extremo del módulo silvopastoril con 0,5 hectáreas de maíz de la variedad Corpoica V-114. La preparación del terreno correspondió a la misma adecuación y preparación del suelo descrita en el capítulo Tipo de intervención a realizar.

Posterior al establecimiento, se realizaron labores de evaluación de emergencia y supervivencia junto a las respectivas resiembras, además del diseño y construcción de cercados del sistema de rotación de potreros.

Durante el desarrollo de las actividades de establecimiento, se realizaron varios talleres y seminarios para capacitar a productores de la región en cuanto a:

producción de material vegetal para siembra; métodos de adecuación y preparación de suelos; y siembra, mantenimiento y manejo de los módulos silvopastoriles.

Selección de beneficiarios

El proyecto se desarrolló en los municipios de Manatí y Candelaria y se utilizó una metodología participativa para la selección de usuarios, con la vinculación de entidades gubernamentales (Secretaría de Desarrollo Económico) y municipales (Umata). Se seleccionaron 21 usuarios en el municipio de Candelaria, con un área total de 100,1 hectáreas, y 13 usuarios en el municipio de Manatí, con un área total de 74,4 hectáreas, para un área total a intervenir de 174,5 hectáreas.

Los criterios de selección de cada usuario consideraron los siguientes aspectos:

- Certificación del Comité Local para la Prevención y Atención de Emergencias y Desastres (Clopap) como constancia que eran damnificados.
- Las áreas seleccionadas debían estar ubicadas en sectores no inundables.
- Tamaño de la unidad productiva mayor a 10 hectáreas y menor 40.
- Pertener a los municipios afectados por inundación del año 2010-2011.

En la clasificación de los productores, se consideró como pequeño productor al usuario que tuviese no más de 19 hectáreas, mediano productor entre 20 y 39 hectáreas, y gran productor aquel que tiene un área igual o mayor a 40 hectáreas.

Resultados de la intervención

Las fincas seleccionadas, tanto en el municipio de Manatí como en el de Candelaria, presentaron niveles de degradación de praderas de moderados a severos. Se observó un pobre vigor de crecimiento de los pastos, erosión laminar y alta proliferación de arvenses.

Con base en esto, se pudo concluir que las praderas presentaban producciones de materia seca por debajo de los 200 kg ha⁻¹, así como también, procesos



de degradación de suelos caracterizados por alta compactación (densidades aparentes superiores a $1,5 \text{ g/cm}^3$ en suelos arcillosos y francoarcillosos y resistencia mecánica a la penetración de entre 3 y 4 MPa), pérdida de fauna edáfica y baja infiltración de agua en el suelo, los cuales estaban en un límite crítico para el desarrollo de cultivos.

El tamaño promedio de cada módulo establecido para el municipio de Candelaria fue de 4,7 hectáreas y para Manatí de 4,3. Cada módulo fue dividido en seis potreros con un área aproximada de 0,78 hectáreas cada uno para la rotación de potreros.

Inicialmente, la emergencia de las especies arbustivas fue baja, con tan solo una a tres plántulas en promedio por metro lineal. Esto se puede explicar porque el establecimiento inicial se realizó con el implemento de la máquina sembradora-renovadora y, al presentarse eventos de lluvia posteriores a la siembra, la semilla sufrió una profundización tal que afectó el proceso de emergencia. De esta manera, la posterior resiembra a chuzo de las especies arbustivas resultó en un mayor brote.

Se realizaron eventos de capacitación que contaron con el acompañamiento de la gobernación del Atlántico, la Umata, los grupos de productores vinculados al proyecto y los profesionales del sector agropecuario. En estas actividades de capacitación, se realizaron demostraciones de métodos para la adecuación física de los terrenos (mecanización), establecimiento del SSP y sus beneficios como alternativa de producción ganadera con manejo del pastoreo y rotación de potreros.

Con la intervención mecánica y el establecimiento de los SSP, se logró rehabilitar 175 hectáreas de pequeños ganaderos. Esto se constituyó en el inicio para el proceso de la reactivación económica y mejoramiento de la calidad de vida de estas personas que fueron damnificadas directas de la ola invernal 2010-2011.

Plan de apoyo de Corpoica al programa departamental de repoblamiento bovino

A partir de la experiencia adquirida en el proyecto piloto de establecimiento de SSP multiestrata en los municipios del sur del Atlántico afectados por la ola invernal, se concluyó que este tipo de intervención es una alternativa sostenible

para rehabilitar las áreas ganaderas afectadas por las inundaciones y, en ese sentido, valdría la pena su escalamiento a un mayor número de beneficiarios para contribuir a recuperar la capacidad productiva de los suelos y servir de apoyo en la reactivación de una ganadería sostenible.

Es así que Corpoica, nuevamente con el financiamiento de Colombia Humanitaria, planteó el establecimiento de 3.000 hectáreas en SSP como un plan complementario al programa de repoblamiento bovino liderado por la Gobernación del Atlántico y Asoganorte, con la entrega de semovientes a los damnificados. El trabajo conjunto de estas instituciones se llevó a cabo con el objetivo de lograr una rápida activación de la economía en el sur del Atlántico, la cual dependía en gran medida de la ganadería.

Selección de beneficiarios y evaluación técnica de los predios

La selección de los productores beneficiarios del proyecto fue efectuada por la Gobernación del Atlántico, según los comités para la prevención de emergencias y desastres (Clopap y Cropap), y se consideraron aquellas personas que desarrollaban la actividad ganadera en predios afectados al momento de la afectación invernal. Las listas de beneficiarios fueron suministradas a Corpoica quien realizó la evaluación técnica de cada predio inscrito, la selección del área a intervenir y el establecimiento del módulo silvopastoril.

En cuanto a la evaluación técnica, se tuvieron en cuenta los siguientes factores para determinar la aptitud de los predios para el establecimiento de los SSP, según la existencia de condiciones que limitaran la mecanización, la siembra y el desarrollo de las especies vegetales consideradas.

Topografía. Considerando categorías de áreas con pendientes superiores al 20 % como limitantes para la mecanización.

Obstáculos. El tipo y la cantidad aproximada por hectárea de obstáculos que dificultarían la mecanización (árboles vivos, árboles muertos, troncos, arbustivos y malezas).

Presencia de áreas inundables. Con ubicación y porcentaje aproximado del predio de áreas bajas con nivel freático alto, las cuales se inundaban periódicamente y tardaban en drenar o que se encontraban anegadas de manera permanente.



Vías de acceso. Dificultad de acceso de maquinaria (caminos de herradura, carreteras que en la época de lluvias no permiten el tránsito vehicular).

Se consideraron un total de 1.075 beneficiarios, Corpoica logró realizar 1.044 visitas técnicas, de donde se concluyó que 117 beneficiarios tenían predios completamente aptos para el establecimiento del módulo SSP, 587 beneficiarios aptos con la restricción de realizar una adecuación previa del terreno y, por último, se declararon 340 con serias limitaciones para el establecimiento del módulo, lo que corresponde a un 33 % del total de beneficiarios.

Determinación de áreas y métodos de intervención

Durante la etapa de selección y medición de las áreas a intervenir en las unidades productivas se visitaron los predios considerados completamente aptos y aptos con restricciones junto a otros que fueron reevaluados. Durante esta actividad, se midió el área a intervenir y se definieron las formas de hacerlo en cada predio. Para tal fin, se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

Existencia de pasto. La presencia o no del pasto en el área como parámetro para determinar la actividad de la labranza; ya fuera renovación completa de la pradera (labranza completa y siembra de una nueva gramínea) o recuperación de la gramínea existente, mediante el pase de cinceles rígidos.

Presencia de indicadores de salinidad. Para aquellos suelos con limitantes de salinidad, se optó por especies tolerantes como la gramínea Estrella (*Cynodon nlemfuensis*).

Presencia de áreas inundables. En áreas con limitantes por encharcamiento moderado para el establecimiento de leucaena y optar por la siembra de guácimo (*Guazuma ulmifolia*).

De esta evaluación, se determinaron 418 predios destinados para labores de labranza completa y siembra de pasto y 292 predios para labores de recuperación de las pasturas existentes.

Resultados de intervención

Durante el año 2013, el total de predios intervenidos con sistemas silvopastoriles fue de 646, que representa un área de 2.223 hectáreas, distribuidas en los municipios de Candelaria, Campo de la Cruz, Repelón, Suan, Manatí y Santa Lucía. Del total del área intervenida, en 395 hectáreas se realizaron labores de recuperación con siembra completa de la pastura y en 251 se intervinieron labores de renovación de las pasturas existentes. Así mismo, se realizaron seis eventos de transferencia de tecnología, uno por cada municipio, en los que se capacitó un total de 337 beneficiarios; lo que representó el 52 % del total de productores participantes (figura 48).



Foto: Socorro Cajas-Cirón

Figura 48. Predio intervenido con sistemas silvopastoriles.

Al igual que en el año 2013, para 2014 se realizó una nueva etapa de verificación y selección de lotes, con el fin de completar el número total de hectáreas a intervenir. Este proceso fue realizado con una metodología similar. La Gobernación del Atlántico entregó nuevamente las listas de preseleccionados a Corpoica.



En este proceso, la escogencia y medición de los lotes se realizó de manera simultánea con el proceso de verificación. Al igual que en el año 2013, para 2014 se tuvieron en cuenta los mismos criterios para la clasificación de predios aptos y no aptos para el establecimiento de SSP. En total se verificaron 194, de los cuales 156 fueron aptos y 29 se encontraron con alta restricción para el establecimiento del SSP.

De igual manera, durante 2014 se llevó a cabo la construcción de cercas eléctricas con energía fotovoltaica (paneles solares) en los módulos intervenidos durante 2013. No obstante, aquellos módulos SSP que fueron sometidos a un mal manejo por el productor (como el ingreso de animales en etapas tempranas de establecimiento) fueron pospuestos en su construcción hasta que fueran recuperados contando con el compromiso del productor. Al finalizar el año, se lograron establecer el 97% de los cercados en 488 predios.

Se espera que, durante el año 2015, continúen las actividades de establecimiento con el fin de llegar a las 3.000 hectáreas consideradas en el proyecto.

Capítulo V

Lecciones aprendidas

De las actividades de transferencia en SSP conducidas por Corpoica durante los últimos años se han obtenido experiencias invaluable, de las que se desprenden una serie de lecciones aprendidas a considerar en la planificación y desarrollo de proyectos SSP exitosos, que plantean nuevos desafíos en investigación básica y en la generación de propuestas novedosas para el adopción, con la vinculación y consenso de productores desde las fases tempranas de formulación, con el fin de lograr mayor respuesta por parte de la comunidad.

Validación de los sistemas silvopastoriles

Los SSP son alternativas de producción complejas puesto que, a diferencia de los sistemas ganaderos tradicionales en monocultivo, además de ser menos estudiados, en estos concurren e interactúan especies vegetales muy diferentes, las cuales cuentan con características fenológicas (relación planta y clima) y necesidades particulares.

Por esta razón, los arreglos SSP son específicos a las condiciones agroecológicas particulares donde se han desarrollado, lo que plantea varias cuestiones; la primera, es que cualquier alternativa de SSP debe tener una validación previa en el tipo de agroecosistemas a intervenir; y, la segunda, es que se requieren más esfuerzos en investigación para tener varias opciones para diferentes condiciones.



Diagnóstico y planeación del establecimiento

El conocimiento de las condiciones agroecológicas de las áreas a intervenir es fundamental en la etapa inicial de un proyecto SSP para garantizar su viabilidad. La identificación de entornos que puedan ser limitantes para el desarrollo de las especies vegetales o en los que se requieren intervenciones adicionales de adecuación, así como el enfrentamiento a percepciones contrarias en cuanto al desarrollo de la actividad ganadera, son pasos obligados para la elaboración de una propuesta adecuada de intervención.

Debido a la especificidad de los SSP y a los efectos que pueden tener variables climáticas y sociales en el desarrollo de un proyecto, las etapas de diagnóstico y planeación desarrolladas con un equipo técnico y administrativo multidisciplinario y con participación de las comunidades beneficiarias es la clave del éxito. El invertir mayor tiempo y esfuerzo planeando que ejecutando crea proyectos SSP costo-efectivos.

Flexibilidad en desarrollo de proyectos SSP

Cualquier intervención en el sector agropecuario debe contar con la flexibilidad suficiente para hacer frente a factores difíciles de predecir y controlar, tal como son las fluctuaciones climáticas o los conflictos sociales. Aunque a pesar de que la elaboración del diagnóstico y la planificación pueden hacer frente a cierto tipo de condiciones externas, para la implementación de proyectos SSP se deben identificar los riesgos y plantear diferentes escenarios para hacer frente a posibles cambios o variables no contempladas.

Articulación interinstitucional

El desarrollo de proyectos donde se requiere un trabajo interinstitucional debe partir de cronogramas y responsabilidades claramente establecidos en las etapas iniciales del mismo y, además, definir vías de comunicación y de acción que sean efectivas.

Socialización, capacitación y participación

Otro de los grandes limitantes en la adopción de tecnologías SSP se ubica en el logro del cambio de las percepciones y tradiciones de las comunidades en cuanto a la producción ganadera. En ese sentido, antes de entrar en una etapa de intervención, es necesaria una extensa capacitación, en la cual, a partir del diagnóstico previo, se hagan evidentes las problemáticas de una producción ganadera poco sostenible y los impactos generados por los SSP, de tal manera que se puedan cambiar las ideas equivocadas en cuanto a la inclusión de especies leñosas y el manejo adecuado de las áreas de pastoreo. De la participación de las comunidades se puede lograr, además, la obtención de saberes tradicionales que pueden ser útiles para el diseño de nuevas alternativas de intervención.

Así mismo, la divulgación de un proyecto SSP a los beneficiarios previo a su inicio facilita la retroalimentación y el replanteamiento de objetivos y actividades, así como la definición de reglas de juego y responsabilidades entre los participantes. Cada actividad desarrollada de manera conjunta con los beneficiarios genera relaciones de confianza y facilita la apropiación de las alternativas planteadas, las cuales dejan de ser percibidas como algo impuesto desde el exterior y, por tanto, carentes de valor.

Definición de mecanismos de control y responsabilidades

Se hace necesario cambiar el concepto del beneficiario como un sujeto pasivo en la implementación de proyectos de desarrollo agropecuario. De esta manera, la visión paternalista de muchos proyectos donde todas las responsabilidades recaen sobre las instituciones que los ejecutan se debe revisar para que el beneficiario logre ser partícipe responsable del cambio frente a una problemática identificada y reconocida, y que discuta, transforme y, al final, valore las propuestas tecnológicas desarrolladas.

Por este motivo, la determinación previa de responsabilidades de manera contractual con los beneficiarios puede ser importante, de donde se pueda obtener la seguridad del control de las áreas a intervenir y una contraparte en el desarrollo del proyecto SSP, aunque para alcanzar este tipo de compromisos es fundamental lograr la confianza del beneficiario en la intervención a realizar.



Alternativas para áreas no aptas

Para el desarrollo de cualquier proyecto SSP a partir de un diagnóstico previo, se deben establecer alternativas productivas para la mayor parte de las comunidades de beneficiarios. Lo más común es que en los lugares más difíciles de intervenir se encuentren los productores más vulnerables y con la mayor necesidad de propuestas que mejoren las condiciones productivas.

Es así que el planteamiento de proyectos integrales donde existan diferentes alternativas tecnológicas para las condiciones encontradas, sean de tipo SSP o no, y que garanticen el cubrimiento de la mayor parte de la población a impactar, esta es la clave para mejorar o reactivar las actividades productivas de forma equitativa.

Determinación de áreas mínimas de establecimiento

Las áreas mínimas de intervención para cada beneficiario en un proyecto se deben contemplar durante la planificación del mismo teniendo en consideración varios aspectos:

- Una revisión de toda la actividad ganadera, en términos de la evaluación de presupuestos forrajeros y del manejo de potreros, se puede plantear de manera que la intervención en SSP complemente las demás áreas dedicadas al pastoreo, de tal forma que no se diseñen módulos SSP cerrados con un sistema de rotación de potreros propio, sino que hagan parte de un sistema más amplio compuesto por las otras áreas con pasturas en la unidad productiva (las cuales, como se ha visto, pueden estar separadas espacialmente).

Tal consideración puede minimizar los limitantes respecto a las áreas mínimas de intervención de los proyectos SSP, aunque requiere de estudios más detallados de cada unidad productiva y de muchos más esfuerzos de capacitación para lograr un buen manejo del pastoreo.

- La generación de alternativas SSP que hagan un uso más intensivo del suelo se pueden considerar como opciones para áreas pequeñas. La implementación de bancos forrajeros de leucaena y pasto de corte bajo sistemas de corte y

acarreo pueden ser viables. Bajo estas formas se pueden llevar a cabo intervenciones en áreas menores, aunque requieren de mayor demanda de mano de obra y equipo, por tanto, se deben considerar junto con el beneficiario.

- La consideración de que la ganadería no es la única fuente de ingresos en una unidad productiva también se debe tener presente, por lo que el planteamiento de un área mínima a establecer, que logre generar el impacto económico y social esperado en las familias de los beneficiarios, debe contemplar las demás actividades económicas desarrolladas por estos, sean en la misma unidad productiva o fuera de esta.

Alternativas para el mantenimiento de la actividad productiva durante la fase de estructuración del sistema

Como se mencionó anteriormente, entre el inicio del establecimiento de un módulo SSP y el primer ingreso de los animales (desde el inicio de fase de establecimiento hasta la completa maduración del sistema) pueden pasar más de seis meses. Esta situación se debe considerar desde la planeación de cualquier proyecto SSP con la generación de alternativas para el sostenimiento de la actividad ganadera o para el sustento de los beneficiarios y sus familias hasta que el sistema se estructure.

La cosecha del forraje herbáceo para su conservación es una alternativa interesante que aprovecha la temprana maduración de este estrato en el sistema. En ese sentido, contar con tecnologías acordes a las circunstancias de los beneficiarios plantea nuevos retos en el desarrollo del proyecto. Prácticas de conservación de forrajes, como henificación y ensilaje y el semiconfinamiento de los animales, se pueden llevar a cabo de manera sencilla, lo que, con la respectiva capacitación, puede generar un valor agregado en cuanto a la mejora de la capacidad de las unidades productivas para hacer frente a épocas de baja disponibilidad de forraje. También pueden ser consideradas estrategias alimenticias adicionales como bloques nutricionales, uso de subproductos de cosecha y alquiler de potreros.



El diseño de sistemas agrosilvopastoriles, que permitan introducir cultivos transitorios de ciclo corto junto a las especies forrajeras, puede ser una alternativa para el sustento de los beneficiarios y sus familias, por tanto, el desarrollo de nuevos arreglos temporales y espaciales se puede plantear y validar.

Consecución de semilla

Uno de los factores críticos que obstaculizan la adopción generalizada de los SSP es la carencia de semilla sexual y vegetativa en el comercio o instituciones para la siembra de las especies leñosas, en especial para aquellas especies poco difundidas como es el caso del totumo, campano, guayacán de bola, guácimo, entre otras.

Por esta razón, la determinación de la cantidad de plántulas y semilla sexual requeridas considerando resiembras, valores culturales y pérdidas junto a los cronogramas de siembra en la etapa de planificación definirán las pautas para su obtención y la producción esperada en los viveros, así como la consideración de su construcción temporal o la tercerización de la producción.

En estas decisiones se debe considerar que la implementación de desarrollo de viveros propios cercanos a las áreas a intervenir y con la participación de los beneficiarios promueve la socialización del conocimiento sobre las formas de propagación de las especies vegetales planteadas para los SSP.

En ese orden de ideas, se deben plantear soluciones para el acceso a la semilla sexual de las especies leñosas no comerciales, como son la construcción de bancos de semillas o la determinación de lugares para su recolección en campo. La obtención de semilla sexual, su selección, procesamiento y determinación del valor cultural se deben definir previamente al inicio de la etapa de establecimiento para garantizar un suministro adecuado de plántulas y la emergencia de las especies sembradas directamente.

Protección de las áreas sembradas

La protección de las áreas establecidas en SSP durante las etapas de establecimiento y estructuración son determinantes de la viabilidad de proyectos SSP y se tienen que considerar desde la planificación. En este aspecto, se vuelven críticos la identificación y el aislamiento temprano de las áreas a intervenir, por lo que se debe considerar un cercado preliminar de los módulos en la etapa de establecimiento, el cual se puede realizar como una primera etapa en la construcción del cercado del módulo o con otros medios de aislamiento temporal (figura 49).



Foto: Thomas Carvajal

Figura 49. Árbol de campano protegido de la defoliación en un SSP joven.

De igual manera, como producto del desarrollo particular de las especies consideradas en la intervención SSP, es necesario el planteamiento de la protección de las especies de crecimiento lento (las especies arbóreas maderables pueden crecer a razón de uno a dos metros al año) y de la defoliación por parte de los animales en el inicio de la etapa de aprovechamiento (alrededor de los seis meses). La construcción de formas alternativas de aislamiento temporal de las especies arbóreas maderables o para sombra y frutos es un tema que supone retos para garantizar su persistencia. Por otra parte, la siembra del componente maderable con especies de un rápido crecimiento y turnos de corte no tan largos puede ser una opción más viable frente a la defoliación por los animales y más interesante para los productores por un aprovechamiento forestal más temprano.



Otro aspecto a considerar en la protección inicial de las áreas sembradas es el control del ingreso anticipado de animales. Por la producción exuberante de las pasturas y las presiones cuando hay escasez de alimento para los animales, los beneficiarios se pueden ver obligados a permitir su ingreso prematuro al sistema. En este punto es donde radica la importancia de contar con alternativas viables de sostenimiento productivo de los animales durante la etapa de estructuración, así como de mecanismos contractuales con cláusulas de incumplimiento para mantener el control de las áreas establecidas.

Seguimiento durante el aprovechamiento

La participación de las instituciones que desarrollan proyectos de transferencia en SSP no debe finalizar en el inicio de la etapa de aprovechamiento. El monitoreo de las áreas intervenidas, de los parámetros productivos de las unidades y la divulgación de los resultados obtenidos y las experiencias ganadas son fundamentales para la completa adopción de la tecnología y la retroalimentación necesaria para mejorar las estrategias de intervención.

Conclusiones y recomendaciones

- La reflexión sobre las experiencias en proyectos SSP de investigación y transferencia y las alternativas que se planteen frente a los obstáculos encontrados se deben comunicar y discutir en un entorno interinstitucional abierto y crítico. Es por esto que requiere de una agenda y lineamientos comunes en investigación, innovación y transferencia de tecnología entre los agentes interesados en el desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles basados en SSP.

Como producto, los SSP se deben dinamizar en el marco del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA) y propender por el trabajo en red, dejar a un lado la investigación dispersa y desarticulada tanto dentro como entre instituciones, así como la endogamia en el conocimiento.

- Como producto de la complejidad de la que hacen parte de los SSP, cualquier proyecto de investigación y transferencia debe ser de tipo multidisciplinario, donde la consideración de los factores e interacciones de orden técnico y social se realice a profundidad y de manera coordinada para el logro de los objetivos y el impacto planteados.
- La determinación de proyectos de transferencia se debe plantear sobre la base de la participación comunitaria y de un diagnóstico detallado de las condiciones sociales y técnicas relacionadas con los agroecosistemas a intervenir, con lo cual se pueden plantear propuestas de intervención pertinentes que sean ampliamente adoptadas.
- La investigación básica y validación en SSP a condiciones definidas son el respaldo de cualquier propuesta de intervención y deben ser garantía de éxito. De esta manera, la elaboración de proyectos piloto antes de realizar un escalamiento mayor de un modelo SSP es útil para determinar y corregir falencias en el planteamiento.



Bibliografía

- Benavidez JC. 2013. Influencia de moscas hematófagas de bovinos sobre la ganancia de peso y su relación con algunas variables climáticas bajo dos sistemas de pastoreo (tradicional y silvopastoril) en el centro de investigación La Libertad de Corpoica [tesis de maestría]. [Bogotá]: Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales [consultado 2014 dic 10]. <http://repository.udca.edu.co:8080/jspui/handle/11158/258>.
- Cajas YS. 2014. Fase III o acción 8: plan de apoyo de Corpoica al programa departamental de repoblamiento bovino y entrega de material. Producto: Establecimiento de Sistemas Silvopastoriles. Informe final convenio 060. Sabanalarga: Corpoica.
- Cajas YS. 2013a. Valoración integral de los beneficios de sistemas silvopastoriles de estratos múltiples sobre la sostenibilidad del suelo y la productividad animal en el sistema doble propósito de la región Caribe. Informe técnico final. Cereté: Corpoica.
- Cajas YS. 2013b. Capacitación y demostración a ganaderos en opciones de alimentación ganadera basadas en suplementos nutricionales de bajo costo y cultivos forrajeros de rápido crecimiento y alta productividad y calidad para bovinos en los departamentos de Magdalena, Atlántico, Bolívar, Córdoba, Sucre, Boyacá y Cundinamarca. Mejoramiento de la producción de alimentos mediante el escalamiento de sistemas silvopastoriles asociados en su primera fase con cultivos transitorios. Convenio 1781. Cereté: Corpoica.
- Cajas YS. 2012a. Prefactibilidad social y económica del uso de sistemas agrosilvopastoriles en nichos ganaderos de la región de La Mojana. Cereté: Corpoica.
- Cajas YS. 2012b. Rehabilitación de tierras degradadas mediante sistemas silvopastoriles y reforestación en las sabanas de Córdoba. Colombia. Informe técnico final. Convenio 1740. Cereté: Corpoica.
- Cajas YS. 2012c. Rehabilitación de tierras degradadas mediante sistemas silvopastoriles y reforestación en las sabanas de Córdoba. Colombia. Informe técnico final. Convenio 1609. Cereté: Corpoica.

- Cajas YS. 2012d. Monitoreo de la actividad de reforestación/aforestación del proyecto CDM. Rehabilitación de áreas degradadas mediante el establecimiento de sistemas silvopastoriles y reforestación en el departamento de Córdoba. Informe técnico final. Cereté: Corpoica.
- Cajas YS. 2011. Desarrollo e implementación de sistemas agrosilvopastoriles para un manejo sostenible del sistema de producción ganadero en las sabanas colinadas y planas del departamento de Sucre. Informe final. Convenio 1104. Cereté: Corpoica.
- Cajas YS. 2009. Generación de indicadores para evaluar el estado de degradación de praderas en el sistema de producción de carne en los departamentos de Córdoba, Sucre y Atlántico. Informe técnico final. Convenio 1246. Cereté: Corpoica.
- Cajas YS. 2006. Implementación de sistemas silvopastoriles para producción más limpia en el sector ganadero del departamento de Córdoba. Cereté: Corpoica.
- Cajas YS. 2002. Impacts of tree diversity on the productivity of silvopastoral systems in seasonally dry areas of Colombia. [tesis doctoral]. [Bangor]: University of Wales.
- Cajas YS, Sinclair FL. 2001. Characterization of multistrata silvopastoral systems on seasonally dry pasture in the Caribbean Region of Colombia. *Agrofor Syst.* 53(2):215-225.
- Cajas YS, Barragán WA, Portilla D, Carvajal T. (s. f.). Sistemas silvopastoriles de estratos múltiples para el sistema de producción bovina doble propósito en la región Caribe de Colombia. Bogotá: Corpoica; [consultado 2014 nov 29]. http://www.siembra.co/NetCorpoicaMVC/Websot/Content/HTML-ModelosProductivos/pdf/MP_Silvopastoriles/MP_Silvopastoriles.pdf.
- CIAT-Corpoica. 2012. Project design document form for afforestation and reforestation project activities (CDM-AR-PDD). Versión 5. Bogotá: CIAT-Corpoica.
- Colombia, Consejo Nacional de Política Económica y Social, Departamento Nacional de Planeación. Conpes 3676, Consolidación de la política sanitaria y de inocuidad para las cadenas cárnica y láctea. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación, 19 de junio de 2010 [consultado 2014 dic 11]. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/3676.pdf>.



- Crespo G. 2008. Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Revista Cub Ci Agric.* 42(4):329-335.
- Crespo G, Fraga S. 2006. Avances en el reciclaje de nutrientes en los sistemas silvopastoriles. Documento presentado en: IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible; Varadero, Cuba [consultado 2014 dic 15]. http://www.actaf.co.cu/index.php?option=com_mtree&task=att_download&link_id=617&cf_id=24.
- García H. (s.f.). Deforestación en Colombia. Retos y perspectivas [consultado 2014 dic 15]. http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2011/08/KAS-SOPLA_Deforestaci%C3%B3n-en-Colombia-retos-y-perspectivas.pdf.
- Ibrahim M, Navas A, Álvarez V, Casanoves F, Mora JR. 2008. Influencia de la cobertura arbórea de sistemas silvopastoriles en la distribución de garrapatas en fincas ganaderas en el bosque seco tropical. *Rev Colombiana Cienc Anim.* 1(1):38-40.
- Lotero J. 1976. Principales factores que influyen sobre la productividad ganadera. En: Rodríguez F, Bernal J, coordinadores. *Curso de pastos y forrajes*. Bogotá: ICA; pp. 1-32.
- Macia F. 2014. Cálculo del valor comercial de la madera extraída de los bosques comerciales. *Gobernanza Forestal.* 4(13):3.
- Murgueitio E, Uribe F, Gacharná N, Tafur O, Solorio FJ, Solorio B, Xochiltl M. 2011. Produção de leite com sistemas silvipastoris intensivos [consultado 2014 dic 14]. <http://www.lerf.esalq.usp.br/divulgacao/recomendados/artigos/uribe2011.pdf>.
- Naranjo JF, Cuartas CA, Murgueitio E, Chará J, Barahona R. 2012. Balance de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* [consultado 2014 dic 14]. <http://www.lrrd.org/lrrd24/8/nara24150.htm>.
- Pulido I, Mandius R, Rivero T, Duarte O. 2002. Atlas de los sistemas de producción bovina. Módulo Región Caribe. Plan de modernización tecnológica de la ganadería bovina Colombiana. Bogotá: Corpoica.

- Soca M, Simón L, Roque E. 2007. Árboles y nematodos gastrointestinales en bovinos jóvenes: Un nuevo enfoque de las investigaciones. *Pastos y Forrajes*. 30(Esp.):21-23.
- Uribe F, Zuluaga AF, Murgueitio E, Valencia LM, Zapata A, Solarte LH, Cuartas CA, Naranjo JF, Galindo WF, González JG, et al. 2011. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Bogotá: GEF, Banco Mundial, Fedegán, Cipav, Fondo Acción, TNC.

Impresión y encuadernación:
Carvajal Soluciones de Comunicación S.A.S.



www.carvajalsolucionesdecomunicacion.com

Terminó de imprimirse
Octubre de 2015, Bogotá, DC, Colombia



BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

Correo: bac@corpoica.org.co
Teléfono: (57 1) 4 227300 ext. 1257 o 1274
Skype: biblioteca.agropecuaria

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA
PROHIBIDA SU VENTA**

www.corpoica.org.co

ISBN: 978-958-740-196-7



9 789587 401967

