



Ministerio
de Ambiente



Ministerio
de Ganadería,
Agricultura y Pesca



Título de la Consultoría:

“Definición, caracterización y cuantificación del área bajo sistemas silvopastoriles, para el seguimiento de las contribuciones establecidas en la Contribución Determinada a nivel Nacional de Uruguay”

Proyecto URU/18/G31

“Creación de capacidades institucionales y técnicas para aumentar la transparencia en el marco del Acuerdo de París”

Informe final

Consultor: Ing. Agr. – forestal Luis Sancho

Colaboradores: Ing. Agr. Ines Arocena

Lic. Luis Ordeig

El análisis y las recomendaciones de políticas contenidos en este informe no reflejan necesariamente las opiniones del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, de su Junta Ejecutiva o de sus Estados miembros.

Índice

Siglas, acrónimos y abreviaturas	5
Introducción	6
Objetivos	6
Antecedentes históricos de SSP en el país	7
Revisión Bibliográfica	11
a) Definiciones de SSP propuestas por autores nacionales	13
b) Criterios agronómicos para definir SSP	16
c) Internacionales	18
CMNUCC	18
FAO	19
Centro Mundial Agroforestal (ICRAF)	19
Departamento de Agricultura de los Estados Unidos	19
Hacia una definición consensuada de SSP en Uruguay	20
Mapa de Actores	20
Entrevistas	20
Resumen de las Entrevistas	21
Importancia de los Sistemas SilvoPastoriles – SSP, desde el rol del entrevistado y asociado a la institución que pertenece.	21
Definición que entiende como la más apropiada para identificar los SSP	22
Criterios agronómicos más destacados que definen un SSP	23
Importancia que le asignan los productores y técnicos a los SSP	24
Principales limitantes que existen en la adopción de este sistema de producción en Uruguay	24
Cuál es la incidencia de este sistema de manejo en la mitigación y adaptación al CC	25
Taller	26
Caracterización de los SSP existentes a partir de la definición consensuada	30
Formulario de Caracterización	31
Otros modelos identificados no seleccionados	33
Mapeo de los sistemas silvopastoriles identificados y caracterizados	37
<i>Ubicación y marcación de rodales</i>	37
Estratificación de rodales	40
Tabla de atributos y caracterización de rodales	42
Resultados generales y productos obtenidos	44
Análisis de la Caracterización y Cartografía	45
Diseño de muestreo y metodología para el levantamiento de variables a campo	49

Diseño de muestreo	49
Procedimiento de trabajo	50
Gabinete	50
<i>Campo</i>	51
<i>Resultados de la estimación de los volúmenes en pie</i>	55
Resultados del levantamiento de variables no dasométricas	59
Metodología de cálculo de las existencias de carbono	62
Contenido de carbono en la biomasa forestal de los SSP	63
Conclusiones y recomendaciones	64

Siglas, acrónimos y abreviaturas

BPA	Bosque de protección artificial
CDN	La Contribución Determinada a Nivel Nacional (CDN), tiene como objetivo atender las disposiciones establecidas en el Acuerdo de París y promover la adaptación y mitigación en Uruguay bajo la Política Nacional de Cambio Climático.
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas para el Cambio Climático
CT	Contrapartes Técnicas
DGF	Dirección General Forestal del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca
DINAMA	Dirección de Medio Ambiente del Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
FAO	La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés)
FPTA	Fondo de Promoción de la Tecnología Agropecuaria del Instituto de Investigación Agropecuario
FUCREA	Federación Uruguaya de Grupos CREA
GEI	Gases de Efecto Invernadero
ICRAF	Centro Mundial Agroforestal, conocido anteriormente como Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF),
INGEI	Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
IPA	Instituto Plan Agropecuario
MGAP	Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca
MVOTMA	Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente
MA	Ministerio de Ambiente
MFS	Manejo Forestal Sostenible
MRV	Sistema de Medición, Reporte y Verificación
OPYPA	Oficina de Planificación y Políticas Agropecuarias
PDU	Polo Desarrollo Universitario
PRENADER	Programa de Manejo de Recursos Naturales y Desarrollo del Riego Contrato de Préstamo N° 3697 UR-BIRF 1994
REDD+	Programa para la Reducción de Emisiones causadas por la Deforestación y la Degradación forestal, la conservación, el aumento de los stocks de carbono y el manejo forestal sostenible (REDD+)
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SPF	Sociedad de Productores Forestales
SSP	Sistemas Silvopastoriles
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

Introducción

La consultoría se enmarca en las actividades de ejecución del Proyecto URU/18/G31 “Creación de capacidades institucionales y técnicas para aumentar la transparencia en el marco del Acuerdo de París”. El objetivo del Proyecto URU/18/G31 es fortalecer las capacidades nacionales, tanto institucionales como técnicas, buscando una articulación más eficiente para las actividades relacionadas con la transparencia, así como la adopción o mejora de metodologías y herramientas para cumplir con el marco reforzado de transparencia establecido en el Artículo 13 del Acuerdo de París, del cual Uruguay es parte. A través de este fortalecimiento, Uruguay será más eficiente en la definición, desarrollo e implementación de políticas y medidas, en base a información más oportuna y precisa, monitoreo y evaluación de los instrumentos aplicados para enfrentar el cambio climático. Dentro de la Contribución Determinada a nivel Nacional (CDN) de Uruguay, presentada en 2017, se ha incluido como un objetivo de mitigación condicional (con medios de implementación específicos), aumentar en 25% la superficie de plantaciones forestales con destino sombra y abrigo del año 2012, incluyendo sistemas silvopastoriles (SSP). En el trabajo realizado durante el año 2019 para la elaboración del Sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV) de los diferentes objetivos y medidas incluidos en la CDN de Uruguay, en el caso de los SSP se identificaron las siguientes limitantes para su seguimiento: inexistencia de una definición única y consensuada que permita la identificación de los sistemas existentes en el país, como base para su mapeo y cuantificación. Por otro lado, se carece de una caracterización de dichos sistemas, así como de una fuente de información que actualmente permita cuantificar el área bajo este tipo de sistemas, ya que ninguna cartografía incluye una clase “sistemas silvopastoriles”.

Es por esta razón, que en el Proyecto URU/18/G31 se ha previsto avanzar en levantar las barreras o limitaciones identificadas para el seguimiento de este objetivo y medidas de la CDN de Uruguay. Para ello, se avanzará en elaborar una definición de SSP para esta consultoría, que funcione como marco para su mapeo y cuantificación, la caracterización de los sistemas actualmente existentes en el país, así como la cuantificación de dicha superficie. Se avanzará, también, en la medición de variables a campo que permitan determinar volúmenes actuales en pie de cada uno de esos sistemas y traducir esta información en contenido de carbono existente en la biomasa forestal. Se destaca para la realización del trabajo el aporte de las contrapartes institucionales Ings. Agrs. Cecilia Penengo¹; Leonardo Boragno²; Mariana Boscana²; Patricia Escudero³; Raquel Balero³; Gastón Martínez³ y Nicolas Costa⁴, tanto en la revisión general del documento, como en definición de aspectos específicos relacionados con su área de trabajo (Diseño de muestreo y metodología para el levantamiento de variables a campo, definición de puntos muestrales, revisión de cartografía y datos volumétricos, diseño de muestreo de variables no dasométricas y análisis de resultados de las mismas, metodología cálculo de Carbono) y la realización de las giras de campo.

Objetivos

Los Objetivos son: i) Elaborar una definición de sistemas silvopastoriles aplicada a esta consultoría, que sirva como marco de referencia para la caracterización de los sistemas que existen actualmente en el país; ii) la cuantificación de su superficie y iii) la medición en campo de variables que permitan estimar los volúmenes en pie de cada sistema.

¹ Dirección Nacional Cambio Climático – MA

² División Evaluación e Información – DGF/MGAP

³ División Manejo Forestal Sostenible – DGF/MGAP

⁴ OPYPA – MGAP

Antecedentes históricos de SSP en el país

La vinculación de la forestación con la producción agropecuaria en Uruguay tiene una larga historia, Francisco Porcile⁵ en 2007 señala: *“Luego de las luchas por la Independencia y finalizada la Guerra Grande con la Paz de Octubre de 1851, los árboles pasaron a acompañar las actividades productivas, integrándose a las ganaderas, en forma de sombra y abrigo”*. En la misma publicación haciendo mención a la edición 1910 de *“El Uruguay a través de un siglo”*⁶ refiere a numerosas crónicas sobre la instalación de montes de abrigo en establecimientos ganaderos y frutícolas del país. Señala, además, refiriéndose a la evolución del sector forestal: *“En la primera mitad del siglo XX comenzó a verificarse un notorio incremento de las plantaciones realizadas por la iniciativa privada. Como lo atestiguan los registros precedentes, se trató principalmente de una forestación de servicio a una actividad agropecuaria cada vez más consolidada. Cortinas, montes para abrigo, sombra y madera para combustible y construcciones, fueron delineando el entorno rural e integrándose al paisaje de praderas”*.

En esta tónica, durante las décadas del 40 al 60 del siglo pasado, fueron numerosas las Instituciones (nacionales e internacionales) que elaboraron manuales y publicaciones técnicas referentes a la importancia de la implantación de montes de abrigo y sombra para el ganado, modelos de bosques de sombra, cortinas protectoras y rompevientos y sobre la influencia positiva de los bosques en la producción ovina, (Rubbo, R. 1940; FAO. 1959; Comisión Honoraria Mejoramiento producción ovina, 1966, entre otros).

La década del 90 marca el inicio de una profundización en el estudio de esta combinación ganado, bosques, pasturas y cultivos, atendiendo a conceptos agroforestales.

Un trabajo que se considera un mojón fundamental es el publicado por C. Polla (1990) *“Agroforestry Systems: Alternative Productions for Uruguay”*, donde se señala a los sistemas agroforestales como alternativa productiva viable para un país esencialmente agropecuario, con características agroecológicas que favorecen la integración de la forestación con la ganadería y viceversa.

En 2011 en el Informe Final del *“Acuerdo de trabajo entre el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Programa Ganadero y Dirección General Forestal, con la Universidad de la República - Facultad de Agronomía - para el estudio de los factores que explican la adopción de tecnologías que apuntan a la inclusión del rubro forestal en predios ganaderos”*, se hace una síntesis muy completa del proceso acaecido en esa década. El citado trabajo conjunto MGAP – UdelaR indica: *“Es a comienzos de la década del 90, que la Dirección General Forestal del MGAP comienza a tratar este tema en propuestas concretas de trabajo sobre Silvopastoreo, en 1991, el Programa o Proyecto Base denominado “Estudios agroforestales para el Uruguay” y establece el “Plan de Acción Agroforestal para Uruguay”; además de varios proyectos que se asocian entre sí. Uno de ellos, “Diagnóstico de sistemas agroforestales para el Uruguay”, se ejecuta como trabajo de Tesis de grado de un grupo de estudiantes para el título de Ing. Agrónomo”*.

“Dicho Programa, da las primeras pautas para la investigación y estudio del tema en el país. El Plan identifica las principales líneas de acción y las etapas a seguir: diagnóstico, monitoreo, evaluación, validación, difusión; en el estudio de los aspectos conceptual, técnico y operativo del tema y de las experiencias agroforestales a nivel nacional; creando también el “Banco de Datos Agroforestal” a nivel nacional. El objetivo medular de ese Plan, es buscar y dar respuesta a las

⁵ Porcile, F. 2007. Crónicas del desarrollo forestal del Uruguay, Montevideo.

⁶ Maeso, C. M. 1910. El Uruguay a través de un siglo. Montevideo.

interrogantes e incertidumbres planteadas; apuntando al manejo forestal sustentable y a la sustentabilidad de los sistemas productivos y de los recursos naturales”.

“Durante el período 1990-2004, la entidad forestal nacional del MGAP, organizó varias reuniones técnicas, jornadas de campo, talleres, seminarios, charlas y conferencias; difundiendo estas nuevas alternativas productivas y fue en este lapso, que se puso en marcha el plan de acción agroforestal. El organismo forestal nacional, juega entonces un importante rol en el proceso del conocimiento, impulso y divulgación de las técnicas agroforestales; apoyando al productor agropecuario y dando mayor impulso al desarrollo y crecimiento Forestal y Agroforestal del país”.

“Uruguay, a partir de 1991, integró la Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales; auspiciada por la Oficina Regional de la FAO, siendo la Dirección General Forestal el punto focal a nivel nacional. En el marco de esta Red, Uruguay y varios países de la región canalizaron muchas actividades agroforestales”.

“La primera Reunión Técnica sobre Sistemas Agroforestales fue realizada en nuestro país, en septiembre de 1992 en Tacuarembó (zona norte del país) y esta fue organizada por tres instituciones: Dirección General Forestal, Instituto Plan Agropecuario e Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Distintas jornadas, son organizadas en varias ciudades del interior, buscando incentivar la participación de los productores, la Dirección General Forestal, en 1998, organizó el seminario “Manejo Silvopastoril” en la ciudad de Young en el marco del SubComponente Forestal del Proyecto PRENADER No.3697; donde se presentan varias experiencias de Uruguay y Chile, abordando diferentes aspectos del silvopastoreo.

Por otra parte, en la publicación de FAO “La Agroforestación en Uruguay” (Polla, 1997) se describen las técnicas tradicionales y las experiencias innovadoras del país. Para las primeras; pastoreo bajo bosques nativos principalmente con re cría vacuna y ovina; pastoreo en praderas naturales con montes de abrigo y sombra, del tipo “isla”; pastoreo en praderas naturales con cortinas rompevientos; protección de plantaciones frutales con hileras de árboles y otros. En cuanto a las tecnologías innovadoras se señala que se dieron gracias al desarrollo de prácticas de manejo combinado entre campo natural, coberturas, praderas artificiales y cultivos anuales, con plantaciones forestales de especies de rápido crecimiento y bosque nativo. En forma más particularizada se menciona entre otros: adecuación de áreas arboladas de monte nativo realizando en ellas mejoras intensivas de la pastura natural; implantación de pradera convencional - combinación gramíneas y leguminosas - con distintas especies arbóreas en densidades que varían entre 1100 y 833 árboles por hectárea; plantaciones de eucaliptos en franjas con filas apareadas de árboles dejando fajas de pasto de entre cinco a diez metros de ancho y sembrando en cobertura una leguminosa invernal; agrosilvopastoreo, cultivo en franjas de 8 metros de ancho, entre hileras apareadas a 2x2 de eucaliptos. Como corolario se señala que “la integración de la forestación con la ganadería, constituye una alternativa productiva más sustentable porque permite incrementar la producción y los ingresos por hectárea; crea un microclima más adecuado para el desarrollo de cada uno de los componentes del sistema; diversifica la producción del predio (forestal, ganadera, cítrica, apícola, etc.) y favorece el empleo de la mano de obra rural”.

A partir del cambio de Gobierno en 2005, se realizaron un conjunto de modificaciones en la normativa forestal, varias de las cuales tienen estrecha y directa relación con los SSP, como por ejemplo el Decreto 191/06 de 16/6/06, donde se extiende la calificación de Bosque Protector Artificial – BPA (con los beneficios impositivos que esto conlleva), a los bosques de servicio de

un predio agropecuario que no superen al 8% de la superficie del mismo. También el Decreto 220/10 de 14/7/10 que incorpora a la prioridad forestal los grupos de suelos CONEAT 2.11b, 2.20, 07.2, 8.9, 8.13 y S09.11, cuando el proyecto presentado complementa la producción forestal con la adecuada diversificación agrícola y/o ganadera y el grupo 4.2 a condición de que sean utilizados en sistemas agroforestales y se ejecute un plan de recuperación de cárcavas.

Junto con el mencionado cambio normativo forestal, el MGAP inició un proceso en 2008-2009, impulsando un plan piloto de integración foresto-ganadera para productores en el marco conceptual del Programa Ganadero, cuyo objetivo general era “contribuir a aumentar la competitividad de la ganadería uruguaya, y promover el aprovechamiento integral y sustentable de los recursos disponibles, la mejora de la calidad de vida de los productores y trabajadores vinculados a ella”.

El Programa Ganadero y la Dirección General Forestal brindaron estímulos para incorporar la actividad forestal en sistemas ganaderos instrumentando el denominado “Plan de integración de la Forestación en la Ganadería”, con cuatro modalidades: i) Introducción de plantaciones forestales en áreas marginales del predio y recuperación de suelos erosionados; ii) Forestación como polígonos y cortinas para abrigo y sombra (bosques protectores); iii) Forestación para Sistemas Agro-silvo-pastoriles propiamente dichos y iv) Registro y Manejo del monte nativo, para implementación de sistemas silvopastoriles.

Los requisitos para acceder a los beneficios de este plan fueron: i) Ser productores ganaderos de hasta 1250 ha (CONEAT 100); ii) Que el área efectiva de forestación con respecto a la superficie total del predio, no superara el 10%; iii) Desarrollar acciones de forestación, ya fuera forestando o manejando el monte nativo. En la difusión del llamado, se hizo hincapié en aprovechar la introducción de la forestación para mejorar la infraestructura de los predios, para lograr un mejor equipamiento en términos de sombra, empotramiento y aguadas.

De acuerdo al informe evaluatorio mencionado⁷ líneas arriba, a partir de esta convocatoria se desarrollaron 56 planes de integración de la forestación en predios ganaderos (la mayoría bajo modalidades de montes de abrigo y sombra o cortinas), con una superficie predial total de 11.738 ha, en 14 departamentos, involucrando un stock total de 10.865 vacunos, 3.807 ovinos y 254 ha forestadas bajo plan. Los mismos fueron elaborados por 28 técnicos en duplas: agrícola-ganadero y forestal, vinculados a 11 instituciones.

También en 2008, la Dirección General Forestal y el Programa Ganadero, con apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo (Proyecto de Cooperación Técnica UR – T1019 “Certificación Ambiental para la Producción Forestal en el Uruguay”), elaboraron la “Guía de Modelos Agroforestales para el Uruguay”, la que fue difundida a nivel de instituciones y productores en todo el país. En la misma además de conceptos generales sobre agroforestería y criterios de planificación de un sistema agroforestal, se ponen de manifiesto los diferentes modelos agroforestales promovidos en ese momento (coincidentes con los señalados para el Plan Piloto / Programa Ganadero – DGF), así como otros modelos que potencialmente podrían ser impulsados, siguiendo el mismo esquema del anterior. Para estos últimos se desarrollan criterios específicos de especie forestal, rotaciones, diseño, labores de manejo, generación de productos principales y otros. Como novedad se incluye un modelo con especies arbóreas multipropósito, con un esquema productivo fruto-forestal que se considera muy viable y de alto potencial como

⁷ Acuerdo de trabajo entre el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, Programa Ganadero y Dirección General Forestal, con la Universidad de la República -Facultad de Agronomía, 2011

modelo silvopastoril y agroforestal. El modelo se plantea respaldado por el Proyecto del INIA de “Identificación y evaluación preliminar de especies arbóreas multipropósito”, que era uno de los ejes centrales del Plan Indicativo de Mediano Plazo, 2007 – 2011” de la citada Institución.

En 2011, el INIA en su Boletín de Divulgación 100⁸ realiza un análisis de los Sistemas Agroforestales presentando antecedentes generales y en el país y validación de sistemas en la Unidad Experimental La Magnolia.

En 2013, en línea con el Plan Piloto de Integración foresto-ganadera para Productores del 2008, la Dirección General de Desarrollo Rural del MGAP, a través del Programa Desarrollo Productivo Rural (Préstamo BID 2595/OC-UR) convocó a productores agropecuarios (haciendo énfasis en los familiares), a presentar “Planes para Sistemas Productivos Integrados Agroforestales”. Como en el anterior proceso el Programa ofrecía estímulos, reembolsables y no reembolsables, a productores ganaderos que presentasen propuestas innovadoras tecnológicamente, *“relacionadas al manejo e implantación de bosques, pasturas y demás recursos de la unidad de producción, orientados al uso sostenible de los recursos naturales y medidas de adaptación al cambio climático; la formación y consolidación de grupos de productores/as beneficiarios/as, el fortalecimiento del respaldo institucional y la generación de nuevos procesos, productos y accesos a nuevos mercados”*. Las plantaciones podían realizarse individualmente o como proyecto conjunto de varios productores (los módulos individuales de no menos de 0,25 has de bosque y 10 ha al menos para el grupo), con la obligatoriedad de no superar con la superficie efectiva plantada el 8% de la superficie total del predio. Entre las condiciones se exigía el registro de los bosques implantados en el marco del Plan, así como el del bosque nativo que hubiese en los predios, si no se había realizado anteriormente, en ambos casos ante la Dirección General Forestal (DGF).

Los módulos forestales detallados eran:

1. *Plantación de bosques para sombra y/o abrigo*
2. *Plantación de bosques en sistemas agroforestales innovadores.*
3. *Plantación de bosques en áreas degradadas del predio y recuperación de suelos erosionados.*
4. *Plantación de frutales nativos (Guayabo del país, Pitanga, Arazá y Guaviyú) bajo forma de sistemas agroforestales.*
5. *Manejo del bosque nativo y recuperación.*

Se agregaba un Módulo 6 *Relacionado al rubro de producción principal del predio asociadas a los módulos forestales propuestos.*

Los datos disponibles indican que se recibieron un total de 33 planes grupales, que involucraron a 274 productores, y fueron presentados por 31 técnicos privados habilitados por la DGDR.

Cabe mencionar también entre los años 2013 -2019 se realizaron una serie de estudios relacionados con el tema, elaborados por diversas Instituciones (a modo de ejemplo los FPTA del INIA 300 y 311 realizados por las Facultades de Veterinaria y Agronomía respectivamente; el Proyecto N-4356 – Silvopastoreo del INIA). A su vez, la realización de Tesis de Grado y Posgrado de las citadas Facultades y numerosas publicaciones (IPA, SPF, INIA y otros) que presentan resultados de estudios de diferentes casos y/o presentan la oportunidad de desarrollar los SSP a nivel nacional.

⁸ Olmos et al. Sistemas Agroforestales. INIA. Boletín de Divulgación N° 100, 2011.

Un tema institucional vinculado a los SSP de importancia en el último periodo (2016), fue la creación del Polo de Desarrollo Universitario (PDU) “Centro de salud reproductiva de rumiantes en sistemas agroforestales”. El PDU-Agroforestal tiene como objetivo “generar información en salud reproductiva de rumiantes aplicada a sistemas agroforestales, contribuyendo al conocimiento de los diferentes componentes del mismo. Se propone estudiar la relación entre el diseño del sistema agroforestal (relación árboles-forrajeras) y la salud reproductiva de los rumiantes”.

El Polo surge como propuesta de varios docentes del Centro Universitario Tacuarembó y fue apoyado por la Casa de la Universidad de Cerro Largo, las Facultades de Agronomía y Veterinaria, el departamento de Ciencias Económicas, las empresas Forestal Oriental y Weyerhaeuser, la Sociedad Agropecuaria de Cerro Largo, el Centro Médico Veterinario de Cerro Largo y la Asociación de Ingenieros Agrónomos. Esta propuesta se enmarcó en el proceso de descentralización iniciada por la Universidad de la República en el marco de los planes regionales de enseñanza terciaria.

Está integrado por profesionales que abarcan las áreas de pasturas y forraje, forestal y de producción animal, ya que fue creado para estudiar las sinergias que existen entre estos sistemas en beneficio del animal y del ingreso económico del productor por diversificar los productos.

En el período desde su creación ha trabajado activamente en la Región, en contacto con productores e Instituciones, desarrolla proyectos de investigación y desde 2018 realiza anualmente un Seminario en Sistemas Silvopastoriles, donde confluyen especialistas (nacionales e internacionales) y productores que realizan o están interesados en estos Sistemas.

En estos últimos años otras Instituciones han relanzado como prioridad entre sus actividades la discusión y promoción de los SSP, como por ejemplo la DGF y el IPA.

Revisión Bibliográfica

Se ingresaron 102 entradas a la revisión bibliográfica producidas entre 1984 y 2020 por 86 autores de 44 instituciones de las cuales 9 son internacionales (refiere a organismos internacionales o instituciones no regionales) y 35 nacionales o regionales (1 Argentina, 2 Brasil, 1 Costa Rica, 2 Cuba, 1 Nicaragua, 1 República Dominicana, 2 USA, 25 Uruguay). Los trabajos extranjeros e internacionales seleccionados han sido referenciados por los referentes entrevistados en el desarrollo de la consultoría y/o porque sus contenidos se entendieron son aplicables a las condiciones nacionales o aportan a su análisis.

Como se ha visto en la sección anterior los SSP han sido objeto de estudio por diversos actores a nivel nacional e internacional que han desarrollado diferentes visiones en las que se trasluce el área de experticia y/o interés de cada uno. Teniendo en cuenta además las políticas públicas de promoción de la forestación y los acuerdos internacionales recientes relacionados con la mitigación y reporte de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), esto determinó diferentes definiciones y enfoques en torno a los SSP. Por tal motivo en este capítulo dividiremos la revisión bibliográfica en 3 partes:

- a) en primer término, se analizará en función de las virtudes que diferentes autores nacionales identifican en este tipo de sistemas y que llevan a tomar una posición entorno a la definición de los sistemas,
- b) en segundo término y asociado a la visión de los actores, se identificarán los criterios agronómicos que mejor encuadran a este tipo de sistema, y

- c) por último, la visión internacional que existe sobre este tipo de sistemas y las definiciones adoptadas por referentes y organismos internacionales.

Antes de comenzar el análisis de las definiciones de SSP es importante mencionar, contextualizar y consensuar el concepto de “sistema” en este marco. Si bien existen muchas interpretaciones de lo que es un sistema en referencia a sistemas agropecuarios, varios autores lo definen como un conjunto de elementos interrelacionados y coordinados para el logro de un objetivo determinado (Churchman, C., 1968⁹; Vázquez R., 1996). En este sentido, si lo relacionamos con SSP, la definición debería tener en cuenta, que se trata de la interrelación entre el árbol, pastura y el animal para lograr a partir del mismo obtener productos primarios agroforestales como madera y pecuarios como carne, lana y en algunos casos leche.

En este sentido, Hans Fuchs en 2012, expresa que la naturaleza de los múltiples componentes de los sistemas agroforestales a los cuales los SSP son asimilados hace que estos sistemas ofrezcan múltiples arreglos temporales y espaciales, proveyendo un amplio abanico de prácticas, donde los objetivos y énfasis productivos pueden ser diferentes (Fig. 1).



Figura 1: Clasificación de los sistemas agroforestales por la prevalencia en la cobertura biofísica de la tierra (%). Adaptado de Fuchs (2012)¹⁰. SP: Silvopastura, SA: Silvoagricultura, AS: Agrosilvicultura, PS: Silvicultura en pasturas, ASP: Agrosilvipastura, SAP: Silvoagropastura.

Entre los componentes del sistema se establecen relaciones e interacciones que deben ser entendidas y consideradas al analizar el sistema en su conjunto. En estos sistemas se reconocen fundamentalmente un componente animal, un componente forestal y un componente herbáceo, debiendo ser consideradas las características productivas de cada uno de ellos y en forma especial las interacciones bióticas que se establecen a lo largo de los ciclos. Además de estos componentes, se debe tener en cuenta que un sistema silvopastoril está conformado por el clima, el ambiente y el suelo (Varela et al., 2017).¹¹

⁹ The systems approach, Churchman, C., Delacorte Press, New York, 1968

¹⁰ Fuchs, H. 2012. Challenges for MRV in agroforestry systems using remote sensing techniques. DAAD Workshop Dubai and Doha. <http://wiki.awf.forst.unigoettingen.de/wiki/images/d/df/Fuchs.pdf>

¹¹ Desarrollo de un modelo de simulación para sistemas de silvopastoreo en Uruguay, FPTA 300 INIA.

Teniendo en cuenta estas consideraciones previas nos enfocaremos en las definiciones tomadas por los autores nacionales, los criterios agronómicos esenciales tenidos en cuenta en los distintos abordajes desde donde se definen a los SSP en la presente revisión, así como son las visiones internacionales al respecto.

a) Definiciones de SSP propuestas por autores nacionales

A nivel nacional los diferentes actores que han trabajado sobre los SSP han dejado su impronta según el área de interés desde la cual se han acercado, considerando distintos aspectos y características de los sistemas. A continuación, se presentan las principales definiciones publicadas que integran la presente revisión bibliográfica.

Torres (1993)¹² en el documento sobre diagnóstico de sistemas agroforestales, indica, como conclusión de una profusa revisión bibliográfica realizada que “Los Sistemas Agroforestales y/o la Agroforestería han sido definidos por varios autores, los cuales expresan coincidentemente a estos como una asociación o combinación de especies leñosas perennes o árboles leñosos con cultivos agrícolas y/o animales”. Sin embargo, advierte que existen divergencias entre los mismos en otros aspectos de la definición. Se presentan fichas resúmenes de los diferentes trabajos revisados. El proyecto culminó en un trabajo final para la obtención del título de Ing. Agr. En el mismo Casella y colaboradores (1993)¹³ señalan que “la agroforestación es un conjunto de prácticas de manejo de uso de la tierra, en el cual se combinan deliberadamente el rubro forestal con agricultura y/o ganadería. Dicha combinación puede ser simultánea o secuencial en el tiempo o en el espacio”

Mantero (1995)¹⁴ adopta para su trabajo sobre los sistemas agroforestales en Uruguay (citando a OTS – CATIE, 1986; Lundgren, B. y Nair, P.K.R., 1985 y Nair, P.K.R., 1985) la siguiente: “Los sistemas agroforestales son formas de uso y manejo de los recursos naturales, en los cuales especies leñosas (árboles, arbustos, palmeras, etc.) son utilizados en asociación deliberada con cultivos agrícolas o con animales en la misma unidad productiva, ya sea en alguna forma de arreglo espacial o en una secuencia temporal. También señala que estos sistemas (como todos los de sistemas agrarios) pueden ser vistos como una jerarquía de parcelas, establecimientos y regiones.

De acuerdo a Polla (1998)¹⁵, el silvopastoreo es un término más restringido que el término Agroforestación. Desde el punto de vista conceptual, es: “la asociación o combinación de especies forestales leñosas con praderas y ganado en una misma unidad productiva, con el objetivo de obtener una producción diversificada; produciendo forraje, productos pecuarios y forestales”.

Varela y colaboradores (2017)¹⁶, y de acuerdo a lo expresado en Somarriba (1992)¹⁷ definen a los SSP como “una forma de combinación entre al menos una especie leñosa y especies

¹² Torres, A. (1993) Diagnóstico de Sistemas Agroforestales. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Grupo de Trabajo en Sistemas Agroforestales. Montevideo – Uruguay.

¹³ Casella, M. et al.

¹⁴ Mantero, C. (1995) Sistemas Agroforestales en Uruguay. Notas técnicas No.23. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Montevideo – Uruguay.

¹⁵ Polla, C. (1998). Estrategias de acción en el tema silvopastoreo. In: Taller de Manejo Silvopastoril (2º., 1998, Young). Trabajos presentados. Young, Uruguay

¹⁶ Op.cit.

¹⁷ Somarriba, E. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agroforest Syst* 19, 233–240 (1992). <https://doi.org/10.1007/BF00118781>

forrajeras utilizadas por el ganado”. En este trabajo se consideran a los SSP a toda combinación de montes plantados y la presencia de forraje para ser utilizado por el ganado como se presenta en la campaña uruguaya.

Desde Departamento de Ciencias Sociales de Facultad de Agronomía, Boscana y Bussoni (2019)¹⁸ coinciden con Ibrahim y Pezo (1998)¹⁹, en que estos sistemas constituyen “una opción de producción pecuaria donde las leñosas perennes interactúan con los componentes tradicionales, como forrajeras herbáceas y animales, bajo un sistema de manejo integral”. Y con Somarriba (op cit.) en que estos sistemas son alguna forma de combinación entre una especie leñosa y por lo menos una especie forrajera utilizada para el ganado.

Desde el Polo de Desarrollo Universitario (PDU) existe una visión general que pone énfasis en aspectos sanitarios de los rumiantes y así se expresa en la visión de los sistemas agroforestales, “El objetivo generar información en salud reproductiva de rumiantes aplicada a sistemas agroforestales, contribuyendo al conocimiento de los diferentes componentes del mismo” (Mantero, C., Morales M., 2017)²⁰. El Polo Agroforestal a través de su equipo técnico expresa respecto a los SSP que constituyen una modalidad de sistemas agroforestales basada en la producción integrada entre árboles, plantas forrajeras y rumiantes. Cuando estos sistemas son bien planeados y conducidos, permiten explotar las sinergias entre los componentes, proporcionando ventajas económicas, para el bienestar animal y la prestación de servicios ambientales. Sin embargo también destacan que en su mayoría en Uruguay los mismos no fueron explícitamente planteados (Cubbage et al. 2012)²¹, ya que el objetivo ha sido la producción de pulpa o madera para aserrío. Por su baja especialización, los coeficientes técnicos de éste tipo de sistemas son similares o aún más bajos que los de los sistemas ganaderos extensivos. La adopción de sistemas silvopastoriles explícitamente planeados, que promuevan la producción equilibrada de sus componentes según el PDU es baja, y realizada por productores que tienen experiencia en el rubro y están convencidos de sus ventajas.

La Facultad de Veterinaria también ha explorado en el tema y su visión refleja mayormente los beneficios que generan estos sistemas en referencia al bienestar animal. Su referente, la Dra. Stella Huertas, y sus colaboradores expresan, que los SSP adoptan la definición esgrimida por Cubbage et al., 2012 (Op. cit.), donde definen a los SSP como un tipo de agroforestería, en donde las leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales de la ganadería (forrajeras y animales). Además, expresan que estos sistemas constituyen una modalidad en la que se combinan gramíneas y leguminosas con arbustos y/o árboles destinados tanto a la alimentación animal como a otros usos complementarios tales como la producción de madera.

La visión y definición desde el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, establece que, si bien las definiciones de sistemas silvopastoriles o agroforestales son variadas, a la vez coinciden en sus aspectos más simples. Por un lado, sus componentes (animal, pastoril, forestal, agrícola) y por otro lado la maximización en el aprovechamiento del sitio (suelo, radiación solar, agua, topografía). No amerita discutir más sobre esto, pero si es clave tenerlo siempre en cuenta

¹⁸ Boscana, M., Bussoni, A., 2019 Comparación económica - financiera de Sistemas Silvopastoriles en la región este del Uruguay.

¹⁹ Ibrahim, M.; Pezo, D. 1998. Sistemas Silvopastoriles. Costa Rica. (en línea). 273 p.

²⁰ I Seminario en Sistemas Silvopastoriles: Producción Integrada para maximizar la rentabilidad.

²¹ Cubbage, F., Balmelli, G., Bussoni, A. et al. Comparing silvopastoral systems and prospects in eight regions of the world. *Agroforest Syst* 86, 303–314 (2012). <https://doi.org/10.1007/s10457-012-9482-z>

como una malla por la cual hacer pasar los distintos contextos productivos en pos de identificar oportunidades viables desde lo biológico-productivo primero, para luego buscar argumentos de viabilidad económica incluidos mecanismos de incentivo. Es así que hoy en Uruguay desde distintos entornos técnico-científicos se trabaja en dos líneas: a) el estudio de iniciativas innovadoras de productores que básicamente incorporan la forestación dentro de sus realidades y riesgos empresariales; b) el estudio de nuevos diseños o arreglos prediales para aproximar una evaluación de viabilidad económica y formular las investigaciones que cubran huecos de conocimiento específicos a éstos (Scoz, 2015)²². En definitiva, expresan que la visión desde INIA en la materia no ceda por una receta, sino por un método que alimente la oferta tecnológica, que nutra de argumentos a políticas públicas determinadas y que capitalice experiencias prácticas.

Desde el Gobierno y su rol en la generación de políticas e incentivos se destacan dos actores principales, el MGAP y en particular la Dirección General Forestal (DGF) y OPYPA, la Oficina de Planificación y Políticas Agropecuarias; y por otro lado la Dirección Nacional de Control y Evaluación Ambiental (DINACEA), la Dirección Nacional de Cambio Climático (DNCC) y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, (SNAP) del MA. Desde OPYPA, Oyhantcabal (2016)²³ sostiene que las principales plantaciones forestales del Uruguay se instalaron con el propósito único de producir madera para aserrío o pulpa y que si bien existe, pastoreo asociado a estas plantaciones forestales que juega papeles importantes, sin embargo, los SSP propiamente dichos son un tipo de sistema conceptualmente diferente, donde se busca optimizar el uso de la tierra en forma conjunta por la producción silvícola y la ganadera. Por su parte como fue planteado en el capítulo de antecedentes históricos, la DGF comienza a tratar este tema en propuestas concretas de trabajo en la década del 90, desarrollando diversos trabajos sobre el mismo, pero sin definir en forma precisa y única las características de un SSP.

El proyecto “Más Tecnologías para la Producción Familiar” (MGAP-BID) en la publicación: Recomendaciones para la integración de forestaciones en predios ganaderos y lecheros familiares define a los SSP “una modalidad productiva que integra en una misma área y escala de tiempo árboles, pasturas y animales. Estas áreas pueden tener diferentes usos: maderable (trozas para pulpa, aserrío, debobinado, energía, postes y piques); productos forestales no maderables (hongos, frutos, etc.); servicios a la ganadería (sombra y abrigo); y forrajero para el pastoreo de ganado vacuno, ovino o equino”.

En lo que refiere al Ministerio de Ambiente no se encontraron referencias bibliográficas que definan estos sistemas, aunque se mencionan en algunos documentos.

Desde el sector empresarial se identifica la visión de José Dutra y Ricardo García Pintos, productores que han experimentado en este tipo de sistemas hace ya muchos años y desde su experiencia los definen en función de aspectos prácticos. José Dutra expresa que en los SSP son una opción de producción pecuaria que involucra árboles en un sistema de manejo integral, en la misma superficie, buscando estabilidad ambiental, social y económica. En el caso de Ricardo García Pintos, define los SSP como un sistema donde se diversifican rubros y dan estabilidad aprovechando las sinergias entre el rubro forestal y ganadero (expresiones en ocasión del 2do Seminario en SSP, Cerro Largo 2019).

²² Scoz, R., 2015, Sistemas silvopastoriles en Uruguay; un sistema productivo que no se adopta con solo promocionarlo, 3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles - VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales,

²³Oyhantcabal, W., Sistemas silvopastoriles, Revista N° 117 Plan Agropecuario, Marzo 2006

b) Criterios agronómicos para definir SSP

Como se ha expresado en el punto anterior es importante no perder de vista que entre las componentes del sistema se establecen relaciones e interacciones que deben ser entendidas y consideradas al analizar el sistema en su conjunto y esto es central para su definición (Fig.2).

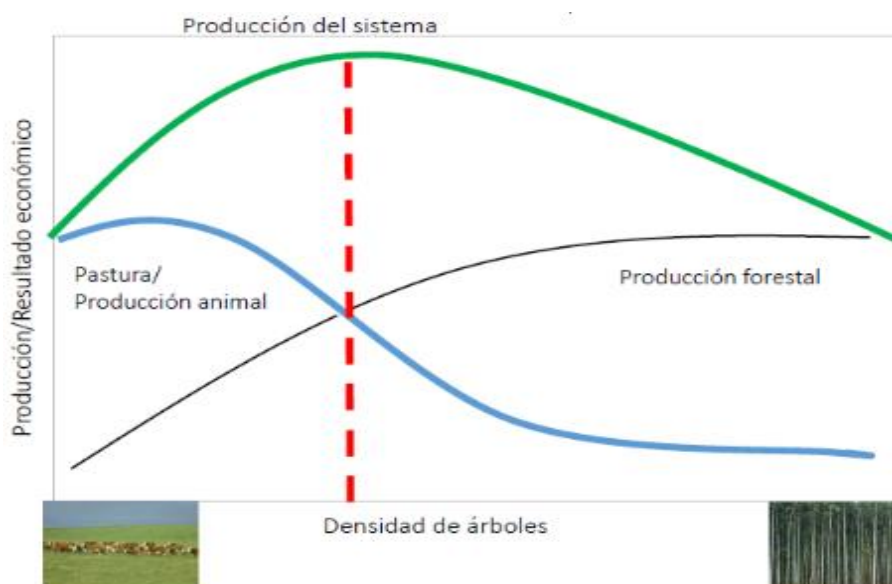


Figura 2: La producción máxima del sistema tiene un recorrido que integra los máximos de producción de la interacción de sus partes, Viñoles 2018, Seminario Silvopastoril.

La superficie disponible para pastoreo, así como la producción de materia seca bajo el monte, se encuentran directamente relacionadas con el marco de plantación y es posible, por lo tanto, establecer diseños adecuados que permitan el desarrollo de los componentes animal, pastura y madera en forma combinada.

En este sentido, Polla (1998)²⁴ complementa que la producción de maderas de alta calidad, que exige un manejo silvícola intensivo de podas y raleos, para obtener madera libre de nudos y de buen diámetro, se beneficia con el silvopastoreo. A la vez que se va abriendo el monte, aumenta la cantidad de luz que llega al suelo, el pasto crece espontáneamente, se hace posible la función fotosintética y esto permite una mayor carga animal por la mayor producción de pasturas. Al mismo tiempo el animal y la pastura reciben la protección del bosque y éste recibe el servicio de la ganadería en cuanto a mantener bajo el tapiz, disminuyendo los riesgos de incendio, disminuyendo costos de maquinaria y mano de obra por mantenimiento y realizando una poda baja de ramillas finas.

Olmos et al. (2011)²⁵ en La Magnolia (INIA) verifican la implementación de sistemas agroforestales en suelos arenosos sobre areniscas de Tacuarembó, incluyendo el uso de cultivos de verano para grano, la producción de forraje, la producción de semilla forrajera conjuntamente con la producción de madera utilizando especies ya adaptadas a la región. Tanto la producción de forraje como la producción de madera, registrada en los primeros años del

²⁴ Experiencias en sistemas productivos agroforestales y silvopastoriles en Uruguay, Sitio Argentino de Producción Animal.

²⁵ SISTEMAS AGROFORESTALES, Olmos, F.Sosa, M., Balmelli, G. Boletín de Divulgación N100.

estudio, fue similar a la registrada en informes anteriores respecto a la producción individual de cada rubro como monocultivo. Sin embargo, el rendimiento de grano obtenido por los sistemas que incluyeron cultivos de verano, fue sensiblemente menor al esperado con monocultivos. A partir del tercer año de crecimiento se verificó el impacto negativo de la mayor densidad de árboles sobre el crecimiento de las pasturas. La densidad intermedia, 400 árboles/ha o densidades menores, permitirían la implementación de distintas alternativas de cultivos y forrajes adaptados a las condiciones locales, toda vez que el manejo silvicultural, así como la calidad genética del componente forestal sean optimizados, para una mejor rentabilidad en el mediano plazo. Los tratamientos consistieron en la implementación de cinco sistemas de rotación cultivo – pasturas, dentro de tres ambientes generados por la implantación de *Eucalyptus grandis*. Los tres ambientes forestales fueron tres densidades de plantación con una distancia entre filas igual para los tres, de 5 m. Las densidades fueron 200, 400 y 1000 árboles por hectárea, con una distancia entre árboles en la fila de 10, 5 y 2 m respectivamente. Específicamente, las líneas de plantación estuvieron orientadas de norte a sur.

Posteriormente, Varela et al, (2017)²⁶ plantean que dentro de un sistema, las principales interacciones que deben ser consideradas son aquellas que afectan la productividad de cada uno de sus componentes. En el caso del bosque la sombra producida afecta el crecimiento de la pastura bajo dosel por la atenuación de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) que atraviesa las copas y llega a la superficie, así como también cambia las condiciones de humedad relativa del sotobosque) y a su vez, la densidad de árboles y el diseño o marco de plantación afecta en forma directa el área disponible para pastoreo. Por otro lado, un marco de plantación que disminuya la densidad de árboles aumenta el área de pastoreo pero reduce la producción de madera (Gallo 1998)²⁷.

Por su parte, Bussoni, et al. (2019)²⁸ y en acuerdo con el párrafo anterior opinan, que la actividad integrada vacuna y forestal en un marco de plantación adecuado permite obtener los mejores rendimientos de cada uno de los componentes. Los sistemas que más integran la ganadería de acuerdo a los resultados de producción forrajera, son los sistemas de filas dobles: S2 (2 x2) + 8 m y S5 (3x2) + 15 m en densidades de plantación de 1.000 árb/ha y 555 árb/ha, respectivamente. Los sistemas permiten integrar y tener ventajas productivas y financieras, con respecto a sistemas de producciones no integradas.

Huertas et al. (2020)²⁹ demostraron que con un diseño de plantación de dos filas a 2 metros y callejón de 7 metros o más de separación es posible producir buenos volúmenes de madera desde el punto de vista comercial a la vez que permite un adecuado pasaje de luz, lo que favorece el crecimiento de pastura con altos contenidos de proteína cruda que la hace muy palatable para los animales. La obtención de madera constituye un “plus” para los productores ganaderos que incorporan la forestación, permitiendo diversificar los negocios, siendo una alternativa válida, que además de ser beneficiosa para el medio ambiente, generan mayores ingresos para el productor. Las ventajas económicas del manejo integrado de ganado en plantaciones se traducen en un aumento de la producción animal debido posiblemente a una mejora en la calidad de las pasturas, protección de los animales de las radiaciones solares, generación de un microclima adecuado redundando en altos estándares de bienestar animal.

²⁶ Varela, P et al., Desarrollo de un modelo de simulación para sistemas de silvopastoreo en Uruguay, FPTA 300 INIA-FAgro.

²⁷ Gallo, L., Sistemas Silvopastoriles, FAgro, IPA.

²⁸ INIA, FPTA 300

²⁹ INIA, FPTA 311

Así mismo se verifica una disminución en los costos de mantenimiento del monte (raleos, limpieza de montes), mayor estabilidad en la producción por menos riesgos económicos, diversificación de los ingresos y un aumento de rentabilidad total del predio.

Por último, se presenta el siguiente cuadro (Fig. 3) con los resultados de Soares de Lima (Proyecto N4356, INIA), que ordena la diversidad de sistemas del país considerando zonas agroecológicas, especie dominante y la modalidad de comercialización maderera. A grandes rasgos esto determina tres situaciones bien contrastantes en lo que respecta al potencial de desarrollo actual de esquemas silvopastoriles en Uruguay.

	Norte	Centro-Sur	Sureste
Foco	Producción de madera para aserrado y debobinado, manejando muy bajas densidades por há, distribuciones regulares buscando grandes diámetros y alto valor individual. Base productiva sustentada en ganado de cría sobre campo natural o eventualmente mejoramientos. Turnos largos (18-20 años)	Producción para celulosa. Turnos cortos (9-10 años) según especie con densidades de plantación altas (800-1000 pl/ha) o en fajas	Producción para celulosa. Turnos cortos (9-10 años) según especie con densidades de plantación altas (800-1000 pl/ha) o en fajas
Oportunidad	Aumento de la renta por unidad de superficie, inversión a futuro (caja de ahorro). Cercanía a plantas industriales. Bienestar animal.	Suelos aptos (5.02b), en importante área y en discusión sobre su potencial forestal. Cercanía a plantas de celulosa y puerto.	Consolidar esquemas de doble propósito (ganadero-forestal) bien integrados y de atractiva productividad.
Limitantes	Capacidad de gestión forestal por parte de productores ganaderos. Incertidumbre respecto a evolución del sombreado en el tiempo en función del espaciamiento considerando al <i>E. grandis</i> . Demanda en una estructura sectorial forestal predominantemente con empresas integradas.	Arreglos espaciales, considerando destino, costos de cosecha, resguardando una producción ganadera de base	Sanidad de la especie forestal (<i>E. globulus</i>)

Figura 3: Diversidad de sistemas del país considerando zonas agroecológicas, especie dominante y la modalidad de comercialización maderera. (Proyecto N4356, INIA)

c) Internacionales

CMNUCC

En el contexto del presente trabajo el documento “Mitigación con Sistemas Silvopastoriles en Latinoamérica: Aportes para la incorporación en los sistemas de Medición Reporte y Verificación bajo la CMNUCC”³⁰ es una referencia a tener en cuenta. Esta publicación destaca la importancia de definir con precisión estos sistemas. No contar con definiciones claras o cambiar

³⁰ Suber, M., et al., 2019. Mitigación con Sistemas Silvopastoriles en Latinoamérica. Aportes para la incorporación en los sistemas de Medición Reporte y Verificación bajo la CMUNCC. CCAFS Working Paper no. 254. Wageningen, The Netherlands. Disponible en línea: www.ccafs.cgiar.org

las definiciones previamente establecidas puede repercutir en errores de contabilidad y en el no cumplimiento de los principios de generación y reporte de los INGEI del IPCC, como la exhaustividad y la coherencia.

Alcanzando la definición nacional de SSP, si existieran varias categorías de uso de la tierra en las cuales los SSP pueden darse, se requiere entonces definir los elementos técnicos para diferenciar las coberturas de los SSP y así asignarlos a las diferentes categorías.

FAO

Para la FAO los SSP consisten de una combinación natural o una asociación deliberada de uno o de varios componentes leñosos (arbustivos y/o arbóreos) dentro de una pastura de especies de gramíneas y de leguminosas herbáceas nativas o cultivadas y su utilización con rumiantes y herbívoros. El objetivo de estos sistemas es crear diferentes estratos generando el sistema - árbol x pastura x animal- como opción para:

- reposición forestal de forma parcial y ordenada en áreas de pasturas;
- producción de sombra y reducción de la intensidad de calor o frío proporcionando un ambiente favorable para la producción y reproducción de los animales;
- renovación y/o incremento del ciclo orgánico y de nutrientes, principalmente cuando se consideran árboles fijadores de nitrógeno;
- suplementación alimenticia para los animales a través de árboles forrajeros;
- producción de madera, leña, postes, que pueden ser utilizados en la propiedad rural y/o productos de base forestal con valor económico agregado;
- diversificación de productos forestales y pecuarios en la unidad productiva.

Centro Mundial Agroforestal (ICRAF)

Conocido anteriormente como Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF), el Centro Mundial sobre Agroforestería es una organización internacional sin fines de lucro cuyo propósito es ayudar a mitigar la deforestación tropical, el agotamiento de las tierras y la pobreza rural, a través de sistemas agroforestales mejorados.

Para ICRAF la agroforestería es un sistema sustentable de manejo de cultivos y de tierra que procura aumentar los rendimientos en forma continua, combinando la producción de cultivos forestales arbolados (que abarcan frutales y otros cultivos arbóreos) con cultivos de campo o arables y/o animales de manera simultánea o secuencias sobre la misma unidad de tierra, aplicando además prácticas de manejo que sean compatibles con las prácticas culturales de la población local.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)³¹ define el silvopastoreo como una práctica agroforestal específicamente diseñada y administrada para la producción de árboles, productos maderables, forraje y ganado. El silvopastoreo es el resultado de la introducción o mejoramiento deliberado de forraje en un sistema de producción de maderas o productos forestales, o de otro modo, la introducción deliberada o mejoramiento de árboles en un sistema de producción de forrajes. Silvopastoreo como tal, es el manejo de árboles, ganado y pastos en un sistema integrado. Los SSP están diseñados para obtener un producto maderable de alta calidad mientras provee un ingreso a corto plazo derivado de la ganadería. La interacción

³¹ <https://www.fs.usda.gov/nac/assets/documents/agroforestrynotes/an08s01-e.pdf>

entre árboles, forraje y ganado se maneja para obtener productos (madera, forraje de alta calidad, ganado), de manera simultánea, intensiva y eficiente. En general, los sistemas silvopastoriles pueden proveer ingresos económicos a la vez que crean un sistema sostenible con muchos beneficios ambientales. Cuando estos sistemas son bien administrados, ofrecen una variedad de oportunidades para mercadeo que pueden ayudar a estimular el desarrollo de la economía rural. Esta agencia sugiere considerar previo a establecer nuevos sistemas silvopastoriles, estudiar las implicaciones de mezclar o asociar sistemas forestales con sistemas agrícolas y sus consideraciones económicas y ambientales, uso local de la tierra, zonificación, incentivos económicos disponibles y otras regulaciones. Las tierras agrícolas y las tierras forestales pueden tener regulaciones de uso diferentes agrega, al igual que diferentes pagos contributivos. Otros requisitos ambientales pueden incluir: siembra de árboles, protección de cuerpos de agua, mantenimiento de hábitat para la vida silvestre y otros que pueden variar.

Hacia una definición consensuada de SSP en Uruguay

Mapa de Actores

A partir de la revisión bibliográfica y el intercambio con las Contrapartes Técnicas (CT) se ha identificado a las instituciones que en Uruguay han realizado aportes al conocimiento de los SSP. Para abordar de manera ordenada este análisis las mismas han sido ordenadas en “nodos” según área de acción o interés.

De la Academia, Investigación y Extensión se identifica la UdelaR, el INIA y el Instituto Plan Agropecuario. En la Facultad de Agronomía existen varios grupos de trabajo, entre los que se identifica el Departamento Forestal, el Departamento de Ciencias Sociales, Sistemas Ambientales y Agroecología. En la Facultad de Veterinaria el grupo de Bienestar Animal (Bioestadística e Informática) también se encuentran grupos de trabajo en el PDU Cerro Largo y en el Centro Universitario de Tacuarembó. En el INIA el Departamento de Producción Forestal y la Unidad de Economía.

El nodo empresarial los productores están representados a través de la Sociedad de Productores Forestales, y a través de las gremiales, Cooperativas Agrarias Federadas, Federación Rural, Asociación Rural del Uruguay y Comisión Nacional de Fomento Rural y FUCREA.

Del nodo gubernamental las dependencias cuyo trabajo se vincula con los SSP son la Dirección General Forestal, la Oficina de Planificación y Políticas Agropecuarias, la Dirección General de Desarrollo Rural, dependencias del MGAP, en el MA la Dirección Nacional de Cambio Climático y la Dirección Nacional de Control y Evaluación Ambiental.

Entrevistas

En el marco de esta Consultoría se planteó la importancia de realizar entrevistas para conocer e intercambiar con actores de interés, para desarrollar una definición consensuada de SSP aplicada a esta consultoría, que sirva como marco de referencia para la caracterización de los sistemas que existen actualmente en el país. De acuerdo a lo mencionado en el ítem anterior, una vez identificados los actores claves dentro de las instituciones de referencia, se estudió y avaló con la CT el listado definitivo de los mismos. Indudablemente la selección no es exhaustiva sino una definición de aquellos que se entendió podría aportar elementos significativos en la construcción de la definición, así como las contrapartes técnicas del proceso.

Se diseñó un cuestionario semi - abierto, también en acuerdo con la CT, para pautar las entrevistas a los informantes calificados, cuyas preguntas-guía se presentan a continuación:

- 1) Desde su rol y asociado a la institución a la que pertenece, ¿Cuál es la importancia que le asigna a los SSP? (el entrevistado y la institución)
- 2) ¿Qué definición entiende que es la más apropiada para identificar los SSP?
- 3) ¿Dentro de la definición cuáles serían los criterios agronómicos más destacados (disposición espacial de la forestación y la ganadería – teniendo en cuenta el predio y el potrero; espacio entre filas y entre árboles, tamaño callejones, otros)
- 4) Con el conocimiento que usted tiene en los sistemas. ¿Qué importancia le asignan los productores y técnicos a los SSP?
- 5) A su juicio ¿cuáles son las tres principales limitantes que existen en la adopción de este sistema de producción en Uruguay?
- 6) Desde su punto de vista, ¿cuál es la incidencia de este sistema de manejo en la mitigación y adaptación al CC?

A partir del 26 de julio del 2020 se inició el proceso de contacto con los actores para agendar y concretar las reuniones, el que se extendió hasta el 29 de agosto. De las treinta entrevistas propuestas, se realizaron veintisiete, cuyo detalle se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1: Número de entrevistados e Instituciones nacionales de referencia participantes.

Número de entrevistados por Institución	Institución	Número de entrevistados por Institución	Institución
4	FAGRO	1	MGAP - OPYPA
2	IPA	1	CUT
1	INIA	5	MGAP - DGF
1	PEFC	2	SPF
1	PDU	1	PPD
1	CNFR	1	MGAP - DGDR
1	FRU	2	ARU
2	FVET	1	FUCREA
1	MAmb - CC		

Resumen de las Entrevistas

Debido a que las entrevistas se realizaron bajo un formato semiestructurado, se realizó un análisis cualitativo de los resultados, esquematizado a través de las preguntas guía con las que se abordó a los actores. Se presenta a continuación un resumen de las mismas:

Importancia de los Sistemas SilvoPastoriles – SSP, desde el rol del entrevistado y asociado a la institución que pertenece.

En el área institucional existe un convencimiento entre los entrevistados de la importancia del tema, que parte de una historia de larga data de la integración de ganado y árboles en el Uruguay. Casi todos coinciden en que en los últimos tiempos existe una demanda creciente de información sobre el tema, ya que se está viendo como una opción interesante y que tiene validez en el sistema productivo. Es dispar sin embargo el impacto en las acciones concretas que desarrollan los diferentes actores institucionales, mientras que algunos señalan que la importancia que se le asigna es de baja a muy baja, otros destacan que, como institución y equipo técnico, han apostado a la formación de saberes en el tema y están profundamente

inmersos en el estudio de este tipo de sistemas, dado el convencimiento de los beneficios que entienden tiene para todos los actores. Otros señalan el desarrollo realizado, en estos últimos años, de políticas específicas de promoción para que los ganaderos tomaran el monte como una herramienta de manejo, combinada con su producción tradicional. Hay Instituciones que fueron protagonistas en el pasado, promoviendo y liderando procesos de estudio y promoción de la temática, que hoy están tratando de retomar ese rol e integrarse a un trabajo coordinado con otros actores

Se desprende de las opiniones vertidas, que los actores que priorizan el tema, institucional o personalmente, lo hacen desde la óptica de su área de trabajo (bienestar animal, desarrollo de pasturas, productividad del componente forestal y otros), faltando una visión de conjunto, salvo en la experiencia de la UdelaR en el noreste que cuenta con un equipo interdisciplinario, pero el cual es muy reciente en su instalación y aún le falta desarrollo para lograr una mayor presencia en el medio.

Desde la óptica de los productores justamente se destaca la debilidad de no contar con asesoramiento integrado, que entienden básico tratándose de un Sistema. Así mismo hacen hincapié en la falta de resultados económicos comparativos con los Sistemas tradicionales pecuario y forestal. De todas formas, no desconocen la importancia que históricamente se ha dado a la presencia de montes en los predios ganaderos, relacionado con el bienestar animal en general y eventos del ciclo de producción en particular (entore, esquila y otros). Coinciden que, debido al crecimiento del sector forestal en las últimas décadas, más productores lo ven con interés, y especialmente últimamente por la política de grandes Empresas forestales de buscar alianzas con productores ganaderos para incrementar su patrimonio a través de diversos formatos de acuerdo, lo que no necesariamente ocurre con modelos de diseño silvopastoril específico.

Definición que entiende como la más apropiada para identificar los SSP

En líneas generales todos los actores coinciden que su definición de confort de un SSP debe contemplar una integración de los componentes forestal, ganadero y pasturas. Se establecen también conceptos como “sistema que integra diferentes componentes en un sentido armónico y con un objetivo concreto”; “pre pensado y definido como tal”; “que un rubro no esté sometido al otro”; “integración sinérgica”; “maximizar la generación de productos maderables y ganaderos”. En algunos casos se avanza más sobre el tema del diseño espacial del componente forestal, señalando que debe ser a bajas densidades, teniendo sobre todo en cuenta el tema sombra y su influencia negativa en la cantidad de forraje.

En algunos casos se establecen modelos que no deberían considerarse dentro del Sistema, por ejemplo, los montes de abrigo y sombra, sobre los que se indica que un sistema ganadero que es estimulado a realizar una plantación forestal de pequeña escala (cortina o monte de abrigo) solo está agregando un producto a una misma área, pero no hay una sinergia como exige un sistema y por lo tanto no se potencian las interacciones. También otras opiniones refirieron a que no debería considerarse a las plantaciones en rodales compactos distribuidos en un predio ganadero (aun cuando representan un bajo porcentaje del mismo). Sin embargo, aclaran que eso no inviabiliza que ambos rubros, aunque no exista un pre diseño del sistema productivo, no puedan tener una buena performance conjunta.

Hay un pequeño grupo de opiniones, provenientes del nodo productivo, que no descartan ninguna asociación ganado, árboles y pasturas del concepto de silvopastoreo. Al respecto se señala por ejemplo que alcanza poner los componentes no en competencia sino en

colaboración, sin exigir parámetros puntuales de densidad de siembra y destino final de los productos. A partir de lo anterior definen silvopastoreo como aquella práctica en la que el productor es capaz de manejar el pastoreo en los montes, con un manejo tal vez similar al de un pastoreo diferido, liberar los campos o rotar el ganado.

Otro tema que se desarrolló en esta área temática fue la relativa al modelo de SSP considerando al bosque nativo. Se entiende que una utilización planificada del mismo también es parte de estos sistemas, y que debe estar asociado a los beneficios en el ecosistema. En general se plantea como una alternativa interesante ya que el bosque nativo brinda también otros servicios como hábitat para la fauna autóctona, regulación del ciclo hidrológico, reciclaje de nutrientes y otros, además de trabajar con especies que ya están adaptadas al ambiente. Como contrapartida hay varias opiniones que señalan que no es un aspecto que despierte demasiado interés por parte de los productores, salvo algunas masas en zonas puntuales que pueden servir como sombra o abrigo, pero que por otro lado dificultan, se entiende, la producción ganadera.

Se hace referencia a aspectos que merecen dudas como la disposición espacial y el valor del producto maderable, aunque en este último se menciona que se debería prestar mayor atención a los servicios y a los productos no madereros.

Lo que queda claramente de manifiesto que, si a nivel de SSP hay escasez de estudios e investigación, esto se agudiza cuando se considera el bosque nativo como componente arbóreo de los mismos. La mayoría de los consultados refieren desconocer referencias acerca del mismo, salvo en unos pocos casos, recientemente, a raíz del proyecto REDD+.

Criterios agronómicos más destacados que definen un SSP

Este es un tema donde pudo verse a través de las entrevistas que existe una diversidad grande de opinión entre los actores y visiones, si no contrapuestas, que denotan que no se ha profundizado en el estudio de modelos de SSP en las condiciones de nuestro país.

Como se comentaba en el ítem anterior hay un numeroso grupo de actores que en el marco de su definición de SSP, dan mucha importancia al diseño espacial de la plantación forestal, correlacionándolo con la producción de forraje. En estos casos se nota una tendencia a definir como una distribución muy apropiada, (algunos lo plantean como ideal) pocas filas de árboles (2-3) separadas por callejones anchos (más de 12 metros y hasta 20 metros). En menor grado también se considera una plantación convencional, pero con bajas densidades iniciales de árboles/ha (menos de 1.000). En lo que refiere a los que promueven el diseño en callejones un criterio que remarcan como muy importante, es la orientación de los mismos, siempre en la búsqueda de una mayor insolación para que no disminuya la oferta de forraje para el ganado afectada por el crecimiento de las plantaciones forestales.

Existen también opiniones en que se plantean opciones más amplias, priorizando más el objetivo que la distribución espacial, incluso incluyendo los montes de abrigo y cortinas en una escala mayor que la tradicional y que también cumplen con objetivos de producción forestal. Pero aclaran que previo a eso se debió haber determinado el objetivo de su producción, una vez definido esto y comprobado su viabilidad, se debe pensar en el arreglo espacial y luego ir acomodando el arreglo temporal.

Otro criterio expuesto es el del destino productivo del componente forestal, donde varios actores correlacionan los SSP con la producción de materia prima para la industria de madera sólida, mientras que otros consideran que el destino es indiferente y que obviamente lo que

será determinante en este sentido es la región del país donde se realicen y por tanto cuáles son los mercados potenciales para el producto maderable que se dispone.

Importancia que le asignan los productores y técnicos a los SSP

Hay una opinión generalizada, aunque con matices entre los actores entrevistados, que los productores, fundamentalmente ganaderos, en los últimos años manifiestan un mayor interés por el tema de los SSP y por tanto crece la demanda de información. Algunos afirman que el hecho que un grupo de productores innovadores venga avanzando en el tema, lleva a otros a probar o por lo menos interesarse. Además, se señala que ha incidido en este aspecto que varias Instituciones simultáneamente hayan comenzado o retomado el tratamiento del tema como parte de sus actividades hacia el medio.

Sobre este tema algunos entrevistados se detienen en las características de los productores, indicando por ejemplo que ven este sistema como muy incipiente y con dificultades de aplicación a nivel de productores familiares. Consideran que probablemente el factor que más afecta es que el productor familiar no prioriza la renta de su empresa, sino maximizar su ingreso y por tanto analizar otro rubro de producción no le resulta fácil o atractivo. También requiere levantar algunas limitantes que tienen este tipo de productores, no solo económicas y financieras, sino que tienen que ver con el dominio del conocimiento de la producción forestal. Remarcan que, si bien se han hecho esfuerzos institucionales en los últimos años, no se han consolidado políticas de estímulo para que el productor conscientemente se decida por la inclusión del componente forestal en sus predios.

Varios actores creen que la falta de información es la que determina que no se pase del interés a la concreción. En este sentido hay varios entrevistados que refieren a la carencia de formación desde lo académico para mancomunar el sector ganadero con el forestal y a ambos con el tema pasturas. Esta falencia determina que no se hayan consolidado canales de extensión o líneas de trabajo específicas con el productor, en resumen, que falta generar información para poder difundirla. En este mismo sentido otro aspecto que es mencionado con insistencia es la falta de estudios de viabilidad económica de los SSP.

Desde la óptica de algunos de los actores de la producción entrevistados hay cautela en señalar mayor interés por el tema SSP. Manifiestan que algunas razones van en el sentido que no se ha logrado capitalizar el conocimiento que se ha ido generando por años, ni se cuenta con una cuantificación real de los beneficios de estos efectos cruzados. Otros simplemente señalan que existe históricamente un acercamiento al relacionamiento de la producción ganadera y la silvicultura, a la que podrían denominar “interacción forestación-ganadería” o “monte-animal” que se ha profundizado en los últimos años por el crecimiento del patrimonio forestal en el país, pero que en general los productores no han avanzado en dividir esa interacción en “clases”, refiriendo justamente a SSP.

Principales limitantes que existen en la adopción de este sistema de producción en Uruguay

La percepción de los actores entrevistados en cuanto a las limitantes se centra fundamentalmente en:

- Los productores tienen un conocimiento empírico e histórico de la interacción montes-ganado, pero el mismo es escaso en referencia a los SSP, por lo que se requiere asistencia técnica para adoptarlo, tanto en el diseño como en la operativa. Y en este aspecto hay coincidencia que existe un vacío en la formación y en la investigación integrada que requiere su implementación. Se destaca la necesidad de abrir espacios para conjuntar la experiencia acumulada y el conocimiento, que se encuentran

dispersos en diferentes Instituciones, y de promover lugares experimentales demostrativos de los resultados. Se resalta la necesidad de técnicos extensionistas que puedan transmitir a los productores ganaderos los beneficios de estos sistemas y que se trata de un paquete tecnológico aplicable en sus predios. En particular los actores de la producción reclaman no quedarse en lo meramente técnico, al remarcar que nadie se aventura a una innovación sin saber a qué se expone, más aún cuando se toman decisiones de largo plazo. Por eso hacen hincapié en incorporar el aspecto económico como parte del análisis, el sistema debe ser económicamente rentable y esto lo ven como una "pata fuerte" a incorporar a un programa con estas características.

- Falta de conocimiento de los productores ganaderos de la cadena forestal, en particular de la comercialización. En su rubro los frigoríficos son un actor clave y la información de mercado es accesible, sin embargo, para el sector forestal presenta mayores incertidumbres y sobretodo no está tan claro para pequeñas escalas. Es fundamental para avanzar en la expansión de los SSP aumentar el conocimiento del mercado forestal, que los productores hoy no dominan.
- La financiación de la inversión inicial es otro elemento clave, ya que muchos productores no pueden enfrentarla con fondos propios. En este sentido se hace hincapié que la integración en el proceso de los tomadores de decisiones a nivel político es fundamental, para el desarrollo y expansión de los SSP entre los productores ganaderos. Se plantea que es necesario generar estímulos, siempre que se considere que un sistema a promocionar, para levantar esa restricción inicial.
- También se mencionaron factores culturales, ya que la concepción de rubros como ganadería o agricultura están incorporadas, pero falta la internalización de las características de la producción forestal. Incluso algunos entrevistados señalaron que persiste aún resistencia entre los productores ganaderos a la forestación en términos generales, por lo que es necesario incrementar la difusión de modelos integradores.

Cuál es la incidencia de este sistema de manejo en la mitigación y adaptación al CC

En general los actores entienden que hay incidencia de los SSP en la mitigación y adaptación al CC. La mayoría señala que es un aliciente para adoptarlo, en función de la realidad internacional y que se trata de una oportunidad ya que la introducción de árboles contribuye a la mitigación. Entienden que los efectos del CC y su influencia en el ganado y las pasturas son reales y extremos y se ve claramente que los árboles juegan un rol de protección y mitigación a esos efectos. Aportan que hay indicadores de producción claros cuantificados y corroborados, frente a la existencia o no de montes de abrigo.

Se constatan además muchas afirmaciones sobre la falta de información (algunos consideran que existe "gran desconocimiento del tema") respecto a la interacción entre el desarrollo de estos sistemas y la disminución de la producción de GEI, comparándolo con la alternativa productiva tradicional. Hay también quienes plantean que no creen que los productores se incorporen a este sistema por el tema del CC, "la gente se informa y se interesa por estos sistemas por otras virtudes, pero no lo incorpora pensando en el tema ambiental".

De todas formas, el tema de la carne certificada es reconocido por varios de los actores de la producción, en el sentido que puede haber una oportunidad para generarla en los SSP, se mencionó por ejemplo que en estos temas hay que "ser y parecer" y se entiende que el "parecer" es fundamental para la promoción de los productos cárnicos en el exterior. Lo perciben como un elemento integrado a las campañas de promoción de nuestras carnes en un mercado que se pone cada vez más exigente. Paralelamente señalan que los SSP empiezan a entrar como un

sistema más neutro y tiene una ventaja al momento de pensarlos con estas ópticas de mitigación y adaptación al CC y tienen un impacto de huella de C que es menor a una producción ganadera tradicional. En general coinciden que para que esto prospere es necesaria la interacción institucional.

Hay alguna opinión sin embargo relacionada con la preocupación de la sustitución de campo natural por montes forestales. Expresan sus dudas que la introducción de especies no nativas en zonas de especies nativas logre solucionar un tema ambiental, por lo que apoyan la integración de plantaciones en los sistemas productivos ganaderos, pero ocupando áreas pequeñas. Se menciona que a través del campo natural (en el marco del Acuerdo de París) el país tiene una gran oportunidad de lograr una adaptación basada en ecosistemas. En ese mismo sentido creen que la incorporación de SSP a partir del manejo del bosque nativo representa una doble ganancia.

Taller

El 3 septiembre se realizó un taller vía zoom, al que fueron invitados todas las instituciones y actores consultados en las entrevistas. La lista de cantidad de participantes por Instituciones puede verse en la Tabla 2.

Tabla 2: Participantes Taller virtual 3 de setiembre.

Número de Participantes por Institución	Institución	Número de Participantes por Institución	Institución
4	FAGRO	5	MGAP - DGF
2	MAmb - CC	1	MGAP - DGDR
1	INIA	1	CUT
1	PDU	1	MGAP - OPYPA
1	CNFR	1	SPF
1	FRU	1	IPA
1	FVET		

El programa del taller incluyó palabras de bienvenida por parte de los referentes del proyecto, el contexto de la consultoría y el trabajo para obtener los insumos necesarios para la definición consensuada.

El objetivo planteado fue discutir y priorizar las “fichas – fragmentos conceptuales” para dar forma a la definición consensuada de Sistemas Silvopastoriles – SSP, a ser aplicada a esta consultoría.

Dichas “fichas” recogían, en forma sintética, una lista de enunciados para conformar la definición de SSP, los que provenían de los trabajos de referencia obtenidos de la revisión bibliográfica y de las entrevistas realizadas.

La dinámica del taller consistió en un trabajo en subgrupos en el que los participantes distribuyeron en un “tablero” las “fichas” en tres niveles (“Imprescindible”, “Secundario”, “Prescindible”). Antes de salir de la sala de subgrupo se solicitó a los participantes que completaran individualmente un formulario con los enunciados y calificarlos según las siguientes categorías: “Imprescindible”, “Secundario”, “Prescindible”, “No debe aparecer”). De esta forma se contrastaba el criterio cualitativo utilizado con las “fichas” y el “tablero”, con uno cuantitativo producto del formulario.

Finalmente se realizó una presentación del trabajo de cada subgrupo y una discusión plenaria entre todos los participantes para intercambiar sobre los criterios de ponderación utilizados.

A continuación, se presentan las sentencias propuestas en el formulario y las votaciones obtenidas para cada uno de los criterios de ponderación.

Tabla 3: Resultados de las votaciones individuales, expresadas como %, en función de las sentencias propuestas

Enunciados	IMPRESCINDIBLE	SECUNDARIA	PRESCINDIBLE	NO DEBE APARECER
1) presencia tres elementos: árbol – ganado - pasturas, en integración armónica, con un diseño que tiene como objetivo maximizar la producción total, no sometiendo un elemento al otro	81	14,3	4,8	0
2) intencional y estable en el tiempo	76,2	14,3	9,5	0
3) el sistema deberá tener una interacción entre sus componentes a lo largo de todo el ciclo del componente de mayor ciclo	57,1	28,6	14,3	0
4) se integra solamente con plantaciones de especies exóticas	0	0	14,3	85,7
5) la disposición espacial debe presentar un arreglo regular y baja densidad de árboles, acorde a los tipos de suelos y la zona agroecológica	14,3	33,3	28,6	23,8
6) oportunidad y acción contra cambio climático	0	66,7	19	14,3
7) para ser considerado un sistema debe ser pre-pensado y diseñado para la integración sinérgica de sus componentes (pastura - árboles - ganado)	95,2	0	4,8	0
8) objetivo productivo forestal indiferente (madera sólida - fibras)	14,3	47,6	23,8	14,3
9) recurso forrajero preferentemente campo natural	0	9,5	28,6	61,9
10) resultado de la introducción o mejoramiento deliberado de forraje en un sistema de producción forestal	0	0	33,3	66,7
11) resultado de la introducción deliberada o mejoramiento de árboles en un sistema de producción de forrajes	0	0	28,6	71,4
12) diseñados para obtener un producto maderable para la industria de la madera sólida (aserrado -	0	0	23,8	76,2

debobinado)				
13) sistema sostenible con beneficios ambientales	33,3	61,9	4,8	0
14) el ssp debe ser considerado esencialmente por los beneficios que produce al ganado, sin priorizar el objetivo productivo forestal	0	14,3	28,6	57,1
15) maximizar la producción de los dos sub-componentes planificando los productos del sistema desde el inicio	28,6	38,1	14,3	19

Como conclusiones:

- ✓ Los actores tuvieron muchas coincidencias en cuales son los “fragmentos” imprescindibles de la definición y se detectó un importante acuerdo en que esta debe ser concisa, abarcativa y simplificada.
- ✓ Quedó de manifiesto que el diseño no emerge en esta instancia como prioritario, pero sin embargo varios actores plantearon su preocupación de como analizar diferentes modelos y resolver si entran o no en la definición.
- ✓ Se concluyó que esta definición conceptual es una base para iniciar un trabajo, que mediante la interacción de un amplio abanico de actores (institucionales, técnico-académico, productores), permita generar una planificación que aborde, en forma más detallada, diferentes modelos, con su caracterización y aplicabilidad según los diferentes objetivos a alcanzar.
- ✓ Se discutió sobre el valor ambiental del Sistema y la oportunidad de dejarlo reflejado en la definición, considerándose que es un aspecto de segundo plano para la misma, pero que puede adquirir gran importancia en el contexto mundial de debate sobre el CC.
- ✓ Se mencionó que la participación del Bosque Nativo como componente arbóreo del Sistema es una opción válida, pero que las referencias al tema son escasas o nulas por lo que amerita profundizarlo

Como corolario del trabajo del Taller se cruzó la información de los “tableros” y el formulario para ratificar los “fragmentos conceptuales” imprescindibles y visualizar aquellos de carácter secundario que no fueron considerados para eliminar por ninguno de los actores.

El resultado (Fig. 4) muestra un grupo claro de elementos imprescindibles para la definición; i) “presencia tres elementos: árbol – ganado - pasturas, en integración armónica, con un diseño que tiene como objetivo maximizar la producción total, no sometiendo un elemento al otro”; ii) “pre-pensado y diseñado para la integración sinérgica de sus componentes” y iii) “intencional y estable en el tiempo”. Hay un fragmento que se ubica en un segundo nivel de importancia, pero sin actores que crean que se debe eliminar (“el sistema deberá tener una interacción entre sus componentes a lo largo de todo el ciclo del componente de mayor ciclo”). Finalmente hay uno, (“sistema sostenible con beneficios ambientales”) con posiciones diversas sobre su importancia (incluso en la fase de “tableros” un grupo decidió declararlo prescindible), pero que cuando fue cuantificado en el formulario no recibió el carácter de “no debe aparecer”.

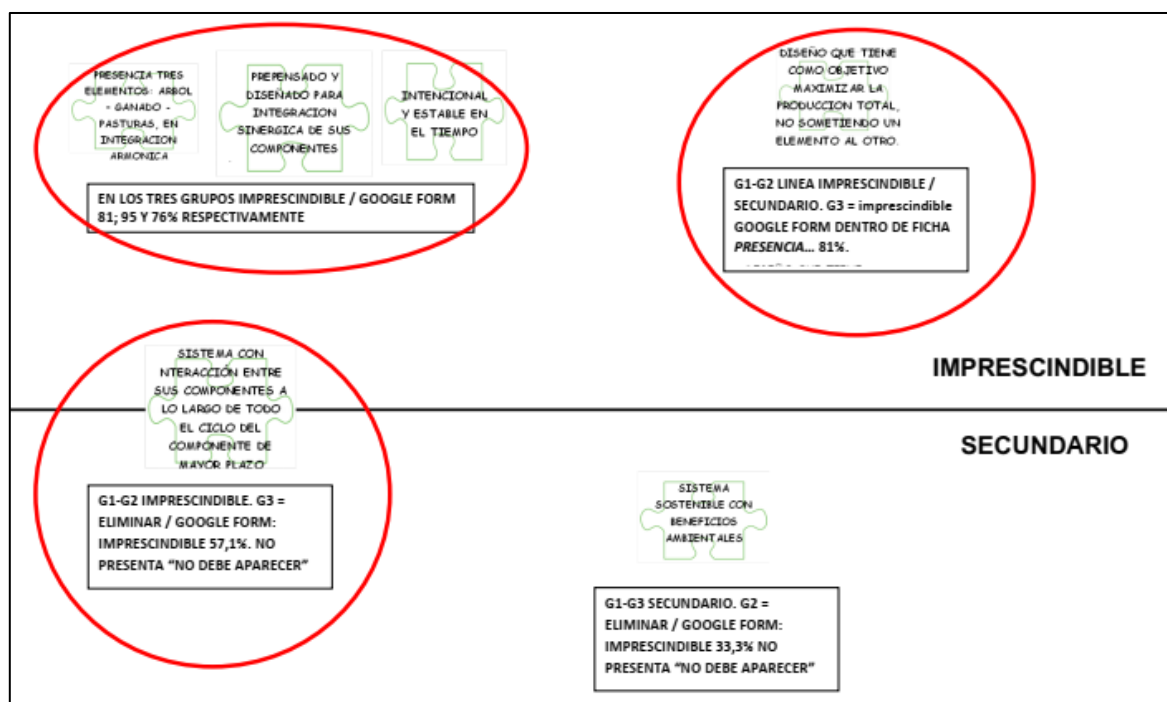


Figura 4: El gráfico resume los resultados del trabajo en subgrupos del Taller.

Con estas conclusiones se desarrolló una reunión con las CT, en la que se discutieron los resultados y se presentaron tres propuestas borrador para la definición:

DEFINICIÓN ESTRICTA: “Integración intencional (prepensada) y estable en el tiempo, de árboles, ganado y pasturas, que interactúan a largo plazo, en integración armónica que propende a la sinergia de sus componentes, con el objetivo de maximizar la producción del sistema en forma sostenible”.

DEFINICIÓN AMPLIA 1: “Integración intencional (prepensada) y estable en el tiempo, de árboles, ganado y pasturas, que interactúan a largo plazo, en integración armónica que propende a la sinergia de sus componentes, con el objetivo de maximizar la producción del sistema en forma sostenible. La fortaleza de esa sinergia se maximizará si la interacción entre sus componentes se desarrolla por un lapso que comprenda al componente de mayor plazo”.

DEFINICIÓN AMPLIA 2: “Integración intencional (prepensada) y estable en el tiempo, de árboles, ganado y pasturas, que interactúan a largo plazo, en integración armónica que propende a la sinergia de sus componentes, con el objetivo de maximizar la producción del sistema en forma sostenible. La fortaleza de esa sinergia se maximizará si la interacción entre sus componentes se

desarrolla por un lapso que comprenda al componente de mayor plazo. Esto permitirá desarrollar un sistema sostenible y con beneficios ambientales”.

A partir de lo anterior se cumplió un proceso de análisis por parte de las CT, en donde se manifestaron algunos conceptos complementarios, referentes a confirmar la necesidad de que la definición fuese breve, clara y objetiva, lo que le daría viabilidad de ser aplicada en forma general a estos Sistemas. Por otra parte, se planteó eliminar algunos términos que podían ser reiterativos o confusos. También se discutió respecto a la “ficha conceptual” referente a los aspectos ambientales, entendiéndose finalmente que el concepto de sostenibilidad debía estar a texto expreso en la definición, de forma de que se contemple los aspectos económicos, sociales y ambientales.

Integrando, al trabajo previo, las sugerencias recibidas de las CT, se cumplió el primer objetivo de la Consultoría que es justamente elaborar una definición de sistemas silvopastoriles que sirva como marco de referencia para la caracterización de los sistemas que existen actualmente en el país. Dicha definición quedó entonces redactada de la siguiente manera:

“Integración deliberada y a largo plazo de árboles, ganado y pasturas, que interactúan en forma armónica, propendiendo a la sinergia de sus componentes, con el objetivo de maximizar la producción del sistema en forma sostenible”.

Caracterización de los SSP existentes a partir de la definición consensuada

Desde el inicio de la actividad de la consultoría, uno de los aspectos que se estableció de gran relevancia fue el de caracterizar los SSP que fueran identificados en el desarrollo del trabajo.

A efecto de avanzar, hasta tanto se llegase a la definición consensuada, se fue desarrollando, desde el inicio de la consultoría una lista de prospectos, es decir, casos que potencialmente pudieran ser considerados como SSP para, al finalizar dicha etapa de definición, fueran seleccionados los predios que serían caracterizados e incluidos posteriormente en la gira de campo para levantamiento de los datos, fundamentalmente dasométricos.

Como base del listado se utilizaron los trabajos de investigación o publicaciones con estudios de caso de SSP en Uruguay, las planillas preparadas por las CT de la DGF, conocimiento del consultor, comunicaciones personales de los entrevistados o de otros actores ganaderos y forestales, realizándose además contactos con las gremiales agropecuarias, los que facilitaron el nexo con productores que están desarrollando proyectos silvopastoriles. A medida que se realizaban los hallazgos se le iba asignando un número de orden (Predio X), el que se ha mantenido hasta el final del estudio.

Al cumplir con la etapa de la definición (desarrollada en el capítulo anterior) se tornó necesario establecer cuáles serían los aspectos prácticos para seleccionar, de entre los prospectos recabados, aquellos que pasarían a integrar la línea de base para cumplir con el objetivo del presente trabajo.

Esta discusión fue desarrollada por parte del consultor y las contrapartes en varias sesiones de trabajo, definiéndose priorizar el concepto de la integración deliberada y a largo plazo que maximizase la producción en forma conjunta de ganado, pasturas y árboles, lo que llevó a hacer énfasis en el diseño de plantación y concentrarse en aquellos que presentasen diseños forestales no convencionales (bajas densidades de plantación iniciales, presencia de filas múltiples separadas por callejones, fundamentalmente). Se entendió que con este aspecto se estaba estableciendo la intencionalidad de la empresa o productor de desarrollar un sistema

silvopastoril, tal como está planteado en la revisión presentada y de acuerdo a la opinión mayoritaria de los actores consultados en la etapa de determinación de la definición consensuada.

A partir de esta premisa comenzó la etapa de análisis más profundo de los prospectos y de cruzamiento de toda la información disponible, complementándolo con una exhaustiva búsqueda en la DGF para ubicar si los casos identificados contaban con Proyecto forestal registrado³².

Mediante este trabajo se llegó a los casos que integran la línea de base, que resultaron en un total de 39 predios, distribuidos fundamentalmente en la Región Sureste (79,25% de la superficie total), seguido por el Centro Sur (15,27%) y unos pocos casos en el Norte (5,47%).

En conjunto con las contrapartes, fueron definidos los ítems de información para la caracterización de los casos, tomando como base lo incluido en los términos de referencia del trabajo, agregando otros que se consideraron de relevancia para evaluar con mayor precisión los predios SSP que conforman la línea de base y que pudieran servir como base a futuros estudios o acciones de las Instituciones contraparte.

Formulario de Caracterización

A efecto de cumplir con la captura de todos los datos incluidos en la caracterización se consolidó un formulario en la plataforma Google-forms, con el objetivo de desarrollar un trabajo de contacto con los propietarios, a través de una entrevista vía telefónica o virtual o de su envío por correo electrónico o mensaje de WhatsApp.

La estructura del formulario permite relevar: i) información identificatoria del SSP, ii) manejo del área forestal, iii) algunas características del manejo animal, y iv) aspectos sociales y motivacionales.

En el siguiente cuadro se describe en detalle las preguntas del formulario.

³² De los treinta y nueve predios considerados como SSP en el estudio, pudieron detectarse veinticuatro que presentaban proyecto en la DGF

Tabla 4: Formulario para caracterización de SSP

Tipo información	Preguntas
Identificatoria	Nombre del establecimiento
	Nombre y Apellido del titular de la empresa o razón social (*)
	Nombre y apellido del Administrador y/o técnico responsable (en caso de que no coincida con el titular)
	En caso que tenga proyecto, especifique: Número proyecto/s ingresado/s en la Dirección General Forestal (MGAP) (*)
	Número de padrón o padrones
	Departamento
	Localidad
	Superficie efectiva bajo Sistemas Silvopastoriles (use el siguiente esquema AÑO / ESPECIE / SUPERFICIE)
Manejo forestal	Mencione origen plantines (clones o semilla)
	Para cada plantación mencionada (AÑO / ESPECIE / SUPERFICIE) indique Distancia entre filas – Distancia entre plantas (use el siguiente esquema A metros x B metros). Si existen callejones entre las filas de árboles indique el ancho.
	Cantidad de árboles / ha inicial y actual (aproximada)
	Podas, indique en que año fue (o será realizada) y a que alturas
	Raleos, indique en que año fue (o será realizado) y si es selectivo o sistemático y su intensidad (cantidad de árboles eliminados en cada raleo)
	Turno de cosecha (años)
	Destino productivo de los raleos (celulosa o aserrío)
	Destino productivo cosecha final (celulosa o aserrío)
	Manejo animal
¿Cuál es la base forrajera que utiliza en las áreas bajo SSP?	
¿Qué tipo de manejo del pastoreo realiza en las áreas bajo SSP?	
En caso de tener información y desee compartirla, especifique producción (kg carne/ha) de las áreas bajo SSP y del sistema global. (*)	
Sociales y motivacionales	¿Recibe algún tipo de beneficios tributarios? (*)
	¿Usted integra alguna gremial de productores o grupo de productores? En caso afirmativo detalle a cual se refiere
	¿Detalle cuál/es fueron las principales motivaciones para incorporar SSP?

En el formulario, se seleccionaron algunas preguntas de tipo sensible (*), que se dejaron como de carácter “no obligatorio”, de forma que el contacto tuviese la opción de contestarlas o no y no se perdiese la posibilidad de tener la caracterización en las variables que conceptualmente son más trascendentes para el presente trabajo.

En referencia a las preguntas identificatorias del SSP, se pretendió obtener información para poder referenciar correctamente con el propietario del establecimiento y responsable del mismo, así como, ubicación específica y padrón. Esta información será manejada en forma reservada por las contrapartes.

En manejo forestal, además de identificar la especie, año de plantación, superficie y destino, se pretendió obtener información específica de las prácticas de manejo que se realizan o se planifican realizar, y destino de los productos.

En el caso del manejo animal y en base a la definición adoptada para los SSP, se entendió importante obtener información referente a la utilización de las áreas pastoriles del sistema. Si bien esta información es más dinámica y depende en cada caso de la meticulosidad en los registros, es importante detallar alguna información al menos macro del tipo de recursos forrajeros y uso de estas áreas.

Finalmente, se pretendió obtener información adicional, que sirviera para conocer algunos aspectos del contexto social y motivacional que llevaron a la adopción de un SSP.

Como fuera planteada en la propuesta técnica se sabía que esta etapa estaba fuertemente condicionada a la voluntad de los actores, por lo que se buscaron todas las vías de acceso a los mismos (técnicos responsables de los predios, personas de confianza en las gremiales, referentes locales y otros). Paralelamente se avanzó en la recopilación de toda la información identificatoria y de manejo forestal, en aquellos casos con proyecto forestal registrado en la DGF, mediante la profundización del análisis de los mismos, lo que también serviría para el trabajo de mapeo, tal como se detalla en el capítulo específico.

A propuesta de la División Manejo Forestal Sostenible de la DGF, se incorporaron algunas variables que se completaron también en el trabajo de campo (Estado general plantación; Grado cobertura de copas (%); Grado cobertura herbácea (%)).

Otros modelos identificados no seleccionados

Como se comentó en el ítem anterior, en el proceso para seleccionar los prospectos que pasarían a integrar la línea de base, se detectaron otros modelos que de una forma u otra combinaban ganadería y forestación.

En particular, en el área de plantaciones, se intercambió extensamente con las CT en referencia al mecanismo que desarrollan varias empresas forestales (en general de gran tamaño), generando acuerdos en diversas modalidades con productores ganaderos, para forestar en rodales macizos en diferentes ubicaciones del predio, pero ocupando una superficie limitada (entre 6 – 50% de la superficie predial). Este procedimiento que es conocido como “fomentos”, “alianzas” y otros (de acuerdo a la denominación que le asigna cada Empresa) fue considerado de interés para establecer algunas primeras consideraciones en este estudio, con vista a anteriores trabajos en el marco de análisis de los SSP. La atención se centró principalmente en las dos empresas productoras de celulosa, ya que son los ejemplos más difundidos de este mecanismo. Se planteó a ambas conocer más en profundidad el tema, advirtiéndolas que por el momento no iban a incorporarse como casos de SSP.

Los acuerdos mencionados tienen larga data (ya se realizaban en los primeros años de desarrollo forestal generado a partir de la Ley 15939) pero ha sido en los últimos años que han alcanzado una alta significación en cuanto a productores involucrados y área plantada.

De acuerdo a información pública presentada por UPM³³ los programas de Fomento son acuerdos con pequeños y medianos productores, donde la Empresa "*pone a disposición las herramientas y bases para el negocio alternativo: plantines de alto potencial productivo, tecnología y experiencia silvícola*". Los datos presentados a 2018 indican que cuentan con más de 600 productores asociados con una superficie en "fomento arrendamiento" de 102.000 ha y 60.000 en "fomento asociativo" y la distribución por área plantada en cada acuerdo es de: i) menos de 50 ha un 31%; entre 50 y 100 ha un 25% y más de 100 ha un 44%.

La Empresa ha publicado estudios técnicos (2013)³⁴ donde plantea que "*...nuestro Programa de Fomento lanzado en el 2005, ha suscitado una mayor inquietud en generar conocimientos más precisos respecto de los resultados en la integración de los rubros forestal y ganadero*".

Dentro de esa publicación se plantea que "*Durante los últimos años, se ha constatado en el país un importante crecimiento de la forestación, aumentando significativamente las opciones de diversificación productiva en el país. No obstante, existe todavía, desde el punto de vista de la aptitud forestal de los suelos, una importante área, inserta en regiones típicamente ganaderas, que potencialmente podría ser forestada. Esto lleva, a nivel de productor ganadero que busca aumentar el resultado económico de su empresa, a la necesidad de evaluar la conveniencia relativa de incluir dentro del **sistema de producción** a la forestación como una actividad complementaria a la ganadería*". En uno de los estudios presentados³⁵ se hace un especial énfasis en un análisis del **sistema predial** y las opciones que permiten maximizar los beneficios, basadas sobre todo en los tipos de suelo.

Con la Empresa Montes del Plata se concretó el contacto con los técnicos responsables del programa de integración productiva "Alianzas", este impulsa acuerdos estratégicos de integración con productores ganaderos para que incorporen la forestación a sus predios.

Este programa se desarrolla bajo tres modalidades, i) Arrendamiento. El productor arrienda la tierra a Montes del Plata y la empresa paga una renta. Son acuerdos que pueden durar 10, 20 o 30 años; ii) Aparcería. El productor pone la tierra, la empresa pone la inversión y se acuerda cómo se distribuye la producción de madera entre las partes, repartiéndose la ganancia y iii) Promoción. El productor pone la tierra y hace la inversión. La empresa aporta la genética, la tecnología y toda la gestión de permisos ante la Dirección General Forestal, la Dinama e Intendencias.

³³ <https://www.upm.uy/fomento/>

³⁴ UPM. (2013) La forestación y la ganadería en el Uruguay.

³⁵ Simeone, A. (2008) Ganadería y forestación: Una buena yunta para aumentar la rentabilidad. In: cita anterior

Los datos cuantitativos brindados por la Empresa son los siguientes:

Tabla 5: Productores y Superficie Programa Alianzas Montes del Plata (fuente Empresa).

Numero Total de Contratos (9/2/2021, fuente PBI) (Numero)	503
Área Total Contratos (9/2/2021, fuente PBI) (ha)	78.805

Respecto a la distribución departamental de promedio de área efectiva contratada y promedio de área total de predios por departamento los datos suministrados fueron:

Tabla 6: Promedios área efectiva contratada y área predios por departamento (fuente Empresa).

Departamentos	Promedio de Área Efectiva Contratada por Departamento(ha)	Promedio de Área Total del Predio por Departamento (ha)
Canelones	75	125
Colonia	115	925
Durazno	210	1.208
Flores	160	941
Florida	132	1.364
Lavalleja	112	174
Paysandú	168	1.887
Rio Negro	337	1.914
San José	138	1.042
Soriano	238	1.178
Tacuarembó	179	1.890
Total general	199	1.291

Otro modelo no seleccionado para analizar en el marco del estudio, refiere al pastoreo en el bosque nativo. Como fue expuesto en los antecedentes históricos es una técnica muy tradicional en el país, pero que puede considerarse una innovación si se realiza manejo de dichos bosques y adopción de mejoras en el manejo de la pastura natural. También fue incorporado en las Políticas Públicas, fomentándolo a través de estímulos para incorporar la actividad forestal en sistemas ganaderos (“Registro y Manejo del monte nativo, para implementación de sistemas silvopastoriles”).

También, en el proceso de realización de la consultoría, los actores entrevistados manifestaron que la utilización planificada del bosque nativo para el pastoreo también es parte de los SSP, como alternativa interesante además porque estos bosques brindan otros servicios como hábitat para la fauna autóctona, regulación del ciclo hidrológico, reciclaje de nutrientes y otros, además de trabajar con especies que ya están adaptadas al ambiente. Como debilidades del modelo se señalaron el bajo interés de los productores, el valor del producto maderable y la

escasez de estudios e investigación cuando se considera el bosque nativo como componente arbóreo de los SSP.

Para cumplir uno de los objetivos de la Ley 15939 (conservación del bosque nativo) la DGF, desarrolla, desde 1990, una planificación estratégica, donde el tema también está presente cuando en la misma se menciona “permitir el aprovechamiento sostenido” del recurso. A partir del trabajo desarrollado y en base a los conocimientos de su personal técnico, dicha Institución en un proceso de análisis, consultas y talleres con participantes del sector público y privado y la sociedad civil, elaboró una Estrategia Nacional de Bosque Nativo³⁶.

En este documento se hace expresa referencia a la combinación del bosque nativo y la producción ganadera cuando se establece, como una limitante para el análisis del valor económico del bosque nativo, *la escasa profundización en los sistemas agroforestales y silvopastoriles como equilibrio entre bosque y ganadería*.

Adicionalmente en el Eje estratégico valor económico y sistema de producción (uno de los seis definidos dentro de la Estrategia), se plantea como un reto *perfeccionar las técnicas de manejo por los diferentes tipos de bosque nativo, incluso sistemas silvopastoriles*.

Estos aspectos se reflejan en medidas concretas en la actualización 2018 del Manual de Manejo de Bosque Nativo en Uruguay³⁷, donde para los diferentes tipos de bosque (serrano, parque, quebrada, etc.) se especifican objetivos de manejo para mantener las funciones ecosistémicas, pero a la vez permitir la complementariedad con otros rubros productivos, donde se destaca el pastoreo.

Por otra parte, en esta línea de desarrollo de los SSP que incluyen como componente arbóreo al bosque nativo, deben destacarse las acciones que se vienen desarrollando en el marco de la preparación de proyecto de la iniciativa REDD+, en la que uno de sus ejes temáticos es la *identificación de oportunidades y realización de recomendaciones para favorecer la integración de los bosques nativos a la gestión de predios productivos ganaderos, y así evitar la degradación de los mismos*. Se vienen activando trabajos de investigación para disponer de más información acerca de la interacción del bosque nativo con la ganadería y conocer la percepción del productor ganadero respecto a la relevancia del bosque nativo en su sistema de producción predial y se prevé generar conocimiento sobre sistemas silvopastoriles incluyendo la instalación de sitios experimentales de este manejo.

En resumen, además de la larga historia de interacción entre el ganado y el bosque nativo en el país y la planificación que desde la DGF se ha desarrollado para la protección de esos bosques (pero que también ha considerado su manejo productivo sustentable, en particular combinado con la ganadería), en los últimos años se están consolidando procesos y proyectos que pretenden profundizar el conocimiento y su aplicación en la gestión de este modelo de SSP. Este aspecto fue fundamental a la hora de señalarlo como de gran relevancia, pero no incorporarlo en el alcance de la consultoría, respecto a identificar y caracterizar los casos presentes en el país para la posterior evaluación de volúmenes en pie y contenido de C. Será de gran relevancia para fortalecer los avances en el análisis de este modelo, la integración interinstitucional y el contacto con los actores de interés (en especial los productores ganaderos).

³⁶ Equipo Interdisciplinario de la DGF del MGAP, MA, UNIQUE, Hessen Forst. Estrategia Nacional de Bosque Nativo. Montevideo-Uruguay. 2018

³⁷ DGF – MGAP. Actualización Del Manual De Manejo De Bosque Nativo En Uruguay. Montevideo-Uruguay. 2018

Mapeo de los sistemas silvopastoriles identificados y caracterizados

Una vez identificados los predios que serían incluidos en la cartografía, se procedió a realizar la revisión de los proyectos forestales registrados en la DGF para obtener mayor información acerca de superficies, especies, años de plantación, diseño, objetivo, calificación, etc. Debe considerarse que no todos los casos se encuentran presentados en la DGF, muchos de estos, como ha sido mencionado, fueron luego descartados por no cumplir con las condiciones que se definieron en forma consensuada como un sistema silvopastoril.

Ubicación y marcación de rodales

Según el tipo de información inicial, los pasos para la ubicación y delimitación de los predios y sus áreas efectivas fueron los siguientes:

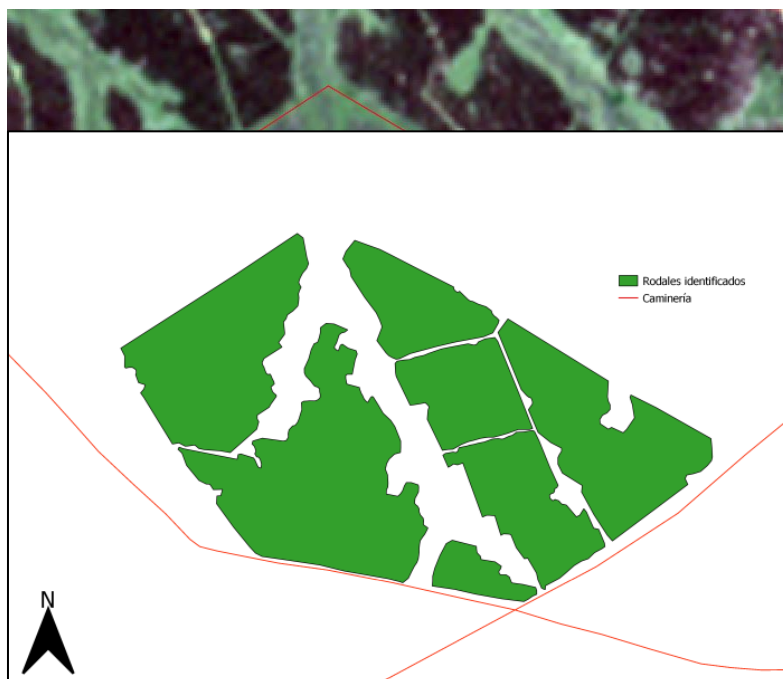
- 1) Datos en forma de polígonos .kmz/.kml.
 - i) En los casos para los cuales la información recibida fue en forma de polígonos .kmz ó .kml, estos fueron directamente cargados sobre la plataforma QGis en la cual se trabajó sobre imágenes satelitales para realizar la rodalización del sistema SSP o confirmar los datos recibidos. Por ejemplo, para el predio N° 29 se recibió el polígono en formato .kmz con los límites del campo (ver Figura 5) y aparte de esto se sabía que este monte había sido cosechado en el año 2019.



Figura 5: Polígono .kmz recibido sobre imagen satelital de Google Satellite.

- ii) Estos datos fueron cargados sobre la plataforma QGis junto con imágenes satelitales actuales que permitieran confirmar la situación de los montes a la fecha actual (se utilizaron imágenes de Landsat-8 y Sentinel-2). En la figura 6 se presenta el polígono sobre la imagen satelital tomada por el satélite Sentinel-2 el 1° diciembre del 2020, a partir de la cual se puede confirmar la información recibida (las imágenes Sentinel-2 y Landsat-8 fueron descargadas de las plataformas *EOS Landviewer* y *Sentinel-Hub*).

Figura 6: Polígono .kmz recibido sobre imagen satelital de Sentinel-2.



- iii) Por último, habiendo confirmado los datos iniciales, se realizó la rodalización del campo según se observa en la figura 7.

Figura 7: Croquis de rodalización final

2) Datos en forma de número de padrón

- i) En otros casos, se recibió el dato de número de padrón/padrones para ubicar el campo. En estas situaciones, el primer paso fue la ubicación de los padrones. Para ello, se utilizó el servicio en línea de consultas CONEAT del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca (MGAP) para buscar y ubicar los padrones recibidos³⁸. Un ejemplo de esto fue el predio N° 20 para el cual se recibió el departamento donde se ubicaba y los números de padrón. En la figura 8 se presenta la ubicación generada con la consulta en línea del MGAP.

³⁸ <http://web.renare.gub.uy/js/visores/coneat/>

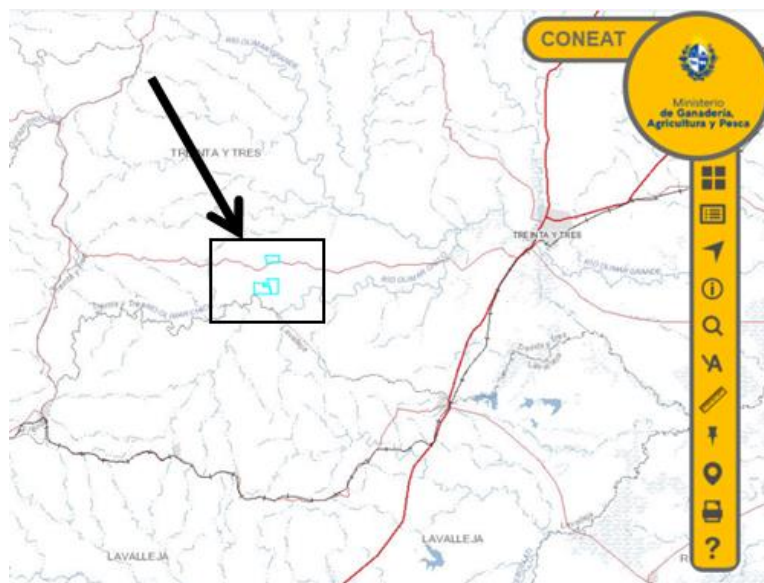


Figura 8: Ubicación de padrones generada a partir de la consulta en línea

- ii) Una vez encontrados los padrones, estos fueron directamente ubicados en QGis.
 - iii) Se procedió a cargar distintas imágenes satelitales que permitieran confirmar la ubicación y superficie de rodales SSP repitiendo los pasos ii) y iii) del caso 1) obteniendo finalmente la rodalización del predio.
- 3) Datos en forma de coordenadas o puntos GPS
- i) Otra forma en la cual se recibió la información fue en formato de coordenadas geográficas o de puntos GPS. Por ejemplo, este fue el caso del predio 42 para el cual se recibió el link del punto GPS sobre Google Maps ⁽³⁹⁾. En la figura 9 se presenta la imagen con la ubicación vectorial del punto.

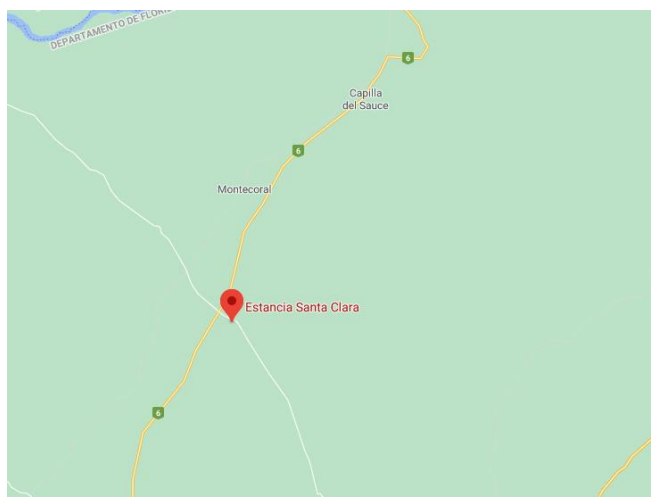


Figura 9: Localización punto GPS

³⁹ <https://www.google.com/maps/place/Estancia+Santa+Clara/@-33.6126278,-55.7356944,15z/data=!4m2!1m6!3m5!1s0x0:0x15dded8811a1a00c!2sEstancia+Santa+Clara!8m2!3d-33.6126278!4d-55.7356944!3m4!1s0x0:0x15dded8811a1a00c!8m2!3d-33.6126278!4d-55.7356944>

- ii) Este punto fue cargado sobre QGis y los rodales fueron ubicados y delimitados a partir de imágenes satelitales actualizadas. En la figura 10 se presenta la ubicación del punto recibido y la rodalización realizada a posteriori, sobre la imagen satelital Sentinel-2 de noviembre 2020.

Figura 10: Ubicación del punto GPS y marcación de rodales.



4) Datos en forma de archivos .shp

En algunos casos, se recibieron los archivos en formato Shape de los rodales que fueron cargados sobre la plataforma Qgis y chequeados sobre imágenes actuales. Si no se consideraba que tuviera errores, entonces estos fueron directamente incorporados a la cartografía general. Uno de estos fue el predio 47, para el cual se recibió el archivo .shp, se consideró correcto y se incorporó a la rodalización general. Ver figura 11.

Figura 11: Marcación de rodales según .shp recibido, sobre imagen Google Satellite.



Estratificación de rodales

Para la estratificación de los rodales marcados por año de plantación y especies hubo que recurrir a distintas fuentes.

En primer lugar, se consultó directamente a los productores/propietarios/empresas de los campos que, en muchos casos, estuvieron dispuestos a brindar esta información.

De forma complementaria para algunos predios se recibieron planos cartográficos con la indicación de especies y año de plantación que fueron incorporados a la cartografía. En la figura 12 se presenta uno de los planos recibidos donde se pueden ver los diferentes estratos (distintos colores). Esta información fue incorporada dentro de la base de datos general para la rodalización y caracterización de los predios.

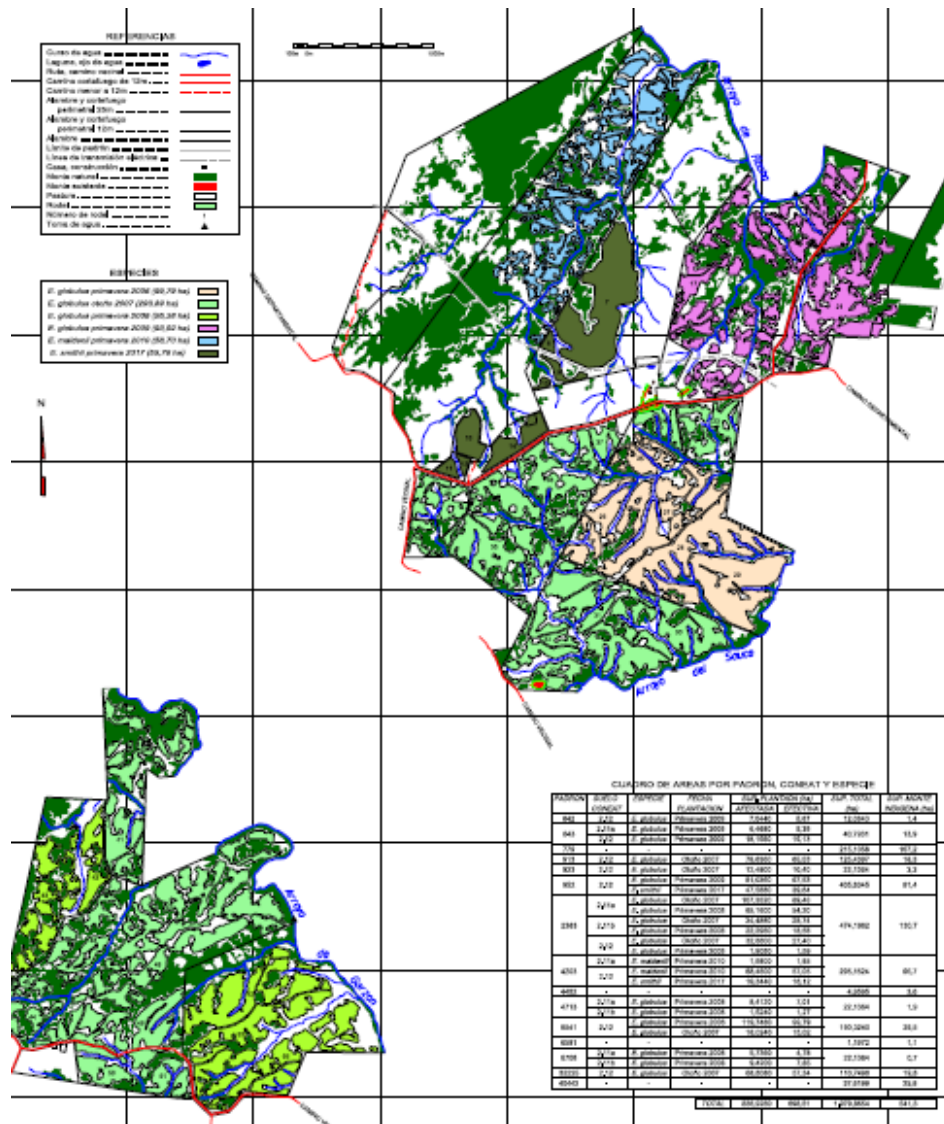


Figura 12: Recorte de un plano cartográfico recibido

Otra de las fuentes utilizadas fueron los proyectos forestales presentados en la DGF. Los datos disponibles fueron utilizados para completar la caracterización y la estratificación de los rodales. En estos proyectos también se pudo acceder a la información de diseño de plantación y destinos productivos, entre otros.

Por último, las salidas de campo resultaron en una fuente complementaria de información y que permitieron identificar las especies en algunos de los predios donde no se había podido lograrlo antes a través de las diversas fuentes mencionadas, se ajustaron los años de plantación y se agregaron algunos rodales que habían quedado inicialmente fuera de la cartografía.

Tabla de atributos y caracterización de rodales

Para todo el proceso de rodalización y mapeo se utilizó el programa de diseño QGis. Para la marcación de los rodales, se creó una capa de archivo Shape en forma de polígono a la cual se le asociaron una serie de atributos presentados a continuación y para lo cual se utilizó el sistema de coordenadas de referencia WGS 84/UTM 21 S.

Para la caracterización, a cada uno de los rodales se le atribuyeron los siguientes parámetros:

- Predio: se identifica el número del predio al cual corresponde cada rodal.
- Especie: identificación de especies. Para la nomenclatura, los géneros se presentan de forma abreviada (ej. El género "Eucalyptus", se expresa como "E.") y la especie se indica de forma completa.
- Año de plantación: año de plantación original.
- Año tallar: año de cosecha en casos que corresponda (cuando no corresponde, se utiliza la leyenda "NC")
- Superficie efectiva: área efectiva de plantación de cada rodal. No incluye cortafuegos, bajos, desperdicios, caminería, etc. Estos, actúan como límite para la marcación de los rodales. Valores expresados en hectáreas (ha).
- N° de filas: número de filas en el diseño SSP. En general se manejan 2 o 3 filas de plantación. En algunos casos muy puntuales se identificó una sola fila de plantación pero que igual se clasificaron como SSP por tener distancia entre filas muy amplias que no corresponde a un diseño convencional de plantación.
- Distancia EF: distancia entre las filas de plantación. Valores en metros.
- Distancia EP: distancia entre las plantas dentro de la fila. Valores en metros
- Callejón: ancho de callejón. Valores en metros.
- Gira: número de gira en el cual fue incluido el predio.
- CFN_2018: señala si el rodal está incluido o no en la Cartografía Nacional Forestal del 2018 (CFN 2019).
- Titular: titular del predio

Cada uno de estos campos fue predefinido en cuanto a los datos que iba a contener (texto, número entero, número decimal, fecha, fecha y hora) y la longitud del campo (en número de caracteres). Las características que se utilizaron para definir cada campo se presentan en la Figura 13.

Id	Nombre	Alias	Tipo	Nombre del tipo	Longitud	Precisión	Comentario	WMS	WFS
abc 0	Predio		QString	String	80	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
abc 1	Especie		QString	String	80	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
abc 2	AñoPlant.		QString	String	80	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1.2 3	SupEfectiv		double	Real	20	2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
123 4	N° filas		qlonglong	Integer64	10	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
123 5	Dist. EF		qlonglong	Integer64	10	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
123 6	Callejón		qlonglong	Integer64	10	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
abc 7	Gira		QString	String	10	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
abc 8	Medir		QString	String	10	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1.2 9	Dist EP.		double	Real	10	2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
abc 10	AñoTallar		QString	String	20	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 13: Definición de atributos

En la figura 14 se presenta la visualización de la tabla de atributos asociada a los rodales. Todos los datos fueron ingresados de forma manual utilizando la calculadora de campos para simplificar el trabajo, y para el campo “SupEfectiv” que hace referencia al área efectiva de cada rodal se aplicó la expresión ‘\$area/10000’ para poder obtener la superficie en hectáreas. El campo “Titular” se obtuvo vinculando la tabla de atributos en cuestión con una planilla en formato .csv donde se detallaba la titularidad de cada campo.

	Predio	Especie	AñoPlant.	AñoTallar	SupEfectiv	N° filas	Dist. EF	Dist EP.	Callejón	Gira
1	Predio 1	E. globulus	2011	NC	3.21	2	2	2.00		8 2
2	Predio 1	E. globulus	2011	NC	10.50	2	2	2.00		8 2
3	Predio 1	E. globulus	2011	NC	5.88	2	2	2.00		8 2
4	Predio 1	E. smithii	2011	NC	7.42	2	2	2.00		8 2
5	Predio 1	E. smithii	2011	NC	4.24	2	2	2.00		8 2
6	Predio 1	E. smithii	2011	NC	18.89	2	2	2.00		8 2
7	Predio 1	E. smithii	2011	NC	7.49	2	2	2.00		8 2
8	Predio 1	E. globulus	2011	NC	1.68	2	2	2.00		8 2
9	Predio 1	E. globulus	2011	NC	1.45	2	2	2.00		8 2
10	Predio 1	E. globulus	2011	NC	14.56	2	2	2.00		8 2
11	Predio 1	E. globulus	2011	NC	0.27	2	2	2.00		8 2
12	Predio 1	E. globulus	2011	NC	0.31	2	2	2.00		8 2
13	Predio 1	E. smithii	2011	NC	3.48	2	2	2.00		8 2
14	Predio 1	E. globulus	2011	NC	19.29	2	2	2.00		8 2
15	Predio 1	E. globulus	2011	NC	22.91	2	2	2.00		8 2
16	Predio 1	E. globulus	2011	NC	27.39	2	2	2.00		8 2
17	Predio 1	E. smithii	2011	NC	2.19	2	2	2.00		8 2
18	Predio 1	E. globulus	2011	NC	0.31	2	2	2.00		8 2
19	Predio 10	E. grandis	2012/2013	NC	1.11	3	3	2.00		18 1
20	Predio 10	E. grandis	2012/2013	NC	5.89	3	3	2.00		18 1

Figura 14: Tabla de atributos asociada a la rodalización

Para un mejor entendimiento de los conceptos utilizados, en la figura 15 se presentan los parámetros de caracterización de forma gráfica.

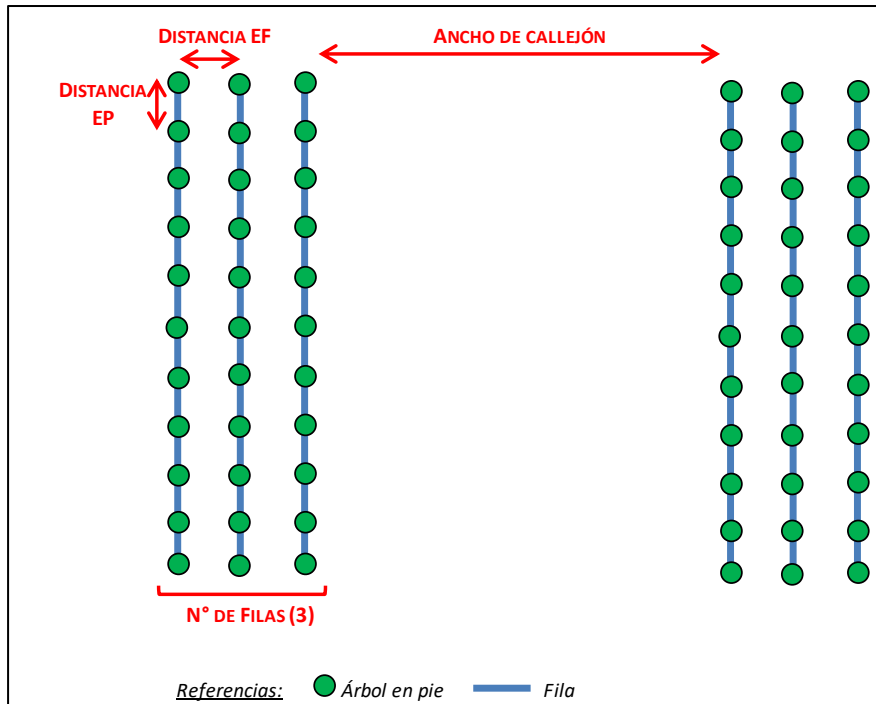


Figura 15: Parámetros de caracterización del rodal

Con este esquema se estableció el uso estandarizado para la definición del diseño mediante el siguiente esquema:

Número de filas/Distancia entre filas/Distancia entre plantas/Ancho Callejón

Resultados generales y productos obtenidos

Como resultado general, se obtuvieron 6.379,42 hectáreas efectivas definidas como SSP en 39 predios y se marcaron 2.638 rodales.

En la Tabla 5 se presenta un resumen estadístico básico de los datos obtenidos para el parámetro de superficie efectiva.

Tabla 7: Resumen estadístico para la variable “SupEfectiv”.

Estadística	Valor (ha)	Descripción del parámetro
Número	2.638,00	Cantidad de elementos identificados
Suma	6.379,42	Sumatoria de todos los valores
Media	2,42	Promedio de todos los valores
Mediana	0,81	Valor central de todos los datos registrados
Desv est	4,60	Dispersión de los datos con respecto a la media
Mínimo	0,01	Valor mínimo observado
Máximo	53,09	Valor máximo observado
Intervalo	53,09	Intervalo entre valor mínimo y máximo

Aparte de esto, como productos de este trabajo y de acuerdo a los objetivos planteados inicialmente, se obtuvo el mapa de los sistemas silvopastoriles actualmente existentes e identificados en esta instancia en formatos shapefile y pdf.

Para realizar la cartografía en PDF, primero se realizó la categorización de los rodales en función de la especie. Como mapa de base, se cargaron las capas vectoriales con los límites departamentales, los espejos y cursos de agua principales y las rutas nacionales disponibles públicamente en formato shp. El plano fue realizado en escala 1:500.000.

Análisis de la Caracterización y Cartografía

Se registraron al momento de la elaboración de este informe y de acuerdo a los criterios fijados en función de la definición consensuada y el análisis con las CT, un total de 39 predios que se encuentran desarrollando un sistema silvopastoril y lo estarán en 2021 (de acuerdo al año base del informe que da motivo a este trabajo). Estos predios ocupan una superficie efectiva de plantación de 6.392,57⁴⁰ ha.

La característica predominante de los productores o empresas es que parten de un giro principal de producción ganadera, con excepción de dos casos: i) empresa forestal que decidió realizar una pequeña parte de su patrimonio con este diseño y ii) empresa forestal que planteó sus proyectos con un claro objetivo de producción de madera, pero dándole énfasis al carácter silvopastoril del emprendimiento, aunque el diseño presentado está en el borde del considerado tradicional. En aquellos que parten netamente desde el ángulo ganadero, en varios casos se ha constatado que la producción forestal se ha incorporado fuertemente en el esquema productivo, siendo varios los que llevan varios años con el mismo (manejo de talleres y/o reforestación) y ocupan la mayor parte e incluso la totalidad del predio. Se destaca otro grupo con plantaciones recientes que ha ido incorporando conceptos muy innovadores y que claramente ha adoptado los SSP como soporte y mejoramiento de su producción ganadera.

Territorialmente, como fuera mencionado; se puede ver en la siguiente tabla que casi un 80 % (79,25%) de la superficie se encuentra en la Región Sureste, repartiéndose el resto entre el Centro-Sur con un 15,27% y el Norte con un 5,47%.

Tabla 8: Distribución de los SSP por Región

Region	Superficie (ha)	%
Sur - Sureste (Canelones - Lavalleja-Maldonado-Rocha-T y Tres)	5.066,25	79,25%
Norte (Tacuarembó)	349,98	5,47%
Centro Sur (Florida -Flores)	976,34	15,27%
Total	6.392,57	100,00%

⁴⁰ La superficie presenta una muy pequeña diferencia con la cartografiada. Esto se debe a que algunas plantaciones se decidió incluirlas con el área proporcionada por el propietario ya que no se pudieron ajustarse lo declarado con lo rodalizado en la imagen.

La distribución por especies es la siguiente:

Tabla 9: Distribución de los SSP en función de su superficie.

Especie	Superficie (ha)	%
<i>E. globulus</i>	3.612,96	56,52%
<i>E. grandis</i>	662,53	10,36%
<i>E. smithii</i>	989,72	15,48%
<i>E. dunnii</i>	482,24	7,54%
<i>E. maidenii</i>	432,72	6,77%
<i>E. benthamii</i>	212,40	3,32%
Total	6.392,57	100,00%

Como puede apreciarse predomina el *E. globulus* (56,52%), lo que está fuertemente correlacionado con la zona donde se encuentra el mayor número de casos y se posiciona en un segundo lugar el *E. smithii* (muy frecuente en plantaciones jóvenes), que está ingresando en esa región como especie sustituta de la primera por los problemas sanitarios que viene presentando desde hace un tiempo el *E. globulus*. Además, está relacionado con aspectos de la promoción que realiza una empresa de plantación y comercialización forestal, con fuerte presencia en la zona, para generar asociaciones con productores ganaderos en el marco de SSP y la empresa forestal mencionada que enfatiza el carácter silvopastoril del emprendimiento y que foresta exclusivamente con esta especie. Se registra la presencia de una especie poco frecuente, incluso en plantaciones convencionales, *E. benthamii* en dos predios en la zona sureste, con un 3,32% de la superficie plantada como SSP (212,40 ha).

En cuanto a la edad de las plantaciones y el régimen de las mismas, puede verse en la siguiente tabla que, del anterior periodo de desarrollo de los SSP, mencionado en el capítulo de antecedentes, quedan pocas plantaciones manejadas como tallar (10,36%), existiendo después un espacio de casi una década, para encontrar nuevas plantaciones con estos diseños, varias de las cuales han sido cortadas recientemente y continuarán como tallares. Se destaca una importante expansión del sistema (30,07% del total), en los últimos cinco años, ya que se trata de plantaciones nuevas y no reforestaciones.

Tabla 10: Distribución de plantaciones por año y régimen.

Año plantacion original	Superficie (ha)	%	Regimen	Superficie (ha)	%
1991-1997	662,46	10,36%	Tallar	2.714,43	42,46%
2005 - 2009	2.486,71	38,90%	Fustal	3.678,14	57,54%
2010 - 2014	1.321,08	20,67%	Total	6.392,57	100,00%
2015 - 2020	1.922,32	30,07%			
Total	6.392,57	100,00%			

En cuanto al diseño espacial es absolutamente predominante, como puede verse en los siguientes cuadros, el de filas dobles o triples (87,00%) separadas por callejones, dentro de los mismos predominan claramente los de 6 - 8 m (79,75%) frente a los superiores y respecto a las densidades la mayor parte supera los 900 árboles/ha (82,29%). Sin embargo, en las plantaciones más jóvenes, fuertemente correlacionado con productores que identifican primariamente a la forestación como servicio a la ganadería, se presentan los callejones más amplios (entre 12 y 20 m) y las densidades por debajo de los 750 árboles / ha.

Tabla 11a: Superficie de plantaciones en función de la distribución espacial - Filas.

Distribucion espacial - filas	Superficie (ha)	%
Filas dobles - triples	5.561,46	87,00%
Fila unica	831,11	13,00%
Total	6.392,57	100,00%

Tabla 11b: Superficie de plantaciones en función de la distribución espacial - Entrefilas.

Distribucion espacial - entrefilas (plantaciones 1 fila)	Superficie (ha)	%
Distancia entre filas 5 - 6 m	821,11	98,80%
Distancia entre filas 20 m	10,00	1,20%
Total	831,11	100,00%

Tabla 11c: Superficie de plantaciones en función de la distribución espacial – Ancho callejones.

Distribucion espacial - ancho callejones	Superficie (ha)	%
Ancho callejones (6 - 8m)	4.435,07	79,75%
Ancho callejones (12 - 15m)	217,61	3,91%
Ancho callejones (mas 16 - hasta 20m)	908,78	16,34%
Total	5.561,46	100,00%

Tabla 11d: Superficie de plantaciones en función de la distribución espacial – Densidad plantación.

Densidad de plantación	Superficie (ha)	%
Hasta 750 arb / ha	1.132,25	17,71%
Entre 900 -1000 arb/ha	2.859,31	44,73%
Mas de 1.111 arb / ha	2.401,01	37,56%
Total	6.392,57	100,00%

Respecto al manejo silvicultural de los patrimonios forestales, como puede verse en la siguiente tabla, casi un 80% (79,24) están pensadas con un objetivo de materia prima para la industria celulósica (nacional o para la exportación). Eso está claramente correlacionado con la especie más plantada (*E. globulus*), que la proporción de productores que señalan han realizado o piensan realizar podas y raleos está en un entorno de un 20% y que los turnos de cosecha previstos en forma mayoritaria (81,09%) oscilan entre 10 y 12 años.

Tabla 12: Superficie de plantaciones en función del manejo silvicultural y turnos de cosecha.

Manejo silvicultural - podas	Superficie (ha)	%	Manejo silvicultural - raleos	Superficie (ha)	%
Podas	1.666,62	26,07%	Raleo	1.181,10	18,48%
No podas	4.725,95	73,93%	No raleo	5.211,47	81,52%
Total	6.392,57	100,00%	Total	6.392,57	100,00%

Turno cosecha	Superficie (ha)	%	Destino productivo	Superficie (ha)	%
10 - 12 años	5.183,92	81,09%	Pulpa - fibras	5.065,27	79,24%
14 y mas años	1.208,65	18,91%	Aserrio	1.327,30	20,76%
Total	6.392,57	100,00%	Total	6.392,57	100,00%

En cuanto a la caracterización del Manejo animal no pueden extraerse conclusiones muy contundentes porque las respuestas son muy generales o directamente no fueron respondidos esos ítems de la caracterización.

Como fuera mencionado por los entrevistados hay una opinión generalizada, dentro de los productores ganaderos, que existe poca información sobre recomendaciones de manejo animal dentro de los SSP, más allá, de los beneficios mencionados en referencia al bienestar animal (sombra y abrigo). Por este motivo, a partir de las respuestas obtenidas a partir del formulario para caracterización de SSP (Tabla 4), y las visitas de campo realizadas, se buscó identificar algunos parámetros u aprendizaje por parte de los productores en el manejo animal para este tipo de sistemas.

La base forrajera de los SSP caracterizados es mayormente campo natural, existiendo también casos donde se ha incorporado leguminosas (género Lotus ssp) sobre el campo natural, denominados mejoramientos de campo, para mejorar la calidad de la pastura. Esta última práctica se registró en casos donde se planificó el SSP sobre áreas donde ya existían los mejoramientos de campo o directamente se decidió la incorporación de las leguminosas luego de establecido el sistema.

En cuanto a la dotación ganadera (expresadas como unidad ganadera/ha) la información es diversa, pero en todos los casos se percibió una dotación conservadora y acorde a la producción forrajera en un rango de 0,6 a 0,9 UG/ha. En cuanto a la composición de la misma hay opiniones diversas, dado que algunos optan por categorías adultas vacunas (vacas de cría) y otro por categorías jóvenes vacunas (terneros/as o vaquillonas) y ovinos.

En referencia a las técnicas de pastoreo a partir de las visitas de campo, existe una percepción que predomina el pastoreo convencional continuo. Sin embargo, existen casos de productores con mayor experiencia en este tipo de sistemas que han incorporado el pastoreo rotativo, existe incluso un caso donde han introducido el pastoreo Voisin. Este último caso fue el único con información de producción de carne (peso vivo/ha), registrando aproximadamente 115 kg peso vivo/ha en pastoreo rotativo y 175 kg en pastoreo Voisin (con 1,5 UG/ha).

En resumen y acorde con la visión de los productores existe una gran carencia de información desde lo académico para poder alinear objetivos productivos ganaderos con lo forestal y que puedan determinar desde este punto su viabilidad económica.

Respecto a los aspectos motivacionales que han hecho adoptar el SSP entre los ganaderos es variado, pero se destacan dos casos:

- ❖ la presencia de un Grupo de Interés Económico, que tiene su área de influencia en la zona Sureste, constituido en la década de los 90 a partir de productores (actualmente está conformado por más de ochenta), que unen la materia prima proveniente de su

cosecha para comercializarlo en forma común. El grupo es abierto y han desarrollado una estrategia para captar productores ganaderos, a través de un diseño de SSP, que permite mantener el ganado en los predios, aunque el objetivo primordial es la obtención de madera para ser comercializada. Esto determina el predominio, ya mencionado, en esta zona de *E. globulus*, con la paulatina sustitución por *E. smithii* por razones sanitarias, y la presencia de la mayoría de los diseños con callejones más angostos y densidades en el entorno de los 1000 – 1200 árboles por hectárea.

- ❖ El otro, de más reciente aparición, tiene más que ver con productores ganaderos que plantean que su motivación es la diversificación productiva y el bienestar animal. Es en este grupo donde se concentra mayoritariamente la plantación de *E. grandis*, los manejos silviculturales (podas-raleos), los callejones más amplios y por ende las densidades de plantación más bajas.

Diseño de muestreo y metodología para el levantamiento de variables a campo

Tal como fuera planteado en la Propuesta Metodológica para esta consultoría, para el desarrollo de este tema se trabajó en estrecha vinculación con la División Evaluación e Información de la DGF (en la que se ha desarrollado el Sistema de Información Geográfico Forestal-SIGF), para una adecuada combinación de la información registrada y georreferenciada, con las características y desarrollo de la Cartografía Nacional Forestal, la metodología definida para el Inventario Forestal Nacional y el estado de situación de las Bases de datos forestales existentes, llegándose un acuerdo en los resultados obtenidos.

A través de esta tarea pudieron levantarse en forma apropiada los datos dasométricos básicos para, mediante su procesamiento, estimar los volúmenes en pie de los mencionados sistemas silvopastoriles, a partir de los cuales se valoró el contenido de carbono en la biomasa forestal de los mismos (ver ítems específicos).

El objetivo de este ítem fue establecer el procedimiento del trabajo de campo y de gabinete previo, así como las buenas prácticas para la medición de las parcelas temporales de muestreo, en los predios definidos como SSP en el marco del presente trabajo. Se estableció que dentro del universo de casos las mediciones serían realizadas para aquellos predios que contasen por lo menos con cuatro años de crecimiento al momento de la medición, considerando su plantación en el caso de fustales o la última tala rasa en el caso de tallares (año 2016 y anteriores).

Diseño de muestreo

En primer lugar, se analizaron los criterios a considerar para el diseño de muestreo, llegando al acuerdo de que fueran los siguientes:

- Parcelas de áreas variables, dependientes del marco de plantación, del ancho de callejones, del manejo y el porcentaje de árboles en pie (vivos).
- Medir en cada parcela por lo menos en el entorno de 20 árboles con un DAP mayor a los 5 cm.
- Realizar una rodalización considerando los siguientes atributos: especie, año plantación, superficie y diseño.
- Considerar los tipos de suelo en base a Cartografía CONEAT en que están instalados los SSP
- Realizar un análisis de la topografía del terreno.

- No fue definido un error mínimo esperado, en caso de identificar mucha variabilidad in situ y con el objetivo de tener resultados confiables se sugiere realizar un pequeño replanteo en terreno.

A continuación, se describe en forma gráfica los parámetros considerados para la recolección de datos.

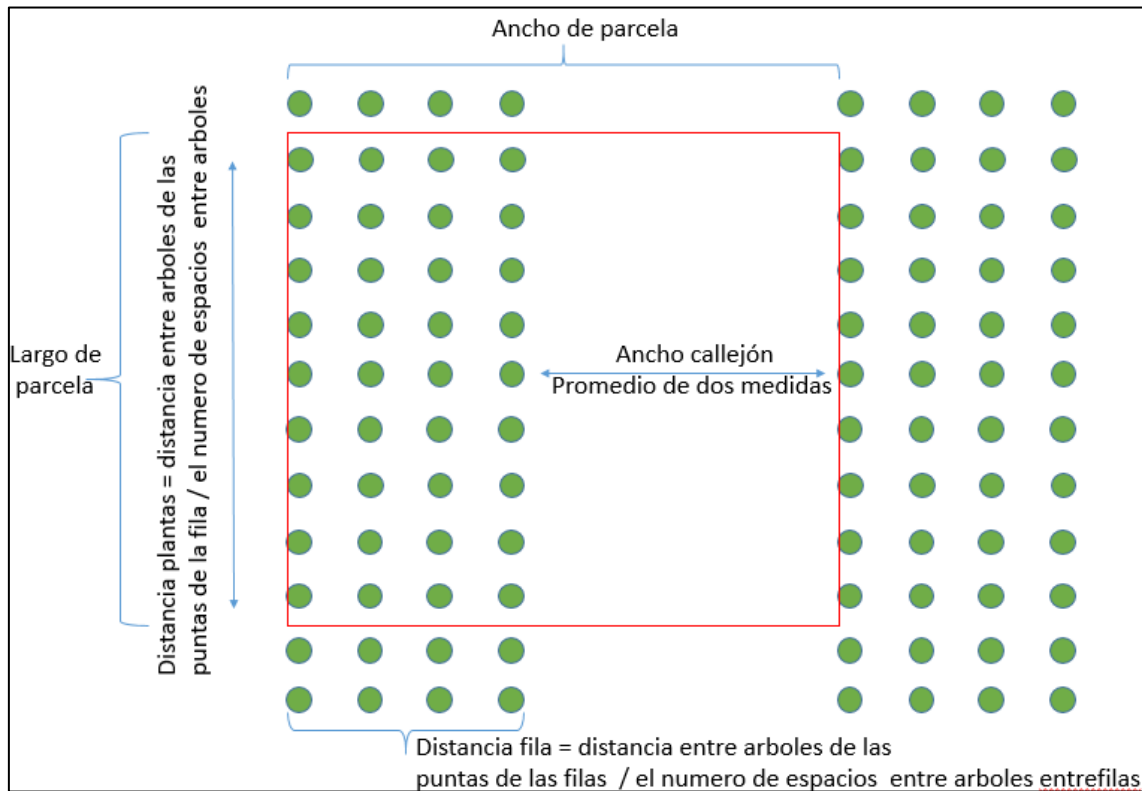


Figura 16: Parámetros considerados para la recolección de datos.

Como se observa en la figura anterior el **largo de la parcela** está definido como el cociente entre la distancia entre los árboles de las puntas de la fila y el número de espacios entre árboles considerando el criterio de medir al menos 25 árboles vivos. El **ancho de la parcela** es la suma del ancho del callejón y las distancias entre filas (el número de filas depende del marco de plantación). La **distancia entre filas** se define como el cociente entre la distancia de los árboles de las puntas de la parcela y el número de espacios entre árboles de las entrefilas. Para el **ancho del callejón** se considera el promedio de dos medidas.

Procedimiento de trabajo

Gabinete

Previo a la salida de campo de campo es necesario realizar una planificación por predio para establecer, en base a los criterios indicados en el diseño de muestreo, el número y ubicación de las parcelas a medir. Esto se realiza en base a la información cartográfica georreferenciada que se ha preparado como parte del presente trabajo y se procede de la siguiente manera:

1. Definir el ámbito geográfico en que se desarrollará la Gira
2. Identificar los predios SSP que se encuentran en la misma. De acuerdo a los criterios de años de crecimientos establecidos anteriormente, definir cuáles de los mismos presentan las condiciones para ser medidos.

3. Analizar en cada predio la diversidad presente en cuanto a especie, año plantación, superficie, manejo silvicultural, diseño espacial, suelos CONEAT y topografía. En base a lo anterior definir el número y ubicación georreferenciada de las parcelas temporales a medir.

4. Establecer la nomenclatura de la parcela (Número consecutivo de la Gira / Número de Predio / suelo CONEAT).

En la siguiente figura se ejemplifica la situación de un predio SSP (Predio 35 a) en el cual se ha realizado el procedimiento precedente y se encuentra en condiciones de integrarse a la Gira de campo.

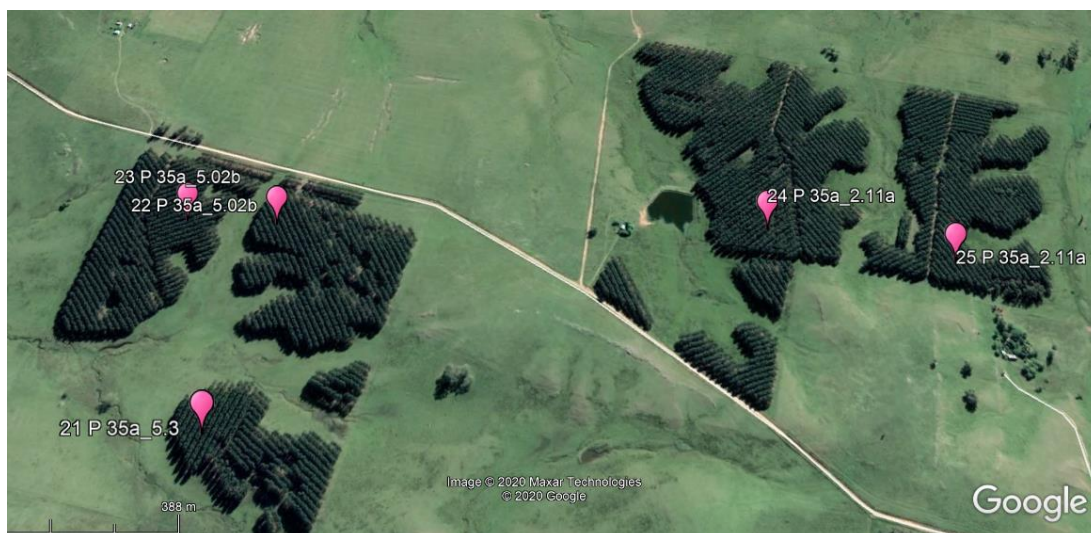


Figura 17: Situación de SSP con procedimiento realizado.

Como puede apreciarse se definieron y georreferenciaron en este predio 5 parcelas, estableciendo un número único para cada una de las mismas para su correcta ubicación en campo, de forma de realizar su medición.

5. Con el conjunto de predios definidos para la gira específica, realizar la carga de todos los datos de georreferenciación en los dispositivos que se llevarán a campo (GPS, Tablet, celular, etc.). Como elemento adicional de apoyo puede realizarse una impresión del predio a una escala que permita tenerlo como soporte gráfico para el desplazamiento en el predio y ubicación de las parcelas.

Campo

Los equipos de trabajo en campo fueron los habituales para las tareas de inventario forestal (2 – 3 personas), para los cuales se dispuso de los Equipos de Protección Personal – EPP correspondientes:

- ✓ Casco
- ✓ chaleco reflectivo
- ✓ Zapatos de seguridad
- ✓ Polainas

Se contó con un botiquín con los correspondientes insumos.

Los materiales y equipos disponibles para el trabajo de campo fueron ser los siguientes:

- 1 Forcípula
- 1 Vertex o Clinómetro
- 1 DME
- Cinta métrica
- Pilas
- Cargador
- GPS
- Tablet con cargador corriente y 12V
- Tabla con planilla papel auxiliar

Se dispuso de una mochila resistente para el transporte de EPP e instrumentos.

El procedimiento de trabajo en cada parcela fue definido de la siguiente manera:

1. Contar número de filas
2. Promediar distancia entre filas
3. Definir número de árboles en la misma fila a medir para llegar al entorno de los 20 árboles en pie medibles. Marcar árboles bordes.
4. Medir ancho de la parcela, considerando que se mide desde la mitad del espacio entre dos árboles.
5. Promediar distancia entre plantas de la misma fila.
6. Tomar dos medidas de ancho del callejón y promediar
7. Calcular o medir largo parcela.
8. Comenzar a medir variables dasométricas (DAP, Ht, y para algunos árboles Altura de copa).
9. Marcación en GPS punto de muestreo de respaldo.
10. Tomar registros fotográficos de la parcela y entorno

Respecto a las mediciones de variables dasométricas y capturas realizadas fueron levantadas mediante un dispositivo con software adecuado a la tarea (ej.: Collect) para su captura y posterior exportación a planillas Excel para su procesamiento. Se contó con respaldo de planillas papel, que permitieron levantar los datos en forma manual, por cualquier inconveniente que surgiera con los dispositivos electrónicos.

Específicamente para el inventario de SSP se acordó el levantamiento de los siguientes datos:

DATOS GENERALES:

Fecha / Nombre del Propietario / Departamento

DATOS PARCELA:

Numero de Parcela / Latitud / Longitud (De acuerdo a lo señalado en punto 9 del procedimiento se realizó marcación GPS de respaldo).

Especie / Número de filas / Promedio de distancia entre filas / Promedio de distancias entre plantas / Promedio de distancia del Callejón / Ancho de la Parcela / Largo de la Parcela.

Raleo: SI / NO Sistemático / Selectivo

Poda: SI / NO Si es SI: Altura de poda

Fustal / Tallar

PARA CADA ÁRBOL PRESENTE EN LA PARCELA

Numero de Árbol / Numero de Vara / Condición * / Diámetro Altura Pecho-DAP 1** / Diámetro Altura Pecho-DAP 2** / Altura total-HT / Altura fuste libre Ramas*** / Estado ****

* Condición: Faltante (F); Muerto (M); En Pie (P)

** Se medirán dos DAP por árbol, uno paralelo y otro perpendicular a la entrefila

*** Se medirán por lo menos seis alturas de árboles en cada parcela

**** Estado: Recto (R); Bifurcado (B); Quebrado (Q).

OTRAS VARIABLES

Con la finalidad de complementar la caracterización de los SSP, a propuesta de la División de Manejo Forestal Sostenible (DMFS) de la DGF, se incorporaron al levantamiento de datos estandarizado las siguientes variables:

1. ESTADO GENERAL PLANTACIÓN:

Describe el estado general en el que se encuentra la plantación en cuanto a mantenimiento de cortafuegos, presencia de sotobosque, regeneración, malezas, enfermedades, daños causados por plagas, factores climáticos, así como al manejo silvicultural.

La variable cuenta con 3 niveles de referencia: Bueno / Regular / Malo, cada uno correspondiente a:

1-Bueno: No presenta mayor desarrollo de sotobosque, regeneración o malezas; no se observan individuos con problemas sanitarios (no se evidencian daños causados factores bióticos (ej.: canchales en fuste, manchas foliares, etc.) y/o abióticos (Ej. Evidencia de fuego, viento, helada, granizo)

2- Regular: Presenta algunos de los siguientes factores: existe desarrollo de sotobosque, regeneración o malezas; se observa individuos con problemas sanitarios (se evidencian daños causados factores bióticos o abióticos).

3- Malo: Existe desarrollo de sotobosque, regeneración y malezas; se observan individuos con problemas sanitarios (se evidencian daños causados factores bióticos o abióticos).

2. GRADO DE COBERTURA DE COPAS (%)

Se referencia a la proyección vertical de las copas de los árboles como porcentaje total del área correspondiente a los siguientes niveles:

Grado 0: No hay árboles

Grado 1: < 5 % Muy pocos árboles

Grado 2: 5 – 10% Cobertura esparcida de árboles

Grado 3: 10 – 40% Cobertura muy dispersa de árboles

Grado 4: 40 – 70% Cobertura dispersa de árboles

Grado 5: > 70% Espesa cobertura de árboles

Grado de Cobertura herbácea (%)

3. PROYECCIÓN VERTICAL DE LAS PLANTAS HERBÁCEAS COMO PORCENTAJE TOTAL DEL ÁREA:

Corresponde a la proyección vertical de las plantas herbáceas como porcentaje total del área, en los siguientes niveles de referencia:

Grado 0: No hay cobertura herbácea

Grado 1: < 5 % Muy pocas plantas herbáceas

Grado 2: 5 – 10% Cobertura esparcida de plantas herbáceas

Grado 3: 10 – 40% Cobertura muy dispersa de plantas herbáceas

Grado 4: 40 – 70% Cobertura dispersa de plantas herbáceas

Grado 5: > 70% Espesa cobertura de plantas herbáceas

Como propuesta optativa también fue planteado, la aplicación del Método Daubenmire. Consiste en determinar la Cobertura Herbácea adaptado para las parcelas silvopastoriles, usando un cuadrante de 20 x 50 cm, la cual es lanzada de forma aleatoria, tres veces en las entre filas y tres veces en el callejón de la parcela. Se realiza la medición de la cubierta del dosel herbáceo en el suelo utilizando un rango de referencia entre 0 y 100% (donde 0, significaba suelo desnudo y 100%, suelo completamente cubierto por cobertura herbácea). En forma complementaria se realiza un registro fotográfico del cuadrante, para posterior análisis en detalle (Coulloudon, et al.1999, Booth, et al. 2006)⁴¹.



Fig. 18: Método Daubenmire

⁴¹ Coulloudon, B., Eshelman, K., Gianola, J., Habich, N., Hughes, L., Johnson, C., & Willoughby, J. (1999). Sampling vegetation attributes: interagency technical reference. Bureau of Land Management, Washington, DC, USA

Resultados de la estimación de los volúmenes en pie

En base a la metodología propuesta para el levantamiento de variables a campo en SSP (ver ítem *Diseño de muestreo y metodología para el levantamiento de variables a campo*), se planificaron y realizaron tres giras de medición, con la participación de técnicos de las Divisiones Evaluación e Información y Manejo Forestal Sostenible de la DGF, de la Dirección de Cambio Climático del MA y del equipo consultor, de acuerdo al siguiente detalle:

Tabla 13: Cronograma y alcance Giras de Campo (predios visitados)

Fecha	Departamentos	Predios	Puntos muestrales
16 - 20 nov 2020	Florida - Lavalleja - Treinta y Tres	9	26
1 - 3 dic 2020	Maldonado - Rocha	3	13
19 - 20 ene 2021	Florida - Tacuarembó	2	8
Total		14	47

Previo a cada gira se definieron, por parte de la División Evaluación e Información de la DGF, dentro de las regiones seleccionadas, los predios a los que se concurriría (teniendo en cuenta lo definido respecto a que contasen con cuatro años de crecimiento como mínimo) y dentro de ellos se georeferenciaron los puntos muestrales a relevar.

La siguiente figura ilustra un plano parcial de PM correspondientes a las giras 1 y 2.

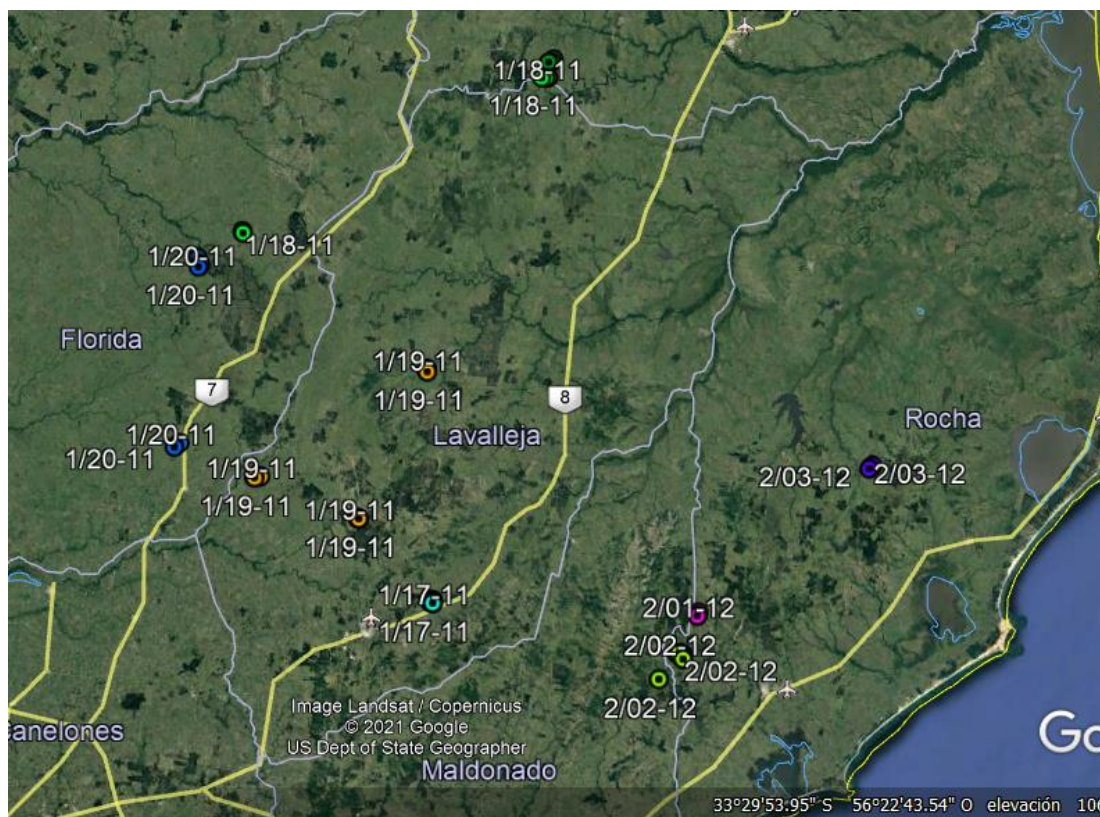


Figura 19: Puntos muestrales (parcial) Giras de campo 1 – 2

En cada uno de los PM se relevaron los datos generales y dasométricos definidos, los que fueron capturados mediante el software Collect, exportándose posteriormente a planillas Excel.

Para realizar el cálculo de Volúmenes por estrato, el primer paso fue, para los predios inventariados, asumir un Factor de Forma – FF⁴², ya que no se disponía de datos de cubicación de las plantaciones seleccionadas. A tales efectos la División Evaluación e Información de la DGF proporcionó FF representativos de algunas de las especies y diámetros relevados y el consultor aportó estudios de cubicación producto de inventarios forestales desarrollados en la región. A partir de esa base de datos se asignó a cada estrato inventariado, teniendo en cuenta su especie y diámetro, el FF que se consideró más adecuado. En el siguiente cuadro se presentan, en forma general los rangos de factores de forma utilizados.

Tabla 14: Factores de Forma asignados por especie

Especie	FF
E. dunnii	0,311 - 0,419
E. globulus	0,369 - 0,463
E. grandis	0,458 - 0,480
E. maidenii	0,345 - 0,451
E. smithii	0,345 - 0,372

En los estratos inventariados, una vez definido el FF, se calculó el Área Basal – AB (m²)⁴³ y el Vol_{total} – Vol_{total} del PM (m³), expandiendo este último a la hectárea y calculando el Incremento Medio Anual - IMA (m³/ha/año). Finalmente, con la superficie del estrato se calculó el Volumen total del mismo.

⁴² Representa la relación que existe entre el volumen desconocido de un fuste y el de un cilindro de igual base y altura. Permite la corrección del volumen calculado con el Área Basal y la altura acercándolo a la realidad de la forma más o menos cónica que presentan los fustes.

⁴³ Suma por unidad de superficie de todos los fustes a nivel del DAP

Una vez obtenido el volumen de aquellos estratos (trece) de los cuales se disponía de inventario, era necesario, para el cálculo de la totalidad del volumen en pie de los SSP, expandir los resultados a los predios no visitados los que, de acuerdo a los criterios definidos (*Diseño de muestreo y metodología para el levantamiento de variables a campo*) eran aquellos que al momento de elaboración de la línea de base no contaban con cuatro años de crecimiento⁴⁴, a los cuales se agregaron algunos estratos por razones logísticas (tiempo disponible para realizar los muestreos, ratificación de los predios como SSP en etapas finales del estudio).

En acuerdo con la división Evaluación e Información de la DGF se realizaron los siguientes supuestos:

- A los estratos plantados en 2020 no se les asigna volumen.
- Para los restantes se estimó un IMA basado en:
 - ✓ Promedio diseños SSP similares de la misma especie (priorizando los del mismo predio si existían)
 - ✓ Promedio inventarios de la especie realizados en la zona, en situaciones de tipo de suelo, manejo (fustal – tallar) y topográficas lo más similares a las del estrato en consideración.

Con los mencionados criterios se estableció un IMA para cada estrato no inventariado mediante el cual con los datos de edad y superficie se calculó el Volumen total de los mismos.

En el siguiente cuadro se presentan los valores de IMA utilizados por edad.

Tabla 15: IMAs asignados por especie y manejo

Especie	Estado	IMA (m3/ha/año)
E. benthami	fustal	19,50
E. dunnii	fustal	12,81
E. globulus	fustal	18,52
E. globulus	tallar	16,67
E. grandis (1)	fustal	3,33 - 15,81
E. maidenii	fustal	9,16 - 17,50
E. maidenii	tallar	14,38 / 17,50
E. smithii	fustal	23,75

(1) Los bajos valores se justifican por tratarse mayoritariamente de plantaciones de 1 año y a densidades muy bajas.

Una vez calculados todos los volúmenes se incorporaron a la mencionada planilla de volúmenes por estrato.

La síntesis de resultados es la siguiente:

⁴⁴ Se relevaron PM en tres estratos con tres años de crecimiento, en dos casos por encontrarse en un predio con otros de más de cuatro años y en un caso por ser un predio lindero a otro donde se efectuaron mediciones y presentar un excelente estado de crecimiento.

Tabla 16: Volúmenes en pie casos SSP por edad

Edad (años)	Vol (m3)	Porcentaje	Vol (m3) - Franjas edad	Porcentaje - Franjas edad
0	0,00	0,00%	96.376,70	19,72%
1	11.475,13	2,35%		
2	26.578,30	5,44%		
3	58.323,26	11,93%	263.023,00	53,81%
4	26.914,36	5,51%		
5	51.722,33	10,58%		
6	10.476,84	2,14%		
7	17.571,19	3,59%		
8	114.897,58	23,51%		
9	41.440,69	8,48%	129.391,66	26,47%
10	26.937,62	5,51%		
11	76.888,10	15,73%		
12	18.933,01	3,87%		
13	6.632,94	1,36%		
Total	488.791,36		488.791,36	

Se destaca que, teniendo en cuenta las edades promedio de cosecha señalados por los responsables de los predios (10 -12 años), un 26,47 % ha llegado o sobrepasado el mismo, por lo que es de esperar que en 2022 gran parte de ese volumen sea procesado. Si se adiciona los estratos que en ese momento alcanzarán 10 de edad (8 – 9 años en el momento del estudio) el porcentaje alcanza casi un sesenta por ciento (58,46%). Es esperable entonces que entre 2022 y 2023 el volumen total descienda sustancialmente, ya que las plantaciones más jóvenes no podrán compensarlo, por superficie y adicionalmente porque las más nuevas han sido plantadas a bajas densidades y por lo tanto representan menores volúmenes por hectárea. De todas maneras atendiendo a lo manifestado por propietarios y técnicos, prácticamente todos los estratos cosechados o a cosechar en lo inmediato⁴⁵, mantendrán la característica de caso SSP (con manejo de talleres o reforestación), por lo que el flujo de volumen en el futuro se recompondrá.

En cuanto a la fracción (19,72%) que representan las plantaciones más jóvenes (1 a 3 años) puede estimarse que con la asignación de IMAs realizada (promedio aplicado igualitariamente para cada año) existe una cierta sobreestimación del volumen. Normalmente en los inventarios comerciales en esos estratos no se realizan mediciones ni cálculo de volúmenes, por lo que el respaldo de datos es escaso para evaluarlo. De todas formas, con algunos modelos de empresas forestales con que se contó para comparar, esa sobreestimación existe, por lo que en próximas actualizaciones del inventario de volúmenes de casos SSP, podría profundizarse en el tema.

⁴⁵ Con excepción de la mencionada empresa forestal que decidió realizar una pequeña parte de su patrimonio con diseño SSP (representa un 6,96% del volumen de la línea de base) que comunicó que cosechará en 2022 y reforestará con plantaciones comerciales convencionales.

Respecto a la distribución del volumen por especie, la situación se presenta en el siguiente cuadro:

Tabla 17: Volúmenes en pie casos SSP por especie

Especie	Vol (m3)	Porcentaje
E. benthamii	4.384,77	0,90%
E. grandis	17.743,51	3,63%
E. dunnii	30.751,18	6,29%
E. smithii	58.058,06	11,88%
E. maidenii	64.408,67	13,18%
E. globulus	313.445,17	64,13%
Total	488.791,36	

Es notorio el peso (64,13%) de *E. globulus* lo que se explica por la superficie que ocupa la especie, presentado en la caracterización de casos, a lo que se une que gran parte de las plantaciones de dicha especie se encuentran en los estratos de mayor edad de la caracterización. Dejando de lado *E. benthamii*, que representa una experiencia puntual, en el otro extremo se encuentra *E. grandis*, producto de una baja superficie plantada y que se trata de diseños con una menor cantidad de árboles / ha, ya que su objetivo productivo es la obtención de materia prima para la industria del aserrío y el debobinado, por lo que se pretende concentrar el volumen en los mejores árboles, lo que obviamente redundará en un menor volumen por hectárea.

En el ítem correspondiente se desarrollará cómo, a partir de estos datos y aplicando la metodología acordada, se estima el contenido de carbono en la biomasa forestal de los SSP.

Resultados del levantamiento de variables no dasométricas

Conjuntamente con el levantamiento de los datos para cálculo de volumen y a propuesta de la División MFS de la DGF, se colectaron tres variables adicionales, i) Estado general; ii) grado de cobertura de copa y iii) grado de cobertura herbácea. Paralelamente se probó la aplicabilidad del Método Daubenmire para determinar la Cobertura Herbácea adaptado para parcelas silvopastoriles (ver *Diseño de muestreo y metodología para el levantamiento de variables a campo*).

A continuación, se presenta un resumen de los resultados y comentarios generales sobre los mismos proporcionados por la citada División de la DGF:

El total de especies identificadas en el relevamiento de campo fue de 5, pertenecientes al género Eucalyptus y se dividieron entre las siguientes especies en el total de parcelas realizadas: en el 28% de los casos fue E.dunnii, 21 % E.maidenii, 19 % E.globulus, 19 % E.grandis y 13 % E.smithii.

Para la variable estado general, se observó que en el 83 % de las parcelas realizadas, los SSP se identificaron como bueno. El 17 % de las parcelas realizadas, presentaron un estado regular. No se identificaron situaciones, en ninguna de las parcelas relevadas con estado general, malo.

Tabla 18. Estado general plantaciones – Puntos Muestrales SSP

Estado general				
	Bueno	Regular	Malo	Total
Total de parcelas realizadas	39	8	0	47
%	83	17	0	100

Para la variable, grado de cobertura de copa (%), se puede observar que el 60 % de las parcelas realizadas, fueron clasificadas como Grado 4, señalando una cobertura dispersa de la copa de los árboles en la parcela, ocupando una superficie en el rango entre el 40% y el 70%. Por otra parte, el 23 % de las parcelas realizadas, se clasificó con Grado 3, la cual establece un rango de cobertura de las copas entre el 10% y el 40%, indicando una cobertura muy dispersa de la copa de los árboles en la superficie. Por último, el 17% de las parcelas, presentaron un grado de nivel 5, el cual indica un nivel de cobertura de copa espesa, mayor al 70 %. No existieron registros de grados menores a 3.

Tabla 19 Porcentaje cobertura de copa – Puntos Muestrales SSP

% de copa presente							
	0	1	2	3	4	5	Total
Total de parcelas realizadas	0	0	0	11	28	8	47
%	0	0	0	23	60	17	100

Para el grado de cobertura herbácea (%), se observó que 38 % de las parcelas realizadas, se clasificaron con grado 4, el cual indica una cobertura dispersa de las plantas herbáceas, en un rango entre el 40 % y el 70 % de cobertura del suelo. El 26 % de las parcelas realizadas se clasificaron con grado 3, el cual indica una cobertura muy dispersa de plantas herbáceas, en un rango de cobertura del suelo entre el 10 % y el 40 % de la superficie. El 21% de las parcelas realizadas, se clasificaron con grado 5, indicando una cobertura muy dispersa de plantas herbáceas, en un rango entre el 10 % y el 40 % de la superficie del suelo. El 11% de las parcelas, presentó cobertura esparcida de plantas herbáceas, en un rango entre el 5 % y el 10 % de la superficie del suelo. Por último, el 4% de las parcelas se clasificó con grado 1, muy pocas plantas herbáceas, en un rango de cobertura menor al 5 %. No se identificaron coberturas herbáceas con grado 0.

Tabla 20 Porcentaje cobertura herbácea – Puntos Muestrales SSP

Cobertura Herbácea							
	0	1	2	3	4	5	Total general
Total de parcelas	0	2	5	12	18	10	47
%	0	4	11	26	38	21	100

Los comentarios generales indican:

El objetivo de implementar estas tres variables durante el inventario en los SSP, fue complementar la información dasométrica relevada en cada una de las parcelas. Asimismo, lograr incorporar variables que aporten a la caracterización de los SSP en forma primaria. Considerando aspectos básicos y esenciales, transmitiendo el estado de los componentes pastura y arbóreo.

En la mayoría de los predios visitados, el estado general de las plantaciones bajo los SSP fue bueno. Muy pocos casos presentaron un estado regular. No se encontraron situaciones en las cuales se identificarán plantaciones en mal estado. Es importante remarcar, que, si bien en muchos casos el estado general fue clasificado como bueno, esto no descarta que no existiera en lugares puntuales de la plantación, la presencia de algunas malezas. Lo mismo ocurrió para los aspectos sanitarios evaluados. Se pudo evidenciar que existía la presencia de problemas sanitarios en algunos individuos puntuales, por ejemplo: canchales en fuste, manchas foliares, etc.

El grado de cobertura de copa observado osciló desde muy dispersa a espesa. No se encontraron niveles de cobertura de copa que fueran bajos.

El grado de cobertura herbácea varió desde situaciones con muy pocas plantas herbáceas, hasta casos en donde se observó un nivel de cobertura espesa. En este sentido, cabe mencionar que el relevamiento fue realizado durante el período de verano, por lo cual se debería contemplar en futuros trabajos, el efecto de la variación estacional. Otro factor a tener en cuenta, es el tipo de manejo ganadero en el predio (especies, categorías, rotaciones, cargas, etc) variables que fueron consideradas en la información general de caracterización de los SSP, pero no así su efecto al momento de relevar la cobertura herbácea existente.

Si bien se pudo observar a campo como los tres indicadores en general, son modificados dependiendo de: la especie, marco de plantación, las podas y raleos, etc. Se plantea la necesidad de continuar con estudios comparativos entre los diversos SSP a nivel de la academia, así como incorporar más variables que aporten a la caracterización de estos modelos productivos.

Por último, los resultados del método Daubenmire, no se presentarán en esta instancia, debido a que necesitan una posterior evaluación de los datos de campo, conjuntamente con las imágenes digitales, por parte de los técnicos expertos en pasturas.

Metodología de cálculo de las existencias de carbono

Se estimó el stock de carbono almacenado en la biomasa forestal aérea y subterránea de los SSP estudiados de acuerdo al método propuesto en las Directrices del IPCC de 2006: Método de Diferencia de Existencias⁴⁶ en consonancia con el utilizado a nivel nacional para los reportes de emisiones de GEI⁴⁷. Dado que en este caso se pretende estimar el stock de carbono de la biomasa forestal al momento del muestreo, es decir el carbono acumulado en la biomasa viva desde la plantación hasta la actualidad, para los cálculos se consideró que el stock de carbono en el *tiempo inicial* (t_0) es igual a cero.

Tal como lo establece el IPCC 2006 en su Vol. 48, la elección del nivel de complejidad (Tier) que se utilizó para la estimación de carbono se basó en la naturaleza de la información disponible en el país. De esta forma, algunos de los parámetros utilizados fueron ajustados a la realidad nacional o país específico en caso de estar disponibles y otros fueron valores por defecto provistos por el IPCC, por lo que el método utilizado puede ser considerado Nivel 2.

A partir de los volúmenes venables o de fuste (m^3/ha) estimados con las variables dasométricas relevadas a campo y la cartografía elaborada se utilizó como referencia la ecuación 2.8 (b) del IPCC (2006) para estimar las existencias de carbono de la biomasa viva (aérea y subterránea):

$$C = \sum_{i,j} \{A_{i,j} \cdot V_{i,j} \cdot BCEF_{S_{i,j}} \cdot (1 + R_{i,j}) \cdot CF_{i,j}\}$$

Donde A es área del rodal

V es volumen venable o de fuste en m^3/ha

R es la relación parte aérea/raíz

CF es la fracción de C de la materia seca

BCEFs es el factor de expansión y conversión de volumen a biomasa calculado como BEF x D. Se acordó usar BEF genérico y multiplicarlo por la D de cada especie para tener un BCEF específico para cada variedad.

Los datos utilizados fueron los siguientes:

- Volumen de las existencias fustales ($m^3 ha^{-1}$) calculados a partir de los relevamientos de predios realizados.
- Valores de densidad básica de la madera (D) por especie. Los valores de D para las distintas especies forestales comerciales provinieron de fuentes de información nacionales⁴⁸. El factor promedio es de 0,47 ton m.s./ m^3 de volumen fresco para el caso de *Eucalyptus* fue utilizado para aquellas variedades para las que no se cuenta con valor específico.
- Factor de Expansión de Biomasa (BEF), para expandir el volumen venable a volumen total de la biomasa aérea. Se utilizó un valor por defecto provisto en las Orientaciones de Buenas

⁴⁶ https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_02_Ch2_Generic.pdf

⁴⁷ <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/inventarios-nacionales-gases-efecto-invernadero-ingei>

⁴⁸ Doldán, J., Fariña, I., Tarigo, F.2008. Utilización de *Eucalyptus* spp. Alternativas de plantaciones uruguayas para pulpa Kraft. Presentado en el V Congreso Iberoamericano de Investigación en Celulosa y Papel. Guadalajara, México.

Prácticas para LULUCF del IPCC de 2003 y utilizado en el INGEI 2017 de Uruguay (incluido en el Tercer BUR presentado ante la CMNUCC en diciembre 2019). BEF = 1,2. .

- Relación parte aérea / raíz (R), a los efectos de incluir la estimación del contenido de carbono en la biomasa radicular. Se utilizó un valor por defecto provisto por las Directrices del IPCC de 2006 y utilizado en el INGEI 2017 de Uruguay (incluido en el Tercer BUR presentado ante la CMNUCC en diciembre 2019). R = 0,2.

A los efectos de que el reservorio de C de la biomasa forestal de los SSP pueda ser comparado con los valores reportados en los inventarios nacionales de GEI, se presentan los valores de carbono estimados convertidos a unidades de emisión de CO₂.

Materia Orgánica Muerta y Materia orgánica del suelo.

Adicionalmente, fueron realizadas estimaciones de las existencias de carbono en los reservorios MOM y MOS en Tier 1. Los SSP podrían ser reportados como una subcategoría de los INGEI y en tal sentido es interesante contar con dichos datos para su análisis. Para la MOM se consideró el valor por defecto del IPCC (2006) de 13 tonC ha⁻¹ para *Eucalyptus*. En el caso de la MOS asumiendo que los factores de cambio para forestación son iguales a 1 (como en el inventario) se consideró que el contenido de C del suelo en equilibrio en tierras forestales es igual al SOC_{ref} (55tonC ha⁻¹). Cabe aclarar que esto puede sobreestimar el contenido de C en los casos de las plantaciones jóvenes, ya que el equilibrio se logra al cabo de 20 años, pero es el mejor valor con el que se cuenta al día de hoy.

Contenido de carbono en la biomasa forestal de los SSP

A continuación, se presentan las estimaciones del contenido de carbono en la biomasa aérea y subterránea de los SSP calculados según la metodología descrita.

Como puede observarse en la Tabla 21 los stocks de carbono de biomasa forestal se muestran discriminados para los bosques menores de 4 años y para los mayores o iguales a esta edad. El motivo de esta división fue discutido en la sección correspondiente a las estimaciones de volumen de biomasa aérea. Dada la relación lineal entre el volumen de biomasa aérea y el carbono total de la biomasa forestal, las estratificaciones y análisis realizados para aquella variable son aplicables al contenido de carbono en biomasa de los SSP estudiados.

Tabla 21: Stocks de carbono en biomasa forestal de los SSP estudiados.

Categoría	C = total de carbono en biomasa (ton C)	ton CO ₂
Bosques menores de 4 años	36.241,58	132.885,79
Bosques mayores o iguales a 4 años	153.078,54	561.287,97
Total de carbono en biomasa	189.320,12	694.173,76

Las remociones brutas de carbono para la biomasa forestal de los SSP considerados en este estudio, a lo largo de todo su ciclo de vida a partir del año de plantación de cada rodal hasta el momento actual, representó un total de 694,2 Gg CO₂.

Se destaca que, teniendo en cuenta las edades promedio de cosecha, es de esperar que en 2022 gran parte del volumen en pie cuantificado sea procesado (alrededor de 58,46%). Es esperable entonces que entre 2022 y 2023 el volumen total descienda sustancialmente, ya que las plantaciones más jóvenes no podrán compensarlo, por superficie y adicionalmente porque las

más nuevas han sido plantadas a bajas densidades y por lo tanto representan menores volúmenes por hectárea.

Conclusiones y recomendaciones

El presente trabajo contribuye a una primera aproximación para determinar la superficie bajo SSP y una estimación de su contribución a mantener el stock de CO₂, así como proponer recomendaciones para el seguimiento continuo de la superficie total del país SSP para integrarlo al sistema de MRV de la CDN de Uruguay.

Se encontró una opinión generalizada entre los productores ganaderos entrevistados, en que existe poca información sobre recomendaciones de manejo animal dentro de los SSP, más allá de los conocidos beneficios en referencia al bienestar animal (sombra y abrigo), no se identifica una referencia técnica clara sobre criterios de manejo y recomendaciones técnicas para este tipo explotaciones.

El punto anterior puede explicarse a partir de la falta de liderazgo por parte de las instituciones técnicas, la academia y el gobierno para posicionarse ante esta forma de producción y generar conocimiento nacional para promover un tipo de SSP viable económica y ambientalmente para las condiciones de nuestro país.

Como se indicó en la sección correspondiente, es esperable el descenso del volumen en pie hacia 2022 – 2023, es crucial tener en cuenta este aspecto a la hora de planificar las acciones y políticas para el cumplimiento de los compromisos asumidos por el país.

No obstante, la decisión de avanzar en la adopción de metodologías y el desarrollo de sistemas que permitan hacer un seguimiento sobre la contribución de esta actividad en términos de mitigación, debe ser una decisión basada en la representatividad de las emisiones de GEI generadas por el sector al cual pertenece y basada en un compromiso político para promover este tipo de sistemas de producción.

No se han definido claramente las reglas de contabilidad que faciliten generar un reporte coherente de la contribución de estos sistemas en el marco de los INGEI evitando la doble contabilidad. Se debe tener en cuenta que del área total de casos integrada en este estudio (6.392,57 ha) una superficie de 4.002,07 ha aparecen en la Cartografía Forestal Nacional 2018, por lo que hay un área que ha sido considerada ya en los reportes de GEI.

En cuanto a los modelos identificados que no fueron integrados al presente trabajo, en función de los consensos alcanzados con los actores de interés y las CT, (acuerdos empresas forestales - productores ganaderos y pastoreo en bosque nativo con manejo), si bien la información recabada es muy preliminar, aparecen como de alto interés para seguir profundizando.

Se plantean las siguientes recomendaciones para el seguimiento continuo de la superficie total de los SSP en el país para integrarlo al sistema de MRV de la CDN de Uruguay:

- Generar una hoja de ruta a corto-medio plazo para incorporar estos sistemas como categoría dentro del sistema de registros de la DGF, así como un ámbito de trabajo interinstitucional coordinado y generar conocimiento que permita determinar orientaciones técnicas para reducir las brechas de conocimiento existentes.
- Promover la participación de actores clave: academia, centros de investigación, asociaciones de productores, federaciones, sector público y privado (en proceso), con el objetivo de robustecer la cuantificación e identificar las brechas de información (específicamente en FE).

- Si bien el nivel de detalle exigido al sistema MRV de los SSP, considerando el error que éste pueda aportar a la cuantificación total, permite un margen considerable de incertidumbre, para la realización de las estimaciones es importante avanzar en un sistema que permita alcanzar en forma ordenada los Datos de Actividad de los SSP y Factores de Emisión nacionales.
- De esta forma se entiende interesante avanzar con los cálculos en un tier 2 de MOM y MOS para entender en mayor profundidad los aportes diferenciales de los distintos reservorios de carbono en los distintos tipos de sistemas y manejos. Contar con estimaciones específicas de MOM y MOS en SSP puede tener múltiples usos como: mejorar los INGEI y próximas NDC, diseño de estrategias climáticas de largo plazo. Contar con un dato de stock total de C de estos sistemas puede permitir posicionar a estas alternativas tanto hacia adentro como hacia afuera del gobierno para el diseño de políticas de fomento.

Como actividades específicas para continuar trabajando en los avances logrados en la presente consultoría, se recomienda:

1. Mantener actualizada la superficie forestal bajo estos sistemas. La DGF a partir de la experiencia acumulada en este trabajo, deberá combinar esfuerzos internos (definiendo un/a profesional responsable del tema) para anualmente revisar la aparición de nuevos casos de SSP y el mantenimiento de los existentes que llegan a turno de cosecha. Es fundamental también para esto mantener el contacto con todos los informantes que han participado en el logro de los resultados de esta consultoría para dar seguimiento a los procesos iniciados y a los casos detectados.
2. Mantener el monitoreo de parcelas de campo realizadas a partir de las cuales se estima el contenido de carbono en biomasa de los SSP. Para esto como primera etapa elaborar un cronograma para incorporar mediciones en aquellos casos identificados, pero que a la fecha aún no han llegado a la edad determinada para su medición. Esto es muy importante porque, como se ha mencionado, casi un 30% de la superficie de la línea de base no supera los 4 años y de ellos casi la mitad presenta diseños muy novedosos, sobre todo en lo que refiere a ancho de callejones, respecto a lo que tradicionalmente se venía utilizando en el país. Por otra parte, y de acuerdo a los recursos humanos y materiales disponibles, establecer otro cronograma para, en un plazo de dos años, repetir mediciones en los predios ya monitoreados, de acuerdo a una selección que tenga como base el diseño espacial de los mismos.
3. Generar una mesa de diálogo interinstitucional, tomando como base la desarrollada durante el proceso de elaboración de una definición consensuada de SSP. El objetivo debería ser seguir avanzando en el estudio del tema y profundizar respecto a otros modelos que, como se ha señalado, hoy quedaron fuera del estudio, pero que pueden llegar a incorporarse. Por otro lado, que se discuta en profundidad metodologías de cuantificación apropiadas y brechas de información existentes (por ejemplo: factores de emisión de algunas variedades utilizadas en este tipo de sistemas). Las características de esta plataforma de diálogo, formalidad y liderazgo de la misma deberán ser discutidas y resueltas entre los actores institucionales (públicos y privados) que tengan interés en participar en la misma.

4. Establecer líneas de trabajo referente a los fomentos, alianzas y otros formatos de integración forestal - ganadera, siguiendo la ruta iniciada con este trabajo (definición de SSP, caracterización y cuantificación de los mismos), debido a que la primera prospección los ubica como de interés en el camino para aumentar su número y superficie en el marco del objetivo de mitigación condicional.

Tanto para el ítem 1 como para el 2 se sugiere mantener los procedimientos llevados a cabo en el presente trabajo de forma de tener continuidad en los registros y, por ende, en los resultados a lo largo del tiempo.