



Universidad Nacional del Litoral  
Facultad de Ciencias Agrarias

**Oportunidades de negocios para la producción silvopastoril certificada,  
integrada y sustentable en el centro-norte santafesino**

Mansilla, Mayco Elián

Trabajo Final Integrador presentado como requisito parcial para optar por el título de  
Magister en Negocios Agroalimentarios

Director: M.Sc. Oscar Osan

Codirectora: Dra. Jonicélia Araujo

Julio de 2021  
Esperanza, Santa Fe, Argentina

## **Dedicada**

A mi familia, a mi abuela, a mis tíos, a la memoria de mis bisabuelos que me inculcaron los valores del trabajo, la decencia y la vocación de servicio. Quienes hicieron esfuerzos enormes para que pueda ser el primer universitario en la familia. Mis logros son de ellos.

A mi sobrina y a mi ahijado.

A mis amigos y amigas de la infancia, de la escuela, del fútbol, de la Universidad, de la política, de las instituciones, a todos quienes se cruzaron en mi camino y acompañaron todos estos años.

A la Universidad pública. A todos los hombres y mujeres que la construyen desde 1918, y la seguirán construyendo, por darle la posibilidad a jóvenes como yo de acceder a la misma, que de otra manera no hubiéramos podido hacerlo.

A los docentes y profesores desde jardín a la Universidad, que con su gran vocación dejaron enseñanzas en mí, me formaron como persona y profesional. Sin ellos tampoco hubiera llegado hasta aquí.

*"Siempre he creído que toda realidad futura se eleva sobre cimientos de ideales y utopías. Sin duda, soñar es tarea fecunda. Dejaría de existir si no tuviera por delante desafíos que involucren por sobre todas las cosas, contribuir dentro y fuera de mi profesión al desarrollo ético del hombre". René Favaloro (Conferencia "Ciencia Educación y Desarrollo", Universidad de Tel Aviv, mayo de 1995).*

## **Agradecimientos**

A Enrique Mammarella, Adrián Bollati, Eduardo Matozo, Gustavo Menendez, Julio Tallin, Daniel Scacchi, entre otros, por haberme apoyado para realizar la Maestría.

Al equipo de la Maestría por haber generado esta propuesta tan enriquecedora, especialmente a Oscar, Isabel y Noelia que nos acompañaron siempre.

A mis directores Oscar y Jonicélia por la guía y el seguimiento de este trabajo.

A la gran cantidad de expertos que colaboraron con la tesis a través de las entrevistas y desarrollaron trabajo que usé como cita.

A los profesores y compañeros de Maestría, que hicieron que el cursado sea un placer.

A Paula por su gran ayuda incondicional.

A Erika Bieri por su colaboración en el Abstract.

A Matías Nardelli y los hermanos Roskopf por brindarme alojamiento cada fin de semana de cursada y su amistad permanente.

A maestros y amigos como Fernando Ruiz Toranzo, Pablo Nardone, Fernando Vilella y Alejandro Saavedra.

A Aapresid por haber confiado en mí y permitirme comenzar a aplicar gran parte de todo lo que aprendí en este posgrado. Al igual que a los equipos de la Diplomatura de Bionegocios Sostenibles de la UBA y de Bioeconomía de la FCA-UNL por la oportunidad de hacer docencia que tanto placer y honra me generan.

A José Alonso, Federico Vionnet, Facundo Ferraris, Nicolás Alzugaray y socios de Aapresid que confían en este proyecto y me permiten soñar con hacerlo realidad.

## CONTENIDO

Dedicatoria.....	I
Agradecimientos.....	I
Índice.....	III
Índice de figuras.....	V
Índice de tablas.....	V
Abreviaturas.....	VI
Resumen.....	VIII
Abstract.....	IX

## TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	1
2. Objetivos .....	2
3. Marco teórico y metodología .....	3
2.1. Marco teórico .....	3
2.2. Metodología, técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	10
4. Desarrollo .....	14
4.1 Descripción del negocio .....	14
4.2.1. Madera de Eucaliptus de calidad .....	15
4.2.2. Biomasa forestal con fines energéticos .....	16
4.2.3. Carne certificada de calidad .....	16
4.3. Mercado de los diferentes productos .....	17
4.3.1. Mercado Mundial de productos forestales .....	17
4.3.2. Mercado Nacional de los productos forestales .....	19
4.3.3. Mercado de productos forestales en la Provincia de Santa Fe.....	23
4.3.4. Mercado de la biomasa forestal para bioenergía.....	26
4.3.5. Mercado Mundial de la Carne.....	29
4.3.6. Mercado Nacional de Carne .....	31
5. Implementación .....	33
5.1. Sistemas integrados: Sistema Silvopastoriles.....	33
5.2. Elección del lugar.....	35

5.2.1. Caracterización edafoclimática del Centro-Norte de la Provincia de Santa Fe .....	37
5.3. Planteo técnico .....	40
5.3.1. Componente forestal .....	40
5.3.2. Componente herbáceo .....	44
5.3.3. Componente animal.....	46
5.4. Prácticas de manejo .....	47
5.4.1. Manejo del Pastoreo .....	47
5.4.2. Raleos y podas .....	48
5.5. Productividad .....	49
5.5.1. Producción forestal anual y final por hectárea .....	49
5.5.2. Producción animal anual y final .....	51
5.6. Capital humano necesario .....	52
5.7. Beneficios de la actividad forestal.....	54
5.8. Alianzas estratégicas .....	57
6. Análisis económico-financiero .....	58
6.1. Precio Productos:.....	58
6.1.1. Precio de la madera de calidad: .....	58
6.1.2. Precio de biomasa energética .....	58
6.1.3. Precio Carne certificada.....	59
6.2. Costos.....	60
6.3. Ingresos .....	62
6.4 Tasa de retorno y valor actual neto.....	66
6.5 Análisis de sensibilidad .....	68
7. Análisis ambiental .....	69
7.1. Exigencias ambientales en los mercados .....	70
7.2. Servicios ecosistémicos .....	72
7.2.1. Bienestar animal .....	75
7.2.2. Secuestro de carbono.....	77
7.3. Ganancias y pérdidas de carbono .....	78
7.4. Emisiones de GEI de la ganadería .....	79
7.4.1. Emisiones en un sistema silvopastoril .....	80
7.4.2 Mitigación de las emisiones de GEI en sistemas silvopastoriles .....	82
7.4.3. Cálculos de secuestro de C .....	84
7.4.4. Balance de C .....	87

7.5. Certificación “Carne Carbono Neutro” .....	88
7.6. Bonos verdes para el financiamiento climático .....	92
8. Impacto social de la Foresto-industria nacional .....	94
9. Análisis FODA .....	96
9.1. Análisis externo.....	96
9.2 Análisis interno.....	98
10. Análisis Canvas.....	100
11. Conclusiones.....	104
12. BIBLIOGRAFÍA .....	106
13. ANEXO .....	114

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Área de cobertura boscosa en Argentina.....	19
<b>Figura 2.</b> Mapa del uso de la Biomasa Forestal con destino a bioenergía en Argentina.....	28
<b>Figura 3.</b> Localidades de origen de la madera en la Provincia de Santa Fe y localidades de destino según certificados de productos forestales de bosques cultivados.....	37
<b>Figura 4.</b> Tránsito de madera 2008-2013.....	38
<b>Figura 5.</b> Diseño de plantación de árboles 3x3x12 metros.....	42
<b>Figura 6.</b> Sellos “Carne Carbono Neutro” .....	90

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Comercio exterior de productos forestales - Años 2011-2017.....	21
<b>Tabla 2.</b> Mercado estimado de carne y leche en el mundo - millones de toneladas.....	29
<b>Tabla 3.</b> Costos de un sistema silvopastoril por hectárea .....	52
<b>Tabla 4.</b> Costos de un sistema silvopastoril por hectárea.....	62
<b>Tabla 5.</b> Detalles de costos del proyecto.....	63
<b>Tabla 6.</b> Ingresos totales por venta de productos forestales.....	64
<b>Tabla 7.</b> Ingresos totales por venta de animales.....	65
<b>Tabla 8.</b> Ingresos en el escenario 1.....	65

<b>Tabla 9.</b> Balance del escenario 1 normal sin subsidios.....	65
<b>Tabla 10.</b> Ingresos en el escenario 2 .....	66
<b>Tabla 11.</b> Balance del escenario 2.....	66
<b>Tabla 12.</b> Ingresos en el escenario 3.....	66
<b>Tabla 13.</b> Balance escenario optimista.....	66
<b>Tabla 14.</b> Ingresos escenario 4.....	66
<b>Tabla 15.</b> Balance escenario 4.....	67
<b>Tabla 16.</b> Tasa interna de retorno y valor actual neto a una tasa de 4% en USD en los diferentes escenarios.....	67
<b>Tabla 17.</b> Variación de ingresos según variaciones en la productividad y los precios de la carne.....	69
<b>Tabla 18.</b> Variación de ingresos según variaciones en la productividad y los precios de biomasa forestal.....	70
<b>Tabla 19.</b> Variaciones de ingresos totales.....	70
<b>Tabla 20.</b> Variaciones de Resultados.....	70
<b>Tabla 21.</b> Ingresos para un escenario normal incluyendo los bonos verdes.....	88
<b>Tabla 22.</b> Tabla de crecimiento y productividad de <i>Eucalyptus grandis</i> / <i>urograndis</i> generados por el programa SIS.ILPF de EMBRAPA.....	92
<b>Tabla 23.</b> Financiamiento climático, público y multilateral en América Latina y el Caribe - en millones USD.....	94
<b>Tabla 24.</b> Fondos Climáticos en América Latina y el Caribe en millones USD.....	94

## **ABREVIATURAS**

AENR: Apoyo económico no reintegrable

AfoA: Asociación Forestal Argentina

BPA: Buenas Prácticas de Producción Animal

C: carbono

C4: planta que convierte el dióxido de carbono en compuestos de azúcar de cuatro carbonos para entrar en el ciclo de Calvin. Estas plantas son muy eficientes en climas cálidos y secos.

CBC: Carne de Bajas Emisiones de Carbono

CCN: de carne carbono neutro

CH<sub>4</sub>: metano

CO<sub>2</sub>: dióxido de carbono

CO<sub>2</sub>eq: equivalente de dióxido de carbono (medida en toneladas de la huella de carbono)

Com. Pers.: comunicación personal

CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

dia<sup>-1</sup>: por día

EMBRAPA: Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria

FCA: Facultad de Ciencias Agrarias

FSC: Consejo de la Administración Forestal que emiten certificaciones forestales

GEI: gases de efecto invernadero

ha<sup>-1</sup>: por hectárea

HC: Huella de Carbono

IAE: Ingreso Anual Equivalente

ILPF: Es una estrategia de producción en base a la integración de diferentes sistemas productivos: cultivos agrícolas - ganadería - producción forestal, dentro de una misma área desarrollada por EMBRAPA-Brasil (integração lavoura-pecuária-floresta).

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Kg hab<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>: kilogramo por habitante por año

Kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>: kilogramo por hectárea por año

Kg ha<sup>-1</sup>: kilogramo por hectárea

Kg: kilogramo

m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup>: metros cúbicos por año

m<sup>3</sup> Ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>: metros cúbicos por hectárea por año

m<sup>-3</sup>: por metro cúbico

MAGyP: Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación

MS: materia seca

N<sub>2</sub>O: óxido nitroso

PACN: Programa Argentino de Carbono Neutro

PEFC: Sistema Panaeuropeo de Certificación Forestal que emiten certificaciones forestales

S.A.: sociedad anónima

spp.: especies

SSP: sistemas silvopastoriles

t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>: toneladas por hectárea por año

t ha<sup>-1</sup>: toneladas por hectárea

t m<sup>-3</sup>: toneladas por metro cúbico

t: toneladas

TIR: tasa interna de retorno

UA: unidad animal, una UA es una vaca adulta de 450 Kg con su cría, la cuál consume al día aproximadamente el 3% de su peso en materia seca.

UNL: Universidad Nacional del Litoral

USD/t: dólares por toneladas

USD: dólares

VAN: Valor Actual Neto

## **RESUMEN**

Éste trabajo pretende analizar la viabilidad técnica, económica y ambiental de un negocio de triple impacto para desarrollar en campos de aptitud ganadera del centro-norte santafesino con posibilidades de capturar valor certificando la producción. El mismo consiste en la combinación de la ganadería bovina de base pastoril con la implantación de bosques cultivados de *Eucalyptus* spp., generando un "sistema silvopastoril", para producir carne, madera de calidad y biomasa energética de manera integral, eficiente y sustentable, brindando además importantes beneficios ambientales y bienestar animal, atributos valorados por consumidores que permitiría lograr certificaciones y acceder a mercados diferenciados.

## **ABSTRACT**

The aim of the present work is to analyze the technical, economical and environmental viability of a triple impact business to be developed in cattle aptitude fields of the central-north region of Santa Fe province with the possibility of capturing value through the product certification. It involves the combination of pasture - based bovine livestock production with the implantation of *Eucalyptus* spp. cultivated forests, which would generate a "silvopastoral system", to produce meat, quality wood and energy biomass in an integral, efficient and sustainable way, also providing important environmental benefits and animal welfare, attributes valued by consumers that would allow achieving certifications and accessing differentiated markets

## 1. Introducción

El crecimiento poblacional previsto para los próximos años, el aumento de la esperanza de vida y la mejora del poder adquisitivo de gran parte de la población mundial, generarán mayores demandas de alimentos, fibras y energía, en la que solo apenas una decena de países estarán en condiciones de satisfacer, al menos en volumen y diversidad.

Esta demanda no solo tendrá mayores exigencias en cuanto a cantidades, sino también en todo lo que hace a la calidad de los procesos, en los atributos que acompañan a los productos, en los impactos que su proceso de producción genera. Los consumidores en todo el mundo, cada vez más informados y con más poder de influencia a la hora de traccionar la demanda de los mercados, tienen un interés creciente por el impacto ambiental y social que genera los productos que consumen, y exigen que les den garantías, entre otras cosas, de que fueron producidos cuidando el ambiente y respetando el bienestar animal, dispuestos a pagar un plus por ello, como lo demuestra un estudio global realizado por IBM Global Business Services, a través del IBM Institute for Business Value. Esto representa para países como Argentina, la posibilidad de satisfacer estas demandas de alimentos, fibras y energía renovable, agregar valor a commodities, generar empleo y desarrollo regional de manera sustentable (Vilella Com. Pers. 2020).

El cultivo de especies forestales genera materias primas para las industrias regionales y nacionales, contribuye a la generación de empleo, al desarrollo de la región, al impulso y fortalecimiento del tejido social y a numerosos beneficios medioambientales, destacándose entre ellos la captura de carbono que contribuye para la mitigación de los efectos del Cambio Climático y Calentamiento Global. Esta captura, permite la obtención de productos “carbono neutro” que además del valor ambiental que esto significa, permite agregar de valor a productos transables para lograr estrategias inteligentes de inserción internacional (Vassallo 2019, Araujo Vieira de Souza y Bender 2021, Programa Argentino de Carbono Neutro - PACN 2020).

Respondiendo a este contexto global, en el presente trabajo se propone analizar el desarrollo de un nuevo modelo de negocios para el centro-norte de la Provincia de Santa Fe, a través de sistemas silvopastoriles integrados. El mismo, refiere a la combinación de la ganadería con la producción forestal a partir de bosques

cultivados, obteniéndose madera de calidad, subproductos forestales para la generación de bioenergía y carne certificada. Esta certificación es posible por las ventajas que confiere este sistema de producción, que cumple con las Buenas Prácticas de Producción Animal (BPAs), y por ser una actividad carbono positiva, ya que el carbono que capturan las pasturas y los árboles a través de la fotosíntesis, compensan las emisiones de metano de los bovinos. De esta manera estaríamos mitigando grandes problemas que se le atribuye a la producción animal, a la vez que se promueve la conservación del suelo, de pastizales, de bosques nativos y otros servicios ecosistémicos (Euftrade Junior Com. Pers. 2021).

El estudio aborda el análisis técnico, económico y ambiental del negocio, el análisis de mercado de los productos, las tecnologías de procesos implementadas y las fortalezas, oportunidades, riesgos y amenazas.

## **2. Objetivos**

### **General**

Evaluar la viabilidad de un modelo de negocios basado en la producción integrada de biomasa forestal (para fines madereros y bioenergéticos) y carne bovina certificada, en el centro-norte de la Provincia de Santa Fe, considerando argumentos técnicos, económicos y ambientales.

### **Específicos:**

1. Conocer la demanda de madera, biomasa energética y carne certificada de la región y posibles mercados actuales y potenciales para los productos diferenciados.
2. Realizar un diagnóstico y análisis de las oportunidades y amenazas de esta propuesta de modelo de negocios, así como las fortalezas y debilidades.
3. Analizar las ventajas competitivas de la integración de sistemas productivos y la diversificación de actividades comerciales, así como la diferenciación de la producción primaria

4. Describir el planteo técnico necesario.
5. Desarrollar un análisis económico y financiero que permita conocer los detalles de inversión, flujo de fondos, rentabilidad, tasa de retorno del proyecto, entre otros.
6. Medir las emisiones y capturas de carbono del planteo utilizado para conocer el balance de emisiones y describir los principales beneficios ambientales de este tipo de producciones, así como la posibilidad de acceder a mercados de bonos de carbono.
7. Generar información para interesados en llevar adelante proyectos similares, contribuyendo al desarrollo regional de manera sustentable.

### **3. Marco teórico y metodología**

#### **2.1. Marco teórico**

Frente a la demanda de los consumidores y la sociedad en general que exigen buenas prácticas de producción con el ambiente, comienza a emerger un paradigma alternativo basado en la Bioeconomía y en la Economía Circular, con enfoque en bioprocesos (originados a partir de recursos biológicos), que presenta enormes ventajas competitivas para aquellos productos obtenidos de la biomasa renovable (Trigo et al. 2016).

Esto brinda un contexto alentador el desarrollo de proyectos que busquen satisfacer esas demandas, en especial en lugares donde se dispone del recurso tierra a costos relativamente bajos, como son los campos ganaderos del norte de la Provincia de Santa Fe. Allí, las condiciones agroecológicas permiten la producción silvopastoril, pudiendo generar una alternativa sostenible a la agricultura que se realiza en campos no aptos para la misma (Candioti Com. Pers. 2020).

El desarrollo de los sistemas silvopastoriles genera enormes beneficios en el ambiente, en la sociedad y en la economía (Esquivel et al. 2004). Además, se podría aprovechar la experiencia que existe en esa región tanto en la producción animal bovina como en la producción forestal. Ésta última se realizó históricamente en el norte

de la provincia a partir de la explotación de bosques nativos, incluso desde la época colonial, pero que en la actualidad ya no es posible debido a su protección por la Ley de Bosques. Desde dicha reglamentación, no se han realizado muchas experiencias en la región a partir de bosques cultivados, y prácticamente no hay registro de la combinación de estos con la ganadería en la Provincia, pese a que la demanda de productos forestales se mantiene en la zona, tanto para uso energético, ya que la mayor parte de las industrias del centro-norte provincial no cuenta con gas natural, como maderero, existiendo varios aserraderos con capacidad ociosa y un polo mueblero importante en la ciudad de Esperanza.

Los motivos por los que no se han realizado emprendimientos forestales tienen que ver en buena medida con que no existe una cultura forestal a partir de bosques cultivados en la zona, ya que, siempre se obtuvieron recursos forestales de los bosques nativos de forma no renovable. Además, no se contaban con ensayos que permitan medir su potencialidad, sumado a la dificultad de ser una inversión de largo plazo frente a otras actividades como la ganadería que permite ingresos casi continuos. (Araujo Vieira de Souza Com. Pers. 2020, Candioti Com. Pers. 2020). Por ello, la posibilidad de combinar estas actividades, aprovechando el conocimiento existente y las experiencias en otras regiones, mantiene el beneficio de largo plazo de la producción forestal, pero con ingresos permanentes por la ganadería.

Además, con el uso de la silvicultura clonal (plantación forestal con especies provenientes de clones) como resultado del mejoramiento genético, los tiempos para la cosecha (turno de corte) se reducen enormemente, de 13-14 años, a menos de 10 (Araujo Vieira de Souza Com. Pers. 2020, Oberschelp Com. Pers. 2020).

Esquivel y Lacorte (2006) publicaron el marco conceptual de los sistemas silvopastoriles en Argentina, recopilando experiencias interesantes en algunas regiones del país (Corrientes, Entre Ríos y Misiones). Nennig (2006), afirma que es necesario que se cuente al menos con dos de las siguientes condiciones para que una plantación forestal tenga éxito: un mercado cercano, rápido crecimiento y un fuste recto (variable valorada por el mercado). Éste trabajo propone un escenario que cuenta con las tres condiciones.

En países como en Brasil, desde hace décadas promueven estos sistemas utilizando como especie forestal el eucalipto debido a las ventajas que presentan

frente a los sistemas puros forestales o ganaderos (Couto et al. 1998). Colombia es otro de los países que desarrolló estos sistemas, donde no solo valoran los resultados económicos, sino que también las enormes contribuciones al ambiente y al desarrollo sostenible, haciendo un análisis de los beneficios que podría generar la incorporación de estos sistemas en Latinoamérica, una región con importante tradición ganadera y también forestal (Murgueitio 2014, Ibrahim et al. 2008).

Desde la perspectiva del desarrollo rural sostenible, la integración y la interacción de los componentes ganaderos y forestales son de vital importancia para mitigar impactos en el medio ambiente, dar lugar a la máxima biodiversidad posible, lograr uso conservacionista del suelo y del agua, diversidad y estabilidad de producción. El componente forestal, podría contribuir en los sistemas de producción ganaderos existentes al desarrollo de trabajos técnicos para la introducción y / o mejora de prácticas forestales en propiedades rurales; constituyendo una base para la gestión de buenas prácticas ambientales (Porfirio da Silva y Baggio 2003).

Esquivel menciona en numerosos trabajos las ventajas de los sistemas silvopastoriles en la Mesopotamia argentina. Desde el punto de vista económico, son más convenientes que un sistema forestal puro o un sistema ganadero puro (Esquivel et al. 2004).

Según el trabajo “Manejo intensivo de forestaciones de eucalipto”, la forestación con eucaliptos en el noreste de Entre Ríos es una actividad rentable y económicamente conveniente, que requiere una inversión inicial de alrededor de USD 1.500/Ha en los tres primeros años (además de la tierra) y los primeros ingresos – exceptuando los vinculados a la ley 25.080 – recién se logran al séptimo año. El análisis económico se calculó para diferentes planteos técnicos, y en diferentes tipos de ambientes. En todos los casos los valores de la TIR fueron superiores al 15%. En Paraguay, las plantaciones forestales tienen una TIR de un 25% según el trabajo realizado por Gustavo Cano, del Departamento de Promoción de Plantaciones Forestales y Julio Britos de la Dirección de Fomento Forestal (Cano 2014). En ambos casos solo se hizo de la parte forestal, por lo que la ganadería mejoraría incluso los números, a la vez que disminuiría los riesgos.

Respecto a la carne, el trabajo del Centro de Economía Internacional, de la Subsecretaría de Estrategia Comercial y Promoción Económica, “El potencial

exportador de la carne vacuna argentina” (2019) dice que, según las características del sector argentino, hay consenso en que la estrategia que conviene seguir es la diferenciación por calidad, dado el reconocimiento que esta tiene a nivel mundial. Cabe aclarar que la calidad no solo tiene que ver con las características organolépticas del producto sino también por la calidad de los procesos que exigen los diferentes nichos de consumidores. La huella de carbono y el bienestar animal son dos factores que comienzan a ser valorados por consumidores de todo el mundo, en especial en aquellos de mayor poder adquisitivo y nivel educativo (Bongiovani Com. Pers 2020; Vilella, Com. Pers 2020, Papendieck Com. Pers 2021). Este trabajo se centra en las posibilidades de diferenciación a partir de la calidad de los procesos a través de certificaciones.

Las personas de altos ingresos de Canadá, Estados Unidos, Reino Unido, Australia y Japón valoran en gran medida los productos certificados, (ver punto 6.1.). La mayoría de estos países ya cuentan en supermercados con líneas de productos cárnicos con alguna certificación carbono neutral, y la aceptación es muy buena, por lo que se pronostica una tendencia creciente de los mismos (Papendieck Com. Pers. 2021), por lo que se demandará mayor producción de carne vacuna con estas características, lo cual es factible abastecer en el mediano plazo. La segmentación del mercado para abastecer al mercado externo exige además alta eficiencia y cumplimiento de las normas de inocuidad y ambientales, dispuesto a pagar un diferencial de precio por ello. (Vázquez Platero 2009 y 2010). Además, en la clase media creciente de Asia Oriental existen millones de consumidores potenciales de estos productos. (Vilella Com. Pers. 2020)

Una síntesis de la reciente actualización sobre el mercado de carnes bovinas global realizada por Meat and Livestock Australia indica cómo los consumidores de carne exigen cada vez más rótulos vinculados con la salud “libre de”, “natural”, premiumización, identificación de la procedencia, compromisos con el ambiente y el bienestar animal. La industria australiana de la carne roja se ha fijado el objetivo de ser neutra en carbono para 2030 (CN30). Para la misma, alcanzar la neutralidad de carbono fortalece la licencia social para operar y aumentar el apoyo de la comunidad para la gestión ambiental de la misma. Además, es consciente de que mejorar el carbono del suelo representa tierras de pastoreo sostenibles que respaldan la productividad y la rentabilidad a largo plazo. Brindar a los consumidores la oportunidad

de comprar productos de carne roja con cero emisiones y respetuosos con el medio ambiente aumenta el acceso al mercado y la satisfacción general del consumidor al crear un entorno.

Lo forestal puede ser un excelente aliado de la ganadería en sistemas productivos que permitan lograr mayor producción de carne por hectárea, que puede ser certificada como carbono neutro y al mismo tiempo, mejorar el bienestar animal y la sostenibilidad productiva. La prórroga de la Ley 25.080 hasta el año 2029, de promoción de inversiones para bosques cultivados, incluye a los sistemas silvopastoriles (SSP) y brinda una excelente oportunidad de mejorar el negocio a los productores ganaderos.

El año 2019 fue el más caluroso que se tenga registro en el mundo y se está profundizando la necesidad de ser cada vez más activo en reducir la huella de carbono, y con ello, la producción y el consumo de carne están en la mira regulatoria y de los consumidores en los principales mercados. Esto implica un riesgo para el sector ganadero que puede ver reducida la demanda local y global de carne, pero al mismo tiempo, puede ser una oportunidad: agregar valor a la carne con un modelo productivo que logre demostrar que se ha realizado absorbiendo los gases de efecto invernadero (GEI) generados en el sistema. Brasil avanza en este sentido, certificando carne carbono neutro. Según los modelos desarrollados por la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria – EMBRAPA (2012) una producción ganadera bajo árboles con una densidad de alrededor de 300 árboles (eucalipto) por hectárea permite absorber los GEI de unos 10 vacunos. Esta ecuación muestra la viabilidad de establecer modelos de producción de carne carbono neutro (CCN).

En cuanto al mercado de aceptación de CCN, el investigador Fabiana sostiene que esta carne tiene un mercado especial y que tiene una demanda apremiante. “La carne neutral en carbono es un producto certificado, rastreado y diferenciado, con calidad garantizada no sólo en términos de carbono neutral, sino también para el bienestar animal”. El investigador Roberto Giolo, también de EMBRAPA Gado de Corte, líder del proyecto ILPF, defiende el sello CCN. Él dice que la carne brasileña se beneficiará del sello y llegará a los mercados más exigentes, tanto nacionales como extranjeros, y que Brasil podrá aumentar las exportaciones.

Las tierras de pastoreo bien manejadas también pueden generar un excedente de carbono que no sólo puede compensar las emisiones del sector rural en su conjunto sino también, parcial o totalmente, las emisiones de sectores no rurales. Argentina cuenta con extensas áreas de pastoreo que podrían darle un estatus de país carbono-neutro. Sus implicancias pueden ser trascendentes, no sólo en referencia al cumplimiento de compromisos internacionales de mitigación de emisiones, sino también para prevenir el levantamiento de barreras arancelarias en el comercio internacional de alimentos y otros productos del sector agropecuario (Viglizzo et al. 2014).

En el trabajo del INTA “La huella de Carbono en la Agroindustria” (Viglizzo et al. 2014), expresaba que la inversión en un sistema de “etiquetas verdes” no garantiza la apertura de nuevos mercados, pero al menos puede ayudar a evitar que mercados existentes se cierren en el futuro. Actualmente esos mercados diferenciados son una realidad en varios países y la tendencia crece a ritmos exponenciales. Las etiquetas “verdes”, que son adoptadas voluntariamente por diferentes empresas, pueden tener un simple fin informativo (comunicar a los consumidores características productivas deseables y comparables) o un fin acreditativo (certificaciones ecológicas y ambientales), lo cual demanda un arbitraje a cargo de terceras partes que auditan productos y procesos. La legalización entre países de este mecanismo puede dar lugar a la imposición de barreras comerciales a aquellos productos y procesos que no acepten voluntariamente el sistema.

SADIA es la primera empresa brasileña del sector de las carnes que, mediante planes de forestación, se incorporó en un proyecto de “carbono cero” que tiene como objetivo neutralizar el 100% de sus emisiones de CO<sub>2</sub> debidas a la producción ganadera. La EMBRAPA ha aportado un desarrollo tecnológico (APOIA-NovoRural) de utilidad para evaluar impactos del sector agropecuario, entre ellos sobre la economía del Carbono (Stachetti Rodrigues et al. 2009). Este modelo ha sido chequeado con éxito en Brasil y Uruguay. Según Papendieka, Gerente del Programa Argentino Carbono Neutro (PACN), las evidencias disponibles sugieren que la implementación del etiquetado de huella de carbono en la agroindustria es una realidad creciente. El PACN fue lanzado en octubre de 2019 por las Bolsas de Comercio y Cereales y el apoyo de las principales cadenas e instituciones

agroindustriales del país con el objetivo de implementar los etiquetados en las principales cadenas de agroindustriales de la Argentina.

Se debe remarcar que según un estudio de la Carbon Trust Foundation, muchos consumidores de EEUU y la UE, evaluados a través de encuestas, están dispuestos a tener en cuenta la huella de carbono al momento de realizar sus compras. Según IBM, que analizaron a consumidores de 26 países de los 5 continentes obteniendo estadísticas contundentes, el 70% de estos compradores pagaría un 35% más por compras sostenibles, como productos reciclados o ecológicos; el 57% de ellos incluso está dispuesto a cambiar sus hábitos de compra para ayudar a reducir el impacto ambiental negativo; el 79% declara que es importante que las marcas brinden autenticidad garantizada, como certificaciones y transparencia total, dispuestos a pagar por ello un 37% más de dinero.

En cuanto a la provincia de Santa Fe, no existen experiencias locales en sistemas silvopastoriles con bosques cultivados. Aunque existen muchos sistemas ganaderos a base de pasturas, con excelentes producciones de carne cuando realizan un manejo correcto. Las plantaciones forestales nuevas son escasas, y realizadas sin combinación con la ganadería, de las cuáles solo dos tienen mediciones realizadas por Jonicelia Araujo de Souza y Francisco Cardozo junto a alumnos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral: una en Jambi Campbell por la empresa La Ramada S. A. y otra en Villa Guillermina por la Unión Agrícola Avellaneda. Ambas muestran valores de crecimiento similares, e incluso superiores a las plantaciones de la Mesopotamia argentina, y contarían además con la ventaja de estar más cerca de los centros de consumo.

Todo lo mencionado anteriormente, nos induce a pensar en que integrar ambas actividades en un sistema pastoril podría ser muy rentable en la zona, con disponibilidad de mercados próximos, con una demanda que supera a la oferta y con posibilidades de certificar la producción, que es lo que este trabajo tratará de desarrollar.

Sobre estas bases se analizará un proyecto silvopastoril en campos de aptitud ganadera del centro norte santafesino. Se abordará desde el punto de vista técnico y ambiental basado en experiencias de otras regiones y con algunos datos locales, y se realizará un análisis económico, ya que no hay antecedentes para la región. También

se pretende describir este nuevo modelo de negocios, contemplando las ventajas competitivas y la opción de certificar y competir en los diferentes mercados. Incluso se analizará el potencial de ingresar en los mercados de bonos de carbono.

## **2.2. Metodología, técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La metodología utilizada fue cuanti-cualitativa, habiéndose realizado un trabajo exploratorio, con revisión de cuantiosa bibliografía y análisis de casos en otras regiones ya que para la zona en estudio no existen trabajos previos.

Desde el punto de vista cuantitativo, se realizó una estimación sobre los costos de producción para la región, la productividad y la rentabilidad, retorno de la inversión, un análisis de sensibilidad, la estimación de un posible valor extra generado por diferenciación y la comparación con los productos sin diferenciar. También se realizó un cálculo del balance de carbono del sistema.

Desde el punto de vista cualitativo: se realizó una descripción de la zona y sus características agroecológicas, con las ventajas y desventajas para la actividad en la región, los detalles del planteo técnico del modelo de negocios, el desarrollo de una matriz FODA, la descripción de los servicios agroecológicos que brinda y su impacto ambiental, las ventajas competitivas, las oportunidades que representa frente a las demandas globales.

Para describir aspectos relacionados al modelo de negocios se tomó como base la bibliografía “Generación de modelo de negocio” (Osterwalder y Pigneur 2011), que sienta las bases de la metodología Canvas, adaptado a un proyecto de producción primaria integrado, con algún grado de diferenciación. Respecto al análisis económico se consultó además “Proyectos de inversión” (Sapag Chain et al. 2008), que profundiza algunas materias claves destinadas a lograr una mejor estimación de la rentabilidad que podría generar una inversión, especialmente en lo referido a la estimación del costo capital; de la demanda, incorporando más criterios de evaluación en el análisis.

Según Osterwalder y Pigneur, un modelo de negocio describe las bases sobre las que un proyecto crea, proporciona y capta valor, centrado en las necesidades de los

clientes, adecuado a las tendencias de consumo globales. El análisis se basa en nueve módulos claves que fueron descriptos a lo largo del trabajo dentro de diferentes puntos, contando además con un resumen al final: Propuesta de valor (en el punto 4.1.), Clientes actuales y potenciales (dentro del desarrollo del punto 4.3. de mercados), Canales de distribución (4.4.), Relación con el cliente (4.5), Recursos y Actividades claves (5), Estructura de costos (6.2.), Fuentes de ingresos (6.3) y Socios clave (9).

Para validar conceptos y obtener información extra a la bibliografía se realizaron entrevistas a diferentes especialistas y personas que están vinculadas a la producción, la comercialización, provisión de insumos, de madera, carne y biomasa energética. tanto del ámbito público como empresarial.

Entre las entrevistas figuran las siguientes:

- Jorge Esquivel Ingeniero Agrónomo y Especialista en Gestión Económica de la Empresa Agropecuaria, egresado de la Universidad Nacional del Nordeste, productor agropecuario, asesor del Consorcio Rural de Experimentación Agrícola (CREA) Tierra Colorada y consultor de empresas agropecuarias. Disertó en Congresos Silvopastoriles en Colombia, Uruguay, Paraguay, México y Panamá. Experiencia con productores forestales del Delta del Paraná que incorporó ganadería a las plantaciones de álamos
- Francisco Cardozo, Ingeniero Forestal - Magíster Gestión Ambiental, Responsable del área forestal del Inta Oliveros y miembro de la Mesa foresto-industrial de la Provincia de Santa Fe
- Ernesto Viglizzo, Ingeniero agrónomo, doctorado en la Universidad Católica de Lovaina, Bélgica. Investigador Principal del CONICET, ex investigador del INTA, miembro del consejo asesor académico y profesor visitante de la Universidad Austral. Autor de numerosas publicaciones y coautor de informes internacionales sobre medio ambiente. Miembro de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria, Profesor Honorario de la Universidad de La Pampa, Miembro Honorario de AACREA.
- Martín Gastaldi, de la empresa Fimaco, que vende tecnologías para generar energía a base de biomasa forestal.

- Marcela Candiotti, Ingeniera Agrónoma, Directora Foresto Industrial de la Secretaría de Agroalimentos del Ministerio de Producción, Ciencia y Tecnología de Santa Fe.
- Nicolás Alzugaray, Ingeniero Agrónomo, perito forestal, consultor y asesor forestal, experiencia laboral en Aserradero GyE, Arauco S.A.
- Javier Oberschelp Ingeniero Agrónomo y Doctor en Ciencias de los Recursos Forestales, de la ESALQ-USP (Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo) en el año 2014. Investigador del INTA en el Programa Mejoramiento Genético Forestal (PMGF). Es responsable del Vivero Clonal y del laboratorio de Biotecnología Forestal de la EEA Concordia.
- Martín Sánchez Acosta: Ingeniero Agrónomo e Ingeniero Forestal de la Universidad Nacional de La Plata. Realizó estudios de maestría y doctorado en Tecnología de Madera en la Universidad de Valladolid- Campus Palencia – España. Desde 1992 trabaja en el INTA en mejoramiento, silvicultura y economía, con énfasis en tecnología de madera de especies cultivadas. Especializado en tecnología de madera de eucaliptos.
- Carlos Dimundo, ingeniero agrónomo, Profesor Adjunto de la Cátedra de Producción de Carne de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNL.
- Fernando Aiello, Docente de la Cátedra de Ecología Agraria y de Manejo de Pastizales Naturales, Curso Provincial de Manejo de Pastizales en la FCA-UNL. Coordina acciones con Organizaciones de la Sociedad Civil de la Región Chaqueña y Pampeana, participando en proyectos relacionados al manejo sostenible de RRNN, y desarrollo rural de pequeños y medianos productores.
- Duilio Durigón, Ingeniero Agrónomo, responsable del Proyecto de Bioenergía a partir de biomasa energética provenientes de Eucaliptos de la empresa La Ramada S.A.
- Victor Hernan Preisz, Técnico en Administración de Empresas Agropecuarias y Agroindustriales (UNNE). Se desempeña realizando actividades en la Agencia de Extensión Rural Curuzú Cuatiá con red de ensayos y grupo de ganaderos comerciales.

- Humberto de Jesus Eufrade Junior: Profesor Licenciado en Ingeniería Forestal (2012), Maestría en Agronomía (2015) y Doctor en Ciencias Forestales (2019) por la Universidad Estatal de Sao Paulo (UNESP). Becario postdoctoral del programa de posgrado en Agronomía de la misma universidad sede Botocató. Ha trabajado en los siguientes temas: biomasa y bioenergía, mediciones forestales y manejo sostenible de plantaciones forestales.
- Marcos Paul, Licenciado en Ciencia Política UCA, Dueño del Vivero certificado "Paul Forestal" de la Provincia de Entre Ríos, ganador de numerosos premios.
- Martín Rasines, Gerente Forestal y Ganadero E.R. Zeni & Cia, en Esquina, en la provincia de Corrientes. Zeni es una empresa corredora de granos que posee una amplia variedad de actividades industriales, entre ellas la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP), en donde se aprovechan de forma integral los recursos involucrados en forestación y ganadería. Según los datos aportados por el Gerente, la empresa tiene 12.000 ha forestadas y 30.000 ha ganaderas, de las cuales 5.000 ha corresponden al sistema silvopastoril.
- Rodolfo Bongiovani, Investigador en INTA, Manfredi, Doctor en Economía de la Producción y en Agronegocios es de Purdue University (EE.UU.), donde también obtuvo una Maestría. Coordinador del proyecto: "Optimización del ciclo de vida de los cultivos industriales". Trabajó en "Calidad y competitividad de productos primarios y manufacturas de origen agropecuario", "Economía de los Cultivos Industriales", análisis de la sustentabilidad ambiental y económica de las cadenas de cultivos industriales. En el marco del Convenio INTA - Universidad Católica de Córdoba, es director de la Maestría en Agronegocios y Alimentos.
- Fernando Vilella Fernando Vilella es ingeniero agrónomo (UBA). Profesor titular de la cátedra de Agronegocios. Director del Programa de Bioeconomía. Director Simposio Internacional Del Sur al Mundo en 2030. Seguridad Alimentaria Global y Bioenergía. Ex decano de la FAUBA. Miembro de las Comisiones Directivas de MAIZAR, ETICAGRO, Asociación Argentina de Biocombustibles e Hidrógeno y la Fundación Pro-Antártida. Alimentos Argentinos, Consejo Nacional de Profesionales de Agronomía y Afines (CPIA).

- Gonzalo Berhongaray: Ingeniero Agrónomo (UNLPam). Maestría en Ciencias de Suelo en la Facultad de Agronomía de la UBA. Docente de Edafología en FCA-UNL. Consultora GIPRO: Desarrollo de proyectos agroindustriales a gran escala. Universidad de Amberes (Bélgica). Proyecto de bioenergía. Especialista en suelos, fertilidad de suelos y nutrición de cultivos. Productividad. Raíces e inoculantes, relación suelo-planta.

También se realizaron entrevistas y consultas a compradores de los productos que se obtienen de este negocio, sobre los precios que pagan, la calidad esperada y expectativas de crecimiento.

Para obtener datos económicos además de consultar a actores antes mencionados se consultó a otras empresas que proveen los insumos, productores que están en los rubros de la carne o la madera, las cotizaciones de precios futuros de madera y carne bovina de la FAO y se tomó de referencia la Planilla de costos y precios forestales del INTA Concordia para el caso de la madera, la Revista Márgenes Agropecuarios, y el mercado de Liniers para el caso de la Ganadería, así como informes de la consultora Elizalde & Riffel.

En cuanto al marco legal y los beneficios fiscales se consultó la Ley 25.080 y la adhesión a la misma que realizó la Provincia de Santa Fe.

## **4. Desarrollo**

### **4.1 Descripción del negocio**

El negocio consiste en producir madera de calidad, biomasa energética y carne certificada, a partir de sistemas silvopastoriles con bosques cultivados, implementando tecnologías de procesos, aprovechando los beneficios fiscales, diferenciando la producción a través de certificaciones, abasteciendo parte de la demanda insatisfecha de productos forestales que existe en la región y buscando abastecer mercados diferenciados de carne.

Para la rentabilidad del negocio es muy importante el planteo técnico, el manejo eficiente de los recursos que posibilitan las tecnologías de insumos y de procesos: elección de especies y variedades adaptadas a la zona, uso de alta genética a través de clones de árboles, la implantación de pasturas megatérmicas de tipo C4 de alto potencial, la interseembra y consolidación con leguminosas, la configuración espacial de los estratos arbóreo y herbáceo, el sistema de pastoreo rotativo, el manejo criterioso de las podas y raleos, la certificación de los procesos, entre otras. En este momento no existe ninguna empresa que realice la combinación de todas estas tecnologías en la región.

Para la valorización de la producción, es importante acceder a certificaciones que existen tanto para la carne como para los productos forestales (madera y biomasa energética). El planteo también prevé los beneficios potenciales de acceder al mercado de los bonos de carbono, incipientes aún en Argentina.

## **4.2 Análisis de los productos**

Como mencionamos, obtenemos de este proyecto tres productos: madera de calidad, biomasa forestal con fines energéticos y carne certificada. Además, la posibilidad potencial de acceder al mercado de bonos verdes.

### **4.2.1. Madera de Eucaliptus de calidad**

Se denomina madera de calidad a aquella proveniente de fustes homogéneos, rectos, cilíndricos, de larga longitud, alto diámetro, libre de nudos y ramificaciones, que tenga buena aptitud para el aserrado, cumpliendo con las tres propiedades mecánicas: módulo de elasticidad, resistencia a la flexión y resistencia a la compresión (Sanchez Acosta Com. Pers. 2020). Los árboles seleccionados para este trabajo son clones de *Eucalyptus* con un gran desarrollo genético que cuentan con todas estas características, además de estar adaptados a la zona.

Más allá del potencial genético, es necesario un manejo adecuado para lograr dichas características. Con diversas prácticas como la poda y el raleo, se pueden lograr

rollizos con mayor diámetro y menor cantidad de nudos muertos, los cuales no son deseables en el mercado (Fassola et al. 2004).

La certificación de Carne Carbono Neutro también incluye la producción forestal. Otra opción posible, que podría ser compatible y merece mencionarse, aunque no lo contemple este trabajo, es que la forestación puede certificarse en lo social, ambiental y económico por sistemas, como Cerfoar y los dos estándares más utilizados en la certificación forestal que son el Consejo de la Administración Forestal (FSC) y el Sistema Panaeuropeo de Certificación Forestal (PEFC). Reembolsos a la exportación adicionales para productos que cuenten con Certificación gestión forestal sostenible (FSC, PEFC/CERFOAR), similar al tratamiento que se da por ejemplo a los alimentos orgánicos que están beneficiados con un 3 % de reembolso sobre valores FOB).

#### **4.2.2. Biomasa forestal con fines energéticos**

Se denomina así a toda la biomasa forestal aérea que no califica para uso maderable, ya sea por mala calidad (deformaciones, daños, etc.) o por diámetros menores. Puede usarse directamente como leña, o con procesamiento previo como briquetas, pellets y chips. A través de este proceso, se puede lograr un mejor aprovechamiento de las ramas, incluso aquellas de diámetros menores a las que califican como leña.

La ventaja de generar energía a base de biomasa forestal es ser renovable, ser más económica, reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

#### **4.2.3. Carne certificada de calidad**

Se puede obtener de razas bovinas de buena genética, disponibles en la zona y adaptadas a la misma como Brangus y Braford, pudiendo utilizarse también razas británicas, cumpliendo con los parámetros de calidad y sanidad correspondientes.

Se puede realizar la terminación del animal (engrasamiento), o bien realizar invernada, es decir el engorde de animales a base de pasto solamente, como contempla este proyecto. El protocolo de certificación de CCN brasilero permite suministrar

suplementación proteica y energética siempre y cuando no supere los límites permitidos (1% del peso vivo).

### **4.3. Mercado de los diferentes productos**

#### **4.3.1. Mercado Mundial de productos forestales**

Se estima que habrá una demanda creciente de los productos forestales para los próximos años, motorizada principalmente por los siguientes factores: crecimiento de la población urbana y de la clase media; por las medidas de mitigación del cambio climático y sostenibilidad que promueven la sustitución de productos carbono intensivo (como el cemento y los combustibles fósiles) por alternativas baja en carbono, y productos no renovables (como plásticos, aluminios y otros) por productos renovables (Plan Estratégico Forestal y Foresto-Industrial Argentina 2030, 2020).

Pöyry (2019) señala que, a los usos tradicionales como la madera aserrada, los tableros, los biocombustibles (chips y pellets) y la celulosa y el papel, se suman nuevos productos a partir de la innovación y nuevas tecnologías, con aplicación a fibra de carbono, nanocelulosa, químicos, textiles y nanomedicina. Según Pöyry, existe una demanda creciente a nivel mundial de productos foresto-industriales, y pocas regiones con el potencial de Argentina para la producción sustentable de madera.

La mayor demanda de madera se espera provenga por la expansión de nuevos sistemas constructivos e Ingeniería de productos de madera (CLT; Glulam; etc) que tienen las características de resistencia y de seguridad para sustituir el acero y el concreto como componentes estructurales en la construcción de bajo a media altura expandiendo la construcción con madera en forma acelerada. Igualmente, el mercado de productos más tradicionales de paneles (paneles de partículas, MDF; OSB, etc.), que tiene un mercado de 137 mil millones de dólares en 2018, se estima crecerá a una tasa de 6,4% anual hasta el año 2025 empujado por el crecimiento en la construcción, que en algunos países se está privilegiando por sobre estructuras de metal y cemento por tener menor huella de carbono, ser energéticamente más eficiente y utilizar productos más sustentables (Plan Estratégico Forestal y Foresto-Industrial Argentina 2030, 2020).

Respecto a la industria del mueble, el comercio mundial asciende a USD 147.000 MM5 (1% del comercio mundial) y se encuentra en crecimiento desde el año 2003, siendo los muebles de madera los que tienen mayor relevancia (57%). Se espera un crecimiento del 5,1% anual hasta 2025. La tendencia internacional apunta a la combinación de decoración con diseño de soluciones funcionales para espacios reducidos en el plano de consumo familiar y a los muebles con versatilidad para metodologías de coworking (Wood Based Panel Market Size, 2019).

Inserción internacional y la certificación forestal por gestión sostenible:

Los productos de base forestal están segmentados en dos grandes mercados: aquellos que requieren trazabilidad y certificación por gestión sostenible y aquellos que no lo solicitan. Los mercados de Europa, Japón, Norteamérica, Australia, requieren que los productos que provienen de bosques puedan demostrar su origen legal, para lo que requieren trazabilidad y cadena de custodia. China y la mayoría del resto de los países no son exigentes en productos certificados para consumo interno, pero lo requieren si los utilizan como bien intermedio para luego exportar a aquellos países o empresas que si lo exigen (Plan Estratégico Forestal y Foresto-Industrial Argentina 2030, 2020).

Por su lado, las principales empresas compradores (IKEA, Mc Donalds, Kimberly Clark; Procter and Gamble, UNILEVER, etc.) tienen un compromiso con compras responsables, en los cuales adquieren solo productos de base forestal certificados por gestión sostenible (FSC, PEFC). Argentina tiene más del 40% de su superficie con plantaciones certificadas con los sellos FSC y Cerfoar/PEFC, y ambos sellos tienen sus oficinas establecidas en el país por lo que Argentina puede aspirar a ser proveedor de los países y empresas más exigentes (Secretaría de Comercio Exterior, 2019).

El PRAIF-II (Proyecto Regional de Alternativas para la Inversión Forestal – II), estimó que en el mercado internacional de latifoliadas (categoría a la que pertenecen las especies de *Eucalyptus*) el déficit se situó en los 200 millones de m<sup>3</sup> en 2020.

### 4.3.2. Mercado Nacional de los productos forestales

Según el Ministerio de Agroindustria de la Nación, Argentina cuenta con 32 millones de hectáreas de bosques nativos y solo 1,3 millones de hectáreas de bosques cultivados. El 80% de las plantaciones se encuentran en la Región Mesopotámica. El 20% restante proviene del Delta de Entre Ríos y Buenos Aires, Neuquén, Río Negro, entre otras.

Además, existen otras tierras forestales, que corresponden a formaciones arbustivas de uso mixto en diferentes niveles de degradación. Son 64.977.548 de hectáreas, con potencial para la implementación de sistemas silvopastoriles con diferentes niveles de intensificación.

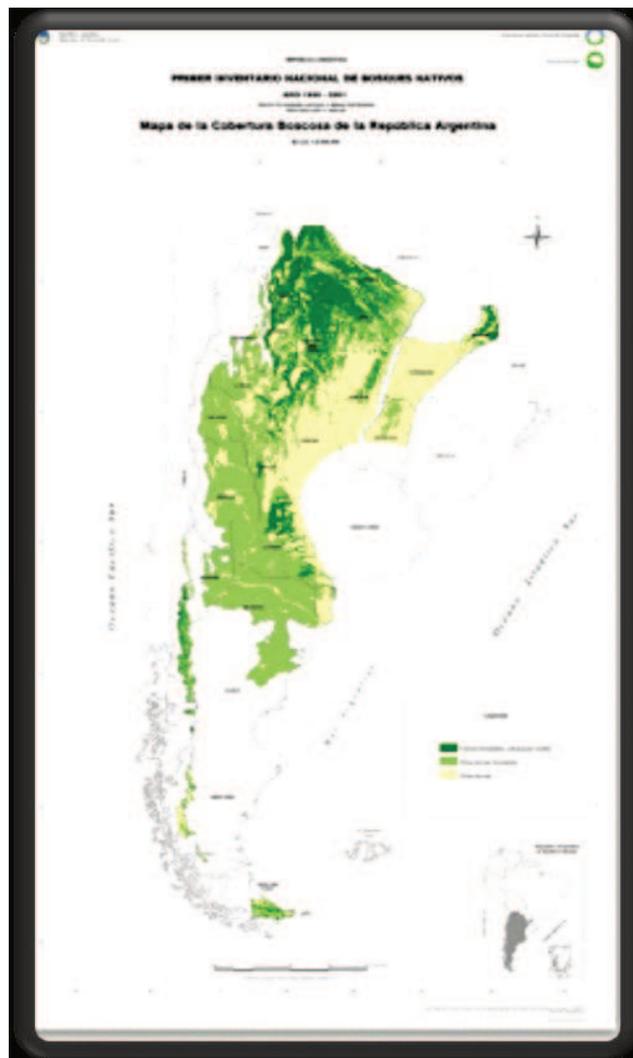


Figura 1. Área de cobertura boscosa en Argentina (Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos 1998 – 2005)

El país tiene amplias ventajas comparativas para la producción forestal y la madera es un producto insignia de la bioeconomía. Es renovable, reciclable, carbono neutral y con amplísimas aplicaciones industriales que incluyen papeles, muebles, viviendas, energía, químicos y un sinfín de nuevas aplicaciones a partir de la nanotecnología y la biotecnología. El sector forestal y foresto industrial es uno de los sectores de mayor aptitud para incrementar el desarrollo regional en forma sostenible, proporcionando empleos tanto en la zona rural como en la urbana. Las oportunidades en la cadena foresto industrial se encuentran en la gestión sostenible de los bosques nativos, la posibilidad de crecer en superficie forestada preservando ecosistemas de alto valor de conservación, avanzar en la industrialización e innovación, y el aprovechamiento integral de todos los productos y subproductos. (Plan Estratégico Forestal y Foresto-Industrial Argentina 2030, 2020).

El 95% de la industria de base forestal del país se provee de maderas producidas por plantaciones de alta productividad. Las principales especies plantadas son pinos (62%); eucaliptos (26%) y salicáceas (10%).

Como se menciona en el artículo “Manejo intensivo de forestaciones de eucalipto”, existen grandes oportunidades comerciales para la madera de uso sólido de alta calidad. Resultados de ensayos, así como experiencias comerciales, han demostrado que con la implementación de podas y raleos es factible incrementar notoriamente la proporción de madera de alta calidad para usos sólidos, que son los que ofrecen mejores precios.

Las cadenas productivas que trabajan con madera y producen bienes y servicios de elevada calidad no sólo permiten mejores remuneraciones a los distintos participantes, además brindan numerosas ventajas para el sector, entre ellas: mayor posibilidad de integración vertical o agregado de valor, mayor ocupación de trabajadores, mejores condiciones laborales y capacidad de producción diferenciada que puede asegurar la venta aún en mercados saturados, aunque no sea el caso. Todas ellas favorecen la consolidación del sector y la región apuntando a su sostenibilidad (Sanchez Acosta Com. Pers. 2020).

Además, la producción de madera de bosques cultivados podría evitar la explotación del bosque nativo. Argentina está entre los diez países que más deforestaron en el mundo en los últimos 25 años. Así lo indica el último informe realizado por Naciones Unidas, en el que se detalla que se perdieron 7.600.000 hectáreas de selvas y bosques (300.000 por año), lo que equivale a la superficie de un país como Escocia.

La balanza comercial argentina de productos forestales expresada en dólares continúa con un ritmo deficitario (Plan Estratégico Forestal y Foresto-Industrial Argentina 2030. 2020). Por otra parte, existe un marcado déficit de maderas con destino a la industria del mueble que se está produciendo a nivel mundial. Esto se debe a un fuerte incremento en la demanda y a la escasez de oferta de madera como consecuencia de las restricciones comerciales que comienza a tener en varios mercados la madera proveniente de bosques nativos. La posibilidad de inserción en el mercado internacional de la madera para muebles estaría sesgada hacia la categoría de rollizos de mayor diámetro, que se pueden lograr con plantaciones de bajas densidades, como las usadas en sistemas silvopastoriles.

Históricamente en Argentina los precios de los rollizos de cualquier categoría han sido inferiores a los de Chile e incluso Brasil, abriendo expectativas razonables para la comercialización internacional de este producto.

Tabla 1. Comercio exterior de productos forestales - Años 2011 - 2017. Balanza comercial argentina (millones de dólares). Secretaría de Agroindustria (Intercambio Comercial de productos forestales, 2017).

<b>Concepto / Año</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
Exportación	1120,6	826,9	792,9	748,8	624,6	547,8	629,1
Importación	<b>2058,9</b>	1720,4	1634,7	1478,7	1552,2	1311,7	1424,3
Saldo	<b>-938,3</b>	-893,5	-841,8	-729,9	-927,6	-763,8	-795,2

El eslabón industrial de madera y muebles utiliza como materia prima el 36% de los rollizos producidos. La elaboración de productos de madera se localiza cerca de las principales zonas de extracción de rollizos, principalmente en Corrientes y Misiones debido a economías de localización asociadas a los costos de transporte; mientras que las productoras de muebles se localizan principalmente en Buenos Aires, Santa

Fe y Córdoba, cerca de los centros de consumo (Centro de Estudios para la Producción CEP, 2008). Se trata de una industria intensiva en mano de obra, integrada principalmente por pequeñas y medianas empresas; siendo una importante generadora de empleo en el caso de algunas economías regionales, entre las que se destaca la provincia de Santa Fe en Cañada de Gómez y Esperanza.

Si bien la producción mundial de muebles se concentra en los países desarrollados, en los últimos años tuvo lugar un proceso de deslocalización hacia los países en desarrollo, en busca de mano de obra barata, disponibilidad de materias primas y/o cercanía a sus principales mercados, abaratar la logística, dejando en los países desarrollados las etapas de diferenciación por diseño e innovación tecnológica, asociadas a la generación de mayor valor agregado (Centro de Estudios para la Producción CEP. 2008). Sin embargo, este encadenamiento productivo presenta un bajo nivel de desarrollo en Argentina, con deficiencias importantes en materia tecnológica, de desarrollo institucional y organización industrial, derivando en una débil inserción exportadora.

Según el Plan Estratégico Forestal y Foresto-Industrial Argentina, el impacto esperado al 2030 consiste en incrementar la superficie forestal plantada a 2 millones de hectáreas (+ 50% respecto a la actualidad); revertir el déficit histórico en la balanza comercial, exportando 2.500 millones USD; aportar a la adaptación y mitigación del cambio climático; contribuir significativamente al cumplimiento de la meta absoluta de la Contribución Nacional de no exceder las emisiones netas de 483 MtCO<sub>2</sub> eq a través de la reducción de las emisiones y el aumento de las capturas de gases de efecto invernadero debido a la gestión sostenible de los bosques nativos, las plantaciones forestales y toda la cadena de valor asociada.

La madera proveniente del eucalipto ha sido considerada por muchos autores “la madera del futuro”. Ha tomado un papel preponderante en el mercado maderero por su multiplicidad de usos y aplicaciones como ser pisos, molduras, machimbres, tirantería, aberturas, tableros, muebles, decks y hasta postes de luz, entre otros usos (Sanchez Acosta Com. Pers. 2020).

Existen alrededor de 700 especies de eucalipto, la mayoría oriundas de Australia, aunque por su adaptabilidad a climas variados, distintos suelos y por su rápido crecimiento, su plantación se ha propagado por todo el mundo. En Argentina existen

alrededor de 400 mil hectáreas plantadas (un tercio del total de bosques cultivados), la mayoría en el norte de Entre Ríos y sur de Corrientes.

El eucalipto ha reemplazado el uso de maderas nativas tradicionales y permite conservar bosques nativos ofreciendo al mercado madera de calidad a un precio muy competitivo. El piso de eucalipto, por ejemplo, es un producto novedoso que pone nuevamente a la madera como una opción inteligente por su estética sofisticada, su calidez y por brindar un producto accesible a las clases medias (Sanchez Acosta Com. Pers. 2020).

El eucalipto se utiliza tanto en carpintería exterior como interior. Su durabilidad en el exterior, en contacto directo con el suelo varía de unos 5 a 20 años, dependiendo en gran medida del tratamiento de impregnación (por ejemplo, postes de alumbrado). En exterior y sin contacto con el suelo se calcula que esta madera dura de 15 a 40 años, dependiendo del tratamiento y mantención que reciba. Por ello el eucalipto ha reemplazado a las maderas nativas duras tradicionales y hoy se lo utiliza en la construcción de decks, pérgolas, tranqueras, cercos, muebles de exterior y glorietas, por ejemplo. Si bien las diferentes variedades de eucaliptos ofrecen distintas características, con una nueva generación de tratamiento de barnices, lacas y otros protectores, se puede lograr una estética similar o superior a las especies nativas a un costo competitivo y sin dañar el medio ambiente.

#### **4.3.3. Mercado de productos forestales en la Provincia de Santa Fe**

El sector foresto industrial de la provincia de Santa Fe, constituido como cadena de valor, está institucionalizado en el Ministerio de la Producción a través de la conformación de un Consejo, ámbito donde se proponen, analizan y ejecutan las acciones vinculadas al fortalecimiento institucional, mejora de la competitividad y desarrollo de alternativas de comercialización.

En la Provincia se encuentra uno de los polos de procesamiento maderero más importantes del país, conformado por unas 400 empresas localizadas en las ciudades de Esperanza, Cañada de Gómez, Rafaela, San Jerónimo Norte y Avellaneda. A

excepción de Cañada de Gómez, las demás se encuentran en el Centro-Norte provincial.

La Provincia ocupa el segundo lugar en relación con la cantidad de empresas y producción y, emplea aproximadamente al 15% de la mano de obra en el segmento nacional de muebles. Por último, el 35% de las exportaciones de muebles provienen de la Provincia (Quiñonez 2011). Si bien se presentan la mayoría de los eslabones de la cadena, se destaca la presencia de los más avanzados, los muebles, que permiten añadir un mayor valor agregado.

Las PyMEs madereras santafesinas muestran una alta afiliación a cámaras empresariales, aunque la asociación con clientes y/o proveedores es escasa. Solo el 6% de ellas pertenecen a la cadena de valor de madera y muebles, y apenas el 19% realiza algún proyecto en forma asociativa con proveedores y/o clientes estratégicos. Esto significa una gran potencialidad para que negocios proveedores de materia prima de calidad como el que plantea este trabajo se asocien con el eslabón industrial.

Entre los principales problemas que manifestaron tener las PyMEs industriales de la cadena de madera y muebles respecto de sus proveedores se destaca la escasez de materia prima local, la baja disponibilidad de proveedores alternativos, en calidad y precios, expresado por el 49% de las empresas. Entre los principales problemas relativos a la logística, se encuentran los elevados costos de transporte debido a que hay escasas plantaciones forestales en la Provincia, el deficiente estado de la infraestructura productiva y la excesiva burocracia para el movimiento de la mercadería en el mercado interno. Por lo tanto, ofrecer madera local de calidad tiene enormes ventajas y es por ello que la estrategia del negocio es abastecer esta demanda de cercanía que está insatisfecha.

La capacidad potencial instalada se refiere a la máxima cantidad de madera aserrada que podría producirse en condiciones óptimas de disponibilidad de madera, de demanda suficiente y trabajando un turno de ocho horas. De acuerdo con el censo, es de 6.119.028 m<sup>3</sup>, la producción fue de 3.355.732 m<sup>3</sup>, dando una capacidad ociosa del 45%.

En la región pampeana, el 66% de los aserraderos están en la provincia de Buenos Aires, el 16% en Santa Fe, el 13% en Córdoba con un 13% y el 5% restante en La

Pampa. En la provincia de Santa Fe la primera transformación está representada por madera para estibar (40%), tablas (27%) y durmientes (19%). Si analizamos los productos manufacturados en la provincia, predominan los pallets (83%). La capacidad ociosa está por encima del promedio nacional (45%) y asciende al 50%, por lo que se cuenta con la infraestructura necesaria y con una demanda insatisfecha, pero escasea la madera cultivada de calidad para apuntar a productos de mayor valor agregado.

Desde el punto de vista de la oferta, la región cuenta con muy pocas plantaciones forestales, pese a tener condiciones agroecológicas muy buenas y un costo de oportunidad de la tierra relativamente bajo, por lo que la competencia es muy baja. Se caracteriza por tener montes pequeños y dispersos de eucaliptos de las especies *E. camaldulensis*, *E. tereticornis* y *E. viminalis* (existe un pequeño núcleo de *E. dunnii*). Según la Dirección Forestal Provincial, existen alrededor de 10.000 hectáreas, alrededor del 50% ubicadas en la región en estudio, de las cuales el 90% corresponden a plantaciones viejas, sin manejo para la obtención de madera de calidad y que se usa en su mayoría para la obtención de leña, chips, postes, y algunos tableros. (Candioti Com. Pers. 2020).

Desde hace más de dos siglos se han explotado los bosques nativos. Investigadores de la Universidad Nacional de Rosario (UNR) lograron cuantificar la superficie de bosque que se destruyó en Santa Fe en un período 32 años, totalizando 385.857 hectáreas, casi la totalidad en el centro-norte provincial, que luego pasaron a usarse para agricultura o ganadería (Carnevale et al. 2009).

Debido a la gran oferta de madera nativa previo a la ley de bosques y la rentabilidad que generaba la agricultura incluso en zonas marginales hasta hace una década, los bosques cultivados no se han desarrollado en la región. Luego, con el ordenamiento territorial de la Provincia de Santa Fe, que impide la explotación de muchas hectáreas de bosques nativos, la oferta de su madera se volvió cada vez más escasa, sumada a presiones sociales que exigen su protección por los servicios ecosistémicos que brindan. Esto generó un gran aumento de la demanda de madera de bosques cultivados.

A tal punto que el 70% de la madera y sus derivados que se consumen en la Provincia de Santa Fe provienen de otras provincias, incluso del exterior (Candioti Com. Pers.

2020), con el alto costo de flete que ello implica, por lo que el desarrollo de plantaciones cultivadas para abastecer la Provincia de Santa Fe y parte de Córdoba tendría enormes ventajas frente a las plantaciones de la región mesopotámica. Existe interés de aserraderos, como el ubicado en Saladero Cabal, con intenciones de exportar madera de calidad, pero no cuenta prácticamente con proveedores a distancias menores a 200 km. De la misma manera, gran parte de los 15 aserraderos que se encuentran en la región en estudio funcionan a baja capacidad de su potencial y tienen inconvenientes para abastecerse de madera de calidad local.

De esta manera queda en evidencia la gran oportunidad que existe para las plantaciones forestales en la región.

#### **4.3.4. Mercado de la biomasa forestal para bioenergía**

A nivel mundial, existe un constante incremento en el consumo de energía, lo que conlleva a serios problemas que deben ser resueltos en el corto plazo. Según la Agencia Internacional de la Energía (AIE) el consumo se elevará hacia 2040 un 30%.

Los pellets son de los productos con mayor crecimiento en el mercado internacional como sustitución de combustibles fósiles. Su mercado estaba valuado en 2017 en 7,67 mil millones de dólares y se espera un crecimiento anual del 9,2% hasta el 2025. El crecimiento se estima provendrá especialmente de los mercados asiáticos (Plan Estratégico Forestal y Foresto-Industrial Argentina 2030, 2020).

El informe técnico del INTA “Uso de la biomasa forestal” (Hilbert et al. 2012), que no tuvo demasiados cambios hasta la actualidad, hace referencia a que las mayores reservas de combustibles fósiles están localizadas en algunos países, causando una gran volatilidad en el abastecimiento de los mismos, y su uso de causa serios problemas ambientales, como la contaminación del aire y las emisiones de gases invernadero. Una solución rápida a estos problemas es el desarrollo de energías limpias y renovables de origen biomásico, ya que pueden ser producidas y consumidas en un ámbito de carbono neutro y la biomasa está disponible en casi todas las regiones. En Argentina, según Hilbert, los residuos producidos por el sector forestal representan un gran potencial biomásico para la producción de bioenergía.

No obstante, el éxito de la utilización de estos residuos depende mayormente de dos parámetros; la confiabilidad del abastecimiento sostenible de biomasa y los costos incurridos en el procesamiento de la biomasa.

El costo de producción, la eficiencia energética y la emisión de gases de efecto invernadero de los recursos biomásicos forestales depende de muchos factores, como ser el origen y disponibilidad de materia prima, costos y tipo de transporte, la tecnología utilizada, la escala, el precio de mercado, entre otros.

En general, en la actividad forestal se distinguen dos tipos de residuos biomásicos disponibles: Los subproductos de la industria de la madera (aserrín, viruta, costaneros, corteza, etc.) y los residuos del campo provenientes de la poda, raleo y la cosecha.

Con los residuos se pueden confeccionar cilindros que tienen 70 cm de diámetro y 3 m de largo. Estos fardos pueden llegar a pesar 500 kg y tiene una energía aproximada de 1MWh (1 Kw=3,6 Mj). Estos son enfardados dentro del campo y son transportados al camino forestal usando un forwarder convencional y hacia la planta en un camión forestal convencional.

Como se mencionó anteriormente, la biomasa forestal para uso energético es de bajo valor por unidad volumétrica, por lo que teniendo en cuenta la alta incidencia del costo de flete y la gran demanda local, sólo se tendrá en cuenta el mercado local para el análisis de este producto. Importantes industrias de la zona como Friar, la Unión Agrícola Avellaneda, Tregar, Trembley, La Ramada, la Cooperativa Guillermo Lehmann, entre otras, están demandado 1300 toneladas (t) diarias de biomasa forestal con fines energéticos para hacer funcionar calderas ya instaladas y otras que quisieran instalar (Cardozo Com. Pers. 2020, Gastaldi Com. Pers. 2020), dispuestas incluso en invertir en plantaciones, tanto para producir chips como leña. Esto evidencia la gran demanda insatisfecha que existe en la región y la escasa oferta.

Existe también interés en otras pymes dispuestas a abastecerse de energías limpias ya sea por el precio como por las exigencias de sus compradores, y el costo de la energía proveniente de la biomasa forestal es más que conveniente, teniendo en cuenta incluso que en gran parte de esta región no se cuenta con gas natural. Por ejemplo, empresas de la zona como La Ramada necesita abastecimiento de biomasa

energética proveniente de bosques cultivados porque así se lo exigen clientes a quienes ellos exportan (Com. Pers. Durigon 2021).

Debido a esto hace que tanto la leña como los chips (subproductos) tengan buenos precios en la zona, pagándose USD 30 y 25 la tonelada (t), respectivamente procesado y puesto en planta (Gastaldi Com. Pers. 2020).



Figura 2. Mapa del uso de la Biomasa Forestal con destino a bioenergía en Argentina. Informes Técnicos Bioenergía, Año 1, n°3 (Uasuf y Hilbert 2012).

#### 4.3.5. Mercado Mundial de la Carne

Respecto de las tendencias a futuro, OCDE-FAO (2017) proyecta que el aumento del consumo de carne vacuna será constante hasta 2026 debido, en su mayor parte, al crecimiento de la población, a diferencia del período 2007-2016, en el que dependía, principalmente, del incremento del consumo per cápita. Sin embargo, en algunos países en desarrollo, en particular los asiáticos, se mantendría la tendencia creciente del consumo por habitante (OCDE-FAO, 2017). Según estas proyecciones, estos países presentarán el mayor crecimiento de las importaciones en los próximos 10 años. Sobresalen Vietnam, China, Filipinas, Indonesia, Irán y Malasia, explicando el 46% de dicha variación. Según el Banco Mundial en esta región, el consumo de carne crecerá en torno al 1,3% anual, para el período entre el 2005/07 - 2050.

Tabla 2. Mercado estimado de carne en el mundo - millones de toneladas. Banco Mundial, 2013.

Zona	Consumo estimado de carne 2005-07	Crecimiento 2007-2030	Crecimiento 2030-50	Consumo estimado 2050	Crecimiento anual (%)
Desarrollado	108,1	16,8	6,6	131,5	0,4
África	10,5	10,3	13,9	34,7	2,8
Cercano Oriente	7,1	7	6,1	20,2	2,4
América Latina	33,9	17	9,7	60,6	1,3
Sur de Asia	6,7	12,8	21	40,5	4,1
Sudeste Asia	86,6	50,8	22,8	160,2	1,4

En lo que respecta al comercio mundial de carne y productos cárnicos, se superó los 35 millones de toneladas en 2019, un 4,8% más que en 2018. Gran parte de la expansión se debió al aumento previsto de entre el 19 y el 20% de las importaciones totales de carne de China, alcanzando 26% en el caso del cerdo, el 23% en el de las aves de corral y el 15% en el de la carne de bovino.

Para 2024, se espera que la producción global de carne -vacuna, porcina y aviar- se incremente hasta 48 millones de toneladas, es decir un 17% más que la producción del período base (2014), siendo la carne aviar la que explique el 55% del incremento de la producción mundial, seguida por la carne porcina con 28%, y por último la vacuna, con un 17% del incremento (esto equivale a 10 veces la producción

argentina).

El crecimiento del consumo en los países desarrollados durante el período de proyección será lento con relación a las regiones en desarrollo. Entonces, el rápido crecimiento demográfico y la urbanización, seguirán siendo la causa central del crecimiento total del consumo.

En relación con los indicadores cualitativos que exigen los consumidores, predomina la alimentación a pasturas. Esto brinda a la carne argentina ventajas: mejores atributos referidos a la salud, una percepción de los consumidores que asocian esto con una carne de mayor calidad y con más atención al bienestar animal (Schor et al. 2008, IPCVA y GFK 2017). Además, la producción con pasturas tiene beneficios respecto del efecto invernadero debido a que compensan emisiones de metano del ganado (Berhongaray Com. Pers. 2020). Sin embargo, hay bajos niveles de inversión en pasturas y mal manejo de estas en gran parte de la zona ganadera (Dimundo Com. Pers. 2020, Aiello Com. Pers. 2020).

El consumidor, en particular en los países desarrollados, presta cada vez mayor atención en estas cuestiones de nutrición, salud, bienestar animal e impacto ambiental (Napolitano et al. 2010, Verbeke et al. 2010, Henchion et al. 2014, Clonan et al. 2015, IPCVA y GFK 2017). Esto ha llevado al uso creciente de marcas para diferenciar la carne, que por un lado brinda información al consumidor de un producto que empieza a perder su característica de commodity (Grunert et al. 2004) y que, por el otro, favorece un pago diferencial de precio (Schulz et al. 2012).

Fernando Vilella (Com. Pers. 2020), hace hincapié en que la clase media de los países desarrollados destina alrededor del 20 % de sus ingresos a alimentación, y al estar cada vez más informados, exigen muchos de los atributos antes descritos, dispuestos a pagar más por ello. La carne vacuna diferenciada se vuelve un producto premium en el mundo, valorizándose cada vez más. La trazabilidad, los sellos y las certificaciones son necesarias para abastecer esa demanda.

En la ganadería argentina, la trazabilidad a nivel individual es obligatoria para exportar a la UE desde 2003 (Resolución 15/2003 del SENASA); luego se extendió a todo el ganado desde el 2007 con indicación diferenciada acerca de si están en zona libre de aftosa con o sin vacunación (Resoluciones 754/2006 y 257-E/2017 del SENASA). La identificación del lote es voluntaria. En lo que hace a la inocuidad, hay una diferencia según el mercado al que se abastece: si es al mercado externo, los frigoríficos cuentan

con mayor capacidad para controles de calidad y estándares ambientales más altos que quienes venden al mercado interno (Otaño 2005, Ponti 2011, Ministerio de Agroindustria 2017). Hay un consenso público-privado para el control de enfermedades y es factible la producción de “carnes a medida” para diferentes mercados.

#### **4.3.6. Mercado Nacional de Carne**

El mercado interno consumió en los últimos años entre el 70 y el 80% de la producción nacional y el excedente se destinó a la exportación. La demanda interna de carne vacuna depende de la evolución de los precios relativos de sus principales bienes sustitutos; carne aviar y porcina. Entre 2000 y 2009, el consumo de carne vacuna en promedio fue de 65 kg hab<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, registrándose el mayor consumo promedio en el año 2008 el que ascendió a 69 kilogramos por habitante (Paolilli et al. 2019).

Mientras que el promedio de consumo de carne vacuna entre 2010 y 2017 fue de 58 kg hab<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, y durante los últimos años este valor se redujo a 51,2, mermando considerablemente, tanto por la pérdida del poder adquisitivo de los salarios como por el aumento de vegetarianos y flexivegetarianos. No obstante, el consumo de carne vacuna en Argentina, expresado por habitante, está entre los más altos del mundo, seguido de Uruguay, Brasil, Estados Unidos y Canadá. Pero si bien cae el consumo interno, crece el externo.

La industria de la carne vacuna conforma un sector exportador emblemático de la Argentina. Aunque el papel de nuestro país en el mercado internacional se ha reducido en los últimos 30 años: pasó de representar 7,7% de las exportaciones mundiales de carne refrigerada y congelada (medidas en toneladas) en 1980 a constituir 1,7% en 2016, a partir de 2017 comenzó una fuerte recuperación, llegando en 2019 a 830 mil toneladas y en 2020 a casi 900 mil toneladas. Además, la carne argentina en el mundo aún goza de mucho prestigio por su calidad.

China absorbe casi el 70% de nuestras exportaciones. En 2018 los principales destinos en valor FOB fueron China (998 millones de dólares), Alemania (261 millones de dólares), Chile (196 millones de dólares) y Medio Oriente (137 millones de dólares) que concentran más de la mitad de las exportaciones. La relevancia de Alemania se

debe a la venta de cortes Hilton, de alto valor unitario (Secretaría de Agroindustria 2020).

Según la consultora internacional Asian Agribusiness Consulting (AAC), la República Popular China es una tierra de grandes oportunidades para la carne argentina, que debe comenzar a posicionarse como un producto de alta calidad, segmento que lideran Australia y Estados Unidos. Allí, la carne vacuna comienza a ser vista como proteína de muy alto valor en un mercado dominado por el consumo de cerdo. Los atributos de calidad de la Argentina, tales como la genética, la alimentación de los animales y los beneficios para la salud no son muy conocidos en la cadena de suministro de China y son completamente desconocidos por los consumidores.

Los datos más importantes de ese trabajo es que los chinos, actualmente consumen apenas de 6 kilos de carne vacuna por año y pasarán a comer 8,1 kilos en 2027. No es un dato menor, dado que se trata de un mercado de más de 1.300 millones de habitantes que no se autoabastece y no podrá hacerlo –a pesar de las iniciativas gubernamentales al respecto- al menos en el corto y el mediano plazo y tendrían que importar 2,7 millones de toneladas de carne vacuna.

Las importaciones chinas de carne congelada en 2017 fueron de 688.530 toneladas, valoradas en U\$S 2.900 millones (USD 4,2/ Kg). Las importaciones de carne enfriada fueron de apenas 6,558 toneladas, valoradas en USD 73,6 millones (USD 11,2/kg).

Por otra parte, Rodolfo Bongiovani (Com. Pers. 2020), comentaba la importancia de los valores en los mercados premium de carne en países como Australia, Canadá y EEUU. En los sitios web de algunas marcas argentinas y uruguayas como <https://gauchobeefusa.com/> que en esos países, venden cortes de alta calidad, envasados, etiquetados, con certificación de que fue producida a base de pasto, tienen valores de USD 40/Kg. Mientras que en otro sitio como <https://cleaversorganic.com.au/>, un corte similar pero que además de ser orgánico, cuenta una certificación de “carbono neutral”, llega a valores de USD 60/ Kg, es decir un 50% más.

Otro dato muy importante que compartió Bongiovani es que un importante frigorífico del país contrató recientemente el servicio para la medición de la huella de carbono para certificar y exportar carne diferenciada. Se trata de un frigorífico Clase A según

inspección del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (“SENASA”) y autorizado tanto al tránsito federal como a exportar a Europa y EE.UU.

La Carne Carbono Neutro (CCN) es una marca conceptual registrada por EMBRAPA (Brasil), cuya emisión de GEI, es neutralizada durante la producción, por la presencia de árboles en los sistemas de integración silvopastoral (Pecuária-Floresta, IPF). Si bien la certificación es nueva, siendo Brasil pionero en la materia, en marzo de 2017 el Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (IPCVA) y la Asociación Forestal Argentina firmaron un acuerdo para lograr la certificación en Argentina. Según los representantes de ambas organizaciones se puede obtener al menos un 10% del valor de la misma carne sin certificar. Como se mencionó, también se creó en 2019 el Programa Argentino de Carbono Neutro, donde la cadena de la carne vacuna es una de las que se certificarán.

## **5. Implementación**

### **5.1. Sistemas integrados: Sistema Silvopastoriles**

Según la definición, un sistema silvopastoril (SSP) “consiste en la combinación intencional de árboles, plantas forrajeras y ganado en la misma superficie buscando la estabilidad ambiental, social y económica” (Jarek Nowak, Univ. de Florida. cit. por Esquivel 2017).

Marcelo Navall – Director del INTA Santiago del Estero– indica que los SSP se definen como una forma de manejo en la que coexisten varios componentes: arbóreo, forrajero, ganadero, edáfico y social, y donde se generan interacciones ambientales, económicas y sociales, bajo un manejo integrado en el espacio y en el tiempo.

En Argentina, si bien se aplican sistemas silvopastoriles desde hace mucho tiempo incorporando la actividad ganadera a los montes nativos, no es sino hasta fines de la década de 1990 e inicios del siglo XXI que el mismo comienza a difundirse aceleradamente bajo plantaciones forestales (Esquivel et al. 2004).

Este tipo de sistemas podría tener una rápida adopción para los productores ganaderos. Por un lado, por las ganancias considerables que significan y la posibilidad

de diversificar la actividad. Además, la producción de madera de calidad permitiría ampliar el mercado hacia mercados más solventes, lo cual autoriza un precio superior (Fassola et al. 2004).

Un sistema silvopastoril, a diferencia de un forestal puro, implica disminuir la densidad inicial de árboles a casi la mitad para lograr buenos crecimientos del pasto. A medida que los eucaliptos crecen en altura, es menor el sombreado que ejercen, por el efecto de “galpón alto”, que aumenta la luminosidad (en especial con las podas en alturas), a diferencia de un “galpón bajo” que es más oscuro.

Con la posibilidad de utilizar clones e híbridos de eucalipto, la baja densidad inicial no resulta ser un problema ya que disminuye la presión de selección y la competencia entre árboles a medida que crecen. La menor competencia estimula que los árboles desarrollen diámetros mayores, uno de los requisitos necesarios para que califique como madera de calidad. El rendimiento en madera total en un sistema silvopastoril comparado con uno puro es 25-30% menor, pero la cantidad de madera de calidad para aserrado es un 100% superior (Esquivel Com. Pers. 2020).

En lo que respecta a la ganadería, su manejo bajo forestación permite reemplazar el ganado más rústico (menor calidad) utilizado en zonas más cálidas, por razas con alta proporción de sangre británica (mejor calidad), debido a que la sombra que disponen mitiga los efectos del estrés térmico que sufren estos últimos en los meses de verano. Así, se logra mayores tasas de crecimiento y cortes de alto grado de terneza.

La producción animal dentro de un sistema silvopastoril podría realizarse tanto con cría como con invernada. La experiencia de engordar novillitos (invernada) en sistemas silvopastoriles, permite buenas ganancias desde que ingresan a los 170 Kg y en menos de un año de invernada pueden alcanzar los 320 kg. Para llevarlo a pesos mayores, el animal necesita acumular grasa y si no se suplementa con concentrados energéticos (maíz, sorgo o subproductos de estos) el ciclo de engorde se alarga mucho y pierde eficiencia.

La cría como actividad se adapta un poco mejor, ya que requiere una dieta de mantenimiento más que de engorde, es decir, que alimentándose solo de la pastura satisface sus necesidades, incluso pudiendo planificar los momentos de máximos requerimientos nutricionales del rodeo con la estación donde mayor crecimiento de

pasto se produce. Pero la inversión inicial para comprar vientres (USD 500/animal) es mayor que comprar terneros para invernar (USD 250/animal), por lo que el tiempo de recupero de la inversión es mayor, y dado que la inversión de la parte forestal es a largo plazo, sumarle otra actividad de recuperación a mediano plazo como la cría demandaría mayor capacidad financiera. Mientras que la invernada genera ingresos desde el primer año en que comienza la actividad, permitiendo un flujo de caja más dinámico (Dimundo Com. Pers. 2020, Preisz Com. Pers. 2020).

Es recomendable la entrada de los animales al campo cuando la plantación tiene dos años de edad (Cardozo Com. Pers. 2020), pudiendo ingresar un año antes si se protege a los árboles con hilo eléctrico (boyero). La carga animal dependerá de: la oferta de forraje, la densidad de la plantación, la especie implantada, tipo de animal, manejo y oferta de forraje (Suárez 2005).

## **5.2. Elección del lugar**

Los sistemas silvopastoriles a base de eucaliptos, podrían implementarse en todo el Centro-Norte santafesino, a excepción de aquellos lugares que padecen anegamientos permanentes y/o problemas excesivos de salinidad o sodicidad, que podrían afectar el desarrollo tanto de las pasturas como de los árboles (Orellana y Grenón 2015). La región cuenta con condiciones de temperatura, humedad y suelo aptas para su desarrollo (Araujo Com. Pers. 2020). Los campos ganaderos ubicados allí cuentan con la ventaja de tener menor costo de oportunidad de la tierra que los campos agrícolas, manteniendo buenos niveles de productividad para la actividad que se propone.

La calidad forestal de un suelo depende de la suma de todos los factores ambientales que influyen en la productividad forestal: climáticos (humedad, temperatura, fotoperíodo), geológicos, geográficos (latitud), topográficos (altitud, exposición) y por supuesto edáficos (disponibilidad de nutrientes, drenaje, capacidad de retención de agua, profundidad efectiva y capacidad de aireación), que influyen en la productividad forestal (Wang y Klinka 1996).

Los Departamentos Vera, San Justo, San Javier y General Obligado, además de contar con campos con adecuadas características, tienen la ventaja de contar con

aserraderos e industrias que necesitan aprovisionarse de madera y biomasa energética, lo cual es importante para la rentabilidad del proyecto. Cuando las forestaciones se realizan con fines industriales, su ubicación con relación a la industria es uno de los factores de mayor gravitación en la factibilidad económica del proyecto.

Además, se deben considerar otros aspectos como la infraestructura existente (casa, galpones, molinos, alambrados, etc.), la distancia a centros poblados con el fin de disponer de mano de obra para las labores forestales y de servicios (combustibles, transportes, repuestos, etc.) y el estado de los caminos para sacar la producción. Otro aspecto que se debe tener presente, es la existencia de viveros forestales certificados en la zona para la provisión de las plantas necesarias para realizar la plantación (Galarco y Ramilo 2020).

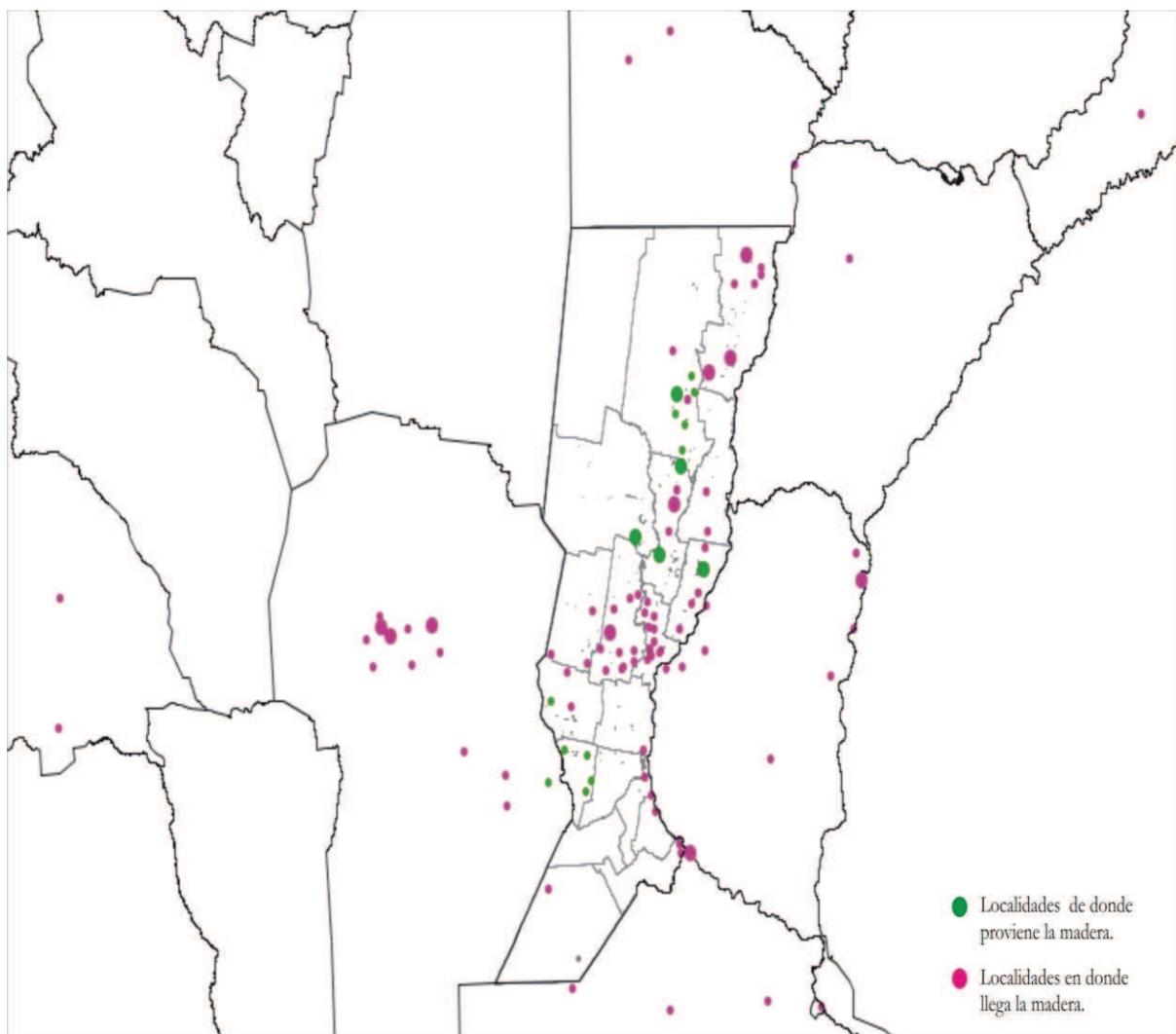


Figura 3. Localidades de origen de la madera en la Provincia de Santa Fe y localidades de destino según certificados de productos forestales de bosques cultivados. (Ministerio de Producción de Santa Fe 2013).

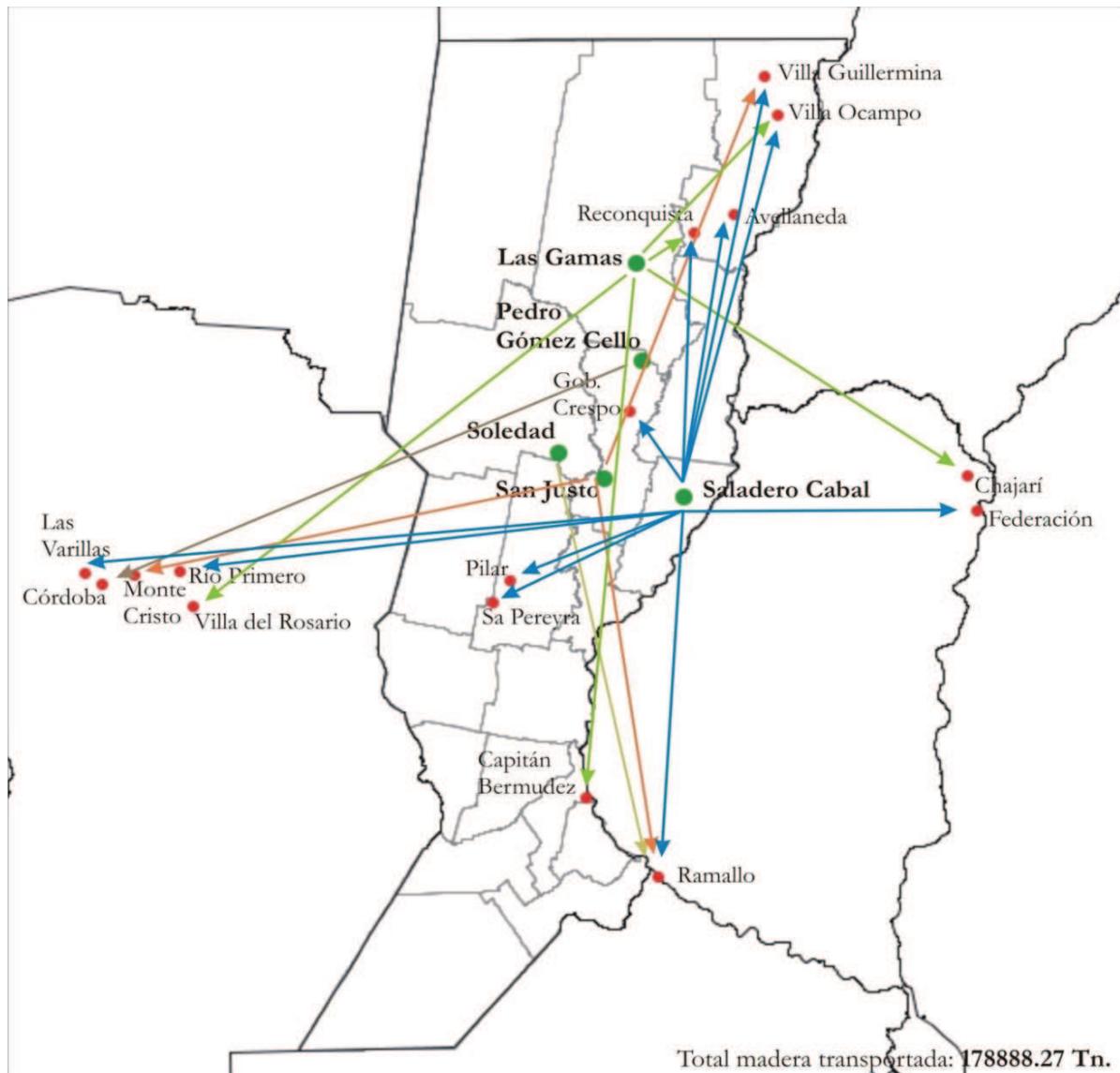


Figura 4. Tránsito de madera 2008-2013. (Ministerio de Producción de Santa Fe 2013).

### 5.2.1. Caracterización edafoclimática del Centro-Norte de la Provincia de Santa Fe

Así como se mencionó la importancia de la elección del lugar como un punto estratégico para el negocio desde el punto de vista comercial y económico, es importante también que cuente con las condiciones ambientales propicias para que se puedan desarrollar las pasturas y los árboles.

Según el Agrupamiento por aptitud agropecuaria de las tierras de la Provincia de Santa Fe (GAT), el sector central presenta mayor variabilidad climática y de suelos en donde la agricultura se integra a los sistemas mixtos basados en la ganadería lechera y/o de invernada. Es en este sector donde se ubica alrededor del 31% de la producción láctea nacional y el 50% de la producción de carne bovina de la provincia. El norte provincial tiene menores superficies de suelos aptos para la agricultura y cuenta con extensas áreas de pastizales naturales; la ganadería predominante es la cría, y con menor intensidad la recría y la invernada. El 91% de las tierras de uso exclusivamente ganadero se encuentra en la mitad norte.

Se identifican dos grandes zonas en el centro-norte provincial:

a) Zona Vera. Localidad de referencia: Vera

Superficie geográfica: 31.672 Has. que representan un 24% del territorio provincial. Ubicación y Extensión Comprende los departamentos Vera, San Javier y Garay.

El uso de la tierra es predominantemente ganadero. Se diferencian tres subzonas sobre la base del uso y de la aptitud de las tierras: Ganadera de los Bajos Submeridionales, Cuña Boscosa y Fortín Olmos; Mixta de Vera-San Javier-Calchaquí; y Ganadera del Bajo de los Saladillos.

b) Zona de San Cristóbal y los Domos Oriental y Occidental. Localidad de referencia: Reconquista (Zona ganadera y mixta del norte).

Superficie geográfica: 43.277 Has., representan un 32% del territorio provincial. Ubicación y Extensión: Comprende los departamentos 9 de Julio, Gral. Obligado y San Cristóbal. En estos departamentos predominan distritos en los que el principal uso de la tierra es ganadero, pero, en los que la agricultura tiene importancia local y la aptitud de las tierras, en algunos sectores, es superior. En general son campos más altos que la zona anterior, con mayor profundidad enraizable y menos limitaciones edáficas.

Las zonas se encuentran incluidas, casi totalmente, en la región que Cabrera (1976) define como Chaqueña. Aunque parte de los departamentos Garay, San Javier y Sur de San Cristóbal pertenecen a la Región del Espinal en la transición Pampeana Chaqueña.

El clima es templado-cálido y húmedo. La temperatura media anual varía entre 17,5 °C al sur de la región a 20,5 °C al norte, y la precipitación media anual entre 975 mm al Oeste Provincial a 1.300 mm al Este, concentradas en la estación cálida y presentan variabilidad interanual.

El relieve es heterogéneo. Los suelos son de texturas finas, muy pocos ondulados, formados sobre sedimentos loésicos al centro y oeste, y fluviales de textura franco-limosa y algunos aportes loésicos al este. El escurrimiento es eficiente en el borde occidental, pero, hacia el este casi todos los suelos presentan deficiencias de drenaje moderadas. No existen cauces excavados y las aguas se concentran en ejes amplios levemente deprimidos y lagunas temporarias. Predominan los Alfisoles. En las tierras con mejor drenaje y aptitud predominan los Argiudoles típicos, ácuicos y acuérticos en la zona b. Presenta amplios sectores inundables ocupados por praderas y sabanas halo-hidrófilas.

Los Bajos Submeridionales son planos bajos inundables, salinos y/o sódicos. Aquí, proyectos como el que propone este trabajo supondría mucho riesgo, ya que, si bien tanto el Eucalipto como el Gramma Rhodes toleran el anegamiento temporario, su crecimiento merma considerablemente. La Cuña Boscosa y los domos orientales y occidentales están asociados a planos altos, con deficiencias de drenaje temporales donde se pueden adaptar tranquilamente (Giorgi et al. 2007).

Aptitud de uso: Las tierras predominantes son de baja capacidad productiva (clases IV, V, VI y VII de Capacidad de Uso). Las restricciones predominantes son sodicidad, deficiencias de drenaje y horizontes argílicos. Para este trabajo pondremos foco en suelos de clase de IV a VI donde no se compite con la agricultura y las limitantes mencionadas no existen o son leves.

### 5.3. Planteo técnico

#### 5.3.1. Componente forestal

El planteo elegido es una plantación de *Eucalyptus*, con clones de híbridos *E. camaldulensis* x *E. grandis*, en un espaciamiento de 3x2 m y cada dos hileras de árboles, se deja un espacio de 10 metros (ver figura 5), donde se implantará la pastura, alcanzando una densidad aproximada de 450 árboles por hectárea. Este tipo de configuración, denominado “en trincheras”, “líneas apareadas” o “en callejones”, consiste en juntar dos o tres líneas a distancias de 3 o 4 metros y separarlos con callejones de 8 a 20 metros (Esquivel 2017). Experiencias realizadas en los Estados Unidos demostraron que con estas configuraciones existía un buen equilibrio entre la producción de madera y de carne.

Como para la Provincia de Santa Fe, la cantidad mínima de árboles que se necesita para acceder a los beneficios de la LN 25.080 es de 600 árboles, es posible aumentar la densidad de plantación a esa cantidad disminuyendo el ancho de los callejones de pasturas a 10 m, usando un espaciamiento de 3x2 y agregando una tercera hilera entre cada callejón. Esta alternativa es factible porque luego se puede hacer un raleo más temprano de árboles. La densidad mínima es necesaria mantenerla hasta el momento de la auditoría a campo que realiza la autoridad de aplicación provincial, luego del primer año. Si bien requiere una inversión mayor en plantines, luego se recupera por la venta de esa biomasa forestal raleada. Será necesario elegir el momento oportuno de manera que no afecte el crecimiento de la pastura por sombreamiento excesivo de la misma.

Entre las ventajas evaluadas con estos diseños, encontramos la gran flexibilidad en el manejo, en especial al poder ingresar con maquinarias por los callejones. Las fechas de raleo para impedir el sombreamiento de la pastura no son tan rígidas, permitiendo ralear cuando el producto tiene un destino comercial. La complementariedad con la ganadería es más fácil. El riesgo de incendios disminuye considerablemente.

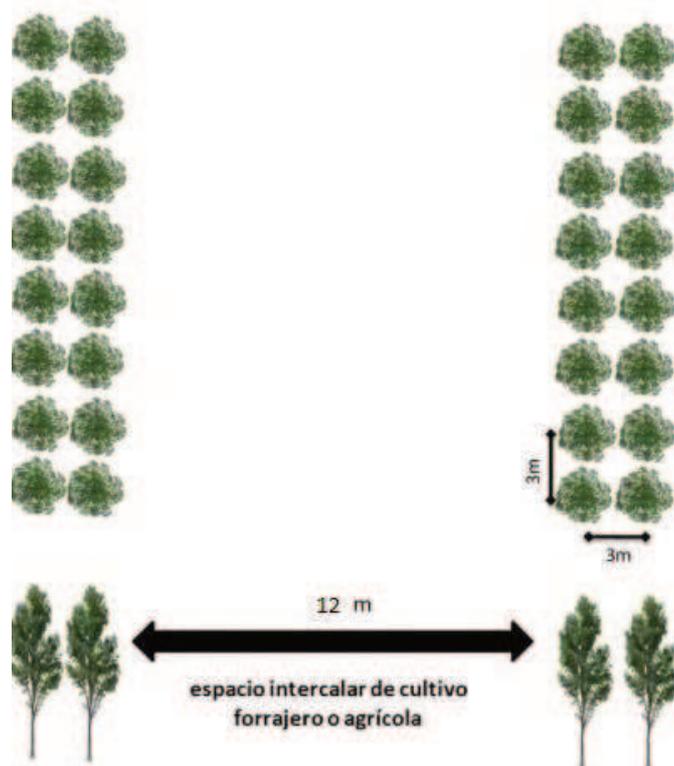


Figura 5. Diseño de plantación de árboles 3x3x12 metros.

El eucalipto es una especie adaptada para las prácticas silvopastoriles, porque tiene copas estrechas que permiten la penetración de una cantidad razonable de luz directa o difusa hasta el nivel del suelo permitiendo el crecimiento de plantas forrajeras, siempre que el espaciamiento sea correcto y el manejo apropiado, y además proporciona sombra a los animales (Daniel y Couto 1998).

#### a) Preparación del terreno

Como trabajo previo, es importante arrancar seis meses antes de la plantación con el movimiento de suelo, para realizar dos labores de labranza (con disco y rastra) y una labranza más profunda con cincel o subsolador en las filas donde se plantarán los árboles. La misma se realizaría con contratistas de la zona.

Durante este período es necesario hacer un buen control de hormigas, la plaga más importante en estos sistemas, pudiéndose además hacer un control químico de malezas. También, seis meses antes es importante realizar los encargos de plantines

del clon elegido al vivero proveedor para que pueda entregarlos a tiempo y con la altura recomendada para la plantación.

#### b) Plantación

La fecha de plantación óptima de los eucaliptos en la región es en septiembre, una vez que las heladas y los fríos más intensos del invierno han cesado. Podría plantarse en marzo también, aunque corre el riesgo de verse afectado por una helada temprana. La fecha de siembra de la pastura es entre octubre y diciembre, permitiendo comenzar una labor cuando termina la otra.

El servicio de plantación también se contrata. Se hace en forma manual, con personal calificado, que realiza hoyos en el suelo, coloca el plantín y presiona la tierra. El material utilizado para realizar la plantación son plantines de entre 25 y 30 cm de altura, provenientes de viveros certificados.

La plantación debe realizarse en dirección E-O para captar mayor radiación solar (Esquivel Com. Pers. 2020).

#### c) Fertilización y control de plagas en árboles

La fertilización de arranque es una práctica muy habitual, fundamentalmente para aportar nitrógeno y fósforo asimilable. Los fertilizantes más utilizados son la urea, el fosfato diamónico y el superfosfato triple. Con la fertilización de arranque se logran en los primeros 2 años incrementar la altura y el diámetro de copa un 20-30 % por encima de plantaciones sin tratar (Dalla Tea 1993, INTA PROFOME 1995). Por lo que el beneficio que genera supera ampliamente su costo.

#### d) Control de hormigas cortadoras

Durante los momentos previos y posteriores a la plantación es fundamental realizar un buen control de hormigas, ya que éstas pueden afectar de manera considerable el stand inicial de plantas. Para el mismo se pueden utilizar aplicaciones de cobertura

total, combinándolos con repastos de aplicaciones locales (directo en los hormigueros). Debe realizarse caminando toda la superficie a plantar y sus alrededores en busca de hormigueros. En la mañana temprano o en el atardecer es el período del día en que las hormigas tienen mayor actividad, siendo los momentos en que deben realizarse las recorridas, siguiendo los caminos hasta llegar al hormiguero. Estos se marcan convenientemente (con palos o ramas y una tela, bolsa o cita a modo de bandera), para posteriormente efectuar su control. La marcación nos permitirá volver a realizar las aplicaciones de insecticidas y el monitoreo posterior durante 3 o 4 días, para verificar si persiste la actividad o está inactivo el hormiguero. Los insecticidas utilizados vienen en diferentes presentaciones: líquidos, en polvo (secos o mojables) y en cebos granulados, estos últimos a granel o en sobres. Los cebos granulados se aplican sobre los caminos para ser acarreados por las hormigas hasta el interior del hormiguero, donde tienen su acción insecticida sobre la colonia. Las aplicaciones líquidas y en polvo requieren de cavar el hormiguero, y cuentan con muy alta efectividad.

#### e) Reposición de fallas

Por diversos motivos, durante la primera temporada de crecimiento de los árboles, pueden aparecer plantas muertas, dañadas o descalzadas, las que deben de ser reemplazadas lo antes posible por plantas en buen estado. Para la reposición de fallas se deben de utilizar plantas de igual especie y preferentemente del mismo tamaño, con el fin de mantener la homogeneidad del lote plantado y una competencia uniforme entre los individuos. Cuando las fallas ocurren concentradas en una misma zona siempre han de reemplazarse; cuando son aisladas o en poca cantidad, puede no realizarse la reposición.

#### f) Cortafuegos y contratación de un seguro forestal

Como parte de la planificación, la superficie a forestar se divide en cuadros, lotes o rodales cuyo tamaño no debería ser mayor a 25 hectáreas, separados entre sí por cortafuegos internos. El objetivo de limitar la superficie de los bloques es disminuir la posibilidad de que cualquier fuego que se desarrolle o ingrese en la plantación no

afecte más allá de la superficie de un bloque y se realicen sobre este las acciones de control. Los cortafuegos se diseñan perpendiculares a los vientos predominantes en la época de mayor riesgo de incendios. El diseño deseable de un cortafuegos está formado por una calle central de 4 m de ancho con suelo mineral expuesto y transitable; hacia ambos lados de la anterior, una superficie que debe mantenerse arada o desmalezada ya sea por segado, pastoreo intensivo con ganado, control químico o mediante quemas controladas.

Los mismos tienen su costo de mantenimiento. Además, se prevé la contratación de un seguro forestal para lo cual se solicitó una cotización a una empresa aseguradora. Su costo es de USD 10/ ha.

Los proyectos de forestación realizados bajo fomento de la Ley 25.080 -y sus prórrogas- requieren de equipamiento obligatorio para el combate de incendios. Conforme aumenta la superficie forestada, mayor es el grado de equipamiento exigido, que incluye herramientas de mano (matafuegos, palas, rastrillos, quemadores, mochilas de agua), motobombas y equipos de transporte de agua.

### 5.3.2. Componente herbáceo

#### a) Especies

La pastura elegida para este proyecto tendrá como especie predominante el Gramma Rhodes (*Chloris gayana*), con intersiembra de *Mellilotus alba* (trébol de olor).

Existe la posibilidad de combinar otro tipo de especies (ver Anexo 12.1), ya sea puras o en mezclas forrajeras, en función del tipo de suelo, la distribución de precipitaciones, la demanda estacional del rodeo según el tipo de actividad (cría o invernada), entre otras. Entre esas alternativas podemos encontrar gramíneas del tipo C4 como *Panicum coloratum*, *Panicum maximum*, *Brachiaria*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum*, y como leguminosas *Vicia*, *Desmodium*, tréboles (Aiello Com. Pers. 2020).

Según Fernando Nanning (2009), si bien cada ambiente tiene especies que mejor se adaptan que otras, el potencial del Gramma Rhodes (*Chloris gayana*) es muy interesante por ser una especie que posee once cultivares diferentes y, por ende, un

gran poder de adaptación a distintas condiciones ambientales. Además, es perenne de crecimiento estival, al tiempo que posee guías que enraízan en los nudos, característica que permite cubrir rápidamente el suelo y competir con malezas. Su sistema radicular le confiere cierta resistencia a la sequía, tiene la capacidad para adaptarse a los suelos arcillosos y tolerar el frío, las sequías y la salinidad. Es de rápida implantación, con muy buena resiembra natural. Asimismo, esta especie presenta rebrote en el invierno, cuando la mayoría de las forrajeras se encuentran secas, y se observa verde en gran parte de esta estación. En caso de heladas, su parte aérea se seca, pero rebrota rápidamente cuando las temperaturas aumentan (Nenning 2009).

En suelos arcillosos y poco fértiles, como muchos de los que existen en la región en estudio, el uso de un cultivar diploide puede tolerar largos períodos de encharcamiento, y en promedio puede producir entre 10.000 y 30.000 kg de MS/ha/año sin limitantes hídricas, dependiendo del cultivar y del manejo que se realice (Oprandi et al. 2014).

La especie *Mellilotus alba*, es una leguminosa muy utilizada en consociaciones. Puede incorporarse junto con especies megatérmicas como el Grama Rhodes al momento de la siembra o intersembrarse con lotes de pasturas ya implantadas a una densidad de entre 3 y 6 kg ha<sup>-1</sup>. Además de producir pasto de calidad a la salida del invierno, fija nitrógeno atmosférico al suelo que será aprovechado por la gramínea. Podemos observar aquí otra ventaja de la integración de especies y la complementación de estas en el sistema. La planta tiene un crecimiento invernal, florece en septiembre, fructifica en octubre y luego muere. Sus semillas germinan en abril y reinicia nuevamente su ciclo. “Ofrece pasto cuando las megatérmicas no lo hacen, permite lograr una buena cadena forrajera y, combinada con *Aeschynomene* que es otra especie de crecimiento estival, asegura cadenas forrajeras de leguminosas durante todo el año (Nenning 2009). La inclusión de leguminosas en una pastura otorga ventajas directas sobre el animal, debido al aporte de proteína a la dieta y al sistema en general.

Existen muchas especies que se pueden adaptar a estos sistemas en función de las condiciones ambientales y prácticas de manejo que se muestran en el anexo.

#### b) Siembra y fertilización

La época óptima de siembra es a finales de la primavera. La densidad de siembra recomendada es de 4 a 8 kg de semilla ha<sup>-1</sup>. El incremento depende de la dosis de fertilización y el momento, obteniéndose buenas respuestas aplicando 50 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno después de un corte (Oprandi et al. 2014).

Para la siembra de pasturas se contrataría una sembradora en directa o al voleo incorporando como fertilizante urea (nitrógeno de forma sólida).

### c) Producción anual de la pastura

Estaría en el orden de los 10.000 kg de MS/Ha/año en una pastura pura. Para este planteo que se integra con la forestación, la pastura ocuparía en un primer momento el 60% de la superficie (el 40% restante representa la superficie arbórea) que con un aprovechamiento del 60%, lo que nos daría una oferta de 3600 kg de MS aprovechable ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Con el tiempo, el Gramma Rhodes al contar con rizomas y resiembra natural va cubriendo la superficie alrededor de los árboles.

Con la producción potencial de pasto podemos estimar la producción de carne. Si la eficiencia de conversión “kg de forraje consumido: kg de carne producido” es de 10 a 1 (Dimundo Com. Pers. 2020), podríamos tener una producción potencial de 360 kg de carne por hectárea. No obstante, en la práctica, la carga animal utilizada es un poco menor para evitar el sobrepastoreo de la pastura y minimizar las posibilidades de que el animal pase hambre y no gane peso.

Los resultados esperados de la fertilización nitrogenada de la pastura podrían incrementar la producción siempre y cuando los factores abióticos como humedad en el suelo, temperatura y luz no sean limitantes. La respuesta a la aplicación de nitrógeno estaría en el orden de 100 a 150 kg de MS por kg de nitrógeno aplicado. (Gandara 2018)

### 5.3.3. Componente animal

El tiempo recomendado para introducir los animales es a partir de los 18-24 meses de la plantación de los árboles, dependiendo del tamaño, pudiendo introducirse antes,

por ejemplo, a los 12 meses si se utilizara el hilo eléctrico (boyero), para protegerlos del posible daño que le pueden hacer los animales. Esto demanda hacer la implantación de la pastura en la misma temporada que los árboles, ya que para lograr una buena implantación se necesita estar alrededor de un año sin pastorear.

Una vez cumplido el año de plantación, se realiza la compra y el ingreso de los animales. El tipo de animal elegido son terneros de entre 170 kg promedio, cruza (razas Braford o Brangus), que combinan la buena aptitud carnicera de las razas británicas (Hereford y Angus) con la rusticidad y adaptación a la región de razas cebuinas (Brahman).

## **5.4. Prácticas de manejo**

### **5.4.1. Manejo del Pastoreo**

La interacción entre los animales y la pastura son claves para lograr la mayor eficiencia de conversión (kilos de pasto/kg de carne producido), el mayor crecimiento y aprovechamiento de la pastura, y la mayor persistencia de esta. Para ello se propone usar técnicas del pastoreo racional en cualquiera de sus variantes (intensivo, holístico, voisin, etc.), que básicamente contempla asignar pequeñas fracciones de pastura para que los animales pastoreen en pocos días, y se los rota a otra parcela. Entonces se deja descansar esa fracción de pastura el tiempo necesario para que la misma vuelva a crecer y recuperar reservas. De esta manera se puede aumentar la carga animal. Esto tiene relación directa con la eficiencia, la rentabilidad y la menor emisión de carbono. La superficie asignada depende de la demanda nutricional del rodeo y la oferta de pasto por hectárea de la pastura.

Para cubrir la caída forrajera durante el invierno, está contemplado el suministro de 250 kg de rollo de alfalfa por animal por día, más 40 kg de maíz, sumado al forraje diferido. Esto permite engordar los animales alrededor de 60 días más. Así, ingresan en octubre y se venden a fines de julio. De esta manera estarían 305 días con una ganancia de peso promedio por animal de al menos 500 gramos por día, sumando 152,5 kg de peso en el ciclo. A una carga de 1,5 animales por hectárea, y una tasa de mortalidad del 4%, se lograría producir 220 kg de carne producidos por hectárea.

Para engorde de novillos en los sistemas silvopastoriles, la ganancia diaria de peso vivo en kg por animal día<sup>-1</sup> se mejoró un 35% más respecto a un sistema tradicional (sin árboles). Para vaquillonas un 29% (Peri y Navall 2016).

El manejo del pastoreo es considerado para este proyecto una tecnología de procesos importante, ya que supone el conocimiento de los principios que regulan el crecimiento y desarrollo de las plantas forrajeras, de la nutrición y bienestar de los animales, de la defoliación y su efecto en la capacidad de rebrote de las pasturas, los impactos que ejercen los animales el suelo y el efecto que tienen las condiciones de clima el desarrollo de la pastura (Pezo 2018). El reto pasa por traducir estos principios en prácticas de manejo del ecosistema pastura que permitan lograr una alta producción de biomasa forrajera de buena calidad nutritiva, aseguren una adecuada actividad biológica de los organismos responsables del reciclaje de nutrimentos, que persistan cuando es utilizada bajo pastoreo pese a las restricciones abióticas y bióticas asociadas al cambio climático, ayude a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y que resulte en altos niveles de productividad por muchos años (Pezo 2018).

Estos principios fueron desarrollados tanto por Voisin como por Savory, para los cuales se hizo una pequeña descripción en el anexo (ver Anexo 12.2).

#### **5.4.2. Raleos y podas**

El objetivo es producir madera de calidad para mueblería y construcción. Para ello se necesita realizar manejos intensivos como raleos y podas.

Con las podas (eliminación de las ramas inferiores), se busca calidad de madera al evitar la formación de nudos. Con los raleos, es decir la disminución de la población de árboles, se busca tener árboles más gruesos, con diámetros superiores y disminuir el turno de corte (tiempo en alcanzar el tamaño esperado) (Aguerre et al. 1995)

Los raleos en los SSP deben ser anticipados, selectivos y en fechas óptimas. Un retraso en el raleo afectará el desarrollo de la pastura. Al igual que para la producción ganadera la balanza es necesaria para ir testeando el incremento de peso del ganado,

para la parte forestal es necesario conocer cómo evoluciona el crecimiento de los árboles y la competencia entre los mismos.

La altura de la poda modifica la altura de la copa verde. La longitud de la copa verde, expresada en km/ha es un indicador que se utiliza para predecir el sombreado. Cada especie de acuerdo a la “transparencia” de sus copas permitirá el crecimiento de las pasturas con distintos valores de longitud de copa verde  $\text{ha}^{-1}$  (LCV  $\text{ha}^{-1}$ ).

La calidad del trabajo de poda tiene mucha relación con la capacitación de la persona que realiza el trabajo y con la herramienta utilizada. En ningún caso se debe hacer con un machete, siendo recomendables las tijeras o en su defecto los serruchos de doble corte. Un rápido proceso de cicatrización es apreciado por los compradores. El corte de las ramas debe hacerse respetando el rodete de cicatrización, sin dejar saliencias pronunciadas ni cortes muy al ras del fuste. Lo ideal sería hacer este trabajo con tijeras eléctricas para hacer menos penosa una tarea que requiere altos esfuerzos físicos y para realizar cortes más parejos que eviten el ingreso de enfermedades.

Esquema de podas y raleos recomendados:

- A los 2-3 años raleo de plantas muertas y primer poda hasta los 1,8 – 2,5 m de altura (dependiendo de la altura promedio de la plantación) sobre la totalidad de las plantas, bajando la densidad a 450 para aprovechamiento energético, para evitar el sombreado excesivo de las pasturas.
- Entre los 4 y 5 años, el segundo raleo (aserrable fino / intensidad 10%) y segunda poda hasta los 4,5 a 5 metros)
- A los 9 años la tala.

## **5.5. Productividad**

### **5.5.1. Producción forestal anual y final por hectárea**

Según los datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, el incremento medio anual del diámetro a la altura del pecho (DAP) de plantaciones de bajas densidades como las que propone este proyecto, el DAP oscila entre 2,7 y 3  $\text{cm año}^{-1}$  y se

mantiene durante la mayor cantidad de años sin decrecer. En cuanto a volumen, teniendo en cuenta el sistema de simulación “PlaninILPF Eucalipto” desarrollado por EMBRAPA, nos arrojaría una producción final de  $360 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , más la biomasa de raleos y podas, siendo aproximadamente un 10% del total.

Esos datos son similares al promedio nacional, que ronda los  $43 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  (Araujo de Souza, Cardozo Com. Pers. 2021), por lo que, en 9 años tendríamos una producción final de  $387 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$ . A una densidad de  $0,6 \text{ t m}^{-3}$ , y descontando un 25% de merma por menor densidad, obtendríamos  $174 \text{ t ha}^{-1}$ . Este dato es promedio, que varía según las condiciones de clima, de suelo, manejo, si los árboles son provenientes de material de semilla o clonal. Estos últimos tienen mayor producción.

El objetivo es llegar al momento de corte con 18 cm de diámetro de “punta fina” (el extremo más fino del fuste). A partir de este diámetro la industria lo considera de alta calidad y paga mejores precios. Tomando como referencia un incremento de 3 cm/año de la DAP (más aun teniendo en cuenta la baja densidad que incrementa este valor y el uso de clones de alto rendimiento) lograríamos 27 cm de DAP en un término de 9 años, por lo que es más que posible alcanzar los 18 cm de punta fina (este valor depende del índice de conicidad del clon). Si las condiciones ambientales son muy buenas incluso podría lograrse en 8 años. Por el contrario, en suelos con limitaciones, por inundaciones y/o sequías podría demorarse su desarrollo (Cardozo y Araujo de Souza Com. Pers. 2021).

Producción estimada, por hectárea:

- En volumen ( $\text{m}^3$ ):

$$43 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1} * 9 \text{ años} = 290 \text{ m}^3$$

- En peso (toneladas):

Las empresas que compran las plantaciones “en pie” utilizan para estimar el peso de la plantación un ajuste por densidad que varía según la variedad. Para este planteo utilizaremos un valor de  $0,6 \text{ t m}^{-3}$ , por lo que obtendremos

$$290 \text{ m}^3 * 0,6 \text{ t m}^{-3} = 174 \text{ t}$$

Aquí nos referimos a la biomasa forestal total con destino comercial, que corresponde a lo que se comercializa al noveno año como plantación en pie. Además, se obtiene un 10% extra correspondiente a los residuos de podas y raleos con destino energético.

### 5.5.2. Producción animal anual y final

Como indica el cuadro, se estima producir 220 Kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de carne (contemplando una merma del 3% por mortandad), que, por 8 ciclos productivos en los 9 años (el primer año no se hace ganadería para resguardar a los árboles), nos brinda un total de 1760 Kg ha<sup>-1</sup> durante todo el período.

Si bien se producen 220 kilos anuales, hay que tener en cuenta para hacer el balance económico, que ese número se obtiene de la diferencia entre la compra de terneros (costo), de 1,5 terneros ha<sup>-1</sup> de 170 Kg, y la venta de estos al final del ciclo, por lo que se compra 255 Kg de stock inicial y se vende al año 475 kg ha<sup>-1</sup> de carne. Es importante hacer esta aclaración ya que hay pequeñas diferencias en los costos del kg de compra y de venta, así como el flete, que figuran en la tabla 4 de costos.

Tabla 3: Valores de producción de Kg de carne por hectárea.

CONCEPTO	VALOR
Peso de entrada (Kg)	170
Ganancia por animal (Kg)	146,7
Peso de salida (Kg)	316,7
Duración del ciclo (días)	305
GDPV (Kg)	0,481
Carga animal (animal ha <sup>-1</sup> )	1,5
Producción de carne (Kg ha <sup>-1</sup> )	220
Ventas anuales (Kg ha <sup>-1</sup> )	475
Ventas totales (8 ciclos en Kg ha <sup>-1</sup> )	3.800

\*GDPV: Ganancia diaria de peso vivo por animal. Este valor, multiplicado por la cantidad de días que dura el ciclo y por la cantidad de animales que existen por hectárea, nos da como resultado la productividad por hectárea.

## **5.6. Capital humano necesario**

El capital humano es un elemento clave para el éxito del proyecto (Vilella Com. Pers. 2020, Alzugaray Com. Pers. 2020). El mismo contempla:

El director del proyecto: encargado de llevar adelante el negocio, que encuentre los recursos humanos necesarios para cada tarea, busque un campo adecuado para desarrollarlo, realice y ejecute el plan estratégico, busque inversores y socios estratégicos, administre los recursos económicos y encuentre los mejores mercados. Es importante que conozca los puntos claves del negocio.

Responsable ejecutivo del proyecto: que lleve adelante la planificación y control de los procesos productivos, tome decisiones de manejo, compra de insumos, contratación de servicios, así como la supervisión y capacitación del personal. El perfil requerido es un ingeniero agrónomo, con conocimientos técnicos en la producción animal y forestal y el manejo de pasturas, con disponibilidad para estar dos días, todas las semanas en el sitio, que tenga visión sistémica, sumamente necesaria para manejar un planteo integral y capacidad de trabajo en equipo.

Encargado de la producción: persona con experiencia en la producción animal, abierta, dispuesta a vivir en el lugar y a aprender sobre sistemas integrados y manejo racional intensivo, a llevar registros, a trabajar en equipo y responsable.

Estos dos últimos actores son claves, ya que de ellos dependerá el alcance de las metas de producción. Como política de compensaciones, es importante hacer parte de los beneficios obtenidos por resultados logrados, estableciendo una escala.

Es importante que el campo se encuentre cerca de escuelas rurales o centros urbanos, con accesibilidad para poder transitar en días de lluvia, y la casa en buenas condiciones habitacionales, con servicios de internet y telefonía, además brindar una computadora para uso laboral y personal.

Por último, se requerirá la contratación de profesionales externos para los servicios de contabilidad y sanidad animal, es decir, un contador y un veterinario respectivamente con experiencia.

El éxito o fracaso dependerá del trabajo en equipo. Los inversores valoran la experiencia de sus integrantes, conocimiento del negocio y el mercado objetivo, las

relaciones con actores de la cadena (clientes, proveedores, etc.) y la región. Se trata de resaltar las experiencias y habilidades del equipo útiles para la realización y desarrollo del proyecto.

El proyecto exige la contratación de diferentes servicios: de siembra, plantación, raleos y podas y cosecha. Debido a la escala y la estacionalidad del uso de los mismos no se justifica la adquisición de equipos propios. Además, requiere mano de obra especializada. En la región existe la disponibilidad de estos servicios, aunque es necesario contratarlos con suficiente tiempo de antelación.

Por otra parte, dadas las diversas posibilidades de manejo de las diferentes labores, es importante que el agrónomo que administra especifique adecuadamente las instrucciones para la correcta realización de los servicios.

Las alianzas estratégicas son muy importantes también, tanto con proveedores de insumos, de servicios y clientes.

Al tratarse de un nuevo modelo de negocios en la región, donde la plantación de bosques cultivados no ha sido muy desarrollada y mucho menos combinándola con la ganadería, y al haberse realizado relativamente pocos trabajos de investigación en la zona, los productores y empresarios se enfrentan a un negocio sistema productivo nuevo, cuyas experiencias locales hay que desarrollar y muchas estimaciones se tienen que hacer de manera indirecta con datos de otras regiones.

A su vez, la implementación de los sistemas silvopastoriles exige un importante asesoramiento a nivel agronómico, para evitar la competencia que podría existir entre el componente arbóreo y el forrajero, por luz, agua y nutrientes, en el caso de no realizar todas las actividades de manejo necesarias en tiempo y forma. Así como se hace necesaria la incorporación de nuevas tecnologías, algunas de las cuales conlleva cambiar manejos tradicionales, por ejemplo, el uso de un pastoreo racional.

Sin embargo, se ha observado que los productores que alguna vez han implementado este sistema productivo han seguido aumentando las hectáreas dedicadas al mismo a medida que les fuera posible, sin importar a la escala a la que pertenezcan (Frey et al. 2008).

## 5.7. Beneficios de la actividad forestal

La actividad forestal es beneficiaria del Apoyo Económico No Reintegrable que ofrece la Ley Nacional N° 25.080 y sus prórrogas. Además, brindan importantes beneficios a quienes realizan plantaciones forestales. Llamada “Ley de Inversiones para Bosques Cultivados”, sancionada en diciembre de 1998, tiene por objetivos establecer incentivos por parte del Estado Nacional a fin de favorecer el desarrollo armónico del sector forestal hasta llegar a 2.000.000 de hectáreas.

Los alcances previstos eran para nuevos emprendimientos forestales, ampliación de los bosques existentes, instalación y ampliación de proyectos foresto-industriales. Se promocionan las siguientes actividades: implantación de bosques, su mantenimiento, el manejo, el riego, la protección, la cosecha de los mismos, la investigación y desarrollo, así como la industrialización de la madera, cuando todas ellas formaran parte de un emprendimiento forestal integrado. Se prorrogó su vigencia por diez años, a través de la promulgación de la Ley 26.432 (2009-2018), y en enero de 2019 la Ley 27.487 por otros diez años (2019-2028).

Algunas de éstas últimas modificaciones tienen que ver con:

- La incorporación del concepto de “manejo sostenible” de las actividades forestales, con el objetivo de resaltar la importancia del desarrollo ambiental sustentable.
- Se reemplazó el concepto de “bosque implantado o cultivado” por los de “emprendimiento forestal” (plantaciones de especies forestales ecológicamente adaptadas al sitio, y que permitan satisfacer la demanda actual y potencial de materia prima por parte de distintas industrias, sea en plantaciones puras, mixtas o en sistemas agroforestales, cómo el de éste trabajo) y “emprendimiento foresto industrial” (aquel que utiliza madera como insumo principal para la obtención de productos y que incluya la implantación de bosques), siendo estos los nuevos objetos del régimen de inversión en cuestión.
- Se otorga a la autoridad de aplicación la facultad de delimitar la zonificación por cuencas forestales para la localización de los emprendimientos, en función a criterios de sostenibilidad ambiental, económica y social.

- Se modificaron las escalas de hectáreas establecidas, reduciendo la superficie y los porcentajes que se reconocen como Aportes no Reintegrables a las plantaciones forestales.
- Y otras que tienen que ver con presentación de declaraciones juradas, sumarios, etc.

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, a través de la Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial ejecuta las acciones previstas en la norma. La Ley Provincial de adhesión de Santa Fe es la 11.768. Las provincias que manifiesten voluntad de aplicar la Ley en su territorio deben promulgar una ley provincial de adhesión a la norma nacional, y a sus respectivas prórrogas.

Entre los beneficios que la legislación brinda podemos nombrar los siguientes puntos:

- Estabilidad Fiscal: se estabiliza la carga tributaria desde el momento de aprobación del proyecto, para todos los impuestos nacionales (menos el IVA), provinciales y municipales. Tiene una duración de treinta (30) años. Por lo que no se podrá ver incrementada la carga tributaria total determinada al momento de la presentación del emprendimiento, como consecuencia de aumentos en los impuestos y tasas, cualquiera fuera su denominación en el ámbito nacional y en los ámbitos provinciales y municipales, o la creación de otras nuevas que los alcancen como sujetos de derecho de los mismos.
- Devolución del IVA: El IVA no está incluido dentro de la Estabilidad Fiscal. El tratamiento de este está normado por la Ley nacional 24.430/19, Ley del IVA, la cual dentro de su articulado legisla sobre la devolución de créditos fiscales originados en la compra de bienes, servicios y/o locaciones, y/o importación definitiva destinados al proyecto.
- Impuesto a las ganancias: se establece un régimen de amortización acelerada del impuesto a las ganancias; los gastos efectuados a los fines contables se podrán amortizar no en todo el período de su vida útil, sino de la siguiente manera: para obras civiles y/o construcciones: 60% en 1° año, 20% al 2° año y el restante 20% al 3° año; para equipamientos: hasta un 33,33% en cada uno de los 3 primeros años.
- Avalúos anuales: se puede incrementar anualmente el valor de la forestación en pie, esta capitalización es sólo a los fines contables. La actividad forestal

conlleva una inversión inicial que las empresas registran en su activo y luego anualmente incorporan los gastos de mantenimiento de la forestación. Desde el inicio del ciclo productivo, se admite un incremento contable de valor de las existencias en pie de las plantaciones, sin ninguna implicancia tributaria. Para lo cual un profesional previamente inscripto en el registro habilitado lo determinará, debiendo presentar un informe, aplicando los valores del mercado a esa fecha. Así, la Ley permite incrementar el valor de las forestaciones, contabilizando anualmente el crecimiento, actualizando así el valor de las plantaciones en pie al cierre de cada ejercicio. Al momento de la cosecha y venta de la madera, la empresa tiene su ingreso gravado en el Impuesto a las ganancias y por el beneficio consagrado en esta Ley puede considerar como costo computable el valor de las plantaciones en pie al cierre del último ejercicio. Por lo tanto, tendría una disminución en el resultado impositivo, reduciendo así el monto a pagar del impuesto a las ganancias.

- Exención de impuestos y sellos: que graven activos o patrimonios afectados a los emprendimientos (ganancia mínima presunta) aprobación de estatutos, contratos sociales, modificación, emisión de acciones, tanto nacionales como provinciales.
- Apoyo económico no reintegrable (AENR) Las personas físicas o jurídicas titulares de proyectos forestales, fideicomisos, así como también otras figuras contractuales no societarias o equivalentes, podrán recibir un apoyo económico no reintegrable. Consiste en un monto fijo de dinero por hectárea, variable por zona, especie y densidad de plantas por hectárea. Se contempla el pago por plantación y por tratamientos silviculturales, en todos los casos, asignando un determinado porcentaje de un costo establecido a los efectos por la Autoridad de Aplicación. Debido a cuestiones inflacionarias, si la actualización no se realiza periódicamente, los montos establecidos pueden tener ciertos atrasos con el costo real. Actualmente, con la prórroga vigente (Ley 27.487), los titulares de emprendimientos podrán recibir un AENR, el cual consistirá en un monto estándar por hectárea, variable por zona, especie y actividad forestal, independiente de los costos particulares de los proyectos, según lo determine la autoridad de aplicación y conforme las siguientes condiciones: a) De 1 hasta 20 hectáreas, se paga hasta el 80% de los costos de plantación. Para más de 20 hectáreas y hasta un máximo de 300 hectáreas, entre un 40 y 60%. Con

relación a los tratamientos silviculturales (poda y raleo), los sujetos titulares de emprendimientos podrán percibir un apoyo económico no reintegrable el cual consistirá en un monto por hectárea de hasta el 70% de los costos derivados de la actividad. El apoyo económico, se efectivizará luego de la certificación de tareas y su aprobación técnica, a partir de su realización y hasta los doce meses subsiguientes de realizada. Las condiciones establecidas reglamentariamente para considerar plantación lograda, abarcan los siguientes aspectos: constatación fehaciente de la superficie lograda; estado general de la plantación bueno; pérdidas o fallas distribuidas uniformemente; materiales de propagación procedentes de viveros inscriptos en el Registro Nacional de Comercio y Fiscalización de Semillas dependiente del Instituto Nacional de Semillas (INASE); cuadros de plantación de no más de veinticinco (25) hectáreas, separadas por calles cortafuegos de mínimo veinte (20) metros de ancho; para el caso de emprendimientos superiores a cincuenta (50) hectáreas se exigirá equipamiento contra incendios.

### **5.8. Alianzas estratégicas**

Es muy importante para la viabilidad y crecimiento del negocio contar acuerdos y vínculos permanentes tanto con los clientes como con los proveedores de insumos y servicios, así como con los organismos del Estado, control y auditorías.

En el caso de los frigoríficos interesados en insertarse en el mercado de la carne carbono neutro, contar con un proveedor seguro, confiable es tan importante como para el proveedor que está interesado en venderle su producción y obtener un diferencial de precio. En cuanto a los aserraderos, además una alianza podría permitir la posibilidad de pago adelantado (venta a futuro) de la madera, que beneficia enormemente el negocio, mientras que el aserradero se asegura abastecimiento. Algo similar puede suceder con las industrias que compran biomasa energética. Los beneficios de un trabajo articulado son mutuos.

Trabajar con contratistas de confianza, capacitados y comprometidos es sin dudas una fortaleza para este negocio, donde gran parte de las actividades claves son realizadas por ellos. La plantación de los árboles, la siembra de pasturas y el control

de plagas y malezas son las tareas más sensibles y requieren garantías de un buen servicio.

Los procesos de tramitación de los beneficios forestales y auditorías demandan por parte de los auditores la confianza de que el proyecto se lleva adelante cumpliendo y respetando las normas. Una buena relación construida a base de un buen desempeño conjunto facilita en gran parte los procesos.

## **6. Análisis económico-financiero**

### **6.1. Precio Productos:**

#### **6.1.1. Precio de la madera de calidad:**

El precio de referencia de una plantación en pie según la planilla de precios Forestales del INTA Concordia actualizada a febrero de 2020 es de USD 18,33/t en la zona de Concordia para la mejor calidad (+18 cm de grosor en punta fina). En el norte de Santa Fe, ante la alta demanda y la escasa oferta puede valer hasta un 30% más, es decir (USD24/t) según el Ingeniero Agrónomo Nicolás Alzugaray, tasador de plantaciones forestales (Alzugaray Com. Pers. 2020). Por lo expuesto, se tomará como criterio USD 20/t.

El precio de la madera está muy relacionado con el diámetro en la punta fina de la troza comercializable.

#### **6.1.2. Precio de biomasa energética**

Leña: Las empresas de la zona según el jefe de Proyectos bioenergéticos de la empresa Fimaco es de USD 25/t puesta en planta, un 36% más de lo cotizado según la planilla de precios del INTA Concordia, como se mencionaba anteriormente debido a la gran demanda. De ese precio alrededor del 55% le corresponde al productor (USD 13,75), el resto es la ganancia del aserradero que procesa y entrega la leña a la industria.

Chips: En el caso del chip, el precio es aproximadamente un 20% más, pudiéndose aprovechar las ramas más finas. Además, es necesario utilizar estos residuos ya que si quedan en el campo afectan la producción de forraje (Cardozo Com. Pers. 2020).

### **6.1.3. Precio Carne certificada**

Según el IPCVA (2021) el precio de la carne de novillo de exportación sin certificar ronda los USD 1,45 para principios de 2020. Desde enero de 2015 hasta la actualidad el promedio fue de USD 1,74, con picos de USD 2,73 y mínimo de USD 1,11.

Si bien no existe actualmente un diferencial de precio en el mercado argentino ya que no existen establecimientos que cuenten con la certificación ni empresas que comercialicen los productos, el proyecto supone un diferencial extra del 10%. La justificación de dicha estimación tiene que ver por los siguientes puntos:

- Cortes de carne certificados en CCN en Brasil comercializados por Marfrig a través de su marca Viva, tienen un diferencial de precio en la cadena Pao de Azúcar, vendiéndose a USD 19/Kg (Angeloni 2021), mientras que los cortes sin diferenciación se venden a USD 12,40/Kg. Al productor le pagan un plus entre 10 y 20%. (Euftrade Junior Com. Pers. 2021, Papendieck Com. Pers. 2021).
- El precio promedio pagado de bifes vacunos en el Reino Unido a enero de 2021 fue de 13,1 libras esterlinas/kg o 17 USD (Statista 2021). Mientras que en el mismo país se puede encontrar dicho corte de bife con precios entre USD 40 y 60 por tener la certificación carbono neutral (Carbon Neutral Beef 2021).
- Algo similar ocurre en Australia con precios de bifes standard alrededor de los USD 15/ kg (Peterg Bouchier 2021), mientras que la empresa Cleavers los comercializa en torno a los USD 50/kg (Cleavers Organic 2021).
- El concepto de carne carbono neutral es muy reciente, al igual que el desarrollo de protocolos y certificaciones. Recién a finales de 2019 empezaron a llegar a supermercados productos cárnicos con los sellos, la aceptación fue muy buena y su mercado se encuentra en expansión.
- Existen al menos 3 frigoríficos en Argentina interesados en ingresar a este mercado (Bongiovani Com. Pers. 2020; Papendieck Com. Pers. 2021). Uno de ellos es el mismo Marfrig (el que comercializa la CCN en Brasil) que opera en

el país con cuatro plantas frigoríficas en el interior, y marcas de carnes como Paty, líder en hamburguesas y Good Mark. Produce salchichas (Vienissima, Patyviena, ICB), vegetales congelados (Green Life) y fiambres (Tres Cruces) Si bien el protocolo del PACN aún está en elaboración, existe la opción de contratar directamente una certificadora para acceder al sello brasilero.

- El estudio de IBM (Haller et al. 2020), indicó que el 70% de estos compradores pagaría un 35% más para compras sostenibles y el 79% valora marcas certificadas y transparencia total, dispuestos a pagar por ello un 37% más de dinero.

Por todo ello es válido suponer que el mercado de la carne certificada con neutralidad de carbono va a continuar creciendo y que en Argentina cada vez falta menos para que sea una realidad. Además de comenzar este negocio a la fecha actual, las primeras ventas de carne ocurrirían dentro de dos años. Por lo que para los cálculos se tendrá un 10% más (USD 1,60), menos el 5% de los costos de comercialización se obtendrá un valor final de USD 1,52.

La comercialización de la carne está contemplada que sea directo al frigorífico teniendo en cuenta que se llega al peso mínimo de faena que la normativa exige. No obstante, en caso de que la industria exija mayores pesos, se puede incrementar el peso de los animales con más tiempo de pastoreo complementado con suplementación energética (la certificación permite hasta el 30% de la dieta total).

## **6.2. Costos**

Los costos pueden variar según la genética utilizada, la tecnología, el planteo técnico, el manejo, así como la renta de la tierra, las especies de pasturas, entre otros.

El alto costo de inversión indica que debemos hacer las cosas bien desde el inicio. Es importante establecer una plantación que tenga un buen crecimiento inicial a partir de la adecuada preparación del suelo, la correcta elección del material genético, libre de competencias con las malezas, buenos controles de hormigas.

En la tabla 4 podemos observar los costos que requerirá el planteo propuesto basado en lo puntos anteriores, tanto al inicio (año cero) como en los sucesivos años hasta el momento de corte (año 9), momento en el que termina el ciclo productivo.

Los mismos se clasifican en costos generales, es decir aquellos comunes a las dos actividades (como el costo de la renta del campo, la preparación del suelo y la administración); costos de los estratos arbóreo, pastoril y animal. Todos ellos están calculados para una hectárea, y excepto el alquiler, son costos directos y variables.

Tabla 4: Costos de un sistema silvopastoril por hectárea

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9
<b>GENERALES</b>										
Alquiler de la tierra	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00
Adm. y Asesoramiento	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00
Preparación del terreno	75,00									
<b>Subtotal</b>	<b>215,00</b>	<b>140,00</b>								
<b>ESTRATO FORESTAL</b>										
Plantines	147,83	22,17								
Costo de plantación	22,46	7,86								
Control de Malezas	40,10	40,10								
Control de Plagas	61,76	33,33								
Fertilización	48,00									
Raleo y Poda			45,83	30,00	8,33					
Seguro Forestal	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Limpieza de caminos			5,83	5,83	5,83	5,83	5,83	5,83	5,83	5,83
<b>Subtotal</b>	<b>330,15</b>	<b>113,47</b>	<b>61,67</b>	<b>45,83</b>	<b>24,17</b>	<b>15,83</b>	<b>15,83</b>	<b>15,83</b>	<b>15,83</b>	<b>15,83</b>
<b>ESTRATO PASTURAS</b>										
Siembra de pasturas	48,96									
Control malezas y plagas	15,17									
Fertilización	21,00		21,00		21,00		21,00		21,00	
<b>Subtotal</b>	<b>85,13</b>	<b>0,00</b>	<b>21,00</b>	<b>0,00</b>	<b>21,00</b>	<b>0,00</b>	<b>21,00</b>	<b>0,00</b>	<b>21,00</b>	<b>0,00</b>
<b>ESTRATO ANIMAL</b>										
Animales		425,00	425,00	425,00	425,00	425,00	425,00	425,00	425,00	0,00
MO ha <sup>-1</sup>		36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00
Suplementación		25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Sanidad		6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30	6,30
Gastos comercialización		25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50	25,50		
Mantenimiento/Mejoras	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
<b>Subtotal</b>	<b>10,00</b>	<b>527,80</b>	<b>502,30</b>	<b>77,30</b>						
<b>TOTAL</b>	<b>640,28</b>	<b>781,27</b>	<b>750,47</b>	<b>713,63</b>	<b>712,97</b>	<b>683,63</b>	<b>704,63</b>	<b>683,63</b>	<b>679,13</b>	<b>233,13</b>

Tabla 5: Detalles de costos del proyecto

<b>GENERALES</b>	
Alquiler de la tierra	Precio promedio de campos ganaderos altos de los departamentos de Vera y San Justo buscados en la Plataforma Agrofy.
Adm. y asesoramiento *	Honorarios de un ingeniero agrónomo, contador y encargado según la Revista Márgenes agropecuarios.
Preparación del terreno	Incluye una labranza de discos en toda la superficie y un cincelado en la línea de plantación de árboles (40% de la superficie) obtenidos según Revista Márgenes agropecuarios
<b>ESTRATO FORESTAL</b>	
Plantines	600/Ha. Precios cotizados por Vivero Paul Forestal de E.R. (plantines certificados, incluye reposición).
Costo de plantación	Según consultas al Vivero Paul Forestal y el Asesor Nicolás Alzugaray. Servicio contratado a 0,5 jornales ha <sup>-1</sup> a un valor de \$ 2.000,00 el jornal + \$ 600,00 de viáticos y viandas/Jornal + Seguro Laboral
Control de Malezas	Cotización según Revista Márgenes Agropecuarios. Servicio contratado para aplicar de 4 L de glifosato a USD 3,3 L <sup>-1</sup> + 2 L <sup>-1</sup> Galant (herbicida) a USD 7,3 L <sup>-1</sup> + USD 4,1 la labor (x 2 aplicaciones)
Control de Plagas	Planilla de Precios Forestales de INTA y Revista M.A. Productos Fipronil y Clorpirifós granulado mirmex a dosis recomendada + jornal de aplicación (localizada de forma manual)
Fertilización	100 kg de Fosfato Diamónico aplicado en plantación - Revista Márgenes Agropecuarios
Raleo y Poda	Servicio contratado. Datos extraídos de la Planilla de Costos Forestales INTA Concordia para 450 árboles
Seguro Forestal	Cotizado por Sancor Seguros para este planteo
Limpieza caminos cortafuegos	Datos extraídos de la Planilla de Costos Forestales INTA Concordia
<b>ESTRATO PASTURAS</b>	
Siembra de pasturas	Cotizado por empresas: Semilla de Gramma Rhodes var. katambora pelleteado USD 5/kg + 2,4 kg de mellilotus inoculado USD 2,4/kg + 9 USD la labor siembra de Revista M.A.
Control de malezas y plagas	Cotización de Revista márgenes agropecuarios 2 L de glifosato a USD 3,3L <sup>-1</sup> + 0,5 L Dicamba a USD 7,3 L <sup>-1</sup> + USD 4,1 la aplicación x 2 + USD insecticida* 60 % superficie
Fertilización	Cotización de Revista márgenes agropecuarios 80 kg de UREA* 400USD t*60% Sup + 50 kg de mantenimiento + USD x 9 aplicaciones.
<b>ESTRATO ANIMAL</b>	
Animales	Valor de 1,5 terneros ha <sup>-1</sup> de 170 Kg de peso según Mercado de Liniers
MO/Ha*	Un empleado fijo con un salario que DUPLICA el cotizado por la Revista Márgenes Agropecuarios
Suplementación	Cotización de Revista márgenes agropecuarios 1 rollo ha <sup>-1</sup> + 60 kg de maíz
Sanidad	Según estudio ganadero Elizalde & Riffel para 1,5 animales, incluye tanto las vacunas como el honorario veterinario
Gastos de comercialización	6% del valor de los terneros. Según estudio ganadero Elizalde & Riffel
Mantenimiento/Mejoras*	Incluye los arreglos de alambrados, aguadas, mangas, compra de herramientas, insumos varios. Y también el costo de la certificación CCN que es de USD 1,15/ Ha

\* Promedio de costos variables según superficie.

### 6.3. Ingresos

Entre las ventajas percibidas por la implementación de los sistemas silvopastoriles, los productores destacan: el aumento del capital circulante proveniente de una mayor diversificación, obteniendo por ello productos con diferente tiempo de maduración y

escala de tiempo, permitiendo además la reducción del riesgo inherente al mercado. Para los sistemas forestales puros, el principal factor limitante es la cantidad de años a esperar para recibir ingresos. Al utilizar menores densidades iniciales, hacer raleos tempranos, podar árboles seleccionados y disponer de ingresos anuales por la ganadería, el flujo de caja es mayor y el período de inmovilización del capital es menor. “La ganadería es la caja chica y la forestación la caja de ahorro”.

Es importante tener en cuenta que salvo el primer año en el que no se registran ingresos, el resto de los años ingresará dinero por la venta de animales. Estos ingresos permiten sostener todos los costos de funcionamiento del proyecto. Además, existen algunos ingresos entre el tercer y sexto año correspondiente a la venta de biomasa energética, y en el mismo período es posible cobrar el subsidio que le corresponde por la Ley 25.080. Pero sin dudas que el ingreso más importante es el último año cuando se talan los árboles. Esta representa el 37% de la facturación total.

Escenario normal sin los subsidios que prevé la LN 25.080 de incentivos a los bosques cultivados.

Tabla 6. Ingresos totales por venta de productos forestales

Biomasa Forestal	Origen	Momento de venta	Toneladas	USD/t	Ingresos (USD)
Con fin energético	Raleo y poda	3 <sup>er</sup> año	15	13,75	206,25
	Raleo y poda	5 <sup>to</sup> año	12	13,75	165
Con fin maderero	Tala final	9 <sup>no</sup> año	175	20	3500
<b>TOTAL</b>			<b>202</b>		<b>3.871,25</b>

Tabla 7. Ingresos totales por venta de animales

Período	Kilos vendidos (Kg)	Precio (USD)	Total (USD)	Ingreso c/desc comerc
Anual (un ciclo)	475	1,6	760	722
Total (8 ciclos)	3800	1,6	6080	5.776

La realización de los balances está confeccionada antes de impuestos. Al estar dentro del marco de los beneficios de la Ley 25.080 el negocio está exento del impuesto inmobiliario y sellos, tienen devolución anticipada del IVA y la actividad forestal paga ganancias solamente el último año, entre el 3 y el 7%, debido al régimen especial por avalúos. La ganadería paga el 35% de impuesto a las ganancias y ninguna actividad tributa ingresos brutos.

A continuación, se presentan los ingresos esperados para cuatro escenarios:

- Escenario 1: Ingresos esperados durante el ciclo productivo normal, en base a las proyecciones mencionadas anteriormente y en el que no se percibe el subsidio de la LN 25.080.

Tabla 8. Ingresos en el escenario 1:

Escenario normal											
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	TOTAL
Carne	0,00	0,00	722,00	722,00	722,00	722,00	722,00	722,00	722,00	722,00	5.776,00
Biomasa forestal	0,00	0,00	0,00	207,00		165,00	0,00	0,00		3500,00	3.872,00
Bonos/Subsidios											
<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>722,00</b>	<b>929,00</b>	<b>722,00</b>	<b>887,00</b>	<b>722,00</b>	<b>722,00</b>	<b>7.22,00</b>	<b>4.222,00</b>	<b>9.648,00</b>

Tabla 9. Balance del escenario 1 normal sin subsidios

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	TOTAL
Ingresos	0,00	0,00	722,00	929,00	722,00	887,00	722,00	722,00	722,00	4.222,00	9.648,00
Egresos	640,28	781,27	750,47	713,63	712,97	683,63	704,63	683,63	679,13	233,13	6.582,78
<b>Balance</b>	<b>-640,3</b>	<b>-781,3</b>	<b>-28,5</b>	<b>215,4</b>	<b>9,0</b>	<b>203,4</b>	<b>17,4</b>	<b>38,4</b>	<b>-636,3</b>	<b>3.755,7</b>	<b>3.065,2</b>

- Escenario 2: Ingresos esperados iguales al escenario anterior, pero incluyendo el subsidio de la LN 25.080

Tabla 10. Ingresos en el escenario 2

Escenario normal con subsidio											
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	TOTAL
Carne	0,00	0,00	722,00	722,00	722,00	722,00	722,00	722,00	722,00	722,00	5.776,00
Biomasa forestal	0,00	0,00	0,00	207,00		165,00	0,00	0,00		3.500,00	3.872,00
Bonos/Subsidios			200,00								
<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>922,00</b>	<b>929,00</b>	<b>722,00</b>	<b>887,00</b>	<b>722,00</b>	<b>722,00</b>	<b>722,00</b>	<b>4.222,00</b>	<b>9.848,00</b>

Tabla 11. Balance del escenario 2

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	TOTAL
Ingresos	0,00	0,00	922,00	929,00	722,00	887,00	722,00	722,00	722,00	4.222,00	9.848,00
Egresos	640,28	781,27	750,47	713,63	712,97	683,63	704,63	683,63	679,13	233,13	6.582,78
<b>Balance</b>	<b>-640,3</b>	<b>-781,3</b>	<b>171,5</b>	<b>215,4</b>	<b>9,0</b>	<b>203,4</b>	<b>17,4</b>	<b>38,4</b>	<b>-636,3</b>	<b>3.755,7</b>	<b>3.265,2</b>

- Escenario 3: En el mismo se prevé un aumento del 20% de los ingresos, ya sea por aumento de la producción, aumento de precios o combinación de ellos. Sin subsidio.

Tabla 12. Ingresos en el escenario 3.

Escenario con aumento de ingresos											
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	TOTAL
Carne	0,00		866,40	866,40	866,40	866,40	866,40	866,40	866,40	866,40	6.931,20
Biomasa forestal	0,00	0,00	0,00	248,40	0,00	198,00	0,00	0,00	0,00	4.200,00	4.646,40
<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>866,40</b>	<b>1114,80</b>	<b>866,40</b>	<b>1064,40</b>	<b>866,40</b>	<b>866,40</b>	<b>866,40</b>	<b>5.066,40</b>	<b>11.577,60</b>

Tabla 13. Balance escenario optimista

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	TOTAL
Ingresos	0,00	0,00	866,40	1114,80	866,40	1064,40	866,40	866,40	866,40	5.066,40	11.577,60
Egresos	640,28	781,27	750,47	713,63	712,97	683,63	704,63	683,63	679,13	233,13	6.582,78
<b>Balance</b>	<b>-640,3</b>	<b>-781,3</b>	<b>115,9</b>	<b>401,2</b>	<b>153,4</b>	<b>380,8</b>	<b>161,8</b>	<b>182,8</b>	<b>187,3</b>	<b>4.833,3</b>	<b>4.994,80</b>

- Escenario 4: En el mismo se prevé una disminución del 20% de los ingresos respecto al escenario 1, ya sea por disminución de la producción, disminución de precios o combinación de ellos. Sin subsidio.

Tabla 14. Ingresos escenario 4

Escenario con disminución de ingresos											
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	TOTAL
Carne	0,00		577,60	577,60	577,60	577,60	577,60	577,60	577,60	577,60	4.620,80
Biomasa forestal	0,00	0,00	0,00	165,60	0,00	132,00	0,00	0,00	0,00	2.800,00	3.097,60
<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>577,60</b>	<b>743,20</b>	<b>577,60</b>	<b>709,60</b>	<b>577,60</b>	<b>577,60</b>	<b>577,60</b>	<b>3.377,60</b>	<b>7.718,40</b>

Tabla 15. Balance escenario 4

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	TOTAL
Ingresos	0,00	0,00	577,60	743,20	577,60	709,60	577,60	577,60	577,60	3.377,60	7.718,40
Egresos	640,28	781,27	750,47	713,63	712,97	683,63	704,63	683,63	679,13	233,13	6.582,78
<b>Balance</b>	<b>-640,3</b>	<b>-781,3</b>	<b>-172,9</b>	<b>29,6</b>	<b>-135,4</b>	<b>26,0</b>	<b>-127,0</b>	<b>-106,0</b>	<b>-101,5</b>	<b>3.144,5</b>	<b>1.135,6</b>

#### 6.4 Tasa de retorno y valor actual neto

Tabla 16. Tasa interna de retorno y valor actual neto a una tasa de 4% en USD en los diferentes escenarios.

	NORMAL	NORMAL C/S	CON AUMENTO DE INGRESOS	CON DISMIN. DE INGRESOS
<b>Tasa</b>	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
<b>TIR</b>	12%	14%	24%	6%
<b>VAN</b>	\$1.165,22	\$1.350,13	\$3.188,27	\$321,82

En cuanto a la conveniencia financiera de la implementación de los SPP, algunos autores, mediante la utilización de indicadores como el Valor Actual Neto (VAN) e Ingreso Anual Equivalente (IAE), han analizado su comportamiento frente a otras actividades con posibilidades de ser realizadas en el mismo predio, resultando estos sistemas más rentables en la mayoría de los casos. A modo de brindar un acercamiento a los resultados económicos posibles se presentan los siguientes casos del año 2004: para el noreste de nuestro país, con una tasa del 9% el sistema silvopastoril alcanza un IAE 43,67% mayor respecto del sistema forestal puro, 571,43% mayor respecto a la actividad invernada, 3,52% menor a la producción de soja y apenas 0,3% menor al maíz (Esquivel et al. 2004). Cabe aclarar que el 2004 fue uno de los años con mayor rentabilidad de la soja y maíz por factores internacionales extraordinarios, donde se duplicaron sus valores históricos, pero que si se compara con el promedio el SSP los supera ampliamente también). Para la zona del Delta de Buenos Aires y Entre Ríos, para una tasa del 10% se observa un IAE del 17,47% mayor para el sistema silvopastoril respecto del forestal.

La discusión sobre cuál es la tasa de descuento correcta para proyectos forestales está instalada hace muchos años y no está resuelta aún (Hepburn y Koundouri 2007). Por ejemplo, en países con economías estables del norte europeo y americano, las tasas aplicadas son menores que en países en vía de desarrollo debido a la mayor

estabilidad política y económica y seguridad jurídica (menor riesgo país). Las diferencias no solo se dan entre distintas regiones del mundo, sino que además, las tendencias más recientes sugieren utilizar tasas decrecientes en proyectos forestales de largo plazo cuando se incluyan los beneficios sociales que trae aparejado el manejo del bosque, sobre todo cuando parte de la inversión la realiza el Estado (Hepburn y Koundouri 2007).

Las tasas de mercado son utilizadas para inversiones privadas mientras que las tasas sociales son utilizadas cuando las inversiones son realizadas por el Estado. Los proyectos forestales muchas veces comparten características comunes a ambos tipos de inversión lo que dificulta la definición de la tasa de descuento a utilizar. Este aspecto es clave dado que las decisiones posteriores tienen impacto no solo económico, sino social y ambiental para las generaciones actuales y futuras.

La utilización de una tasa de 4 % parece ser baja comparada a las del 6 y 8% utilizadas en trabajos sobre estudios forestales previos (Fernández et al. 2012, Chauchard et al. 2016), no obstante, hay algunas consideraciones para tener en cuenta que la justifican:

- El flujo de fondos se realizó en dólares (US\$) por lo que la tasa es menor a la que se utilizaría en moneda argentina (\$AR). Al momento de realizar este trabajo la tasa ofrecida por el Banco Nación Argentina en sus plazos fijos en US\$ es del 1,75 %.
- La tasa libre de riesgo actual es baja, está alrededor de 1,5%. Más allá de la tendencia decreciente en las primas de riesgo y tasas de largo plazo en los últimos 30 años, desde principios de 2018 se observa una mayor caída tanto en las tasas futuras esperadas de corto plazo como en la prima de riesgo. Esta caída se vio agudizada en los últimos meses ante el riesgo de una recesión global por la irrupción del coronavirus. Estos riesgos llevaron a los inversores a buscar activos seguros como refugio, lo que explicaría la caída en las primas de riesgo en los bonos de largo plazo, que se volvieron aún más negativas. Por otro lado, la Reserva Federal ha acelerado el recorte de tasas de interés de política monetaria iniciado el año pasado. Estos fenómenos han resultado en las tasas de interés de largo plazo tan bajas que vemos hoy (Kohn 2020).

- Por otro lado, hay un consenso con respecto a que los proyectos de largo plazo, como el de una plantación forestal, que involucran generaciones futuras (beneficios futuros) deben utilizar tasas más bajas que proyectos de corto plazo debido a que el escenario económico futuro (ejemplo precios y capacidad de consumo de generaciones futuras), que define en parte la tasa a utilizar, es incierto. Además, está demostrado que dicha incertidumbre aumenta con el tiempo (Price 2011).
- Por otro lado, la producción agrícola bajo el modelo de arrendamiento es la actividad que tiene un menor grado de correlación con los movimientos en el mercado mundial: las betas estimadas para todos los cultivos y la cartera agropecuaria no son significativamente distintas de cero. Más aún la actividad forestal y ganadera de largo plazo y combinadas, ya que a medida que aumenta la cantidad de activos en la cartera, la volatilidad de la cartera disminuye.
- Según la tesis doctoral de Gabriel Delgado la tasa de descuento a utilizar oscila el 5% para las actividades agrícolas sobre campo arrendado, pero la forestación y la ganadería es más baja.

Independientemente de la tasa de descuento elegida, lo importante a destacar que la TIR obtenida para un escenario normal del 12%, indica que el proyecto resiste hasta una tasa del mismo valor para dejar de ser viable.

## 6.5 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad revela el efecto que tienen las variaciones sobre la rentabilidad en los pronósticos de las variables relevantes” (Sapag Chaín, 2000).

Tabla 17. Variación de ingresos según variaciones en la productividad y los precios de la carne.

Carne Precio USD/Kg	Producción Kg ha <sup>-1</sup>				
	150	175	200	225	250
1,2	180	210	240	270	300
1,4	210	245	280	315	350
1,6	240	280	320	360	400
1,8	270	315	360	405	450
2	300	350	400	450	500

Tabla 18. Variación de ingresos según variaciones en la productividad y los precios de biomasa forestal (incluye madera en pie y biomasa energética).

Biomasa Forestal Precio USD/t	Producción t ha <sup>-1</sup>				
	130	150	170	190	210
16	2080	2400	2720	3040	3360
18	2340	2700	3060	3420	3780
20	2600	3000	3400	3800	4200
22	2860	3300	3740	4180	4620
24	3120	3600	4080	4560	5040

Tabla 19. Variaciones de ingresos totales (sumatoria de las dos tablas anteriores).

Ingresos totales					
Variación de rendimientos					
Variación de precios	3520	4080	4640	5200	5760
	4020	4660	5300	5940	6580
	4520	5240	5960	6680	7400
	5020	5820	6620	7420	8220
	5520	6400	7280	8160	9040

Tabla 20. Variaciones de Resultados (a la tabla anterior, se le resta \$ 3100 USD de costos totales)

Resultado contando 3200 USD de costo totales					
Variación de rendimientos					
Variación de precios	320	880	1440	2000	2560
	820	1460	2100	2740	3380
	1320	2040	2760	3480	4200
	1820	2620	3420	4220	5020
	2320	3200	4080	4960	5840

## 7. Análisis ambiental

El objetivo del análisis ambiental es fundamental para el presente modelo de negocio, ya que desde este punto de vista podemos definir al menos tres aspectos que le

confieren ventajas competitivas. El primero tiene que ver con las exigencias en los mercados y las posibles estrategias de diferenciación que estas brindan. En segundo lugar, describir los servicios ecosistémicos que proveen los sistemas silvopastoriles, es decir, los importantes beneficios al medio ambiente que pueden ser valorados por los consumidores y por inversores interesados en proyectos de triple impacto. Tercero, la posibilidad de acceder al mercado de bonos verdes, como los bonos de carbono, con las mediciones correspondientes que podrían representar importantes ingresos extras a los antes mencionados. En la gestión del impacto ambiental se tiende a la búsqueda de un proceso continuo de mejoramiento ambiental de toda la cadena de producción, desde el proveedor hasta el distribuidor final que lo entrega al cliente (Sapag Chaín, 2000).

### **7.1. Exigencias ambientales en los mercados**

En un trabajo reciente, Papendiek y Idígoras (2017) señalan que un desafío mayor que deberán enfrentar la producción y el comercio internacional de alimentos será garantizar al mismo tiempo la seguridad alimentaria (en términos cuantitativos y cualitativos) y la seguridad ambiental, especialmente en relación a su impacto sobre el cambio climático global.

El debate en torno a las emisiones de carbono se traslada, en ese contexto, al centro de la escena. La problemática gravita de manera creciente debido a la importancia que la ciencia le asigna al calentamiento del planeta (IPCC 2014), debido a que la huella de carbono (HC) representa el 50% de la Huella Ecológica total de la humanidad y es el componente que crece más rápidamente. Es una expresión de la necesidad de recapturar los volúmenes de CO<sub>2</sub> emitidos para mantener a la atmósfera global dentro de rangos térmicos estables.

La Huella de Carbono (HC) es una medida que trata de cuantificar la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) -expresada en equivalentes de CO<sub>2</sub> - que es liberada a la atmósfera. Comprende todas las actividades o eslabones de un proceso que describe el ciclo de vida de un producto, desde las materias primas utilizadas hasta el desecho final como residuo. De esta manera, el consumidor puede tener una idea del potencial de contaminación de los productos que consume.

Los inventarios de carbono han servido en muchos casos para la obtención de fondos multilaterales o de cooperación bilateral orientados a la promoción de las Acciones Apropriadas de Mitigación a Nivel Nacional (NAMA's), para la negociación en los mercados de carbono, y para certificaciones que logran el logro de precios premium en el mercado, créditos subsidiados o pago por servicios ambientales, entre otros (Pezo et al. 2018).

En un valioso trabajo de revisión, Papendiek (2010) puntualiza que la valoración de la huella de carbono permite i) reducir la emisión de GEI y mitigar las emisiones restantes, ii) identificar oportunidades para reducir costos, iii) Incorporar la reducción de emisiones en la toma de decisiones, iv) transparentar la responsabilidad ambiental del empresario, v) satisfacer la demanda de información por parte de los consumidores, y vi) favorecer la sustentabilidad de las economías.

Acerca de los dos grandes mercados demandantes de alimentos a nivel mundial: la UE (EC 2008) y EEUU (EPA 2007), la autora señala que la UE lidera las acciones tendientes a implementar los etiquetados ecológicos, mientras ya tienen lugar programas nacionales en Francia (Leyes Grenelle) y en el Reino Unido (Public Available Specification, PAS 2050). Las Leyes Grenelle establecen el marco general para aplicar indicadores de buenas prácticas en las normas ISO de la serie 14000 y apunta a la instrumentación de un etiquetado voluntario a la fecha, pero obligatorio en los próximos años. El estándar británico PAS 2050, por su parte, es una norma para la medición de la HC que incorpora un método que evalúa emisiones GEI un producto a lo largo de su ciclo de vida.

Por otro lado, algunas empresas, como Aguas Danone y Aceitera General Deheza, han incursionado en estimar su propia HC. En Brasil, siguiendo el Greenhouse Gases Protocol, empresas como Petrobrás, Bradesco, Natura, Banco do Brasil y Walmart entre otras, realizan una evaluación de su HC.

SADIA es la primera empresa brasilera del sector de las carnes que, mediante planes de forestación, se incorporó en un proyecto de "carbono neutro" que tiene como objetivo mitigar el 100% de sus emisiones de CO<sub>2</sub> debidas a la producción ganadera. EMBRAPA (la Empresa Brasilera de Investigación Agropecuaria) ha aportado un desarrollo tecnológico (APOIA-Novo Rural) de utilidad para evaluar impactos del

sector agropecuario, entre ellos sobre la economía del Carbono (Stachetti Rodrigues et al. 2009). Este modelo ha sido chequeado con éxito en Brasil y Uruguay.

En Argentina, en 2017 se firmó un convenio con la Asociación Forestal Argentina (AfoA) y el Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (IPCVA) con la intención de sumar a INTA para realizar estudios que permitan: Revisar antecedentes y metodologías de medición de emisiones y capturas de GEI en SSP; Establecer condiciones de logro de modelos de producción de carne carbono neutro (ecuaciones de predicción, procedimiento de medición, requisitos de evaluación, etc.); creación de un sistema nacional de certificación de CCN; Desarrollo de pruebas a campo en diferentes regiones (Esquivel 2017).

Ya en 2019, se crea el Programa Argentino de Carbono Neutro (PACN), una iniciativa privada de adhesión voluntaria cuyo objetivo es promover la consolidación de una marca sustentable para productos de los sectores de alimentos, bebidas y bioenergías argentinos de exportación. Esta marca se logra mediante el trabajo sectorial conjunto sobre metodologías de cuantificación, prácticas de medición, mejora y neutralidad de la huella de carbono hasta la captura del valor económico de las reducciones logradas más allá de los compromisos existentes. El Programa comenzó a trabajar en principio con las cadenas de la soja, el maíz y el sorgo y actualmente está trabajando en la ganadería y promueve sellos que indican que los productos son carbono-neutrales.

Las actuales demandas de sistemas productivos que secuestren carbono y la posibilidad de certificar la producción libre de emisiones otorgan grandes ventajas a los sistemas silvopastoriles. Además, vale la pena hacer un análisis que integre el resto de los beneficios ambientales que estos brindan, con la mejora de la economía del predio a través de la diversificación y la mayor eficiencia. Ésta trae como beneficio el concepto de estabilidad, al producir en sistemas que sean económicamente viables, ambientalmente equilibrados y socialmente justos.

## **7.2. Servicios ecosistémicos**

Son procesos ecológicos que permiten el buen funcionamiento de los ecosistemas y que finalmente proveen beneficios a las poblaciones humanas directa o indirectamente (Fisher et al. 2009).

Cuanto mayor sea la vulnerabilidad ambiental mayor importancia adquirirá la implementación de SSP en contraste con las forestaciones puras o los desmontes para producir carne, en especial en cuencas hídricas con problemas de erosión. (Esquivel 2017), debido a la gran cantidad de beneficios que estos brindan.

En los sistemas silvopastoriles la producción de biomasa generalmente es mayor por el mejor aprovechamiento vertical de los diferentes estratos, capturando más energía luminosa. Los árboles interceptan luz y dejan pasar una parte que aprovecha la pastura, es decir, menor reflexión de la radiación fotosintéticamente activa, por lo que desde el punto de vista energético son sistemas muy eficientes.

La biodiversidad no solo contribuye a paisajes más sanos y estables, hay menor cantidad de plagas y especies no deseadas (Milera-Rodriguez et al. 2019). La interacción entre especies, con un manejo adecuado generan múltiples beneficios entre sí, que se traducen en una mayor eficiencia del sistema, mayor productividad y como consecuencia mayor rentabilidad.

El otro aspecto importante es que la gran cantidad de raíces que desarrollan los estratos arbóreos y herbáceos combinados mejoran la estructura del suelo, aumentando la porosidad, la capacidad de almacenamiento de agua y aire, el desarrollo de la micro y macrobiota del suelo, el flujo de nutrientes y la capacidad de brindar servicios ecosistémicos (Gallo 2006). La profundidad de las raíces de los árboles permite extraer agua y nutrientes desde estratos más profundos que las pasturas y una buena parte de la biomasa aérea queda en el sistema, aumentando el flujo circular de nutrientes y manteniendo buenos niveles de materia orgánica en el suelo. Esta circulación se da también con las heces de los animales con el correcto manejo del pastoreo.

Además, los árboles permiten retener más agua, ya que, al disminuir el viento, reduce también la evapotranspiración de la pastura, generando una economía real del agua. Este microclima al contar con más humedad y menor amplitud térmica, y al igual que la mejora de la estructura del suelo, también favorece un mayor desarrollo de microorganismos y flujo de nutrientes (Peri y Navall 2016).

Las pasturas perennes también contribuyen a mejorar las características del suelo ya que generan una alta cobertura del suelo (relativamente continua), protegiéndolo de

la erosión y el pisoteo animal, secuestran de C e incrementan el reciclaje de nutrientes (Pérez y Martínez Calsina 2008). En São Paulo se realizó un ensayo silvopastoril de *Eucalyptus grandis* utilizando *Brachiaria decumbens* como gramínea forrajera. Después de un año, se encontró que el pisoteo no alteró las características y propiedades físicas del suelo (Couto y Couto 2015).

Estas pasturas ofrecen una alternativa viable para aumentar la productividad de los sistemas pastoriles y silvopastoriles (Ricci 2006). Pérez y Martínez Calsina (2008) expresan que muchas pasturas originarias de África (como las empleadas en este proyecto), han evolucionado en un ambiente tropical y subtropical desarrollando adaptaciones fisiológicas y morfológicas que las hacen más eficientes en el uso de los recursos lumínicos, térmicos e hídricos. Al mismo tiempo, fueron adquiriendo mecanismos tolerantes a los efectos de defoliación y pastoreo.

El pastoreo racional del pastizal puede contribuir de manera significativa en la evolución de la biota edáfica, mejora la utilización de la materia orgánica por parte de las plantas y la retención de la humedad, evita la compactación, incide en la captación y retención del carbono, lo cual favorece este tipo de manejo la relación suelo-planta-animal y la resiliencia al cambio climático (Milera-Rodriguez et al. 2019).

Las copas de los árboles generan un efecto “sombrija”, de protección a las pasturas, que disminuye el efecto de las heladas, permitiendo que sigan creciendo (y captando carbono) durante más tiempo. También, gracias a este leve sombreado, el crecimiento de las pasturas se realiza con tasas fotosintéticas menores, consecuentemente desarrollan menores estructuras de sostén en las paredes de las células, mejorando la calidad y digestibilidad del pasto. Como consecuencia los bovinos generan menores emisiones de metano.

También varios trabajos científicos realizados en nuestra región demuestran que existe un aumento del contenido de fósforo en las hojas de los pastos que crecen en SSP, de suma importancia dada su escasez en los suelos ganaderos de la provincia.

Sin dudas, los dos beneficios ambientales que mayor valor económico brindan los mercados son los que tienen que ver con el bienestar animal y el secuestro de carbono que se describe a continuación.

### 7.2.1. Bienestar animal

Como parte de los servicios ecosistémicos que brindan, los árboles son importantes en el confort animal y la tolerancia a los extremos climáticos de las pasturas (sequías, heladas). En las condiciones de pastoreo de los bovinos, aún con suficiente sangre Cebú, es muy fácil superar la temperatura crítica por encima de los 27°C, que genera estrés térmico, pérdida de ingesta, mayor demanda energética y como consecuencia menor producción de carne (Beretta et al. 2013, Davies et al. 2011).

Esto mejora mucho con la presencia de árboles en los potreros. De acuerdo a una clasificación utilizada por la Ingeniera Agrónoma uruguaya María Cristina Polla, tanto la forestación como la ganadería pueden cumplir roles protectores o productivos dentro de los sistemas silvopastoriles (Esquivel 2012).

La temperatura ambiente, la humedad relativa, la radiación solar directa o reflejada y el viento, entre otros, son los factores climáticos de mayor relevancia que influyen directamente en la capacidad de los animales para mantenerse en su zona de confort térmico y así poder expresar al máximo sus aptitudes productivas. El efecto positivo de la sombra está bien demostrado sobre las variables fisiológicas y productivas del ganado en estas condiciones (Barragán et al. 2015). Estudios realizados en países tropicales y templados, muestran que los Sistemas Silvopastorales (SSP) tienen un efecto beneficioso en los animales desde el punto de vista del bienestar, generando un microclima particular (Mancera et al. 2018; Huertas et al. 2018). Además, ofrecen recursos necesarios para el movimiento y el descanso de los animales, y estas condiciones de confort hacen que el estatus sanitario sea alto (Tarazona et al. 2016)

Corroborando estas informaciones, Gomes da Silva et al. (1998) demostraron que la variación de la temperatura del aire llegó a 8°C de diferencia entre las posiciones sombreadas y expuestas al sol; en noches de invierno, esta variación fue de 2°C en la temperatura sobre las filas de árboles, lo que evitó la formación de heladas.

Hawkey Wedderburn (1994) acompañó las variables climáticas un SSP de *Pinus* sp. con cuatro densidades: 0; 100; 200 y 400 árboles ha<sup>-1</sup>, con edades de ocho a once años. Observaron una variación en las medias de las temperaturas del aire máximas mínimas de 1,3 y 1,5°C, para los ambientes con árboles y sin árboles, respectivamente. Mientras que la velocidad del viento fue la variable más afectada por

la presencia de árboles, ocurriendo una reducción en la media anual de 78; 45 y 44 %; respectivamente, en las densidades de 400, 200 y 100 árboles ha, disminuyendo el estrés térmico por frío. Otros autores demostraron que la velocidad media del viento en un SSP, (Silva et al. 1998) fue de 26 y 61% menor en días de invierno y de verano, respectivamente, con valores próximos a los óptimos para la producción de rumiantes 1,4 a 2,2 m/s (Nããs 1989).

Según Schutz et al. (2009), los bovinos consiguen identificar lugares sombreados, para favorecer su bienestar. Estos datos son corroborados con Paes Leme et al. (2005). Ferreira (2010), evaluó áreas con sombra única, bosques y árboles dispersos en la pastura, en comparación con las de pleno sol, y observó que el porcentaje de tiempo en pastoreo fue mayor cuando las vacas estuvieron en los potreros con bosque y árboles dispersos, que cuando estaban en los potreros a pleno sol y con sombra única. El tiempo usado para rumiar fue menor cuando las vacas estaban a pleno sol que los demás.

Para garantizar que los animales están criados en condiciones de bienestar, deben tener libertad fisiológica (ausencia de hambre y sed), libertad ambiental (ausencia de incomodidad o malestar físico o térmico), libertad sanitaria (ausencia de dolor, enfermedad o lesiones), libertad psicológica (ausencia de miedo o angustia), libertad comportamental (posibilidad de expresar un patrón de comportamiento normal). Estos cinco principios básicos defendidos por el Consejo de Bienestar Animal en Producción Animal del Reino Unido –Farm Animal Welfare Council– fueron adoptados en todo el mundo. Los sistemas silvopastoriles influyen de manera directa en tres de ellos (el primero, segundo y quinto). Los otros dos están contemplados también para el presente planteo a través de un adecuado manejo sanitario y buenas prácticas de manejo, que incluye la capacitación del personal.

La ganadería al aire libre, en pasturas con adecuada forestación, permite pensar en "carne verde" y "leche verde", conceptos relacionados con condiciones ambientales en las que se crían los animales. Estas condiciones permiten una excelente oportunidad de marketing para esta forma de producción, el producto y sus derivados, teniendo en cuenta la tendencia mundial de productos respetuosos del bienestar animal.

### **7.2.2. Secuestro de carbono**

El calentamiento global se debe principalmente a las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero tales como CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, y N<sub>2</sub>O. La creciente concentración de estos gases en la atmósfera y el aumento progresivo de la temperatura que generan, ponen en peligro a toda la biodiversidad existente, afectando en pocos años los equilibrios alcanzados por los ecosistemas a lo largo de millones de años de evolución.

Estos gases se producen en la naturaleza durante los procesos que tienen lugar en los ciclos biogeoquímicos, sin embargo, las alteraciones que las actividades humanas han introducido en estos ciclos han provocado que su concentración, principalmente de CO<sub>2</sub>, aumente en la atmósfera o en los océanos como consecuencia de su pérdida en los suelos.

Según Battle et al. (1996) y Keeling et al. (1996), si la fijación biológica del CO<sub>2</sub> excede a la tasa emisión, se pueden configurar sistemas productivos que actúen como sumideros de carbono. Por lo tanto, se hace necesaria la búsqueda de estrategias para reducir las emisiones y/o aumentar la captación de carbono en el suelo. Este proceso se conoce como “secuestro de carbono”, donde se transforma el CO<sub>2</sub> atmosférico en carbono orgánico almacenado en el suelo y la biomasa, quedando así inmovilizado respecto a la circulación durante largos periodos de tiempo.

El secuestro de C en los agroecosistemas terrestres involucra la captura del CO<sub>2</sub> a través del proceso de fotosíntesis, y su conversión y almacenamiento en la biomasa (aérea y subterránea), materia orgánica del suelo (MOS) y carbonatos (Lal 2004). Se acumula cuando las pérdidas (emisiones, lavado, erosión, pastoreo) son menores a las entradas del sistema. En el anexo 12.3 se mencionan otras variables relacionadas que mejoran el balance de carbono.

Los sistemas pastoriles y silvopastoriles bien manejados representan una importante alternativa de recuperación de áreas degradadas y muestran un alto potencial de captura de C (Fisher et al. 1.994, Cuellar et al. 1.999, Amézquita et al. 2005, Puig et al. 2011). En este contexto, aumentos en la captura de GEI por el 40 % de la superficie terrestre cubierta con pasturas, puede tener un importante impacto en la disminución de la concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico (Amezquita et al. 2008).

### **7.3. Ganancias y pérdidas de carbono**

A medida que las plantas crecen, almacenan carbono por fotosíntesis. Una fracción se almacena en su biomasa aérea, y otra fracción en su biomasa subterránea. El carbono almacenado en los suelos representa la mayor reserva de carbono del planeta, lo que indica que hay más carbono allí que en el conjunto de la atmósfera y la biomasa aérea (Lal 2008, Lehmann y Kleber 2015).

El carbono ingresa al agroecosistema por la fotosíntesis de plantas y árboles, y sale del mismo por la respiración radical y microbiana, la fermentación entérica de los bovinos y la cosecha de biomasa (vegetal y animal). La diferencia entre esas emisiones y secuestros representa el balance de carbono del mismo.

La respiración microbiana o heterotrófica del suelo, es generada por microorganismos que emiten CO<sub>2</sub> durante los procesos de descomposición de los residuos de organismos vivos y de mineralización de la materia orgánica humificada. El carbono de los residuos, que no es emitido como CO<sub>2</sub> durante la descomposición pasa a formar parte de la biomasa microbiana en un primer momento. Luego se integra a sustancias orgánicas más estables y se denomina carbono humificado. (humificación).

Más allá de un largo e interminable debate, los científicos del clima en general acuerdan que los métodos recomendados por el IPCC (2006) reflejan con bastante rigor las emisiones de carbono, pero no hay mucha claridad en cuanto a la estimación del secuestro, y, de acuerdo a la forma en que sea calculado, puede modificar de manera drástica los resultados de un balance anual de carbono. Los informes del IPCC reconocen esta última dificultad.

El IPCC (2006) identifica cinco componentes que secuestran y almacenan carbono: la biomasa aérea (tallos y hojas), los residuos leñosos, los residuos de hojarasca, la biomasa subterránea (raíces), y la materia orgánica del suelo. El pastoreo/cosecha de biomasa, el fuego, y la senescencia del material aéreo no leñoso provocan un rápido reciclado (turnover) y pérdida de carbono contenido en la vegetación.

#### **7.4. Emisiones de GEI de la ganadería**

Existe una oposición marcada –y mucha confusión– entre quienes creen que los rumiantes en pastoreo son una amenaza para el clima mundial, y aquellos que ven a los sistemas ganaderos como un camino racional para mitigar el calentamiento y el cambio climático global. La discusión acerca de la capacidad de las tierras de pastoreo para secuestrar carbono no es novedosa, pero aún no hay acuerdos conceptualmente sólidos. Los pastizales y pasturas parecen ser particularmente importantes porque cubren un 25 % aproximadamente de las tierras libres de hielo (Asner et al., 2004), y algunos estudios indican que pueden almacenar más del 75 % del carbono orgánico en el suelo (Jobbágy y Jackson, 2000).

En una publicación reciente (titulada *Grazed and Confused?*), Garnett et al. (2017), miembros de una prestigiosa red que investiga la relación entre los alimentos y el clima (Food Climate Research Network), sostienen que los sistemas ganaderos pastoriles contribuyen potencialmente al proceso de secuestro de carbono al estimular el crecimiento vegetal, favoreciendo el almacenamiento en las raíces y la materia orgánica del suelo. Concluyen que remover a los rumiantes de las tierras de pastoreo causaría potencialmente más daños que beneficios al clima global. En los últimos años, se afianzó el concepto de que los pastos tienen una capacidad de almacenamiento potencial de carbono mayor al que se creía algunos años atrás (Viglizzo et al. 2015). Basándose en estos trabajos y conceptos, se propone al pastoreo como un potencial instrumento para secuestrar C (Piñeiro 2006).

La acumulación total de carbono en una pastura degradada es 79.5 % menor que en las pasturas mejoradas asociadas con árboles, lo cual indica que una adecuada manera de remover o evitar emisiones de CO<sub>2</sub> es promoviendo la incorporación de sistemas silvopastoriles, especialmente en los campos con suelos de pobre calidad.

Trabajos recientes de EMBRAPA, bajo el concepto de Carne de Bajas Emisiones de Carbono (CBC), evidencian cómo las pasturas adecuadamente administradas, almacenan C en el suelo a través de la producción y descomposición de las raíces, hasta profundidades mayor de dos metros (Salton y Tomazi 2014, EMBRAPA 2018). Los cálculos aproximados de mitigación, a través del stock de carbono (C) en el suelo, estiman que acumulaciones anuales a tasas de aproximadamente 0,5 t ha<sup>-1</sup> de C hasta 100 cm de profundidad, puede mitigar aproximadamente 1 UA ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Almeida

2020). Estos cálculos consideran las emisiones anuales de 1,5 a 1,8 t CO<sub>2</sub>eq / animal año<sup>-1</sup>, correspondientes al metano entérico (IPCC 2006) y las emisiones de excretas (Lessa et al. 2014).

En este trabajo vamos a realizar la medición del carbono para estimar los ingresos que podríamos tener accediendo al mercado de bonos de carbono.

#### **7.4.1. Emisiones en un sistema silvopastoril**

El ganado doméstico genera metano por fermentación entérica, proceso que se da en los herbívoros como consecuencia del proceso digestivo, donde los hidratos de carbono se descomponen en moléculas simples por acción de microorganismos.

Bárbaro et al. (2008) mencionan para Argentina tasas de emisión para bovinos en pastoreo del orden de los 170 g de metano día<sup>-1</sup> (62 Kg de metano año<sup>-1</sup>). El inventario nacional menciona estudios que varían entre 160-162 g de metano día<sup>-1</sup> para pasturas naturalizadas y no fertilizadas a 177 g de metano día<sup>-1</sup> para pasturas implantadas y fertilizadas). Esto supone un valor medio anual coincidente con Gomes et al. (2015) y la ecuación empírica de la "Red Pecus" de investigación (obtenido también en los sistemas ILPF de EMBRAPA).

Según el IPCC, en Argentina las emisiones anuales son en promedio de 52 kg de metano/año para bovinos no lecheros; no obstante, este valor puede variar según la categoría, el consumo, el bienestar y el nivel de producción (SAyDS, 2007). Para convertir este dato en toneladas equivalentes de dióxido de carbono se multiplica por 27,3, dando como resultado 1,4 t de CO<sub>2</sub> por animal adulto. Para animales más jóvenes: 1,1 t CO<sub>2</sub>eq/animal.

A ello se le suma el óxido nitroso que proviene de las excretas, que representa aproximadamente 0,3 t CO<sub>2</sub>eq / animal (Elaborado a partir de datos de SAyDS, 2007). Por lo que la emisión de GEI total de un bovino en recría como usa este planteo es de 1,4 t CO<sub>2</sub>eq año<sup>-1</sup>, y a una carga de 1,5 animales por Ha, tendríamos una emisión de 2,1 t CO<sub>2</sub>eq ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

El nitrógeno actúa como GEI principalmente en forma de óxido nitroso. La proporción de N en el estiércol que se libera bajo esta forma es relativamente baja, generalmente

inferior al 2 o 3 por ciento y sólo en pocos trabajos se han registrado niveles del 10 por ciento (Klein et al. 2001). Se puede encontrar mayor detalle de la dinámica de este nutriente en el anexo 12.4, que en sistemas silvopastoriles bien manejados las emisiones se pueden disminuir considerablemente.

Por otra parte, la cantidad de metano que generan las excretas que realizan los animales a campo es insignificante, ya que se secan rápidamente bajo condiciones aeróbicas. Por ejemplo, Flessa et al. (2002) mencionan que la emisión total de CH<sub>4</sub> de los parches de estiércol en vacunos en pastoreo se encontraría en el orden de los 0,5 g / kg de MS de heces, no llegando ni al 1% del total de las emisiones.

En igual grado de insignificancia se encuentran las emisiones directas de dióxido de carbono tanto por descomposición como por respiración animal (Faverin et al. 2014). Por lo general, este gas no ha sido incluido en los inventarios en el sector ganadero

Otras fuentes de emisión de GEI indirectas serían:

- Uso de fertilizantes nitrogenados

Las emisiones por el uso de fertilizante nitrogenado estarían en el orden de 0,2 kg de C-CO<sub>2</sub> por kilogramo de urea. Por lo que para un planteo de 25 Kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> promedio como en este caso de estudio, nos da apenas 5 Kg de C-CO<sub>2</sub>.

- Descomposición y mineralización de la materia orgánica

Estas serán restadas de las capturas de carbono que realizan el estrato vegetal y el suelo más adelante, cuando se calcula la captura neta.

- Uso de combustible para las labores de implantación, fertilización y raleos y emisiones por uso de la tierra.

Teniendo en cuenta el trabajo Galbusera y Hilbert (2011), y a partir de ello la elaboración de datos propios, el uso de combustibles para una siembra convencional, fertilización y raleos, estaría en el orden de las 1,6 t CO<sub>2</sub>eq ha<sup>-1</sup>. A esto le sumamos 1 t extra de emisiones generadas por la labranza inicial de un campo ganadero moderadamente degradado, que se realiza por única vez en este caso en estudio. Por lo que dividido los 9 años nos daría una emisión de 0,29 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

Existen otras pérdidas del carbono dentro del sistema que al ser más difíciles de estimar y ser escasas cantidades no se tendrá en cuenta como la lixiviación, por ejemplo.

Otras fuentes de pérdidas de carbono son indirectas, es decir externas al potrero, pero que tienen su impacto en el proceso de producción, como la quema de combustibles fósiles para la producción de fertilizantes minerales destinados a la producción de alimentos, uso de combustibles fósiles en el traslado de animales e insumos, o en proceso de faena, procesamiento o refrigeración (Steinfeld et al. 2006). Según la FAO, la liberación indirecta sería mucho mayor que la directa (Steinfeld et al. 2006). Pero eso se debería contabilizar si quisiéramos hacer un estudio a nivel de cadena. En este trabajo sólo consideramos el balance de carbono a nivel predial, de lo que representa estrictamente a la producción primaria.

No obstante, no todas las medidas de mitigación apuntan a reducir las tasas de emisiones netas de GEI a la atmósfera, sino que otras están enfocadas a incrementar la tasa de secuestro de carbono en el suelo, y así contribuir a mitigarlos (Chianese et al. 2009).

#### **7.4.2 Mitigación de las emisiones de GEI en sistemas silvopastoriles**

Para calcular el stock de carbono de un sistema podemos empezar por estimar la biomasa aérea expresado en toneladas de materia seca (MS) por hectárea. Utilizando un factor de conversión recomendado por el IPCC (2006), se convierten los valores del stock MS en valores del stock de carbono.

Generalmente, el contenido de C en la materia seca de las plantas es de aproximadamente 42%.

- Fonseca et al. (2008) y Arce et al. (2008) muestran valores cercanos al 40 % de carbono para la biomasa vegetal en general.
- Se consideró que la biomasa aérea de los árboles está formada en un 50% por carbono, mientras que en la parte radicular es de un 40% (Gasparri et al. 2004).
- Se estimó que el 45% de la biomasa herbácea está constituida por carbono, mientras que en su raíz un 35% (Amézquita et al. 2007).

La biomasa aérea tanto de árboles como de pasturas es relativamente sencilla de medir de manera directa, pero para poder estimar la biomasa de sus raíces necesitamos calcularlas de manera indirecta, en función del volumen de biomasa aérea. Las relaciones de carbono almacenado entre biomasa aérea y biomasa en raíces varían con distintos biomas y en las diferentes regiones. La relación tiende a declinar desde los ambientes cálidos a los fríos, y el carbono almacenado en raíces tiende a tener mayor peso relativo en los climas de menor temperatura media. Esa relación se amplía aún más en el caso de las sabanas, pastizales y pasturas. Los valores medios fueron 1:1 y 1:1,2 respectivamente, en áreas subtropicales y templadas. Para el caso en estudio se utilizará 1:1. Estos datos surgen de 132 estudios de distintas fuentes (Bolinder et al. 2002; IPCC, 2003; Mokany et al. 2005; Fidelis et al. 2014; Wang et al. 2014), donde se valoraron las relaciones entre biomasa aérea y biomasa en raíces (shoot/root relations) de distintos biomas.

Estudios realizados con isótopos demostraron que más de un 50 % del C asimilado por las plantas es trasladado a las raíces (Rees et al. 2005). Es por ello que las raíces de las pasturas representan un importante reservorio de C (Fisher et al. 1994, Rees et al. 2005, Ramírez et al. 2009). Rees et al. (2005), a su vez, destacan el aporte que realizan las raíces al C del suelo a través de la liberación de compuestos carbonados en procesos de exudación, secreción, descamación y lisis de las células y tejido radicular (rizodeposición). Los mismos autores expresan que aproximadamente entre 5-10 % del C es liberado al suelo.

En pasturas tropicales, como el caso de Gramma Rhodes, de cada tonelada de productividad primaria aérea, se generan 0,7 toneladas de biomasa radicular (Álvarez y Berhongaray 2020).

Así como se transloca carbono a las raíces, éstas también lo pierden por respiración. Los coeficientes de ajuste por pérdidas respiratorias fueron establecidos a partir de un trabajo de meta-análisis de Gill y Jackson (2000) que incluyó 190 estudios publicados previamente. Estos autores determinaron que las pérdidas respiratorias de carbono en raíces (carbon turnover) también varían de un bioma a otro, y crecen exponencialmente con la temperatura media anual de las regiones climáticas analizadas. Paradójicamente, las precipitaciones no tuvieron un efecto significativo sobre esas pérdidas. De esta manera, tomando los valores medios de Gill y Jackson

(2000), se estimaron factores de fuga de 53% para pastizales/pasturas respectivamente, es decir que, del total de carbono fijado por fotosíntesis, el 47% se fija.

En base a los datos aportados por ese mismo trabajo (Gill y Jackson, 2000) se elaboró un algoritmo que describe una función exponencial que permite corregir esas fugas por un coeficiente de temperatura media anual, de manera que las máximas pérdidas relativas (coeficiente 1.0) ocurren en las regiones más cálidas del trópico, y las mínimas en las regiones más frías de clima boreal (coeficiente 0.1). Dada la temperatura de la zona en estudio usaremos 0,8.

Una gran proporción del C que entra al reservorio de C del suelo también se pierde a la atmósfera debido a la respiración del suelo, por lo que el secuestro neto de C depende fundamentalmente de:

1. El aporte de materia orgánica; ver abajo calculado en C
2. Las pérdidas por descomposición de la materia orgánica; ( $0,53 \times 0,8 = 0,42$  es el carbono que se pierde x cada kilo aportado)
3. Las pérdidas a través de la respiración del suelo (0,057)

Para una pastura de Grama Rhodes de 6.000 Kg de MS aérea como plantea el caso de estudio de esta tesis, tendremos 6.000 Kg de MS de biomasa radicular. Además, se incorpora al suelo el 40% de la biomasa aérea que no es pastoreada (2.400 kg de MS remanente). Estos 8.400 Kg de biomasa seca, que representan 3.360 Kg de carbono (un 40% del total), y de este volumen de carbono, un 42% vuelve a la atmósfera por descomposición.

#### 7.4.3. Cálculos de secuestro de C

Todos los cálculos están hechos en materia seca por hectárea, por año.

- Secuestro de C de la pastura

6 t biomasa aérea + 4,2 t biomasa raíz – 3,6 t pastoreo = 6,6 t total

$$6,6 \text{ t} * 0,4 \text{ C/t} * 0,58 \text{ C no respirado} = 1,53 \text{ t de C}$$

- Árboles

La producción final es 175 t de madera, acumuladas en fuste durante 9 años. No tiene en cuenta la biomasa energética obtenida por raleos y podas, ya que, si bien captura C, el mismo vuelve a la atmósfera por la combustión.

Además, hay que sumar un 15% que está conformado en un 6% por hojas y otro 9% por ramas y ramillas. Estos son valores estimativos aproximados basados en un estudio de la distribución de la biomasa en Eucaliptos de (Geldres et al. 2006), que varía según edad, genotipo, manejo, etc. Por lo que calcularemos 26,25 t de ramillas y hojas.

Un 25% de la biomasa aérea, es biomasa radicular, por lo que su acumulación promedio anual será de 43,75 t. Tanto las hojas como la biomasa radicular quedan en el sistema y es sometida a descomposición y mineralización. Lo leñoso al cosecharse no ingresa al suelo.

$$175 \text{ t biomasa cosechable} * 0,5 \text{ C/t} = 87,5 \text{ t de C}$$

$$26,25 \text{ t ramillas y hojas} * 0,5 \text{ C/t} = 13,125 \text{ t de C}$$

$$43,75 \text{ t de raíz} * 0,4 \text{ C/t} = 17,5 \text{ t de C}$$

Como las ramillas, hojas y raíz quedan en el sistema están sujetas a descomposición microbiana y se les aplica el coeficiente (0,58), que representa el carbono no que no vuelve a la atmósfera.

$$(13,125 + 17,5) \text{ t C} * 0,58 = 17,76 \text{ t de C.}$$

Por lo tanto, ahora que tenemos el secuestro neto de la biomasa forestal remanente, la sumamos a la biomasa cosechable, acumuladas durante 9 años. De esta manera se obtiene

$$(87,5 \text{ t C} + 17,76 \text{ t C}) / 9 \text{ años} = 11,7 \text{ t de C año}^{-1}.$$

Otro ingreso de carbono al suelo se da por los efluentes bovinos. Un novillo de 250 Kg promedio defeca 15 Kg de efluentes diarios, con un 33% de carbono y un 17% de materia seca. Al año, con un animal y medio por hectárea, son 460 Kg de Carbono que ingresan, de los cuáles restando el 42% que se respira, 270 Kg se incorporan al suelo.

$$11,7 \text{ t forestal} + 1,95 \text{ t pastura} + 0,27 \text{ t heces} = 13,92 \text{ t de C año}^{-1} \text{ secuestrado}$$

Para calcular el carbono que se pierde por mineralización de la materia orgánica usaremos la siguiente fórmula, donde 0,057 es el coeficiente de mineralización y el resto nos permite calcular el carbono a partir de la materia orgánica. El valor usado de referencia es de 2,5 % de materia orgánica que es común observar en los suelos de la región en estudio.

$$2,5\% \text{MO} / 1,72 * 39 * 0,057 = 3,23 \text{ t de C pérdidas por mineralización año}^{-1}$$

$$13,92 \text{ t C} - 3,23 \text{ t} = 10,69 \text{ t C año}^{-1}$$

Para convertir las t de C a t de CO<sub>2</sub> equivalente (unidad de medida más usada para realizar los balances de carbono), debemos multiplicar por 3,66.

$$10,69 \text{ t de C año}^{-1} * 3,66 \text{ CO}_2 \text{ eq /C} = 39,1 \text{ t CO}_2 \text{ eq año}^{-1}$$

Por último, nos quedan descontar las pérdidas anuales por emisiones de GEI generadas por los bovinos, la labranza y la fertilización, que ya están en t CO<sub>2</sub>eq.

$$\text{Pérdidas bovinas (metano+NO}_2) = 1,4 * 1,5 \text{ animal} = 2,1 \text{ t CO}_2 \text{eq}$$

$$\text{Pérdidas por labranza} = 0,29 \text{ t CO}_2 \text{ eq}$$

$$\text{Pérdidas por fertilización} = 0,1 \text{ t CO}_2 \text{ eq}$$

$$\text{Total de pérdidas} = 2,49 \text{ t CO}_2 \text{ eq}$$

#### 7.4.4. Balance de C

39,1 t secuestradas – 2,49 t emitidas = 36,63 t CO<sub>2</sub>eq

Existen diferentes mercados de bonos de carbono en el mundo. En general su valor ronda entre USD 10 y 25 por tonelada de CO<sub>2</sub> (Ricard y Bongiovani Com. Pers. 2020). El informe «Movilizar la financiación climática», redactado por Canfin y Grandjean por encargo del presidente de la República Francesa, sugiere el establecimiento de un "corredor de carbono" con un precio mínimo de USD 15 a 20 /tonelada CO<sub>2</sub> antes de 2020 y un precio objetivo de USD 60 a 80 /t CO<sub>2</sub> en 2030-2035. La plataforma europea Sendeco tiene un sitio web ([www.sendeco2.com/es/](http://www.sendeco2.com/es/)) cuyo valor promedio de los últimos 12 meses fue de 33,80 euros.

Si tomamos a USD 20 como valor promedio de mercado de la tonelada equivalente de dióxido de carbono secuestrada podemos obtener:

$$36,41 \text{ t} * \text{USD } 20/\text{t} = 732,6 \text{ USD ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$$

Esto equivaldría a un ingreso extra en el ciclo de USD 6593 ha<sup>-1</sup>, es decir casi un 68% más de ingresos, aumentando la TIR de 12 a 71%.

Tabla 21. Ingresos para un escenario normal incluyendo los bonos verdes

Ingresos (escenario normal incluyendo Bonos de C)											
CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	TOTAL
Carne	0,00	0,00	722,00	722,00	722,00	722,00	722,00	722,00	722,00	722,00	5.776,00
Biomasa forestal	0,00	0,00	0,00	207,00		165,00	0,00	0,00		3500,0	3.872,00
Bonos verdes		732,6	732,60	732,60	732,60	732,60	732,60	732,60	732,60	732,60	6.593,40
<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>732,6</b>	<b>1454,6</b>	<b>1661,6</b>	<b>1454,6</b>	<b>1619,6</b>	<b>1454,6</b>	<b>1454,6</b>	<b>1454,6</b>	<b>4.954,6</b>	<b>16.241,40</b>

De esta manera se puede observar la gran rentabilidad de un proyecto de estas características si se da la posibilidad de entrar en el mercado de carbono.

Piñeiro (2006) y Nasca (2007) destacan la necesidad de complementar estrategias de manejo sustentables (aumentar el secuestro de C y la provisión de otros servicios ecosistémicos) con planteos productivos atractivos (y rentables) para los productores agropecuarios. Además, Piñeiro (2006) señala que la ganadería es la actividad que implicaría el menor grado de alteración del ecosistema original, y jugaría un papel central en el desarrollo de sistemas de producción sostenibles en ambientes frágiles,

asegurando la producción de bienes y servicios de mercado y ecosistémicos. Comprender el impacto de diferentes planteos de manejo sobre los distintos procesos y componentes de los ecosistemas es un elemento imprescindible para desarrollar estos sistemas. Las consideraciones precedentes promueven el análisis de los sistemas pastoriles, especialmente los de Argentina, en orden a establecer la posibilidad de los mismos para actuar como sumideros de carbono.

### **7.5. Certificación “Carne Carbono Neutro”**

Es una marca-concepto desarrollada por EMBRAPA en Brasil, que busca comprobar que la carne bovina tenga sus volúmenes de emisión de gases de efecto invernadero neutralizados durante el proceso de producción, por la presencia de árboles en sistemas de integración del tipo pecuaria-forestal (IPF), por medio de procesos parametrizados y auditados. No existe propuesta igual en el escenario nacional e internacional. Es una marca registrada en el INPI y está respaldada por un protocolo de producción certificado. Tiene reconocimiento internacional, sus cálculos están basados en metodologías validadas internacionalmente como PAS 2050, PAS 2060 e ISO 14.067 (ISO 2018), que se relaciona a su vez con ISO / TS 14027: 2017 de Etiquetas y declaraciones ambientales - Desarrollo de reglas de categoría de producto; ISO 14044: 2006 de Gestión ambiental - Análisis del ciclo de vida - Requisitos y directrices; e ISO / TS 14071 de Gestión ambiental - Evaluación del ciclo de vida - Procesos de revisión crítica y competencias del revisor.



Figura 6. Sellos “Carne Carbono Neutro” (Villa Alves et al. 2015). Carne Carbono Neutro: um novo conceito para carne sustentável produzida em los trópicos. Campo Grande, Mato Grosso (EMBRAPA Gado de Corte 2015).

También abarca preceptos como la sinergia entre los componentes del sistema, principalmente, con respecto al bienestar animal. Por lo tanto, puede considerarse como un diferencial para apoyar estrategias para valorar sistemas de producción sostenibles.

Los beneficios indirectos incluyen una gestión adecuada, tanto técnica como económica, incluidos sistemas de planificación y control. Lo interesante de las certificaciones es que obligan a los productores a entrar en un proceso de mejora continua y gestión de las acciones a través del reconocimiento de una situación inicial, la detección de problemas y puntos de mejora, la identificación objetivos a alcanzar y de los aspectos a tener en cuenta para poder lograrlos, la medición de variables a través del tiempo (indicadores) y el análisis de su evolución.

Los productos procedentes de sistemas respetuosos con el medio ambiente, como el caso de la CCN, no necesariamente obtienen mejores precios. Sin embargo, se espera que el consumidor, cada vez más preocupado por el origen de los productos, dé preferencia a aquellos de sistemas de producción capaces de mitigar sus impactos en el medio ambiente y "cuidar bien de los animales"

Además de la carne, la madera producida en el sistema CCN también se acreditará y vinculará con la marca conceptual, y generará productos de madera con mayor valor agregado (PMVA) como muebles, pisos, marcos y otras partes usadas para construcción civil, etc. Las certificaciones de este tipo son muy solicitadas en mercados más exigentes y con mayor poder adquisitivo (Villa Alves et al. 2015)

Visualmente y desde el punto de vista de la calidad organoléptica, la carne con el sello CCN no difiere de la carne tradicional sin un sello. Sin embargo, el sello CCN garantiza que el ganado que dio origen a la carne tuvo sus emisiones de metano compensadas durante el proceso de producción por el crecimiento de los árboles en el sistema, además, una crianza en ambientes térmicamente confortables para los animales con un alto grado de bienestar.

La certificación es un proceso en el que una entidad independiente evalúa si un producto cumple con los estándares técnicos establecidos por quienes otorgan una marca registrada (en el caso de CCN, EMBRAPA). Esta evaluación se basa, entre otras condiciones, en auditorías periódicas en el proceso de producción. Si todo cumple con protocolos predeterminados, la empresa recibe la certificación y puede usar la marca en sus productos. El proceso de la certificación no es complicado y cualquier empresa puede obtenerla, siempre que demuestre y garantice, a través de documentos, que su proceso de producción es controlado y que el producto se obtiene de conformidad con lo establecido. El certificador puede ser una agencia pública, así como una empresa privada independiente. Ver en el anexo los requisitos para certificar. El costo de la certificación es de USD 0,77 por animal, por lo que lo hace accesible para cualquier productor.

Aunque la fijación de carbono en el suelo es relevante, su dinámica es bastante compleja y dependiente de muchos factores, tanto bioclimáticos como de manejo. Como vimos anteriormente, medirlo no es simple y requiere conocimiento e inversiones. Además, todavía no hay consenso metodológico para estas evaluaciones. Por ello, la certificación de Carne Carbono Neutro propone un sistema más simple. No toma mediciones respecto a las variaciones de carbono en el suelo y la pastura.

Las mediciones se concentran en parámetros más sencillos de medir como el carbono que acumulan los árboles en su parte aérea y las emisiones de los bovinos. Además,

es más sencillo de dimensionar y utilizar para fines de auditoría. No tener en cuenta el carbono del suelo no perjudica los principios de concepto-marca.

Para recibir y usar el sello "Carne Carbono Neutro", el producto final (carne y sus derivados) deben cumplir con todos los requisitos previos y parámetros inherentes al concepto establecido en el texto de la serie de documentos de EMBRAPA, titulada "Carne Carbono Neutro" (documentos 210 y 243 del Protocolo de la CCN y versiones actualizadas).

Además, se puede utilizar como soporte el software desarrollado por EMBRAPA para estimar la captura de C. Podemos observar que con una plantación de 450 árboles por hectárea a partir del tercer año mitigamos el CO<sub>2</sub> emitido por 11,4 novillitos, que representan un total de 581,9 kg de metano año<sup>-1</sup> o su equivalente en CO<sub>2</sub> de 15,9 t C año<sup>-1</sup>. A partir del sexto año, la misma cantidad de árboles logra neutralizar las emisiones 18,7 novillitos (Arévalo et al. 2002, Zanetti 2008, Oliveira et al. 2011).

Tabla 22. Tabla de crecimiento y productividad de *Eucalyptus grandis* / *urograndis* generados por el programa SIS.ILPF de EMBRAPA.

#### Sis.ILPF

#### TABELA DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO - *Eucalyptus grandis* / *urograndis*

Descrição: Exemplo 1  
Índice de Sítio: 30,0  
Densidade: 450 árvores por hectare aos 1 anos  
Diâmetro quadrático médio : 4

Idade	Árvores/Ha	Altura Média	Diâm. Médio	Área Basal	Vol. Total	Vol. / Ano	t. CO2	Kg. Metano / Ano
1	450	5,1	4,6	0,7	1,5	1,5	1,1	40,8
2	450	11,4	11,3	4,5	20,0	10,0	15,7	280,7
3	450	16,4	16,6	9,8	62,3	20,8	48,9	581,9
4	450	20,2	20,1	14,3	112,7	28,2	88,4	789,5

O povoamento foi desbastado pela remoção de 50 árvores.

Idade	Árvores/Ha	Altura Média	Diâm. Médio	Área Basal	Vol. Total	Vol. / Ano	t. CO2	Kg. Metano / Ano
5	400	24,8	22,8	16,4	158,4	31,7	124,3	888,0
6	399	27,6	24,6	19,0	204,6	34,1	160,5	955,5
7	399	30,0	25,9	21,0	246,1	35,2	193,1	985,0
8	399	32,1	26,9	22,6	283,1	35,4	222,1	991,6
9	398	33,9	27,7	23,9	316,2	35,1	248,1	984,5

Equação de Sítio: Embrapa (IS 7 anos)  
Equação de Volume: Embrapa  
Equação de sortimento: Embrapa  
tCO<sub>2</sub> = (Vol+25%)x(Dens. Básica: 0,35)x(C: 0,49)x(CO<sub>2</sub>: 3,66)

Los valores que toma EMBRAPA para realizar estos cálculos se basan en estimar el volumen total de biomasa, multiplicando la altura media de los troncos por el diámetro

medio, y sumándole un 25% de hojas y ramas (factor estimado por EMBRAPA). A dicho volumen lo multiplicamos por el porcentaje de carbono que tienen los troncos (49% del peso seco) para obtener las toneladas de C que fijamos.

Como mencionamos anteriormente, dada la complejidad de medición, este análisis no tiene en cuenta el carbono que captan las raíces, y las emisiones que se producen en el suelo por descomposición y mineralización de la materia orgánica.

Revisando la bibliografía, podemos realizar una mejor aproximación con cálculos más en detalle como veremos más adelante.

## **7.6. Bonos verdes para el financiamiento climático**

Los bonos verdes, si bien son un mecanismo financiero relativamente reciente, constituyen un mercado de muy rápido crecimiento. Según el Reporte anual 2017 de Green Bonds Initiative (Green Bonds Initiative 2018), 37 países de los 5 continentes realizaron más de 1 500 emisiones de bonos verdes durante el año de 2017, los que sumaron alrededor de 155,5 mil millones USD, y un crecimiento del 78% con relación al monto emitido en 2016. Según ese mismo reporte, si bien Estados Unidos sigue siendo el principal país emisor de bonos verdes, con un 34% del mercado de nuevas emisiones, otros países desarrollados y emergentes, entre los que se destaca México (13% de las nuevas emisiones), están ocupando posiciones destacadas en el mercado. En cuanto al destino de los fondos asignados, los principales puestos los ocupan las energías renovables (33%); las construcciones con bajo consumo de carbono y la eficiencia energética (29%) y el transporte limpio (15%). El manejo sostenible de los desechos (4%); el uso sostenible del suelo y la forestería (3%), así como la adaptación al cambio climático (3%) aún son áreas donde se dirigen una menor proporción de los fondos, pero podrían crecer en los próximos años.

El Fondo Verde Climático (GCF, siglas en inglés) es una iniciativa que surgió en la 15ª Conferencia de las Partes de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP-15), realizada en Copenhague (Dinamarca) en 2009 y aprobada en la COP-17 realizada en Durban (Sudáfrica) en 2011. Sus principales objetivos son: (1) Apoyar los esfuerzos

de los países en desarrollo para responder al desafío del cambio climático, y (2) Promover un cambio de paradigma hacia un desarrollo con bajas emisiones y resiliente al clima.

El acceso a los recursos del GCF para emprender proyectos y programas de cambio climático a través de entidades acreditadas, llevan a cabo una serie de actividades que generalmente incluyen el desarrollo de propuestas de financiación. Son ejemplo de Entidades Acreditadas: FAO, Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), Programa Mundial de Alimentos (PMA), Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Banco Mundial (Green Bonds Initiative. 2018).

En lo que respecta a ALC solo en 2015 se han destinado 20 mil millones de dólares en fondos para mitigar el impacto ambiental (23% del monto global).

Tabla 23. Financiamiento climático, público y multilateral en América Latina y el Caribe - en millones USD (CEPAL 2015)

Año		Fondos climáticos	Bancos multilaterales	Bancos nacionales de desarrollo	Otros recursos naturales	Bonos con fines climáticos	Total
2013	Monto	315	5486	11884	2110	0	19796
	Porcentaje del total	1,6	27,7	60	10,7	0	100
2014	Monto	477	7322	11858	1738	242	21638
	Porcentaje del total	2,2	33,8	54,8	8	1,1	100
2015	Monto	302	7834	9684	1184	1063	20068
	Porcentaje del total	1,5	39	48,3	5,9	5,3	100

Tabla 24. Fondos Climáticos en América Latina y el Caribe - en millones USD (CEPAL 2015)

Fondo	2013	2014	2015
Programa de Adaptación para Pequeños Agricultores	18,00		14,00
Fondo de Adaptación	11,07	22,04	9,96
Fondo para Tecnologías Limpias	99,35	150,13	85,62
Fondo de Cooperación para Carbono de Bosques	7,60	31,60	22,80
Programa de Inversiones Forestales	19,45	64,40	15,75
Iniciativa Climática Internacional Alemana	66,21	8,07	
Fondo para el Medio Ambiente Mundial	56,70	41,66	17,91
Programa para el Aumento del Aprovechamiento de Fuentes Renovables de Energía en Países menos Desarrollados	2,95	5,50	20,95
Fondo Especial para el Cambio Climático	5,1	29,39	
Programa Piloto para la Resiliencia del Clima		78,9	73,85
Programa de Reducción de Emisiones de Carbono por Deforestación y Degradación Forestal	4,00	3,84	
Asociación para la Preparación para el Mercado	9,00	6,00	
Fondo Climático de Reino Unido	9,22		
Alianza Global de Cambio Climático	6,73		
Fondo Verde del Clima			29,74
Total América Latina y el Caribe	315,38	441,73	290,58
Total Mundo	2240,2	2022,28	1263,15
América Latina y el Caribe (porcentaje del total)	14,1	21,8	23,00

Respecto al financiamiento privado, en proyectos climáticos se alcanzaron los 741 billones de dólares para 2013 y 2014. Pero menos del 1% de los recursos estuvo destinado a acciones relacionadas al uso de la tierra y adaptación de los sistemas de producción, por lo que se espera un gran crecimiento en los próximos años (CEPAL 2015).

## 8. Impacto social de la Foresto-industria nacional

Si bien el objetivo de este trabajo no era analizar la componente social, sí podemos mencionar algunos datos que muestran la importancia de las dos cadenas en este sentido.

La foresto-industria es una cadena de valor que tiene un efecto multiplicador desde la semilla, la plantación, resina y todos sus derivados, manejo forestal, cosecha de rollos, destino de rollos finos para celulosa y papel y de rollos para madera aserrable,

aprovechamiento de desperdicio como chip y viruta para generación de energía renovable, maderas y molduras con destino para la construcción y viviendas con madera y muebles, entre otros usos.

La madera es un material renovable, reciclable y sumidero de carbono. Esto contribuye a la mitigación del cambio climático y del calentamiento global, siendo el material de menor demanda energética para su fabricación.

Según la Asociación Forestal Argentina, los 1,3 millones de hectáreas de bosques implantados, representan exportaciones por 550 millones de dólares, 100 mil empleos directos y 7000 Pymes de distinto nivel de transformación de la madera.

La cadena bovina posee gran complejidad y dinamismo, abarcando la producción primaria hasta el consumo directo (Miazzo et al. 2015). En base a FADA (2014), las cadenas cárnicas generaron 637 mil puestos de trabajo, distribuidos en 467 mil puestos directos y 170 mil puestos indirectos. El empleo de estas cadenas representa el 4% del empleo total en Argentina y el 23% del empleo generado por el total de las cadenas agroalimentarias, es decir que de cada 100 personas que trabajan en estas cadenas, 23 lo hacen en alguna de las cadenas cárnicas, siendo la segunda en importancia, por detrás de las frutas, legumbres y hortalizas, economías consideradas regionales, intensivas en mano de obra.

Un aumento de 100.000 toneladas de carne exportadas genera unos 10.000 puestos de trabajo adicionales, en particular en el sector primario con el consecuente impacto en las economías regionales. La conclusión corresponde a un trabajo de los economistas Adrián Gutiérrez Cabello y Agustina Ciancio en 2018, de la Universidad Nacional de San Martín. Según el informe, las remuneraciones vinculadas a esos nuevos puestos de trabajo determinan \$5.100 millones más para el consumo y, conforme a la presión fiscal, \$1.700 millones para las arcas fiscales. Los recursos permitirían el pago durante un año de 6.000 jubilaciones mínimas con el aguinaldo incluido.

Fassola (2004) muestra que además de estabilizar el margen de rentabilidad (menos riesgo), dada la vinculación con distintos productos de mercados solventes, los sistemas silvopastoriles tienen un efecto multiplicador del empleo no sólo en cantidad

sino también en calidad para el desarrollo local. Esto último, por la creciente tendencia de la industria forestal a nivel global de manufacturar sus productos “in situ”.

Para combatir de manera eficaz la malnutrición y la subnutrición, deben suministrarse 20 gramos de proteína animal per cápita al día, o 7,3 Kg. al año. Esto puede lograrse mediante un consumo anual de 33 Kg. de carne magra, 45 Kg. de pescado, o 60 Kg. de huevos, o 230 kg de leche” (FAO, s.f.).

## **9. Análisis FODA**

### **9.1. Análisis externo**

#### Oportunidades

- Los mercados de los tres productos se encuentran insatisfechos, en expansión y con precios con tendencia a la suba.
- La mayoría de los campos ganaderos del centro-norte santafesino tienen baja rentabilidad y no hacen un uso sostenible de los recursos
- La Ley 25.080 otorga importantes beneficios a los proyectos forestales, como el reintegro de hasta el 40% de los costos y beneficios impositivos.
- Existen mercados incipientes que crecen a ritmos exponenciales de carne carbono neutro y respetuosos del bienestar animal, que exigen certificaciones y pagan diferenciales de precio.
- Muchos inversores están interesados en la sustentabilidad y la forestación: no solo nacionales sino también internacionales, en especial los europeos teniendo en cuenta que las tasas de interés allá son muy bajas o neutras. Los proyectos amigables con el ambiente representan una gran ventaja competitiva en los negocios actuales, la responsabilidad social tanto en las empresas como en los consumidores juegan un papel importante.
- En la provincia de Santa Fe el 70% de la madera procesada proviene de otras provincias con un importante aumento de su costo por el impacto del flete.

Además, los aserraderos en general se encuentran con el 50% de su capacidad ociosa.

- Las industrias de la zona en estudio consumen 1.300 toneladas diarias de biomasa energética demandadas, con tendencia a aumentar en los próximos años.
- El mercado de los bonos de carbono continúa consolidándose a nivel global, con perspectiva de aumento en los precios. Los países en desarrollo se vuelven muy atractivos por ser competitivos en precios.
- Tanto la carne como a los productos forestales brindan muchas posibilidades de agregarles valor. Además de certificaciones, se puede incorporar trazabilidad, procesar la carne, fraccionarla, envasarla y enfriarla o congelarla. En cuanto a la madera, puede aserrarse y venderse directo a fábricas de muebles (incluso avanzar en la confección de productos de madera). Los subproductos se pueden chipear o convertir en pellet, servir como sustrato para viveros, cama de pollos o la producción de setas y hongos. Como podemos ver las opciones son muchas y con rangos de inversión variables.
- En la región existe poca competencia en el mercado de la madera de bosques cultivados, debido a la escasez de plantaciones nuevas y adecuado manejo que permita obtener madera de calidad

## Amenazas

- Aumentos impositivos o cierre de las exportaciones: Sin dudas que estas herramientas impactan en la rentabilidad de la producción. Recientemente un decreto presidencial estableció una baja de retenciones de la carne del 10 al 5%. La madera no las tiene, aunque en este proyecto el objetivo es abastecer el mercado local. El cierre de exportaciones lo que genera es una sobreoferta local con la consecuente caída de los precios como pasó en el período 2006-2015 con la carne.
- Incendios: Si bien representa un riesgo, si se toman las medidas necesarias como los caminos cortafuegos y elementos de seguridad correspondientes la

probabilidad y la intensidad disminuye de manera considerable, no obstante, está contemplado contratar un seguro contra incendios para el proyecto.

- Abigeato: en el caso de la producción animal es un problema frecuente en la actividad, pero los porcentajes de pérdidas suelen ser bajos y se pueden disminuir con medidas de seguridad y presencia del personal en el lugar como está contemplado.

## 9.2 Análisis interno

### Fortalezas

- Es un negocio más rentable que los sistemas ganaderos puros o forestales puros: como vimos anteriormente, la integración mejora la rentabilidad en comparación a dichas actividades por separado. Además, comparando con el resto de las actividades extensivas que tienen escasa rentabilidad, entre el 1 y el 10%, representa una ventaja importante y con menos riesgo.
- Bajo riesgo: por diversificación de actividades, mercados insatisfechos y menor vulnerabilidad a sequías e inundaciones que los cultivos agrícolas. Para riesgo de incendios existen seguros forestales y medidas de prevención.
- Tendencias de aumento en los precios por un aumento de la demanda sostenida y la posibilidad de decidir en qué momento cosechar los árboles a diferencia de la agricultura.
- Cercanía a mercados en el caso de los productos forestales, ya que existen muchos aserraderos en la región con capacidad ociosa, industrias que traen biomasa energética de otras provincias y polos madereros industriales que demandan materia prima de calidad.
- Mayor eficiencia a nivel de sistema y sinergia. El estrato arbóreo aporta bienestar a los animales, evitando el estrés térmico y su consumo energético para eliminar el calor. El ganado, al pastorear, disminuye la competencia que le hace la pastura a los árboles y disminuye el riesgo de incendios.

- Diferentes alternativas de mercado: pudiendo producir animales de diferentes categorías animales o pudiendo variar la proporción de biomasa forestal que va a destino energético o maderero, permitiendo cierta flexibilidad a la hora de buscar mejor conveniencia, así como forma de hacer frente a la estacionalidad y variación de los precios.
- Posibilidad de realizar el proyecto en suelos marginales de bajo costo de oportunidad: estos sistemas se pueden realizar en suelos de clase 3 a 6, que en el Centro-Norte de la Provincia de Santa Fe su costo de oportunidad es relativamente bajo, es decir entre 35 y 80 USD el arrendamiento anual. Frente a la agricultura que varía desde 150 a 500 USD. En Uruguay o Brasil el costo es mayor y compite con la agricultura.
- Tradición ganadera y forestal en la zona: en el norte de la provincia la principal actividad fue la ganadera incluso desde el siglo XIX, por lo que se cuenta con personal calificado, mercados maduros, industrias de procesamiento y comercialización, entre otras. En cuanto a lo forestal, existe desarrollo, pero a base de madera nativa, como fue la empresa “La Forestal” y muchas otras. Hay aserraderos, maquinaria y personal para hacer la extracción de la madera. Desde el punto de vista energético la mayoría de las grandes empresas usan la biomasa forestal, ya que la mayor parte de la región no cuenta con gas natural.
- Sustentable: el hecho de ser sustentable sin dudas ofrece beneficios frente a otras actividades más extractivas, estando sujeto a menores presiones sociales, generando servicios ecosistémicos a las comunidades y captando capitales de inversores comprometidos con el medio ambiente.
- Gran generador de empleo: de manera directa e indirecta. De manera directa duplica la cantidad de personas en comparación con un planteo ganadero puro. Son dos cadenas de las que más empleo generan por valor generado.
- Escalable: se pueden hacer en diferentes lugares y a gran escala, a través de módulos de 300 hectáreas como está pensado el proyecto. Esos módulos se pueden replicar, con su correspondiente correlación de recursos humanos y económicos que requiere el proyecto.

## Debilidades

- Esperar 8-9 años para obtener las mayores ganancias. Las mayores ganancias son al momento de la tala de los árboles, aunque la inversión se recupera antes por los ingresos que genera la ganadería (en caso de acceder al subsidio de la Ley 25.080 se acortaría el período de recupero).
- Complejidad de integrar actividades con componentes biológicos. Combinar los dos sistemas sin dudas que genera mayor monitoreo y control de la actividad, ya que es importante rotar los animales permanentemente calculando de manera meticulosa la superficie asignada de pastoreo, que varía según la época del año y las condiciones meteorológicas; el manejo de la sanidad, el aumento de peso, el cuidado que los animales no dañen los árboles, así como garantizar el acceso al agua y a la suplementación invernal. Por otra parte, el control del estrato forestal insume estar atento al ataque de hormigas, gusanos taladros y avispas que atacan el ápice, al momento oportuno de podas y raleos, y al control de la competencia que le pueden hacer tanto la pastura como las malezas. Además, es necesario ajustar la carga animal para aprovechar de manera eficiente la pastura, ya que si se sobrecarga se afecta la pastura y perdemos producción de carne a nivel individual, y si la carga es menor subutilizaríamos la pastura y perdemos producción de carne a nivel de rodeo. Y si no hacemos los raleos y podas en momento claves perdemos calidad y por ende rentabilidad, y podemos perjudicar la producción de la pastura por exceso de sombreado.

## 10. Análisis Canvas

Socios Claves	Recursos claves	Propuesta de valor	Relación con los clientes	Segmentos de clientes
Proveedores de insumos (especialmente el vivero que vende material certificado),	Campos ganaderos que se puedan arrendar a largo plazo, insumos, plantines certificados, servicios y	Producir de forma integrada, sostenible y certificada	Trabajo en conjunto, con alianzas estratégicas, ajustando la producción y las cer-	Frigoríficos interesados en insertarse en el mercado internacional con

contratistas para realizar los labores, clientes (aserraderos de la zona, industrias que se abastecen de biomasa y frigoríficos interesados en acceder al mercado de la Carne Carbono Neutral), inversores interesados en proyectos de triple impacto	contratistas, asesoramiento agronómico, veterinario, contable y legal, personal comprometido.	carne carbono neutro en condiciones de bienestar animal para abastecer	tificaciones en función de las necesidades del mercado, y ser un proveedor confiable y permanente.	carne certificada en carbono neutro, producida en condiciones de bienestar animal.
	<b>Actividades Claves</b> Búsqueda de inversores, inscripción del proyecto para los beneficios de la Ley 25.080, Plantación de árboles e implantación de pasturas de forma correcta, monitoreo, control de enfermedades y plagas, manejo racional del pastoreo, certificación, comercialización	mercados de nicho, y madera y biomasa energética renovable, para abastecer el déficit existente en la región.	<b>Canales</b> Los canales serían directos con los clientes (industrias). Aunque la carne podría tener un intermediario/consignatario.	Aserraderos zonales con capacidad ociosa que procesen madera de bosques cultivados.  Industrias zonales que se abastezcan de biomasa energética
<b>Costos</b> Los costos descriptos en el punto 6.2 incluyen todo lo necesario para poner en marcha el proyecto. Son muy competitivos en función de la escala y la integración. Se necesita una inversión inicial importante para ello y luego solo costos de funcionamiento y administración, o tareas puntuales como raleos y podas.		<b>Ingresos</b> Los ingresos comienzan a partir del segundo año, de forma anual al final de cada ciclo de invernada, con ingresos extras por venta de biomasa energética de raleos y podas, y al final del proceso el ingreso mayor por venta de la plantación en pie. En caso de acceder al mercado de bonos de carbono, permitiría tener ingresos extras anuales.		

Según la metodología desarrollada por los autores Osterwalder y Pigneur, la propuesta de valor cuenta con un mercado diversificado, que a su vez apunta a mercados de nicho.

La propuesta tiene un claro enfoque en demandas específicas clientes que busca satisfacer, aportando además beneficios ambientales y sociales (responsabilidad empresaria). El mercado de la carne carbono neutro, al ser un mercado incipiente, una entrada temprana puede significar precios diferenciales y una importante participación en el mismo. Un nuevo modelo de negocios no consiste en observar a la competencia para copiarla o tomarla como punto de referencia, sino en crear mecanismos nuevos que permitan crear valor y percibir ingresos. La innovación en modelos de negocio

consiste en desafiar las normas para diseñar propuestas originales que satisfagan las necesidades desatendidas, nuevas u ocultas de los clientes.

Si bien en la actualidad ese mercado de nicho de la carne no está disponible en Argentina, mientras tanto se puede comercializar los productos a valores de mercado de la forma tradicional. En cuanto a las relaciones los clientes, la posibilidad de ser de los primeros proveedores de estos productos certificados, brinda oportunidades de hacer alianzas estratégicas con los mismos, a la vez que permite captar los beneficios de la diferenciación en toda la cadena.

Los mercados más atractivos de la carne, capaces de pagar un mayor diferencial de precio por un producto amigable con el ambiente y que respeta el bienestar animal, están los países desarrollados, principalmente en la Unión Europea y EEUU, por lo que alianzas con frigoríficos que quieran entrar en estos mercados es fundamental.

Los productos forestales que son de bajo valor por unidad de volumen, conviene ubicarlos en las industrias cercanas para obtener un mayor valor neto, teniendo ventajas logísticas sobre los productos provenientes de otras provincias productoras de madera como las de la mesopotamia argentina. Los precios son dinámicos, en función del mercado en tiempo real, aunque al estar insatisfechos de forma local existe un margen importante para la negociación y mayor captura de valor.

A su vez, los ingresos pueden verse incrementados considerablemente si se logra percibir un mayor precio diferencial, acceder a los beneficios de la Ley 25.080 y, sobre todo, si se logra comercializar bonos de carbono.

Tanto la ganadería como la actividad forestal tienen particularidades en cuanto a tiempos, rentabilidad, flujo de fondos. Por un lado, se presenta la actividad ganadera, la cual es un negocio a plazos relativamente cortos, con ingresos anuales, alta liquidez del capital y una escala mínima de producción. La actividad forestal, es una inversión a largo plazo, de alta inmovilización del capital, elevado incremento patrimonial, con posibilidades completas de tercerizar y flexibilizar la escala productiva, aprovechando los subproductos para generación de bioenergía a precios competitivos. Además, es una de las pocas actividades que el país cuenta con subsidios del Estado y beneficios impositivos. Su combinación con la ganadería otorga la ventaja de contar con un flujo de caja permanente mientras se espera que los árboles crezcan. Se logran ingresos a corto, mediano y largo plazo, se diversifica la producción, disminuyen los riesgos, se

prorratean los gastos fijos, se hace mejor uso del suelo con generación de más y mejores puestos de trabajo, con sustentabilidad ambiental. Existe también la posibilidad concreta de realizar ventas a futuro de madera y disponer del capital con anterioridad mejorando las condiciones nel negocio.

Los costos fueron calculados por hectárea, dentro de un módulo de 300 hectáreas. En caso de variar la escala, los costos pueden incrementarse en superficies menores, y viceversa.

La combinación de actividades implica mayor complejidad, manejo y monitoreo. Por lo que para alcanzar el potencial productivo es necesario una adecuada gestión a nivel de sistema y un uso apropiado de tecnologías de insumos y de procesos. El uso de pasturas y árboles de alto potencial genético, un correcto diseño de plantación, fertilización, la realización de labores culturales en los momentos óptimos (podas, raleos, control de plagas y malezas) y un buen manejo del pastoreo, son actividades claves para alcanzar dicho potencial. Para ello es imprescindible contar con recursos humanos capacitados y comprometidos, así como asesoramiento profesional especializado.

Además, el negocio brinda importantes servicios ecosistémicos que mejora el valor de la propuesta del negocio, permite mayores posibilidades de financiamiento y de fidelización de clientes.

## 11. Conclusiones

Los sistemas silvopastoriles pueden lograr mayor eficiencia, productividad y rentabilidad que la ganadería o la forestación puras. Incluso pueden ser superiores al promedio de la agricultura extensiva, a la vez que exigen mayor nivel de asesoramiento, tecnologías de insumos y procesos.

La mayor eficiencia se debe a la mayor captura de energía lumínica al tener dos estratos que aprovechan la luz, por mayor exploración radicular (más nutrientes), por reducir gastos energéticos, pérdidas agua y biomasa, a partir del microclima y las simbiosis que entre componentes del sistema se generan.

Estos sistemas se pueden implementar en casi toda la superficie ganadera del centro-norte santafecino, sin desplazar esta actividad, sino introduciendo la componente forestal. La región ofrece condiciones ambientales para lograr altos rendimientos, con importantes ventajas debido a los costos de tierra competitivos y la posibilidad de obtener mejores precios en los productos forestales en comparación a otras regiones, debido a la demanda local insatisfecha. Al incrementarse la protección de los bosques nativos, existe una oportunidad muy grande para bosques cultivados de rápido crecimiento como los de eucalipto.

En lo que refiere a la carne carbono neutro, si bien a nivel nacional aún no está disponible la certificación ni el acceso a estos mercados diferenciados, las posibilidades de acceder a los mismos son muy grandes en el futuro cercano, captando diferenciales de precio. Para ello se deberá avanzar en el desarrollo de la certificación del PACN o adquirir alguna de reconocimiento internacional como por ejemplo el sello brasilero, desarrollando alianzas estratégicas con algún frigorífico o cadena mayorista, teniendo la ventaja de llegar al mercado de forma temprana.

El planteo técnico desarrollado en este trabajo permite la captura de grandes cantidades de carbono por unidad de superficie, generando la posibilidad potencial de ingresar al mercado de bonos, que crece a gran velocidad en todo el mundo y cuyo ingreso extra mejorarían aún más la rentabilidad del negocio.

Los resultados económicos proyectan una TIR del 12% anual, con una sensibilidad de entre el 6 y el 24%, ante disminuciones o aumentos de ingresos del 20% respectivamente, sin contar subsidios, bonos de carbono y diferenciales de precios mayores a los estimados.

Por ser un negocio de buena rentabilidad, bajos riesgos, beneficios ambientales y sociales, puede representar un negocio muy atractivo para los inversores, tanto nacionales como internacionales, bajo diferentes figuras asociativas o fideicomisos, desde pequeñas chacras hasta niveles empresariales.

La información generada por este trabajo es de utilidad para la difusión de los SSP. Si bien los resultados teóricos son muy entusiastas, se necesitan de experiencias locales para difundir estos sistemas, los beneficios que representan y disponer de información propia. Sería muy interesante profundizar en estudios sobre diferentes diseños de plantación, uso de otras especies, variedades, prácticas de manejo, niveles de carbono que secuestran las pasturas bajo diferentes ambientes y prácticas de manejo, ya que se cubriría una mayor gama de demandas y situaciones productivas. Además, sería necesario considerar estudios que contemplen el impacto a nivel paisaje, los corredores biológicos, el impacto en la vida silvestre, el mantenimiento de la biodiversidad y la cuantificación de los servicios ambientales.

Su incorporación a gran escala representa una alternativa muy importante para el desarrollo regional, por mayores ingresos a nivel productivo y para los gobiernos locales, por mayor generación de fuentes de trabajo genuinas, por mayores posibilidades de atraer inversiones y agregar valor, mejorar la autonomía energética, la sostenibilidad y eficiencia en el uso de los recursos.

Por último, sería muy importante también, que la provincia de Santa Fe fomente la incorporación de bosques cultivados en los sistemas ganaderos, a través de difusión, capacitación de productores, técnicos y profesionales, ayuda crediticia para financiar la inversión, ya que presenta un retorno bioeconómico altamente beneficioso.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta S 2011. Cadena de valor de madera y muebles: Observatorio PyME Regional Provincia de Santa Fe. - 1a ed. - Buenos Aires: Fund. Observatorio Pyme; Ministerio de Producción de la Provincia de Santa Fe.
- Aguerre M et al. 1995. Manual para Productores de Eucaliptos de la Mesopotamia Argentina. Edición: Grupo Forestal, EEA. INTA. Concordia. C.C N° 34, (3200) Concordia, Entre Ríos, Argentina. 45-47.
- Almeida RG de. 2020. Diretrizes técnicas para produção de carne com baixa emissão de carbono certificada em pastagens tropicais: carne baixo carbono (CBC) / Roberto Giolo de Almeida, Fabiana Villa Alves, editores técnicos. Campo Grande, MS - Brasil. EMBRAPA Gado de Corte. 36 p.
- Amezquita MC, Amezquita E, Casasola F, Ramirez BL, Giraldo H, Gomez ME, Llanderal, T, Velásquez J, Ibrahim M. 2008. C stocks and sequestration. 49-68p. In: Mannelje L, Amezquita MC, Buurman P, Ibrahim M (Eds). Carbon sequestration in tropical grassland ecosystems. Wagenigen Academic Publisher.
- Amézquita, M.C.; M. Ibrahim; P. Buurman y E. Amézquita. 2005. Carbon sequestration in pastures, silvopastoral systems and forests in four regions of the Latin American Tropics. Special Issue of Journal of Sustainable Forestry, 21: 21-49.
- Amézquita, M.C.; E. Murgueito; M. Ibrahim y B. Ramírez. 2007. Captura de C en sistemas de pastos, silvopastoriles y bosques en cuatro ecosistemas del trópico de América Latina.
- Andrade CHJ. 1999. Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo. Tesis Master Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 70 p.
- Angeloni 2021. Disponible en <https://www.angeloni.com.br/super/p/picanha-bovina-marfrig-viva-carne-carbono-neutro-resfriada-kg-4564228>
- Araujo Vieira de Souza JA y Bender AG 2021. Dasonomía en los Sistemas Productivos: Sistemas Agropecuarios Sostenibles. En: Desarrollo Sostenible en el Centro Norte de la Provincia de Santa Fe. Canal, A. Libro Institucional UNL - Sección 2, Cap.5, Sub 14 (2.3), Santa Fe.
- Arce N, Ortiz E, Villalobos M y Cordero S. 2008. Existencias de carbono en charrales y sistemas agroforestales de cacao y banano de fincas indígenas bribri y cabecar de Talamanca, Costa Rica. Agroforestería de las Américas, 46: 30- 33.
- Arévalo LA, Alegre JC, Vilcahuaman LJM. 2002. Metodología para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 41 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 73).
- Bábaro NO, Gratton R, Rubio R, Gere J, Williams K, Arguelo G, Manetti M. 2008. Evaluación del efecto de un aditivo alimentario (en base a taninos) sobre las emisiones de CH<sub>4</sub> en vacas lecheras adultas mediante la técnica de trazado por SF<sub>6</sub> con largos tiempos de recolección. V Congreso Iberoamericano de Física y Química Ambiental. Mar del Plata, Argentina: Sociedad Iberoamericana de Física y Química Ambiental.
- Barragán WA, Mahecha-Ledesma L, Cajas YS. 2015. Fisiológicas-metabólicas de estrés calórico en vacas bajo silvopastoreo y pradera sin árboles. Colombia.

- Beale I y Ortiz EC. 2013. El Sector Forestal Argentino: eucaliptos. Revista de divulgación Técnica Agrícola y Agroindustrial, 53: 10 [online] Disponible en: <http://www.agrariasvirtual.com.ar/fca/sivitec/revistas-redit/redit-revista53.pdf>.
- Bekerman M, Rodríguez S, Sirlin P. 2005. Obstáculos al desarrollo de encadenamientos productivos en América Latina: el caso de los muebles de madera en Argentina. Problemas del desarrollo, 36(140), 114-141. Recuperado en 22 de octubre de 2020. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-70362005000100006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362005000100006&lng=es&tlng=es).
- Berhongaray G. 2010. Carbono en suelos pampeanos: efectos de la vegetación y el uso. Tesis de Maestría, Universidad de Buenos Aires.
- Bolinder M, Janzen H, Gregorich E, Angers D, VandenBygaart A. 2007. An approach for estimating net primary productivity and annual carbon inputs to soil for common agricultural crops in Canada. Agriculture, Ecosystems & Environment 118: 29-42.
- Brandán S, Galderisi M. 2017. Sector forestal. Dirección Nacional de Desarrollo Foresto Industrial – MAGyP. Publicado en diciembre de 2018. 41p. Disponible en: [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss\\_desarrollo\\_foresto\\_industrial/estadisticas/\\_archivos//000000\\_Sector%20Forestal/000000\\_Informes/170000\\_2017%20-%20Sector%20Forestal.pdf](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_desarrollo_foresto_industrial/estadisticas/_archivos//000000_Sector%20Forestal/000000_Informes/170000_2017%20-%20Sector%20Forestal.pdf)
- Candioti M. 2014. Santa Fe hacia una provincia maderera. Abordaje del Sistema Foresto industrial provincial. Producción Forestal. MAGyP. 30-31p.
- Canfin P y Grandjean A. 2015. Mobiliser les financements pour le climat une feuille de route pour financer une économie décarbonée. 14 p. Francia.
- Carbon Neutral Beef 2021). <https://carbonneutralbeef.co.uk/product/fillet-steaks-2-x-8oz/>
- Carnevale NJ, Alzugaray C, Di Leo N. 2009. Evolución de la deforestación en la cuña boscosa santafesina. En: Morello, J.H. y Rodríguez A.F. (Eds.). El Chaco sin bosques: la Pampa o el desierto del futuro, INTA-UNESCO-GEPAMA 432 pp. Orientación Gráfica Editora, Buenos Aires.
- Censo Nacional de Aserraderos. Ministerio de Agroindustria. Buenos Aires. 2015
- Centro de Estudios para la Producción (CEP). “Análisis de los sectores y productos de madera y muebles de madera en Argentina”. 2008.
- Chauchard, MC Frugoni, C Nowak. 2016. Manual de Buenas Prácticas para el manejo de plantaciones forestales en el noroeste de la Patagonia. Buenos Aires, Argentina. INTA. 531 p.
- Chianese DS, Rotz CA y Richard TL. 2009. Whole-farm gas emissions: A review with application to a Pennsylvania dairy farm. Appl. Eng. Agric. 25: 431–442
- Cleavers Organic 2021. Disponible en <https://cleaversorganic.com.au/>
- Clonan A, Wilson P, Swift JA, Leibovici DG, Holdsworth M. 2015. “Red and processed meat consumption and purchasing behaviours and attitudes: impacts for human health, animal welfare and environmental sustainability”. Public Health Nutrition, 18 (13): 2446-2456.
- Consejo Federal de Inversiones (CFI). 2018. Informe Final del Consejo Federal de Inversiones con la colaboración de Red Agroforestal Chaco Argentina (REDAF). Desarrollo de un Sistema de Guías de Trazabilidad de Productos Forestales Compatibles para Chaco y Santa Fe. 157 p.

- Dalla Tea F. 1995. Nuevas alternativas de plantación de Eucalipto en Concordia. En X Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia, octubre de 1995.IV, 11p. Disponible en:  
<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnxpbmZvcmlhY2l2bWVzdGFsbWlzaW9uZXN8Z3g6N2RmNDE0OWQ2NzcxMmVjMg>
- Daniel O, Couto L. 1998. Una visión general de sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles con Eucalipto en Brasil - FAO. Mato Grosso del Sur, Brasil.
- Esquivel J. 2012. Sistemas silvopastoriles: Una posibilidad para crecer de manera sostenible. Revista Producción Forestal. Año 2, revista N°3, mayo de 2012. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Disponible en:  
[https://www.magyp.gov.ar/sitio/areas/ss\\_desarrollo\\_foresto\\_industrial/\\_archivos/revis-ta-produccion-forestal/03.pdf](https://www.magyp.gov.ar/sitio/areas/ss_desarrollo_foresto_industrial/_archivos/revis-ta-produccion-forestal/03.pdf)
- Esquivel J, Fassola HE, Lacorte SM, Colcombet L, Crechi E, Pachas N, Keller A. 2004. Sistemas Silvopastoriles – Una sólida alternativa de sustentabilidad social, económica y ambiental. 11as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNAM- EEA Montecarlo, INTA.
- Fassola HE, Lacorte SM, Esquivel J, Colcombet L, Moscovich F, Crechi E, Pachas N, Keller A. 2004. Sistemas Silvopastoriles en Misiones y NE de Corrientes y su entorno de negocios. Disponible en:  
[http://www.inta.gov.ar/montecarlo/info/indices/tematica/dir\\_silvopastoriles.htm](http://www.inta.gov.ar/montecarlo/info/indices/tematica/dir_silvopastoriles.htm)
- Faverin C, Gratton R, Machado CF. 2014. Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas de producción de carne vacuna de base pastoril. Revisión bibliográfica. 22p. UNICEN
- Federico F, Montero G, Ricard F, Sirotiuk V, Viglizzo E. 2014. La huella de carbono en la agroindustria En: Anguil, La Pampa: Editado por Ernesto Viglizzo - 1a ed. – Ediciones INTA. 88 p. Disponible en: [https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_la\\_huella\\_del\\_carbono\\_en\\_la\\_agroindustria.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_la_huella_del_carbono_en_la_agroindustria.pdf)
- Fernández MV, C Barroetaveña, V Bassani, F Ríos. 2012. Rentabilidad del aprovechamiento del hongo comestible *Suillus luteus* para productores forestales y para familias rurales de la zona cordillerana de la provincia del Chubut, Argentina. *Bosque* 33(1): 43-52.
- Fidelis A, Apezato-da-Glória B, Pillar VD, Pfadenhauer J. (2014). Does disturbance affect bud bank size and belowground structures diversity in Brazilian subtropical grasslands? *Flora* 209: 110-116.
- Fonseca GW, Alice FE, Montero JE, Toruño H y Leblanc H. 2008. Acumulación de biomasa y carbono en bosques secundarios y plantaciones forestales de *Vochysia guatemalensis* e *Hieronyma alchorneoides* en el Caribe de Costa Rica. *Agroforestería de las Américas*, 46: 57- 64.
- Frey GE, Fassola H, Pachas N, Colcombet L, Lacorte S, Cubbage F, Pérez O. 2008. Perceptions of silvopasture systems in northeastern Argentina. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UnaM – EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina.

- Galbusera S, Hilbert JA. 2011. Análisis de emisiones de gases de efecto invernadero de la producción agrícola extensiva y estudio de la “huella de carbono” de los productos derivados de la soja en la república argentina. INTA, Buenos Aires.
- Gallo, L. 2006. Revista del Plan Agropecuario. Montevideo, Uruguay.
- Gandara L, Pereira MM, Hauck VI. 2018. Implementación y fertilización de pasturas megatérmicas en el norte de Corrientes. INTA, 7 p.
- Garnett T, Godde C, Muller A, Rööös E, Smith P, de Boer IJM, Ermgassen E, Herrero M, van Middelaar C, Schader C, van Zanten H. (2017). Grazed and Confused? Ruminating on cattle, grazing systems, methane, nitrous oxide, the soil carbon sequestration question and what it all means for greenhouse gas emissions. FCRN, University of Oxford, 127 pp.
- Gasparri, I. Manghi E. 2004. Estimación de volumen, biomasa y contenido de carbono de las regiones forestales argentinas. Informe Final de Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal. Dirección de bosques. Secretaría de ambiente y desarrollo sustentable. 26p.
- Giolo de Almeida R; Pereira MA; Antonio Laura V; Paim Costa F; Villa Alves F. 2019. Researchers at Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa Gado de Corte). 22nd International Farm Management Congress, Grand Chancellor Hotel, Launceston, Tasmania, Australia, Vol.1 Peer Review Papers March 2019 - ISBN 978-92-990062-7-6
- Giorgi R, Tosolini R, Sapino V, Villar J, León C, Chiavassa A. 2007. Zonificación Agroeconómica de La Provincia de Santa Fe. Delimitación y descripción de las Zonas y Subsanas Agroeconómicas. Proyecto Riap – INTA. Pp. 21.
- Gomes da Silva R, Morais D, Guilhermino M. 2007 Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. Revista Brasileira de Zootecnia 36: 1192-1198
- Grunert K, Bredahl L, Brunsø K. 2004. “Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector—a review”. Meat Science, 66: 259-272.
- Haller K, Lee J, Cheung J. 2020. Meet the 2020 consumers driving change, IBM. EEUU. Disponible en <https://www.ibm.com/downloads/cas/EXK4XKX8>
- Henchion M, Mccarthy M, Resconi V, Troy D. 2014. “Meat consumption: Trends and quality matters”. Meat Science, 98: 561–568.
- Hepburn C; Koundouri P. 2007. Avances recientes en el descuento: implicaciones para la economía forestal. Journal of Forest Economics: vol. 13: núm. 43526, págs. 169-189. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfe.2007.02.008>
- Huertas SM, Bobadilla P, César D, Piaggio JM, Gil AD. 2018. Bienestar animal: concepto y formas de medirlo. Universidad de la República, Facultad de Veterinaria, Departamento de Bioestadística e Informática. Lasplaces 1620, Montevideo, Uruguay.
- IPCC. 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. J. Penman, M. Gytarsky, T. Hiraishi, T. Krug, D. Kruger, R. Pipatti, L. Buendia, K. Miwa, Ngara, T. Tanabe, K. Wagner, F. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/IGES, Hayama, Japan
- IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón.

- IPCVA y GFK. 2017. "El mercado de carne de vacuno en Países Bajos, Reino Unido, Italia y Alemania". Buenos Aires: IPCVA
- ISO 2018. Gases de efecto invernadero - Huella de carbono de productos - Requisitos y directrices para cuantificación.
- Jobbágy, EG, Jackson RB. (2000) The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Application* 10: 423–436
- Kohn D. ¿Por qué las tasas de interés de largo plazo en EE.UU. son tan bajas? Universidad Católica de Chile. 2020
- Larocca F, Dalla Tea F, Aparicio JL. 2004. Técnicas de implantación y manejo de *Eucaliptus grandis* para pequeños y medianos forestadores en Entre Ríos y Corrientes. XIX Jornadas Forestales de Entre Ríos, Concordia, octubre de 2004, VII, 16 p.
- Lasta JA, Rearte D. 1997. Condiciones sanitarias para la producción de ganado vacuno de carne en Argentina. Córdoba, Argentina.
- Lessaa AC, Madarib BE, Paredesa DS, Boddey RM, Urquiagac S, Jantaliac CP, Alvenc BJ. 2014. Bovine urine and dung deposited on Brazilian savannah pastures contribute differently to direct and indirect soil nitrous oxide emissions. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 190: 104-111.
- MAGyP, 2020. Promoción de Plantación - Ley 25.080. Disponible en: [https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss\\_desarrollo\\_foresto\\_industrial/promocion/](https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_desarrollo_foresto_industrial/promocion/).
- Mancera K, Zarza H, López de Buen L, Carrasco García A, Montiel Palacios F, Galindo F. 2018. Integrating links between tree coverage and cattle welfare in silvopastoral systems evaluation. *Agronomy for Sustainable Development*. 38:19 <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0497-3> (fecha de consulta: 15 de febrero de 2020)
- Miazzo D, Pisani Claro N. 2015. Carnes Argentinas. Informe FADA. Río Cuarto, Córdoba
- Milera-Rodríguez M de la C, Machado-Martínez RL, Alonso Amaro O, Hernández-Chávez M B, Sánchez-Cárdenas S. 2019. Pastoreo racional intensivo como alternativa para una ganadería baja en emisiones. *Pastos y Forrajes*, 42(1): 3-12.
- Ministerio de Agroindustria. 2017. Análisis detallado de los mercados actuales y potenciales para carne vacuna argentina. Buenos Aires: Ministerio de Agroindustria.
- Ministerio de Agroindustria, Secretaría de Agricultura (MAGyP). 2014. Sector Forestal. Subsecretaría de Desarrollo Foresto Industrial, Buenos Aires, Argentina.
- Ministerio de Hacienda. Informes de Cadenas de Valor. Marzo 2018. Buenos Aires.
- Misirlian E. 2019. Análisis del complejo foresto industrial maderero en Argentina. CERE - Centro de Economía Regional. Escuela de economía y negocios. Universidad Nacional de San Martín, 40p. Disponible en [http://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/economia\\_regional/Industria%20forest%20o%20industrial%20maderera%20N%C2%BA66.pdf](http://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/economia_regional/Industria%20forest%20o%20industrial%20maderera%20N%C2%BA66.pdf)
- Mokany, K, Raison, RJ, Prokushkin, A. (2005). Critical analysis of root: Shoot ratios in terrestrial biomes. *Global Change Biology* 12:84 – 96
- Murgueitio E, Chará JD, Solarte AJ, Uribe F, Zapata C, Rivera JE. 2013. "Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad". *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 26: 313–316.

- Murgueitio E, Flores M, Calle Z, Chará J, Barahona R, Molina C, Uribe F. 2015. "Productividad en sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina". En: Montagnini F, Somarriba, Murgueitio E, Fassola H, Eibl B. (eds.), *Sistemas Agroforestales. Funciones productivas, socioeconómica y ambientales*, (ser. Técnica, no. Ser. 402), Turrialba, Costa Rica: CATIE-Fundación CIPAV, págs. 59–101.
- Napolitano F, Girolami A, Braghieri A. 2010. "Consumer liking and willingness to pay for high welfare animal-based products". *Trends in Food Science & Technology*, 21: 537-543.
- Nasca, JA. 2007. Producción sostenible de carne bovina con pasturas tropicales en la Llanura deprimida Salina de Tucumán. Tesis Maestría en Ciencia Agrarias. Orientación: Producción sostenible. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán. 128p
- Nenning, F. R. 2009. Ontogenia y calidad de láminas foliares en gramíneas C4 de diferente hábito de crecimiento. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Mar del Plata – Estación Experimental Agropecuaria Balcarce.
- Oliveira, E. B.; Nakajima, N. Y.; Chang, M.; Haliski, M. Determinação da quantidade de madeira, carbono e renda da plantação florestal. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2011. 37 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 220).
- Oprandi G, Colombo F, Parodi M. 2014. Grama Rhodes, una alternativa productiva para los sistemas ganaderos del norte de Santa Fe. *Voces y Ecos*, 31: 26-27.
- Otaño MC. 2005. "Perfil descriptivo de la cadena de carne vacuna". Dirección de Mercados Agroalimentarios – Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la República Argentina
- Paulforestal. 2017. Huerto Semillero Clonal 1.5 CIEF-Paul Forestal. Disponible en: <https://www.paulforestal.com/huerto>.
- Papendieck S. (2010). La Huella de Carbono como Nuevo Estándar Ambiental en el Comercio Internacional de Agroalimentos: Informe Final. ATN/ME-9565-RG BIDFOMIN, 82 pp.
- Paolilli MC, Cabrini SM, Pagliaricci LO, Fillat FA y Bitar MV. 2019. Estructura de la cadena de carne bovina argentina. Buenos Aires.
- PAS 2050. 2008. Especificación para la evaluación del ciclo de vida de las emisiones de gases de efecto invernadero de bienes y servicios. British Standards Institution. Reino Unido
- PAS 2060. 2018 Especificación para la demostración de la neutralidad de carbono. British Standards Institution. Reino Unido
- Pérego JL. 2002. Sistemas silvopastoriles en el centro sur de la provincia de Corrientes. XIX Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur- Zona Campos – Mercedes, Corrientes, Argentina. Memorias INTA EEA Mercedes – octubre 2002.
- Pérez H, Marínez Calsina L. 2008. Pasturas para ambientes subtropicales con restricciones. Primer Seminario de Ganadería Santiagueña. 30 y 31 de octubre, Santiago del Estero. 111-124.
- Peri P, Navall M. 2016. Silvopastoril, un sistema en expansión en la Argentina. *RIA*. 42 (2): 120 – 124
- Peterg Bouchier 2021. Disponible en <https://www.petergbouchier.com.au/category/beef>

- Pezo Danilo, 2018. Establecimiento y Manejo de Sistemas Intensivos de Pastoreo Racional. Costa Rica.
- Plan estratégico forestal y foresto industrial Argentina 2030. 2020. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Argentina. Disponible en <http://www.afoa.org.ar/web/PublicacionForestales-11Dic2019.pdf>
- Piñeiro G. 2006. Biogeoquímica del carbono y nitrógeno en los pastizales pastoreados del Río de la Plata: Un análisis basado en modelos de simulación, sensores remotos y experimentos a campo. Tesis doctoral en Ciencias Agropecuarias. Escuela Para Graduados "Alberto Soriano". Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires 148p.
- Price C. 2011. Optimal rotation with declining discount rate. *Journal of Forest Economics* 17(3): 307-318.
- Programa Argentino de Carbono Neutro. 2020. Disponible en: <https://carbononeutro.com.ar/>
- Quiñonez M. 2011. "Cadena Foresto Industrial Santafesina: Caracterización del eslabón "Mueble de Madera". Ministerio de la Producción de la Provincia de Santa Fe, Secretaría del Sistema Hídrico, Forestal y Minero.
- Román ME. 2006. Diseño y evaluación financiera de proyectos agropecuarios. Editorial FAUBA.
- Salton JC, Mercante FM, Tomazi M, Zanatta JA, Concenço G, Silva WM, Retore M. 2014. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward a sustainable production system. *Agric Ecosyst Environ* 190:70-79
- Sapag Chaín, N. (2000). Preparación y Evaluación de Proyectos. Chile: McGraw - Hill.
- Schulz L, Schroeder T, White K. 2012. "Value of beef steak branding: hedonic analysis of retail scanner data". *Agricultural and Resource Economics Review*, 41 (2): 260–273
- Stachetti Rodrigues G, Rodrigues IA, Buschinelli CC, de Barros I. (2010). Integrated farm sustainability assessment for the environmental management of rural activities. *Environmental Impact Assessment Review* 30: 229–239.
- Stanley PL, Rowntree JE, Beede DK, DeLonge MS, Hamm MW. 2018. Impacts of soil carbon sequestration on life cycle greenhouse gas emissions in Midwestern USA beef finishing systems. *Agricultural Systems*, 162, 249-258. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X17310338>.
- Statista 2021. Disponible en <https://www.statista.com/statistics/295332/average-beef-prices-in-united-kingdom-uk/>
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. y de Haan, C. 2009. La larga sombra del ganado – problemas ambientales y opciones. Roma, Italia, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
- Suárez RO. 2005. Sistemas silvopastoriles en la pradera pampeana. III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano Corrientes.
- Suárez RO, Borodowski E. 1999. Sistemas silvopastoriles para la Región Pampeana y Delta del Paraná. SAGPyA Forestal N° 13, diciembre 1999, págs. 2-10.
- Torres Carbonell C, Marinissen A. 2010. Hoja técnica pasturas perennes megatérmicas - INTA.

- Uasuf A, Hilbert J. 2012. El uso de la biomasa de Origen Forestal con destino a bioenergía en la Argentina. INTA. 48p. Proyecto Internacional BABETHANOL (New feedstock and innovative transformation process for a more sustainable development and production of lignocellulosic ethanol). Buenos Aires. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_uso\\_de\\_biomasa\\_forestal\\_para\\_bioenergia.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_uso_de_biomasa_forestal_para_bioenergia.pdf)
- Vassallo O. 2019. La forestación, una aliada de la ganadería: carne carbono neutro y mayor bienestar animal. Asociación Forestal Argentina (AfoA). Infocampo. Bs As, 16 de agosto. Disponible en: [https://www.infocampo.com.ar/la-forestacion-una-aliada-de-la-ganaderia-carne-carbono-neutro-y-mayor-bienestar-animal/](https://www.infocampo.com.ar/la-forestacion-una-aliada-de-la-ganaderia-carne-carbono-neutro-y-mayor-bienestar-anim/)
- Vassallo O. 2019. Madera para Energía: oportunidad de crecimiento y empleos con baja huella de carbono. Asociación Forestal Argentina, AfoA. Disponible en <https://www.infocampo.com.ar/madera-para-energia-oportunidad-de-crecimiento-y-empleos-con-baja-huella-de-carbono/>.
- Vázquez Platero R. 2009. Situación del mercado internacional de carne bovina. Revista de la Bolsa de Comercio de Rosario, 30-35. Disponible en: <https://www.bcr.com.ar/sites/default/files/vazquez-abril09.pdf>
- Vázquez Platero R. 2010. Lo que diferencia a Argentina de Uruguay es que nosotros no hemos intervenido el mercado. Infocampo. Bs As, 1 de marzo. Disponible en: <https://www.infocampo.com.ar/vazquez-platero-lo-que-diferencia-a-argentina-de-uruguay-es-que-nosotros-no-hemos-intervenido-el-mercado-quot/>
- Viglizzo EF. 2015. Cambio Climático en la Región ABPU (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay): Amenazas y Oportunidades. Publicación GPS, Buenos Aires, 15 pp. 18
- Viglizzo EF, Nosetto MD, Jobbágy EG, Ricard FM, Frank FC. 2014. The ecohydrology of ecosystem transitions: a meta-analysis. *Ecohydrology* DOI: 10.1002/eco. 1540.
- Villa Alves et al. 2015. Carne Carbono Neutro: um novo conceito para carne sustentável produzida nos trópicos. Campo Grande, MS: EMBRAPA Gado de Corte, 2015. 29 p; - (Documentos / EMBRAPA Gado de Corte, ISSN 1983-974X; 210).
- Wang L, Li L, Chen X, Tian X, Wang X, et al. (2014) Biomass Allocation Patterns across China's Terrestrial Biomes. *PLoS ONE* 9: e93566,doi:10.1371/journal.pone.0093566
- Young A. 1987. Soil productivity, soil conservation and land evaluation. *Agroforestry Systems*, 5:277-291.
- Zanetti EA. 2008. O uso do Sispinus/Carboplan como ferramenta de suporte para a estimativa do carbono em atividades de projetos florestais. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 19 p. (Embrapa Florestas. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 39).
- Secretaría de Comercio Exterior Ministerio de Producción y Trabajo de la Nación. 2019. Argentina)
- Pöyry Consultora 2019. Seminario en Comercio Exterior de Junio de 2019. Corrientes
- Wood Based Panel Market Size. 2019. Share & Trends Analysis Report By Product (Plywood, MDF, HDF, OSB, Particleboard, Hardboard), By Application (Furniture, Construction), By Region, And Segment Forecasts, 2020 – 2027.

## 13. ANEXO

### 13.1 Otras especies que podrían usarse en sistemas silvopastoriles:

- *Braquiaria brizantha* o *Brachiaria humidicola* cv. *llanero*: En suelos ácidos de baja fertilidad y precipitaciones mayores a 800 mm año<sup>-1</sup>. Tolera suelos mal drenados y anegamiento. Además, tiene buena tolerancia a la sombra.
- *Panicum maximum*: Especie con muy buena tolerancia frente a la sombra, con una excelente performance bajo la cubierta arbórea. Pero no tolera suelos pesados, salinos y/o anegables.
- *Panicum coloratum*: En la pampa central semiárida mostró una buena adaptación, acumulación de biomasa, valor nutritivo y persistencia (Ferri 2011). Excelente supervivencia a heladas, tolera suelos pesados.
- *Aeschynomene* es una leguminosa nativa de América del sur, de ciclo anual o bianual. Es muy palatable, de buena calidad nutritiva, que se adapta a suelos arcillosos con anegamientos temporarios y precipitaciones superiores a los 800 mm anuales. Se consocia bien con especies como Grama Rhodes, Dicantio y Gatton panic.

### 13.2 Sistemas de pastoreo

Voisin propuso cuatro principios básicos que se han dado en llamar “Las Leyes Universales del Pastoreo” (Sorio 2006). En los últimos años ha habido una fuerte tendencia en muchos países, para promoverlas bajo el denominado Sistema de Pastoreo Racional Intensivo Voisin.

El mismo sigue los siguientes principios:

- a. Establecer un período de descanso adecuado.

Los pastos, al igual que cualquier organismo vivo, presentan un crecimiento de tipo sigmoideo, tanto después de la siembra como luego de la defoliación por corte o pastoreo. El mismo se produce a través de las reservas que acumula durante su crecimiento. Por lo que es importante que los pastos tengan un

período de descanso suficiente para reponer las reservas orgánicas usadas en el rebrote.

b. Limitar la duración del período de ocupación de los animales

Cuando los animales permanecen varios días en un mismo potrero existe el riesgo de que en el mismo ciclo de pastoreo consuman los nuevos brotes de plantas que recientemente han sido defoliadas. Si se usan las reservas orgánicas dos veces en un mismo ciclo, sin que el pasto haya sido capaz de reponerlas se puede generar en el mediano plazo el agotamiento de las reservas orgánicas y consecuentemente la degradación de las pasturas.

c. Ajustar el sistema de pastoreo a las necesidades de los animales.

Los bovinos seleccionan el forraje que consumen, comenzando a comer las partes de las plantas con mejor calidad y palatabilidad (hojas tiernas). Si la presión de pastoreo es muy fuerte se verán obligados a comer más tallos y hojas viejas, bajando la calidad de su dieta, pero mejorando el aprovechamiento de la pastura. Por lo que la decisión dependerá de los requerimientos nutricionales de los bovinos.

d. Mantener la estabilidad de la producción.

La estacionalidad de la producción vegetal es una característica inherente a los sistemas de pastoreo, los cuales dependen de las condiciones climáticas que varían a lo largo del año. Por ello es importante planificar el pastoreo según la curva de oferta forrajera que nos ofrece la pastura.

Otro método de pastoreo similar, es el pastoreo holístico, también conocido como pastoreo de corta duración o manejo holístico de los recursos; fue desarrollado por Allan Savory en Zimbabwe, e introducido en los Estados Unidos en los 80's para el manejo de pastizales nativos ("rangelands"). En años recientes este método se ha difundido en varias partes de América del Sur. Algunas de las características que definen el sistema según Savory y Parsons (1980), son: i. Versatilidad en términos del número de potreros, número y tipo de animales y cargas; ii. Uso de altas densidades de carga animal para que los animales pisoteen, defequen y orinen en un área concentrada a medida que se mueven en el potrero (simulando el efecto "manada" en

la naturaleza donde los herbívoros se agrupan para protegerse de depredadores); iii. Períodos muy cortos de ocupación durante el crecimiento, que pueden ser más largos en los períodos de crecimiento lento; iv. Intervalos entre pastoreo relativamente cortos pero suficientes para que la pastura reponga reservas; v. La carga se incrementa con el tiempo hasta lo que se considera que es una carga segura que no deteriore el pastizal; vi. El método de pastoreo siempre va acompañado de un “sistema holístico de planeamiento”, lo que significa que debe haber concordancia entre el manejo de las pasturas bajo pastoreo con los otros componentes de la explotación, para asegurar no sólo una mejor productividad, sino también mejora de los ciclos ecosistémicos asociados al manejo del pastizal (Pezo 2018).

¿En qué se asemeja o se diferencia esta técnica del “pastoreo rotativo” difundido por Voisin? Según Angelillo, S. de experiencias en estos sistemas en Corrientes, en términos generales, no hay diferencias sustanciales entre un manejo y otro; El manejo holístico trajo aparejados mayores beneficios en lo que respecta al control y a la planificación, que fue la mejora sustancial que logró Savory teniendo en cuenta los conceptos de Voisin. Con estas técnicas han logrado generar casi el doble de pasto que en pastoreo continuo e incrementar casi proporcionalmente la carga (+60%).

La intensidad de defoliación está determinada por la oferta o disponibilidad de forraje por animal o por kilo, pero en términos prácticos es controlado por la carga animal (número de animales o peso vivo por unidad de área). Se acepta que a menor intensidad de defoliación los animales pueden ejercer una mayor selectividad, consumiendo las partes más digeribles del forraje, y por ende habrá una menor emisión de CH<sub>4</sub> entérico por kilo de forraje consumido, así como por kilogramo de producto animal (Dini et al. 2017).

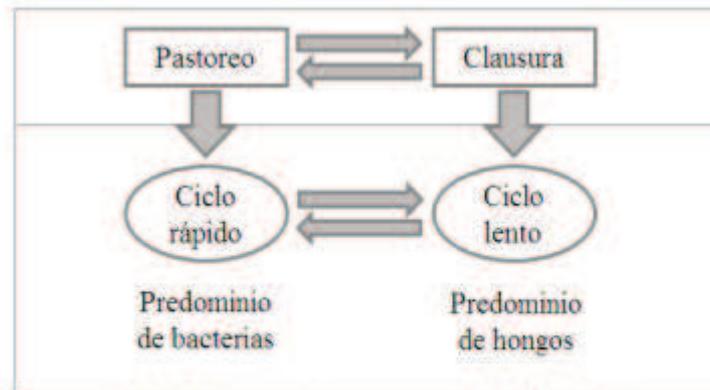
En cuanto al período de descanso, este no puede ser demasiado largo pues ello redundará en menor calidad nutritiva del forraje ofrecido, y por tanto una mayor emisión de CH<sub>4</sub> por fermentación entérica, pero tampoco tan corto como para comprometer la persistencia de la pastura si esta es usada con intensidad alta, lo que afectaría no solo la productividad animal en el largo plazo, sino también la capacidad de adaptación al cambio climático.

### 13.3 Otras variables que mejoran el balance del carbono

- Forestación: Bajo condiciones aerobias, las bacterias metanotróficas del suelo prosperan y usan el metano como fuente de carbono en un proceso llamado metanotrofia que oxida el metano. Como tal, los suelos con forestación tienden a ser buenos depósitos para el metano debido a su bajo nivel freático que permite que estas bacterias crezcan (Serrano-Silva et al. 2014). Por lo tanto, el nivel de la capa freática se considera la clave en cuanto a si un suelo actúa como reserva o fuente de metano. Debido a la falta de información al respecto en cuanto a las cantidades no se tendrá en cuenta para los cálculos.
- Uso de pasturas megatérmicas y perennes (como el Gramma Rhodes): Estas tienen un gran potencial como sumidero de C por su metabolismo C4 (Mora Calvo 2001), el cual les permite mayor capacidad de secuestrar CO<sub>2</sub> en la biomasa (aérea y subterránea). Esta mayor eficiencia se debe a que no se saturan a medida que la intensidad luminosa aumenta (Pérez y Martínez Calsina 2008). Una investigación reciente (Stahl et al. 2017) demuestra que existe un almacenaje continuo de carbono en pasturas de más de 20 años. Mientras esas pasturas lograron almacenar carbono dentro de un rango que osciló entre 1.27 y 5.31 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, el secuestro fue de 3.31 t / ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup> en un bosque nativo cercano. Los autores remarcan que, bajo las condiciones evaluadas, las pasturas perennes aseguran un secuestro continuo de carbono que se adiciona anualmente al que ya que existe almacenado en los bosques.

Glover et al. (2010) observaron que los sistemas con pasturas perennes presentan mayor contenido de C en raíces, mayor longitud radical, y mayores niveles de C y N en profundidad, con respecto a cultivos anuales. Muestreos repetidos en sitios con pasturas mostraron incrementos en carbono orgánico del suelo, encontrándose relacionado éste aumento con las altas tasas de producción de raíces de los pastos (Franzluebbbers y Stuedemann 2009).

- Introducción de rumiantes: Estudios realizados en pasturas templadas demostraron que estos, en condiciones adecuadas, favorecen el desarrollo de la biomasa microbiana y por ende el ciclado de nutrientes (Bardgett et al. 1998).



Esquema de ciclaje de nutrientes y comunidad microbiana en sistemas con pasturas con sin efecto animal.  
Fuente: Bardgett *et al.* (1.998)

Franzluebbers y Stuedemann (2009) encontraron que los sistemas pastoreados permitirían almacenar un adicional de  $4,5 \pm 5,0 \text{ t C ha}^{-1}$ , y de  $10,9 \pm 3,5 \text{ t C ha}^{-1}$  con respecto a sistemas no pastoreados y de confección de rollos, respectivamente. Parte de la biomasa consumida por los animales (30-70%) regresa al suelo como heces y orina.

En otro estudio, en los tratamientos pastoriles se observaron incrementos de la masa radicular del 2 al 5 % (año 4). De esta manera, la defoliación, ya sea mecánica o animal, estimuló la producción de raíces (Snyman 2009).

- Fertilización: Otro estudio (Banegas 2015) muestra las tasas de acumulación de carbono con pastoreo directo, siendo el tratamiento con fertilización nitrogenada el que presentó la mayor tasa de carbono acumulado total ( $2,83 \text{ t C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ).
- Manejo del pastoreo: Nasca (2007) destaca al factor manejo en la producción de pastura, e indica que existe una serie de relaciones entre la pastura y los animales, que son necesarias analizar para decidir sobre la utilización de las mismas: la carga animal, el sistema de pastoreo, el momento, la intensidad y

frecuencia del pastoreo y/o corte. Esto afectará a la pastura en su capacidad de rebrote, su potencial de producción y su persistencia. En pasturas megatérmicas, los cortes frecuentes pueden prácticamente inhibir la asimilación de nutrientes y reducir apreciablemente las reservas de carbohidratos (Nasca 2007). Esto último repercute en un pobre desarrollo del área foliar y afecta, por lo tanto, la tasa fotosintética, la producción de materia seca, y densidad de vegetación (baja la capacidad de secuestro de carbono). El total de materia seca anualmente producida por las forrajeras megatérmicas es mayor cuando menor es la frecuencia de corte a la que fueron sometidas (Ricci 2006). En sistemas de pastoreo continuo (sin manejo) se observaron baja cobertura vegetal, pobre acumulación de mantillo, muy baja concentración de C orgánico y N y una muy reducida actividad de la flora microbiana del suelo (Yong-Zhong et al. 2005). También provoca la presencia de suelo desnudo, susceptible a la erosión, con la consecuente pérdida de materia orgánica (Yong-Zhong et al. 2005).

Lal (2004) señala que algunas prácticas de manejo implementadas en los sistemas pastoriles permitirían mejorar la entrada de C al sistema: pastoreo controlado/ rotativo, introducción de especies mejoradas adaptadas, manejo integrado de nutrientes, conservación del suelo y agua, ausencia de quemas.

Al respecto, Janzen (2004) expresa que los flujos de C en el agroecosistema pueden ser administrados a través de las decisiones de manejo, y, por ende, se podría decidir qué funciones de suelo pueden ser estimuladas de acuerdo a las necesidades de cada sistema en particular en un tiempo y espacio determinado.

#### **13.4. Dinámica del nitrógeno**

Proviene de los procesos biológicos de nitrificación y desnitrificación del nitrógeno orgánico, y es depositado en el suelo a través de la orina principalmente y secundariamente por las heces del ganado y la aplicación de fertilizantes nitrogenados. (Faverin et al. 2014). La proporción de N en el estiércol que se libera bajo esta forma es relativamente baja, generalmente inferior al 2 o 3 por ciento y sólo

en pocos trabajos se han registrado niveles del 10 por ciento (Klein et al. 2001). Depende de la composición del estiércol y de la orina, del tipo de bacteria involucrada en el proceso, y de la cantidad de oxígeno y factores ambientales (EPA 2010).

En los sistemas de pastoreo intensivo sus emisiones son un poco mayores, debido a la elevada concentración de nitrógeno en la orina, como resultado del alto contenido de fibra ingerida (Ambus et al. 2007).

En sistemas ganaderos bien manejados, puede haber ganancias de nitrógeno. Estas pueden ser atribuidas a un efecto benéfico del animal, que estimula el reciclaje y movimiento de nutrientes (relación animal/planta/suelo) (Schuman et al. 1999, Franzluebbers et al. 2000, Schuman et al. 2002, Ganjegunte et al. 2005). El mismo autor sostiene que dado este aporte de N extra en sistemas con animales, los requerimientos de N vía fertilización disminuyen. Piñeiro (2006) señala que el efecto del pastoreo en el mediano plazo (1-20 años) sería causante de un incremento de los niveles de N, como consecuencia de un aumento en el retorno de N vía excretas, lo que sobrecompensaría las mayores emisiones vía volatilización y lavado.

### **13.5. Requisitos para acceder a la certificación CCN:**

a) Compromiso de implementación del proyecto del sistema IPF (Integración Pecuaria-Forestal). El sistema necesariamente debe comenzar desde la producción animal basada en pasturas (carne a pasto);

b) Evaluación técnica de la emisión de carbono: en base a los índices zootécnicos, considerando las emisiones de GEI por animal, indicadas en un documento de referencia del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC 2006) o el Red PECUS (línea de base);

c) Cálculo de carbono fijado: a partir de inventarios forestales regulares (anuales), se calcula el stock de carbono acumulado en los árboles del sistema, de acuerdo con las metodologías de secuestro carbono por árboles, establecido por EMBRAPA Florestas (Arévalo et al. 2002, Zanetti 2008, Oliveira et al. 2011);

d) Cálculo de la neutralización de emisiones: a partir de la evaluación técnica de las emisiones y el cálculo del carbono fijado en los árboles del SSP, se calculará el balance de carbono (en CO<sub>2</sub> eq) del sistema;

e) Garantía de stock carbono: los productos del componente arbóreo deben garantizar que el stock de carbono contenido en ellos (carbono secuestrado) permanece inmovilizado por un período mínimo (establecido de acuerdo con la legislación) en sus productos como muebles y maderas con mayor valor agregado. No es el caso de la biomasa forestal que se destina a fin energético, por ejemplo, que no se cuenta como que captura carbono, ya que vuelve rápidamente a la atmósfera.

#### Otras consideraciones de la CCN

Siguiendo las recomendaciones actuales para buenas prácticas de producción, se recomienda que los animales reciban suplementos minerales durante todo el año. Además, para alcanzar el punto de sacrificio hasta el límite de edad establecido y el mínimo acabado graso requerido, también se recomienda la suplementación proteica durante la sequía, y energética en la fase final. La suplementación energética en forma de concentrado no debe exceder la cantidad equivalente al 1.2% del peso vivo (hasta un 40% de su consumo). La recomendación de suplementación debe seguir la condición de cada establecimiento productivo, respetando la calidad y disponibilidad del forraje, y establecida por un especialista en nutrición animal. Como en el caso de los suelos, las emisiones relacionadas con la producción y el suministro de suplementos aún no se contabilizan, debido a su gran variabilidad y bajo nivel de emisiones.

La certificación CCN, incentiva también al manejo correcto de las pasturas (como se mencionó anteriormente) y los tratamientos culturales de árboles de podas y raleos. Es necesario ajustar el grado de sombreado para evitar la degradación del pasto.

### **13.6. Materiales genéticos disponibles de *Eucalyptus***

Existe gran cantidad de materiales genéticos del género *Eucalyptus*, ya sea en sus variedades blancas (*E. grandis*) y coloradas (*E. camaldulensis*), y sus respectivos cruzamientos, adaptados a diferentes tipos de suelos y ambientes, con gran potencial de crecimiento. A continuación, ponemos como ejemplo la disponibilidad de la empresa Pomera del grupo Insud.

### 13.7. Protocolo de Certificación de Carne Carbono Neutro de EMBRAPA

Disponible en <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/179586/1/50-perguntas-50-resposta-sobre-a-carne-carbono-neutro.pdf>

**Tabla 24. Materiales genéticos de la empresa Pomera.**

Código	Especies	Rajado	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Edad (años)	Forma	DAP (cm)	Ht (m)	Tolerancia Frio
DDT00116	<i>Eucalyptus grandis</i>	10,6%	0,426	5	5	25.7	29.3	Baja
DDX00102	<i>E.urophylla</i> x <i>E.grandis</i>	21,5%	0,478	5	4	24.8	29.1	Baja
DDX00130	<i>urophylla</i> x <i>grandis</i>	15,8%	0,420	5	3	21.9	25.8	Baja
DDT02155	<i>Eucalyptus grandis</i>	18,8%	0,420	5	5	25,9	29,7	Baja
DDT02135	<i>Eucalyptus grandis</i>	17,2%	0,403	5	4	25,6	28,4	Baja
DDX00026	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	9,5%	0,386	5	3	25.5	27.8	Moderada
DDT02101	<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>	21,4%	0,423	5	3	25,5	28,8	Moderada
DDT02118	<i>Eucalyptus grandis</i>	31,5%	0,422	5	3	26,2	31,2	Moderada
DDT02228	<i>Eucalyptus grandis</i>	33,4%	0,380	5	4	27,0	26,7	Moderada
DDX00078	<i>E.grandis</i> x <i>E. camaldulensis.</i>	41,0%	0,558	6	3	23.2	29.8	Alta
DDX00044	<i>E.grandis</i> x <i>E. camaldulensis.</i>	83,6%	0,540	7	5	26.1	35	Alta
DDT02136	<i>Eucalyptus grandis</i>	12%	0,466	5	4	25.6	28.3	Alta

### Bibliografía Anexo

Arévalo LA, Alegre JC, Vilcahuaman LJM. 2002. Metodología para estimar o estoque de carbono em diferentes sistemas de uso da terra. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 41 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 73).

Banegas NR. 2012. "Cuantificación de la captura de carbono de *Chloris gayana* cv Finecut implantada en un sistema pastoril bovino de la Llanura Deprimida Salina de Tucumán y de la vegetación nativa que reemplaza" Tucumán.

Bardgett, RD, Wardle DA, Yeates GW. 1998. Linking aboveground and below-ground interactions: how plant responses to foliar herbivory influence soil organisms. *Soil Biology & Biochemistry*, 30:1867–1878.

De Klein CAM, Pinares-Patiño C, Waghorn GC. 2008. Greenhouse gas emissions. In: McDowell, R. W. (ed). *Environmental Impacts of Pasture-Based Farming*. Ag Research Invermay Agricultural Centre Mosgiel. New Zealand Cab International. Cambridge, UK. pp: 1-32.

- Dini Y, Gere J, Briano C, Manetti M, Juliarena P, Picasso V, Gratton R, Astigarraga L. 2012. Methane emission and milk production of dairy cows grazing pastures rich in legumes or rich in grasses in Uruguay
- Faverin C, Gratton R, Machado CF. 2014. Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas de producción de carne vacuna de base pastoril. Revisión bibliográfica. 22p. Unicen.
- Ferri CM. 2011. The seasonal and Inter.-annual patterns of biomass accumulation and crude protein in kleingrass (*Panicum coloratum*) in the semiarid Pampean region of Argentina. *Cienc. Investig. Agrar. (Chile)* 38:191-198
- Franzluebbers AJ, Stuedemann JA. 2008. Perfil del suelo de carbono orgánico y nitrógeno total durante 12 años de gestión de pastos en el sur de Piamonte, EE. UU. Departamento de Agricultura. Estados Unidos.
- Glover JD, Culman SW, DuPont ST, Broussard W, Young L, Mangan ME, Mai JG, Crews TE, DeHaan LR, Buckley DH, Ferris H, Turner RE, Reynolds HL, Wyse DL. 2010. Harvested perennial grasslands provide ecological benchmarks for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 137: 3–12.
- IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón.
- Janzen HH. 2004. Carbon cycling in earth systems: a soil science perspective. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 104: 399–417
- Lal R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123: 1-22.
- Nasca JA. 2007. Producción sostenible de carne bovina con pasturas tropicales en la Llanura deprimida Salina de Tucumán. Tesis Maestría en Ciencia Agrarias. Orientación: Producción sostenible. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán.128p
- Oliveira EB, Nakajima NY, Chang M, Haliski M. Determinação da quantidade de madeira, carbono e renda da plantação florestal. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2011. 37 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 220).
- Pérez H, Marínez Calsina L. 2008. Pasturas para ambientes subtropicales con restricciones. Primer Seminario de Ganadería Santiagueña. 30 y 31 de octubre, Santiago del Estero. 111-124.
- Pezo. 2018. Establecimiento y Manejo de Sistemas Intensivos de Pastoreo Racional, 56p Costa Rica.
- Piñeiro G. 2006. Biogeoquímica del carbono y nitrógeno en los pastizales pastoreados del Río de la Plata: Un análisis basado en modelos de simulación, sensores remotos y experimentos a campo. Tesis doctoral en Ciencias Agropecuarias. Escuela Para Graduados "Alberto Soriano". Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires 148p

- Serrano-Silva Y, Sarria-Guzmán, Dendooven L, Luna-Guido YM. 2013. Metanogénesis y metanotrofia en el suelo \*2Laboratorio de Ecología de Suelos, ABACUS, Cinvestav, Instituto Politécnico Nacional 2508, CP 07360 México, DF.
- Snyman HA, Abule E, Smit GN. 2005. The Influence of Woody Plants And livestock grazing on grass species composition, yield and soil nutrients in the middle awash valley of Ethiopia. *Journal of Arid Environments* 60:343–358.
- Stahl C, Fontain S, Picon K, Mascarenhas-Grise C, Dezecache M, Ponchant L, Freycont V, Blanc L, Bonal D, Blurban B, Soussana JF, Blacfort V. 2017. Continuous soil carbon storage of old permanent pastures in Amazonia. *Global Change Biology* 23: 3382-3392, doi: 10.1111/gcb.13573
- Yong-Zhong, S.; L. Yu-Lin; C. Jian-Yuan y Z. Wen-Zhi. 2005. Influences of continuous grazing and livestock exclusion on soil properties in a degraded sandygrassland, Inner Mongolia, northern China. *Catena*, 59: 267-278.
- Zanetti EA. 2008. O uso do Sispinus/Carboplan como ferramenta de suporte para a estimativa do carbono em atividades de projetos florestais. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 19 p. (Embrapa Florestas. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 39).