

**EVALUACIÓN ECONÓMICA DE UN SISTEMA SILVO-APÍCOLA-PASTORIL COMO
PROPUESTA DE DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA EN EL NORTE CONTINENTAL DE
LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

Trabajo Final de Grado
de la alumna



**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.**

Junín, 10 de junio de 2024

**EVALUACIÓN ECONÓMICA DE UN SISTEMA SILVO-APÍCOLA-PASTORIL COMO
PROPUESTA DE DIVERSIFICACIÓN PRODUCTIVA EN EL NORTE CONTINENTAL DE
LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

Trabajo Final de Grado

de la alumna

VALENTINA ALVAREZ BARRETO

Aprobada por el Tribunal Evaluador

Marcela Analía Tonelli
Evaluador/a

Luciana Elustondo
Evaluador/a

Oscar Palma
Evaluador/a

Paula Ferrere
Co-Director/a

Silvina María Cabrini
Director/a

**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales,
Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires**

Junín, 23 de agosto de 2024

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer profundamente a Silvina Cabrini, que supo acompañarme e impulsarme con mucho cariño y compromiso. Fue una directora extraordinaria y lo valoro mucho.

A Paula Ferrere (co-directora), por estar siempre a disposición para contribuir y, sobre todo, por su amabilidad, simpatía y enseñanzas.

A Francisco Fillat y Alejandro Signorelli, admirables profesionales que también formaron parte de este trabajo y lo hicieron posible.

A Daniel Sama y Urionagüena Hnos. del Establecimiento San José, que nos abrieron las puertas con mucha gentileza y brindaron información clave para el desarrollo de este proyecto.

A la UNNOBA, por proporcionarme tan prestigiosa formación profesional.

A mis compañeros y compañeras, que hicieron más divertido el trayecto académico. Gracias por los mates, los viajes, las risas, el apoyo y el sentido de pertenencia que me regalaron. Sin dudas, la amistad que formamos es la mayor satisfacción que me llevo de la carrera.

A mis amigas, por mantenerse atentas a mis avances y cuidar nuestra amistad. Espero que sigamos compartiendo muchos momentos importantes de la vida de cada una.

A mi pareja, que es un pilar fundamental en mi bienestar, gracias por la paciencia, la escucha y el compañerismo de todos los días. Gracias por aconsejarme y abrazarme en los momentos difíciles, y también celebrar mis triunfos como propios.

Finalmente, este título se lo debo y dedico a mi familia, que la quiero más que a nada en el mundo. Gracias por darme la oportunidad de estudiar, transmitirme tranquilidad, amor y apoyo incondicional. Gracias a mi papá por estar a mi lado y ayudarme en todo momento, a mi mamá por darme seguridad y alentarme a ir siempre por más, a mi hermana por escucharme y hacerme reír. A mis tías y prima, gracias por el cariño de todos los días. A mi abuela, por cuidarme y desearme lo mejor.

¡Muchas gracias a todos!

Contenido

Resumen	9
Introducción	10
Cambio climático a nivel mundial	11
El árbol como sumidero de carbono y su integración a la producción ganadera	12
Alternativas silvopastoriles	14
Estrategias para la incorporación de forestación a los sistemas productivos y adopción de SSP o SSAP.....	16
Sombra para el bienestar animal	16
Estimaciones de balance de carbono en SSP	17
Posibilidad de venta de bonos de carbono y de certificación “carne carbono neutro”	18
Sistemas productivos actuales en el norte continental de Buenos Aires	21
SSAP como propuesta de diversificación productiva	22
Hipótesis.....	23
Objetivos.....	23
Materiales y Métodos.....	23
Alcance del trabajo y caracterización del área de estudio.....	23
Experiencias forestales y silvopastoriles en el área de estudio.....	27
Análisis económico.....	34
Descripción del sistema silvo-apícola-pastoril evaluado	35
I. Componente forestal.....	36

II. Componente ganadero	40
III. Componente apícola	41
Situación sin proyecto: Ganadería sobre pasturas.....	41
Precios	42
Cálculo de resultados económicos.....	43
I. Análisis individual.....	43
II. Análisis regional	44
Resultados.....	46
I. Análisis individual.....	46
II. Análisis regional	51
Discusión	52
Conclusión	54
Bibliografía.....	54

Figuras

Figura 1. SSP con ovinos bajo monte frutal en Uruguay. Las ovejas utilizan un bozal para que consuman solo el pastizal y no afecten a los árboles (Fraga y Guarini, 2023)	14
Figura 2. SSAP en el Delta del río Paraná con sauces mejorados en un distanciamiento a 6 x 6 m y pastizal natural. La foto fue tomada a los 9 años de la plantación	15
Figura 3. Sello de “carne carbono neutro” desarrollado por EMBRAPA. Fuente: Villa Alves et al., 2015	19
Figura 4. Carne de exportación producida en Uruguay con el sello de “carne carbono neutro” y otros relacionados al bienestar animal, producción libre de hormonas y antibióticos, y alimentación sin subproductos animales. Fuente: Jáuregui, 2024.....	19
Figura 5. Etiqueta de Declaración Ambiental de Producto. Fuente: www.expoagro.com.ar	20
Figura 6. Partidos de la provincia de Buenos Aires que conforman el área de estudio	24
Figura 7. UDA “Junín” ubicada en el Campo Experimental Las Magnolias de la UNNOBA	25
Figura 8. UDA “Oro dulce” en partido de Bolívar. Fuente: https://www.redlac-af.org/visualizaadorudas	26
Figura 9. Apicultura bajo monte natural en la zona.....	26
Figura 10. Red Forestal Pampeana en una recorrida por el Establecimiento San José (Morse, Junín). Fuente: https://redforestalpampeana.redelivre.org.br/	27
Figura 11. Establecimiento San José en Morse (Junín).....	30
Figura 12. Macizo forestal en Estancia Las Balas en Vedia (Leandro N. Alem). Fuente: LIAG, 2022.....	30
Figura 13. Establecimiento “La Negra” (Suipacha).....	32

Figura 14. Plantaciones en la Escuela “M.C. y M.L. Inchausti” (Veinticinco de mayo).....	33
Figura 15. Establecimiento “La Llola” en Arribeños (General Arenales). Fuente: Signorelli y Ferrere, 2023	34
Figura 16. Configuración a 3 x 3 m con callejones de 6 m cada dos filas (Establecimiento San José).....	38
Figura 17. Preparación del terreno para la implantación. Se observan los tocones de la tala rasa anterior (Establecimiento San José)	39
Figura 18. Plantación con hidroplantadora (Establecimiento San José).....	39
<i>Figura 19. Porcentaje de sombreado sobre la pastura en función de los años del proyecto.</i>	<i>41</i>
Figura 20. Valor actual neto para los distintos sistemas	50

Tablas

Tabla 1. Programa de actividades para el manejo del SSAP a lo largo de 16 años	36
<i>Tabla 2. Egresos de la actividad forestal, por hectárea</i>	<i>46</i>
Tabla 3. Ingresos de la actividad forestal, por hectárea	47
Tabla 4. Subsidios de la actividad forestal, por hectárea	47
Tabla 5. Márgenes brutos de la actividad ganadera en el SSAP en comparación con la actividad ganadera pura de la situación base, por hectárea.....	48
Tabla 6. Anualidades equivalentes de los distintos sistemas	51
Tabla 7. Estimaciones del cambio a nivel regional del escenario actual al escenario alternativo propuesto con la incorporación de la actividad SAP en los sistemas tradicionales	51
Tabla 8. Resultados económicos del escenario alternativo.....	52

Resumen

El objetivo de este trabajo es realizar una evaluación económica de un sistema silvo-apícola-pastoril (SSAP) como propuesta de diversificación productiva en el norte continental de la provincia de Buenos Aires, a través de una metodología de análisis costo-beneficio privado ex ante. La situación base que permite la comparación de los resultados es un sistema ganadero de cría pastoril. El análisis se realizó a nivel de productor individual y a escala regional. En este último, se consideró un escenario alternativo (hipotético) en el que todos los establecimientos ganaderos que poseen actualmente más de 1000 cabezas de ganado bovino en el área de estudio adoptan el SSAP en 100 hectáreas cada uno.

El valor actual neto (VAN) calculado para el SSAP a nivel de productor individual es de 1.822 USD.ha⁻¹ y 1.543 USD.ha⁻¹ con y sin los subsidios a la forestación vigentes, respectivamente; mientras que, en el caso de la situación base es de 2.001 USD.ha⁻¹. Con un premium de 17% al precio de la carne del SSAP, se equipara el VAN del SSAP con subsidios y el de la situación base. Este premium podría obtenerse en un futuro, derivado de una certificación por la producción de carne con mayor bienestar animal y mejor balance de carbono, como una certificación de "carne carbono neutro". Los resultados del SSAP representados como anualidad equivalente son: 227 USD.ha⁻¹ con los subsidios y premium, 206,5 USD.ha⁻¹ considerando solo los subsidios y 175 USD.ha⁻¹ sin considerarlos. Estos valores son inferiores a márgenes brutos publicados en la zona para las principales actividades agrícolas.

Para un establecimiento que adopta el SSAP en 100 ha, el VAN calculado es de 182.190 USD.establecimiento⁻¹ considerando los subsidios. A nivel regional, para el escenario alternativo, el VAN es de 52.652.999 USD.región⁻¹ asumiendo que 289 establecimientos adoptan el SSAP. Con este nivel de adopción, los SSP o SSAP aumentan 5680% en la región, la superficie forestada con álamos 1305% y el número de colmenas 20%. La superficie con forrajeras se mantiene, pero un porcentaje queda bajo sombra.

Los resultados indican que los SSAP son una alternativa económicamente viable e interesante para considerar en la zona por sus virtudes y sinergias. Cuando se incluyen aportes adicionales por los subsidios vigentes y la certificación de la carne, el SSAP logra alcanzar un resultado económico equiparable a una ganadería eficientemente manejada.

Introducción

En los últimos años ha crecido la demanda global hacia alimentos de mejor calidad, producidos de manera sostenible y conservando al ambiente en general (Jáuregui, 2024). La producción de carne bovina tiene demandas específicas de reducción de emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) y mayor atención al bienestar animal. En este sentido, los sistemas silvo-apícolas-pastoriles (SSAP), que combinan la producción de madera, forraje, carne y miel en un mismo ambiente (Casaubon, 2023), son una propuesta que satisface dichas exigencias.

En Argentina, la ganadería es responsable del 22,2% de las emisiones nacionales de GEI (MAyDS, 2022). Estas no solo se asocian a problemas ambientales, sino que también constituyen una pérdida energética capaz de disminuir la productividad ganadera (Fernández Mayer, 2017). Durante la fermentación entérica, los microorganismos ruminales producen metano (CH₄), el cual tiene la capacidad de almacenar calor veinte veces superior a la del dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, razón por la cual los rumiantes se asocian con la contribución de GEI (Fernández Mayer, 2017). Además, se producen emisiones de óxido nitroso (N₂O) a través de la orina y las heces (Gándara *et al.*, 2021).

La integración de la forestación con la ganadería se ha incluido entre las acciones que favorecen una producción ganadera sostenible (Suber *et al.*, 2019; FAO, 2016). Adicionalmente, es capaz de mejorar la productividad, el bienestar animal, y lograr certificar la carne producida como “carne carbono neutro” con un valor agregado, o acceder a la venta de bonos de carbono (Mansilla, 2021). De esta forma, los cuestionamientos que enfrenta el sector ganadero se transforman en una oportunidad comercial en un contexto de mercados cada vez más exigentes (Jáuregui, 2024; Mansilla, 2021).

Algunos autores indican que los sistemas pastoriles de Argentina con buenos manejos tienen la potencialidad de certificar su producción como carbono neutro (Mansilla, 2021). No obstante, los SSAP se asocian a un mayor potencial de almacenamiento de carbono frente a los pastizales simples, gracias a la capacidad de absorción en la biomasa de los árboles y en el suelo; y, una mayor protección contra la erosión, que evita la pérdida de carbono orgánico del suelo (Suber *et al.*, 2019).

El norte continental de la provincia de Buenos Aires no contempla a la región del Delta del río Paraná, donde los sistemas forestales y silvopastoriles (SSP) tienen un historial relevante. Por el contrario, en esta región, predominan los sistemas agrícolas simplificados y es incompleta la información sobre SSAP, sobre todo acerca de la rentabilidad (factor clave en la toma de decisiones). Productores ganaderos podrían estar interesados en adoptar esta propuesta con el incentivo de obtener beneficios económicos (Bussoni *et al.*, 2023) y diversificar su producción, con impactos positivos en el ambiente.

El presente estudio tiene como objetivo hacer una evaluación económica de un SSAP como propuesta de diversificación productiva en el norte continental de la provincia de Buenos Aires y se espera que la difusión de los resultados consiga ser un aporte valioso para los interesados.

Cambio climático a nivel mundial

Las Naciones Unidas define al “cambio climático” (CC) como las variaciones de temperatura y patrones de clima a largo plazo, que pueden originarse naturalmente, no obstante, en los últimos años el principal origen es la actividad humana¹. Debido a este fenómeno, es esperable observar eventos meteorológicos extremos con mayor frecuencia, tales como sequías, inundaciones y olas de calor, además del desarrollo de nuevas plagas y enfermedades que pueden afectar la producción agropecuaria y comprometer la seguridad alimentaria (FAO, 2016). La temperatura y la sequía extrema pueden también intensificar el riesgo de incendios de bosques y pastizales (Urionagüena y García Conde, 2022).

Los GEI son los gases atmosféricos asociados al calentamiento global, y dentro de ellos, los más importantes son: CO₂, CH₄, N₂O, perfluorocarbonos (PFC), hidrofluorocarbonos (HFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆) (MAyDS, 2022). Las actividades humanas como la generación de energía, producción industrial, agrícola y ganadera, quema de combustibles fósiles, deforestación, entre otras, promueven al CC a través del aumento de manera precipitada y excedida de la emisión de GEI (MAyDS, 2022).

En 2018, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) publicó un informe especial en el que destacó que se requieren cambios urgentes y significativos para limitar

¹ <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>

el aumento del calentamiento global a 1,5°C en lugar de 2°C con respecto a los niveles preindustriales (IPCC, 2018). Estos cambios implican la disminución de las emisiones antropógenas globales de GEI a cero o menos de cero (IPCC, 2018). Para lograr emisiones netas negativas, se deben capturar más GEI de los que se emiten a la atmósfera.

Muchos países se han comprometido a enfrentar el CC (FAO, 2016). Entre ellos, Argentina se comprometió a reducir sus emisiones de CO₂ en un 15% para 2030 (Gyenge *et al.*, 2018). La Unión Europea (UE) propuso una serie de medidas, entre las que se destaca una ley que prohíbe importar productos provenientes de zonas que hayan sido desforestadas luego del año 2020 (Jáuregui, 2024). Esta ley contempla la importación de “carnes de ganado bovino libres de deforestación” (Jáuregui, 2024), además de otros productos (CEI, 2023).

En este contexto, es conveniente ajustar los sistemas productivos argentinos a los requisitos impuestos por la UE, a fin de evitar perjuicios en las exportaciones, considerando la posibilidad de un futuro cercano con una tendencia global hacia este tipo de restricciones² (CEI, 2023). La UE es uno de los principales destinos de productos agropecuarios argentinos; en 2022, las exportaciones de carne y cuero vacuno a la UE significaron el 14% de las exportaciones del sector, valuadas en USD 590.000.000 (valores considerables como posibles pérdidas si no se cumplen los requisitos impuestos) (CEI, 2023).

Asimismo, sería fructuoso aumentar la resiliencia de los sistemas de producción (FAO, 2016) para que tengan mayor capacidad de resistir, adaptarse y recuperarse frente perturbaciones asociadas a la variabilidad climática; y, lograr mantener la productividad en el largo plazo (Romero Sandoval y Bussoni Guitart, 2023). Se debe apreciar que “aumentar la eficiencia en el uso de los recursos, reducir la utilización de combustibles fósiles y evitar la degradación ambiental directa ahorrarán dinero a los agricultores, aumentarán sosteniblemente la productividad y reducirán la dependencia de insumos externos” (FAO, 2016, p. 18).

El árbol como sumidero de carbono y su integración a la producción ganadera

Los árboles son capaces de capturar importantes cantidades de CO₂ atmosférico, siendo

² Noticias en línea: <https://www.infocampo.com.ar/una-nueva-exigencia-de-europa-sobre-deforestacion-enciende-alertas-para-las-exportaciones-de-carne/>, <https://www.infocampo.com.ar/la-agroindustria-argentina-frente-al-desafio-de-la-ley-de-deforestacion-en-europa/>

indispensable conservar y aumentar la superficie forestada (FAO, 2016) en función del compromiso asumido. La producción forestal es clave en materia de bioeconomía ya que es un recurso renovable, carbono neutral y multifuncional (puede utilizarse para la producción de postes, papel, muebles, energía, viviendas, leña, etc.) (Mansilla, 2021). Además, contribuye a neutralizar las emisiones de GEI de otras actividades como la ganadería (Villa Alves *et al.*, 2015).

Así surgen los “sistemas silvopastoriles”, que combinan la producción forestal con la ganadería pastoril. Estos logran captar carbono en forma de CO₂, disminuir las emisiones de N₂O y mitigar las de CH₄ de los rumiantes, conservar la materia orgánica de los suelos, mejorar sus propiedades físicas y el reciclaje de nutrientes con el retorno de hojas, ramas, frutos, heces y orina al suelo (Fernández Mayer, 2017). A su vez, las raíces arbóreas, de mayor profundidad con respecto a las de las pasturas, acceden a nutrientes y agua de estratos más profundos (Mansilla, 2021), complementándose con enraizamientos más superficiales de especies forrajeras (Fernández Mayer, 2017). También, al reducirse el impacto del viento sobre las pasturas, disminuye la evapotranspiración dando lugar a una mejor economía del agua (Mansilla, 2021).

Sin embargo, hay que destacar que suele desarrollarse una relación de competencia por radiación solar entre el árbol y la pastura, de manera que, el sombreado puede disminuir la producción de materia seca pastoril o enlentecer su recuperación luego del pastoreo (Fernández Mayer, 2017). Por esta razón, se acostumbra a realizar SSP “temporales” que duran hasta que la entrada de luz a la pastura permite su correcto crecimiento (Fernández Mayer, 2017). Los SSP “permanentes” son posibles y a menudo requieren una adecuada planificación (Fernández Mayer, 2017), tal como el uso de materiales genéticos adaptados, podas y raleos, densidades arbóreas bajas y/o disposiciones en líneas apareados con callejones de mayor incidencia lumínica.

Por otro lado, generalmente en estas integraciones, los animales ingresan al predio a partir de los 18-24 meses de la plantación, ya que es probable que causen daños irreversibles a los árboles cuando estos aún no están del todo desarrollados (Mansilla, 2021), a través del ramoneo o frotamiento (Fernández Mayer, 2017), afectando el crecimiento y la calidad comercial.

Alternativas silvopastoriles

Los SSP pueden ser implementados de diferentes maneras. Es factible incorporar animales a un monte ya instalado, como así también plantar árboles en un campo ganadero; y a su vez, puede tratarse de árboles o arbustos que tengan valor forrajero (tal como *Leucaena leucocephala* o *Tithonia diversifolia*), valor maderero (como *Populus spp.*) o incluso tratarse de frutales comerciales (Fernández Mayer, 2017).

Por ejemplo, en Uruguay, productores frutícolas decidieron incorporar caprinos y ovinos a sus montes (Figura 1), obteniendo múltiples beneficios como el control de malezas a través del pastoreo, el aumento en la fertilidad del suelo por las deposiciones, la eliminación de la dependencia de herbicidas y fertilizantes, la disminución de los costos y la maximización de las ganancias (Fraga y Guarini, 2023). Asimismo, desde el punto de vista de la ganadería, el sistema ofrece pasto y abrigo frente a las inclemencias climáticas (Fraga y Guarini, 2023).



Figura 1. SSP con ovinos bajo monte frutal en Uruguay. Las ovejas utilizan un bozal para que consuman solo el pastizal y no afecten a los árboles (Fraga y Guarini, 2023)

En el noreste argentino (NEA) existe una gran superficie con montes nativos e implantados

integrados a la ganadería (Fernández Mayer, 2017). "Buenos Aires se encuentra entre las principales provincias con desarrollo de actividad foresto-industrial junto con Misiones, Corrientes y Entre Ríos" (Ramilo *et al.*, 2022, p. 38). En el Delta del río Paraná, se realizan SSP basados principalmente en la producción de salicáceas (*Populus spp.* y *Salix spp.*), con la ganadería como actividad complementaria que aprovecha el pastizal natural bajo las plantaciones (Fernández Mayer, 2017; Casaubon, 2023) (Figura 2). La carga animal en estos últimos casos suele encontrarse entre 0,2 y 0,5 EV.ha⁻¹, y se produce carne de calidad factible de ser certificada (Casaubon *et al.*, 2023).



Figura 2. SSAP en el Delta del río Paraná con sauces mejorados en un distanciamiento a 6 x 6 m y pastizal natural. La foto fue tomada a los 9 años de la plantación

Resulta virtuoso incorporar colmenas a los SSP, convirtiéndolos en "sistemas silvo-apícolas-pastoriles", que les ofrecen a las abejas un espacio con mayor oferta floral y menor o nulo uso de fitosanitarios (Ferrere *et al.*, 2020) con respecto a otros sistemas productivos. Los SSAP son complejos, ya que requieren integrar de manera equilibrada conocimientos técnicos relacionados a sus tres componentes. En un SSAP adecuadamente planificado,

se deben elegir las especies forrajeras y forestales, su densidad y distribución, de acuerdo con el objetivo deseado (Luccerini *et al.*, 2013), y determinar la cantidad de colmenas a instalar.

Estrategias para la incorporación de forestación a los sistemas productivos actuales y adopción de SSP o SSAP

En las cercanías de viviendas o escuelas rurales, se pueden realizar montes de reparo aprovechables que otorguen protección frente a la posible deriva de agroquímicos (Ferrere *et al.*, 2017; Signorelli y Ferrere, 2023). Igualmente, en zonas periurbanas con restricciones para la aplicación de fitosanitarios, la producción forestal es una alternativa sumamente interesante (Signorelli y Ferrere, 2023). Por otro lado, algunos establecimientos agropecuarios poseen áreas marginales, quizás inexploradas, que pueden forestarse para tener un mayor valor (Signorelli y Ferrere, 2023). Por ejemplo, hay experiencias en zonas de bajo dulce inundable de la Cuenca del Salado con sauces adaptados que atenúan los excesos hídricos y promueven el desarrollo de pasturas más palatables para los animales (Villaverde y Eluchans, 2022).

Algunos SSP se facilitan a partir de asociaciones entre empresas forestales y productores ganaderos, de forma tal que, las primeras les permiten a los segundos ingresar con sus animales a un predio forestado a cambio de una renta. De igual manera, es posible realizar acuerdos con apicultores que instalen sus colmenas en campos pastoriles y/o forestales (Tejerina *et al.*, 2023). En conclusión, no es necesario que un productor ganadero tenga un vasto conocimiento forestal y apícola para adoptar un SSAP.

Sombra para el bienestar animal

Los SSP y SSAP les ofrecen a los animales una mayor oferta de sombra en época estival y mayor protección frente a los vientos de invierno, en comparación a los sistemas ganaderos tradicionales, lo cual puede potencialmente mejorar su performance productiva (Simeone *et al.*, 2014) gracias a una disminución de su estrés térmico. Esto se relaciona a una sensación de bienestar y menor pérdida energética en la disipación del calor o en el consumo de tejido graso para elevar la temperatura corporal en condiciones frías (Fernández Mayer, 2017).

Un trabajo de Re *et al.* (2023) realizado en un SSAP en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) del Delta del río Paraná, demostró que los animales pasaron más tiempo descansando en comparación a un sistema a cielo abierto, lo cual podría tener un impacto en la eficiencia digestiva; además, observaron que a cielo abierto las vacas pasaron más tiempo en los bebederos en las horas más calurosas del día. En este sentido, en el contexto de CC, los SSAP representan una estrategia de adaptación de la ganadería frente a eventos climáticos extremos como olas de calor.

Estimaciones de balance de carbono en SSP

Un estudio de un SSP en Uruguay, con eucaliptus en bajas densidades, planteó que se generan balances de carbono positivo desde el tercer año de plantación en adelante y de manera creciente a través de los años por el crecimiento de la plantación (Bussoni *et al.*, 2023). Por otro lado, los resultados del proyecto de certificación en carbono neutral por BPU Meat Uruguay y Montes del Plata³, manifestaron que con 100 ha forestadas de eucaliptos en una densidad de 1000 árboles.ha⁻¹, es posible neutralizar las emisiones de 1000 animales.

Entre los trabajos de estimación de huella y balance de carbono en SSP realizados en Argentina, cabe destacar el de Gándara *et al.* (2021) en Corrientes, en el cual señalaron que se puede mejorar significativamente el balance de carbono de un sistema de cría bovina (hasta incluso hacerlo positivo), a través de la transición a SSP en un 25% de la superficie, con pinos híbridos en densidades de 556 árboles.ha⁻¹. Es interesante en este trabajo, que gran parte del secuestro de carbono se realiza en el suelo, asociado al aporte de las raíces de los árboles y las pasturas que se convierten en carbono orgánico del suelo (Gándara *et al.*, 2021).

Gyenge *et al.* (2018) analizaron que, en la región pampeana continental, 1 ha forestada con álamos en altas densidades (correspondientes a plantaciones forestales puras para comercialización) es capaz de secuestrar solo en el fuste de los árboles el equivalente a las

³ Conferencia de “Carne carbono neutral de Uruguay para el mundo” (febrero 2022) disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=K2LOhNLBvFA>

emisiones generadas por 7-10 bovinos de 450 kg. Estos valores no son universales, ya que pueden variar en función de las condiciones de cada sitio, y también es esperable que exista un secuestro adicional de compuestos carbonados en las raíces arbóreas y pastoriles.

Posibilidad de venta de bonos de carbono y de certificación “carne carbono neutro”

Algunos de los productores que mejoran el balance de carbono de sus sistemas productivos, consiguen vender bonos de carbono y obtener ingresos derivados de la valoración de los servicios ambientales que generan (Mansilla, 2021; Gowland *et al.*, 2022). Por ejemplo, recientemente se anunció que la compañía australiana de cría de ganado “Wilmot Cattle Company” mejoró la gestión del pastoreo, generando un balance positivo de carbono, que le permitió vender créditos a “Microsoft” valuados en USD 500.000⁴.

Por otro lado, en la industria cárnica, existen etiquetas de certificación como “sin hormonas”, “sin antibióticos”, “carne a pasto”, “carne carbono neutro” y “libres de deforestación”, que generan diferenciación e incorporación de un valor adicional al producto (Jáuregui, 2024). Muchos consumidores orientan su decisión de compra en función de los rótulos que llevan los alimentos (Micelli, 2023). Los productores que deciden certificar su producción se inician en la búsqueda de una mejora continua, con mayor trazabilidad de sus procesos productivos (Mansilla, 2021), y pueden obtener un premium.

El sello de “carne carbono neutro” (Figura 3) fue desarrollado por EMBRAPA⁵ en Brasil, para la certificación de carne producida bajo SSP o agroforestales (estos últimos integran cultivos, ganadería y forestación), que garantizan la neutralización de las emisiones de CH₄ (Villa Alves *et al.*, 2015). Esta marca-concepto promueve la incorporación de árboles a sistemas ganaderos, consiguiendo una mayor sustentabilidad y un valor adicional a la carne producida de esta manera (Villa Alves *et al.*, 2015).

⁴ Noticia en línea: <https://www.agriland.co.uk/farming-news/how-an-australian-cattle-rancher-sold-microsoft-500000-of-carbon-credits/>

⁵ EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária



Figura 3. Sello de “carne carbono neutro” desarrollado por EMBRAPA. Fuente: Villa Alves et al., 2015

Las certificaciones ambientales logran la inclusión de productos en nuevos mercados que lo valoran. En Uruguay, productores de carne vacuna demostraron que su huella de carbono era neutralizada a través de prácticas de mejora en la eficiencia de pastoreo, reforestación y reducción de emisiones, lo que les permitió exportar su producto a mercados que pagan un precio de hasta un 50% más alto (Jáuregui, 2024) (Figura 4).



Figura 4. Carne de exportación producida en Uruguay con certificación carbono neutro y otras relacionadas al bienestar animal, producción libre de hormonas y antibióticos, y alimentación sin

subproductos animales. Fuente: Jáuregui, 2024

En términos de eco-certificación de carne en SSP, el avance argentino más importante hasta la fecha lo logró recientemente el establecimiento “San Esteban” en Entre Ríos. Allí, realizan ganadería de ciclo completo en montes nativos, y se obtuvo la primera Declaración Ambiental de Producto (EPD) para un kilo vivo de animal⁶ (Figura 5). El estudio se realizó por profesionales del INTA y del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), con el método de “Análisis de ciclo de vida”. La certificación está relacionada con diferentes impactos ambientales, entre ellos la huella de carbono, que resultó en -1,77 kg CO₂ equivalente por cada kg de peso vivo hasta la tranquera, es decir, desde el nacimiento del animal hasta que sale del campo. Este valor expresa que el sistema secuestra más carbono del que emite. La expectativa actual del establecimiento es comercializar con un frigorífico que venda productos diferenciados y exportar.



Figura 5. Sello de Declaración Ambiental de Producto. Fuente: www.expoagro.com.ar

Por todo lo anterior, resulta factible creer que un SSAP en el norte continental de Buenos Aires tiene la potencialidad de certificar ambientalmente sus productos con relación a un balance de carbono neutro o carbono positivo.

⁶ Noticias en línea sobre la Declaración Ambiental de Producto del Establecimiento San Esteban: <https://www.expoagro.com.ar/con-tiempo/san-esteban-el-establecimiento-ganadero-que-hace-punta-con-la-carbono-neutralidad/> , <https://www.bioeconomia.info/2024/02/20/certificacion-ambiental-la-carne-argentina-se-posiciona-como-referente-global-de-sostenibilidad/> , <https://www.lanacion.com.ar/economia/campo/cambio-climatico-certificaron-en-la-argentina-la-primera-produccion-de-carne-vacuna-carbono-negativo-nid12022024/>

Sistemas productivos actuales en el norte continental de Buenos Aires

En el norte continental de la provincia de Buenos Aires, con el proceso de expansión agrícola y la tecnología de siembra directa, las tradicionales chacras mixtas de rotaciones agrícolas-ganaderas se abandonaron y dieron lugar a un modelo agrícola que en gran parte se basa en monocultivo de soja o escasas rotaciones, con migraciones de las familias rurales hacia la ciudad y arrendamiento de los campos (Peretti, 2021) a corto plazo. La frontera ganadera se trasladó hacia zonas restrictivas para la agricultura e incluso a regiones extra pampeanas como el NOA y el NEA (Luccerini *et al.*, 2013).

La apicultura también sufrió un corrimiento, en este caso hacia microrregiones ganaderas. La intensificación agrícola junto a condiciones climáticas desfavorables han afectado la oferta de especies espontáneas melíferas, generando estrés nutricional, problemas sanitarios, disminución de los rendimientos (pasaron de 30 a 20 kg.colmena⁻¹) y de la calidad de la miel (EEA INTA Bordenave, 2012), además de la mortandad de abejas por envenenamiento con fitosanitarios (Salizzi, 2014).

Asimismo, las formas de producción más simplificadas que se han desarrollado, son asociadas a otros problemas que afectan la productividad de las tierras a largo plazo. El nivel nutricional de los suelos productivos es cada vez menor debido a una intensa extracción en la cosecha, con baja reposición (Ciarlo *et al.*, 2024). Incluso, el cultivo de soja, correspondiente a una alta superficie cultivada, es frecuentemente el que menor grado de reposición de nutrientes presenta (Ciarlo *et al.*, 2024), provocando la degradación química del suelo. Del mismo modo, se ha incrementado el nivel de degradación física debido a la disminución en los niveles de materia orgánica, nutrientes estructurantes como el calcio, y el tránsito de maquinaria en condiciones inadecuadas de humedad (Carfagno *et al.*, 2024). Estos factores dieron lugar a una compactación capaz de afectar el desarrollo radicular de los cultivos y el almacenaje de agua en el suelo (Carfagno *et al.*, 2024).

Por otro lado, en los sistemas de monocultivo de soja del noroeste de Buenos Aires, generalmente el costo financiero y el costo ambiental por el control de malezas es más alto que en los sistemas más diversificados que incluyen rotaciones y cultivos de cobertura o cultivos invernales de producción (Principiano y Acciaresi, 2017). En este sentido, dado el aumento en el grado de enmalezamiento y el elevado uso de herbicidas, la monocultura no

es un sistema agrícola sustentable (Principiano y Acciaresi, 2017).

SSAP como propuesta de diversificación productiva

Habitualmente, al momento de planificar el uso productivo de un suelo, se busca la simpleza en el manejo, y por eso se suele llevar a cabo una sola actividad (agrícola, ganadera o forestal, por ejemplo); sin embargo, esta puede no ser una opción sostenible (Fernández Mayer, 2017). Los sistemas más diversificados y complejos crean sinergias, permitiendo muchas veces elevar los rendimientos y la resiliencia, sin agotar los recursos naturales (FAO, 2016). La naturaleza brinda beneficios llamados “servicios ecosistémicos”, como la materia prima, los alimentos, la polinización, los ciclos de nutrientes y de agua, el valor paisajístico, entre otros; sin embargo, con la homogeneización de la producción agropecuaria se pierden muchos de ellos (Andreoni y Stieglitz, 2023).

Los SSAP se proponen como una alternativa para la diversificación productiva sostenible en el norte continental de Buenos Aires. La provincia posee condiciones edáfico-climáticas aptas para el desarrollo de distintas especies forestales que podrían mejorar la sostenibilidad y rentabilidad de los sistemas productivos actuales (Ferrere *et al.*, 2017).

Los SSAP le permiten al productor combinar los ingresos de largo plazo provenientes de la tala rasa forestal con los ingresos anuales ganaderos y apícolas, y así disminuir los riesgos económicos (Mansilla, 2021). Además, existe cierta flexibilidad en la elección del momento de cosecha de la forestación, permitiendo su decisión en función de los precios de mercado (Mansilla, 2021). Por otra parte, existen políticas de incentivo a la forestación, que pueden hacer más atractivo el resultado económico de un SSAP, como la Ley Nacional de “Inversiones para bosques cultivados” (Ley 25.080), la Ley provincial n°12.662 “Plan de Incentivos a la actividad forestal” (PIAF) y la exención del impuesto inmobiliario de superficies forestadas (Alonso *et al.*, 2022; Gowland *et al.*, 2022).

A pesar de los aspectos positivos de los SSAP que presenta la bibliografía, es muy escasa la información acerca de la rentabilidad en la zona. El cálculo de indicadores económicos permite mejorar la toma de decisiones de un productor (Ghida Daza *et al.*, 2009). Este estudio tiene como objetivo evaluar económicamente un SSAP como propuesta de diversificación productiva en el norte continental de la provincia de Buenos Aires, y de esta

forma generar información valiosa para productores ganaderos que puedan estar interesados en adoptarlo.

Hipótesis

Los SSAP representan una propuesta de diversificación productiva económicamente viable para el norte continental de la provincia de Buenos Aires.

Objetivos

El objetivo general es hacer una evaluación económica de un SSAP como propuesta de diversificación productiva en el norte continental de la provincia de Buenos Aires.

Los objetivos específicos son:

1. Realizar un análisis económico para un productor ganadero de cría que desea adoptar un SSAP.
2. Realizar un análisis económico a nivel regional de un escenario alternativo en el cual los grandes productores ganaderos de cría de la zona adoptan un SSAP.

Materiales y Métodos

Alcance del trabajo y caracterización del área de estudio

Se delimitó el área de estudio a 23 partidos ubicados en el norte continental de la provincia de Buenos Aires, los cuales se indican en la Figura 6.

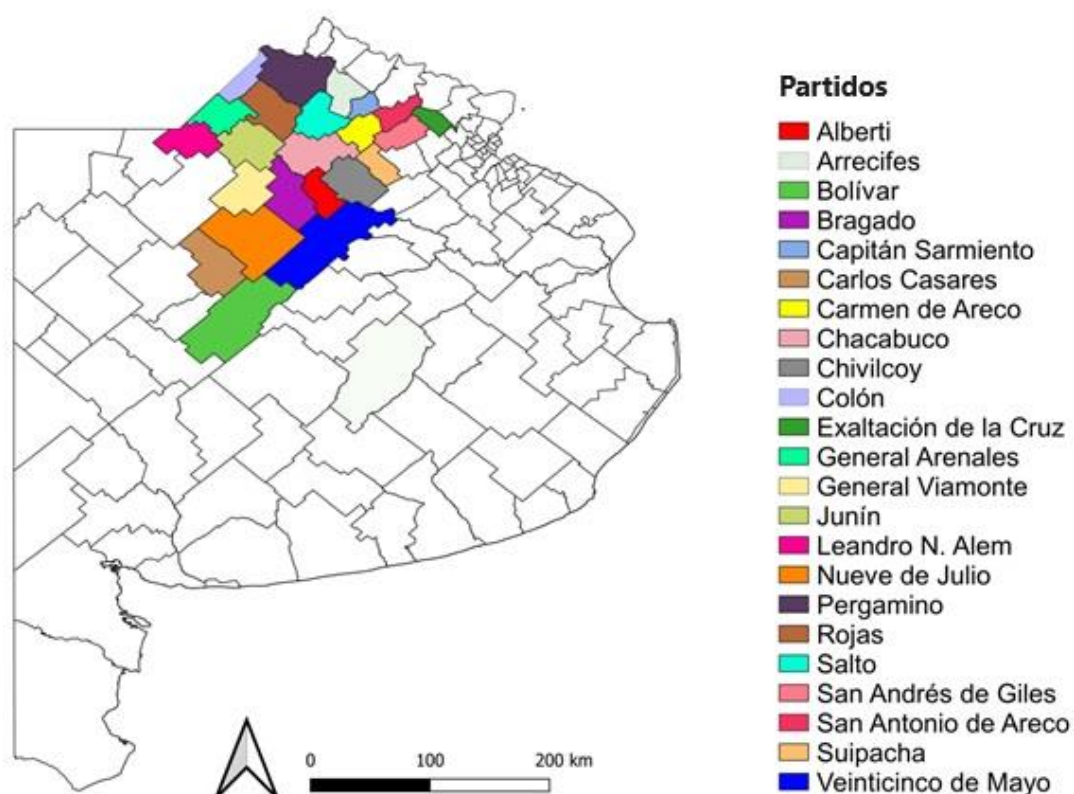


Figura 6. Partidos de la provincia de Buenos Aires que conforman el área de estudio

El Censo Nacional Agropecuario realizado en 2018 (CNA-18)⁷ reflejó que se trata de una zona de fuerte actividad agropecuaria, predominantemente agrícola. Los cultivos anuales fueron el principal uso del suelo con el 72% de las explotaciones agropecuarias; y, la ganadería bovina representó el 54% de estas, con ciclo completo y cría en sistemas pastoriles como principales actividades.

Con respecto a la forestación, en el CNA-18 se reportaron 2071 ha de montes implantados en la zona, que implicaron el 0,06% de las explotaciones, y 23.975 ha de montes naturales. La especie más implantada fue el álamo, con una gran superficie en el partido de Alberti, donde se encuentra el establecimiento “María Dolores” de Papel Prensa con destino comercial de la madera a triturado. Asimismo, en Veinticinco de Mayo se localiza la Estación Forestal del INTA con una importante superficie forestada con álamos, eucaliptos, pinos, robles y araucarias, y producción de plantas y semillas para la venta⁸.

⁷ Sitio web de consultas de datos del CNA-18: <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87>

⁸ Sitio web de la Estación Forestal INTA 25 de mayo: <https://www.web25.com.ar/estacion-forestal-inta-25-mayo/>

Con respecto a la apicultura, en 2019 se inició una Unidad Demostrativa Apícola (UDA) en el partido de Junín (Figura 7), y en 2022 comenzó otra en Bolívar⁹ (Figura 8). Ambas cuentan con un encargado y un responsable técnico, que intentan dar respuesta a las problemáticas zonales y ofrecer información a través de publicaciones, jornadas y otras actividades (Castignani *et al.*, 2023). En octubre de 2021, existían 2065 apiarios en toda el área de estudio y 143.673 colmenas inscriptas en el RENAPA (Registro Nacional de Productores Apícolas).



Figura 7. UDA “Junín” ubicada en el Campo Experimental Las Magnolias de la UNNOBA

⁹ Visualizador de la Red de Unidades Demostrativas Apícolas: <https://www.redlac-af.org/visualizaadorudas>



Figura 8. UDA “Oro dulce” en partido de Bolívar. Fuente: <https://www.redlac-af.org/visualizaadorudas>



Figura 9. Apicultura bajo monte natural de acacia blanca en la zona

Experiencias forestales y silvopastoriles en el área de estudio

En 2018 se conformó la “Red Forestal Pampeana”, un espacio de articulación, fundamentalmente virtual, entre diferentes actores relacionados a la actividad forestal de la región (productores, viveristas, profesionales, investigadores, entre otros), promovido por las Agencias de Extensión Rural del INTA de Junín y Nueve Julio en respuesta al interés de la comunidad por la temática (Signorelli *et al.*, 2023). Previo a ello, se realizaron ensayos de crecimiento forestal y forrajero, y módulos silvopastoriles demostrativos, con el objetivo de generar información de divulgación (Signorelli *et al.*, 2023). La red se encuentra en constante crecimiento y actualmente tiene más de cien integrantes, generando un gran impacto, demostrable con las más de 100 ha que se han forestado en los últimos años por nuevos actores en el noroeste de Buenos Aires (Signorelli *et al.*, 2023).



Figura 10. Red Forestal Pampeana en una recorrida por el Establecimiento San José (Morse, Junín).

Fuente: <https://redforestalpampeana.redelivre.org.br/>

Entre las experiencias de integración foresto-ganadera, se debe mencionar en primer lugar al establecimiento “San José” en Morse (partido de Junín), que cuenta con una extensa trayectoria en forestación y más de 600 hectáreas forestadas en la actualidad. Estas plantaciones “constituyen reservas estratégicas de madera de álamo que se encuentran a resguardo de las inundaciones del Delta” (Achinelli, 2006, p. 22). La ganadería se incorpora

al sistema a través del alquiler del espacio por productores de cría bovina (Figura 11). Los propietarios forestales reconocen que es una buena alternativa para reducir los riesgos de incendios, a la vez que obtienen un ingreso extra por la renta. Este establecimiento es un caso de un SSP con énfasis forestal, debido a que es su actividad de base. Por eso, poseen altas densidades arbóreas con una menor carga animal en comparación a una ganadería tradicional bajo las mismas condiciones agroecológicas.

Por su parte, en Vedia (partido de Leandro N. Alem), se ubica la estancia agrícola-ganadera “Las Balas” de 13.200 ha (la mayoría con aptitud agrícola), ubicada al límite de la localidad de Fortín Acha (LIAG, 2022). Cuenta con una superficie considerada como “zona de exclusión” con restricciones para aplicaciones fitosanitarias, donde se dejó de realizar agricultura convencional y la forestación se convirtió en una alternativa para valorizar dichos lotes (LIAG, 2022). La transición comenzó con la implantación de cortinas forestales de pinos y álamos sobre los caminos internos, y continuó con un macizo forestal de álamos en los lotes limítrofes a F. Acha¹⁰ (LIAG, 2022) (Figura 12). En los primeros años de forestación, se realizaron cultivos de cobertura (vicia y centeno) para evitar el crecimiento de las malezas, con el objetivo de posteriormente dejar entrar la hacienda y desarrollar un SSP (LIAG, 2022).

En el partido de Suipacha, se destaca el establecimiento de cría bovina “La Negra”, que en los últimos años forestó con distintos materiales de eucaliptos dispuestos en líneas apareadas con callejones amplios donde se implantaron pasturas para los animales (Monsalvo *et al.*, 2023) (Figura 13). La empresa contaba con experiencia forestal en la provincia de Entre Ríos, pero no así en Buenos Aires (Gowland *et al.*, 2022). La configuración elegida es adecuada para su objetivo de priorizar la ganadería, ya que permite un buen crecimiento forrajero para mantener la carga animal, en combinación con el efecto de la sombra en las líneas, que otorga un espacio de reparo para los animales (Gowland *et al.*, 2022).

En La Negra, se llevan a cabo ensayos e investigaciones relacionadas a cinco componentes temáticos: forestal, animal, forrajero, agrometeorológico y edáfico, en conjunto con agentes

¹⁰ Videos de la forestación en la estancia “Las Balas”: https://www.youtube.com/watch?v=yQeRikG_E08 , <https://liag.com.ar/index.php/2023/04/03/una-empresa-apuesta-a-la-forestacion-con-acompanamiento-de-inta-2/>

de INTA, Comercio y Desarrollo S.A., Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y Universidad de Lomas de Zamora ¹¹ (Gowland *et al.*, 2022). Es destacable el trabajo de Mujica *et al.* (2023), en el que verificaron que la sombra permitió incrementar la ingestión y disminuir la termorregulación de los animales en comparación con sistemas tradicionales sin sombra; aunque, no encontraron diferencias significativas en cuanto al rendimiento productivo.

En el partido de Veinticinco de Mayo, se localiza la Escuela de agricultura y ganadería “M.C. y M.L. Inchausti” dependiente de la UNLP, donde se llevan adelante ensayos con acacia blanca, sauce, álamo, eucalipto y fresno (Ferrere *et al.*, 2017) (Figura 14). La acacia blanca (*Robinia pseudoacacia*) posee un crecimiento más lento respecto al resto de las especies, pero su madera es más valiosa (Ferrere *et al.*, 2017). A su vez, al tratarse de una leguminosa, es capaz de fijar nitrógeno atmosférico y nutrir al suelo y la pastura (Luccerini *et al.*, 2013), y atesora un excelente valor melífero, permitiendo incorporar la apicultura y generar un SSAP.

Por último, en Arribeños (partido de General Arenales), se encuentra el establecimiento agrícola "La Llola", donde en 2017 se instaló un módulo de álamos y sauces en un sector de cañada con salinidad, para evaluar su comportamiento y realizar mediciones de productividad forrajera por debajo de ellos (Signorelli y Ferrere, 2023) (Figura 15).

¹¹ Noticia sobre presentación de resultados de investigación en Establecimiento “La Negra”:
<https://www.argentina.gob.ar/noticias/presentaron-los-resultados-de-la-investigacion-de-inta-en-la-estancia-la-negra>

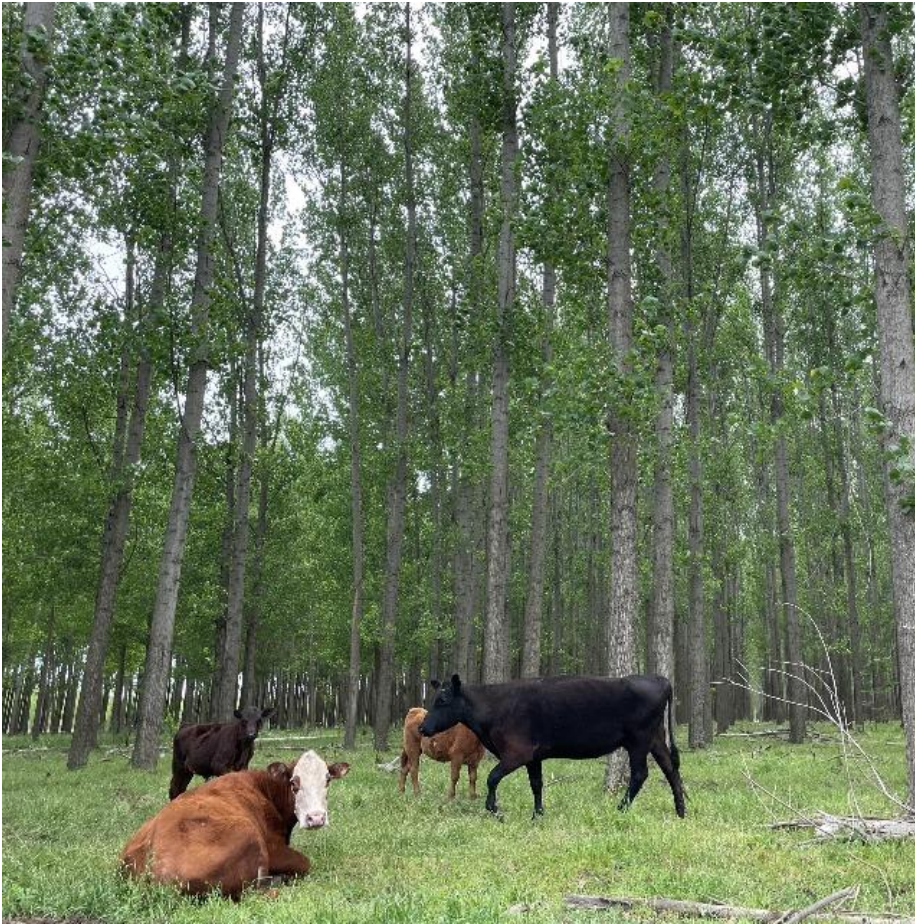


Figura 11. Establecimiento San José en Morse (Junín)



Figura 12. Macizo forestal en Estancia Las Balas en Vedia (Leandro N. Alem). Fuente: LIAG, 2022



A)



B)



C)

Figura 13. Establecimiento “La Negra” (Suipacha)

- A) Módulo demostrativo de clones híbridos comerciales de eucaliptos en líneas apareados con un distanciamiento de 5,5 x 2,7 m y callejones de 22 m. Foto tomada a los 2 años de plantación*
- B) y C) Módulo experimental de forestación con eucaliptos en fajas de 6 líneas con un distanciamiento 3 x 2 m y callejones de 40 m. Foto tomada a los 6 años de plantación*



A)



B)

Figura 14. Plantaciones en la Escuela “M.C. y M.L. Inchausti” (Veinticinco de mayo)

A) Acacia blanca de 10 años, con callejones amplios ideales para el desarrollo silvopastoril

B) En el mismo lugar de la foto “A” se encuentra un ensayo comparativo de crecimiento: de izquierda

a derecha se observan álamos, acacias blancas, sauces y eucaliptos. Foto tomada cuando todas las especies tenían 10 años



Figura 15. Establecimiento “La Llola” en Arribeños (General Arenales). Fuente: Signorelli y Ferrere, 2023

Análisis económico

Se realizó un análisis costo–beneficio privado ex ante de una propuesta de SSAP para un productor ganadero que desea incorporar la actividad forestal y apícola a su establecimiento. Este tipo de análisis busca determinar la conveniencia de efectuar una inversión desde el punto de vista de un inversor privado (FAO y PNUD, 2019). Consiste en cuantificar los costos y beneficios asociados al proyecto de inversión, en un período de tiempo determinado, y compararlos con otros proyectos o escenarios alternativos, o bien con el statu quo (FAO y PNUD, 2019).

En este sentido, se evaluaron los costos y beneficios asociados a un proyecto de SSAP y se compararon con los del statu quo o “situación base” de un productor ganadero de cría bovina (situación a la cual debería renunciar el productor si adoptara el SSAP). Para ello,

se estimaron y calcularon indicadores productivos y económicos de un SSAP que incluye forestación con álamos, ganadería de cría pastoril y apicultura, y se compararon con los de una actividad ganadera pura de cría bovina pastoril. Los indicadores productivos utilizados para el cálculo del resultado económico fueron: toneladas de madera, kilos de materia seca pastoril, kilos de carne y kilos de miel, por unidad de superficie.

Adicionalmente, se llevó a cabo un análisis costo-beneficio privado ex ante a nivel regional. Los análisis económicos a escala regional generalmente se realizan con el objetivo de dar lugar a mejoras en las intervenciones públicas (Ghida Daza *et al.*, 2009). En este caso, se propuso un escenario alternativo en el que todas las unidades productivas con más de 1000 cabezas de animales dedicadas a la cría bovina existentes actualmente en el área de estudio, se asociaran con un apicultor y forestaran 100 hectáreas de álamo cada una, llevando adelante el mismo planteo técnico del SSAP considerado para el análisis a nivel de productor individual.

Descripción del sistema silvo-apícola-pastoril evaluado

El hecho de ser un análisis “ex ante” refiere a que el proyecto evaluado aún no ha sido implementado (FAO y PNUD, 2019). El planteo de SSAP desarrollado fue definido con criterio técnico a partir de información obtenida de entrevistas con productores y profesionales, investigación y visitas a campos en la zona de interés. Los indicadores productivos utilizados surgieron de una combinación de consultas con informantes calificados de la zona, estimaciones y fuentes bibliográficas.

Muchos de los aspectos clave en el planteo forestal se definieron en base al sistema adoptado en el establecimiento silvopastoril “San José”. Este está ubicado en la localidad de Morse (partido de Junín), donde el clima es templado húmedo, con una temperatura promedio anual de 15,9°C y precipitaciones promedio anuales de 1014 mm (Conti, 1980), con un suelo *Hapludol entico*. Como el sistema ganadero que se emplea allí se basa en un pastizal natural de pobre crecimiento y no se consiguió un registro de la evolución de las existencias animales y los índices productivos durante todos los años analizados, se propuso un planteo ganadero idóneo. Por último, para simplificar el planteo apícola, se consideró que se realiza una sociedad con un apicultor, que coloca sus colmenas en el campo. Es común observar este tipo de asociaciones (Tejerina *et al.*, 2023). Se detalla en

la Tabla 1 el programa de las actividades del SSAP, desagregado por componente.

Tabla 1. Programa de actividades para el manejo del SSAP a lo largo de 16 años

Actividades forestales	Años																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Preparación del terreno	X																
Plantación forestal (agosto)		X															
Reposición de plantas			X														
Mantenimiento (malezas y hormigas)		X	X													X	
Poda									X								
Raleo									X								
Tala rasa																	X
Actividades ganaderas																	
Implantación de alfalfa			X														
Confección de rollos y venta			X	X													
Implantación de pastura mezcla							X			X							
Pastoreo					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Actividades apícolas																	
Colocación de colmenas			X														
Recolección de miel				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

I. Componente forestal

El componente forestal se basa en la producción de madera de álamo (*Populus deltoides*) para la venta. La ventaja comercial de esta especie está relacionada a su rápido crecimiento (Fernández Mayer, 2017). Pertenece a la familia *Salicaceae* junto con el sauce, ambos son

muy utilizados en el Delta del Paraná en SSP y sus hojas poseen además un interesante aporte proteico para los animales (Fernández Mayer, 2017), superior al de un pastizal natural (30% vs. 7-14% de proteína bruta) y son ricas en P y K (Casaubon, 2023). En la pampa húmeda, en general, el álamo es implantado en suelos de elevada aptitud agrícola, *Argiudoles* o *Hapludoles*, con buena calidad de sitio (Achinelli, 2006), como sucede en el Establecimiento San José.

La densidad de plantación utilizada en este sistema es de 759 plantas.ha⁻¹ y un espaciamiento a 3 x 3 m dejando callejones regulares de 6 m cada 2 filas (Figura 16). En cuanto al planteo técnico, para la preparación del terreno en el año 0, se hacen dos pasadas de disco, una pulverización y una pasada con subsolador, sumado a un control químico de hormigueros (este último es fundamental, ya que es la plaga más importante capaz de afectar considerablemente el stand de plantas (Mansilla, 2021)). En el año 1, se realiza la plantación con hidroplantadora, la cual genera una presión de agua tal que ayuda a penetrar la superficie para luego colocar la estaca con menor esfuerzo, en un suelo ya húmedo (Figura 17); y, se considera una reposición del 3% de las estacas al año siguiente por posibles fallas.

En el año 8, se lleva a cabo un raleo comercial donde se obtienen 9 tn.ha⁻¹ con destino a triturado. Luego del raleo quedan en pie aproximadamente 400 plantas.ha⁻¹. Seguidamente, se realiza una poda. El objetivo del raleo es dejar solo los mejores árboles, para lo cual se eliminan árboles enteros de manera selectiva; y, en el caso de la poda, el objetivo es obtener madera de calidad, libre de nudos y defectos para la comercialización, lo cual se logra eliminando ramas basales y levantando la altura de la copa (Fernández Mayer, 2017).

En el año 14 se realiza un control de hormigueros, y finalmente en el año 16, se realiza la tala rasa de manera manual con motosierra, dando como resultado una producción de 380 tn.ha⁻¹ destinada a aserrado (70%), debobinado (15%) y triturado (15%). La industria del aserrado produce madera dimensionada; la del debobinado, utiliza rollos de madera para producir láminas y chapas; y, la del triturado, elabora pasta de celulosa y tableros (Ramilo *et al.*, 2022). Para su comercialización, la madera de aserrado y debobinado es transportada a Tigre, y la de triturado a San Pedro.

La siguiente plantación se realiza entre medio de los “tocones” de la tala rasa anterior, los

cuales se dejan intactos (Figura 18), descomponiéndose con el tiempo e incorporando al suelo una importante cantidad de carbono orgánico almacenado en las raíces. En este sentido, se considera generalmente para salicáceas en climas húmedos, que la biomasa subterránea corresponde a un 20% de la biomasa aérea.



Figura 16. Configuración a 3 x 3 m con callejones de 6 m cada dos filas (Establecimiento San José)



Figura 17. Preparación del terreno para la implantación. Se observan los tocones de la tala rasa anterior (Establecimiento San José)



Figura 18. Plantación con hidroplantadora (Establecimiento San José)

II. Componente ganadero

El componente ganadero se basa en la producción a campo de terneros de 200 kg de peso medio (con 2 meses de recría) para la venta en feria. En ella, también se comercializan las vacas de refugio y los toros de descarte.

Los indicadores productivos considerados para este componente fueron:

- Porcentaje de preñez: 90%
- Porcentaje de destete: 80%
- Reposición anual: 20% de las hembras con reposición propia y 25% de los toros por compras
- Porcentaje de toros: 4%
- Mortandad: 2%
- Edad al primer servicio: 24 meses

Los animales ingresan al predio a partir del año 4 para evitar posibles daños a la plantación, y su alimentación es 100% pastoril. Sin embargo, con el fin de aprovechar el espacio disponible, se incluyó en el año 2 la implantación de una pastura de alfalfa pura (*Medicago sativa*) para confeccionar rollos destinados a la venta por dos años (hasta el ingreso de los animales). En el año 4 ingresan los animales y comienzan a pastorear la alfalfa. Posteriormente, en el año 6 se siembra una pastura de festuca alta (*Festuca arundinacea*) consociada con trébol blanco (*Trifolium repens*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*) en una relación 7:1:4, y la misma pastura se resiembra en el año 10. Tanto la alfalfa como la festuca consociada son fertilizadas a la siembra y se les realiza una mantención anual con una pasada de herbicida por hectárea.

Es de esperar que, con el crecimiento de los árboles, disminuya la entrada de luz hacia la pastura, dando lugar a una productividad forrajera y carga animal variable a través de los años. Para contemplar este aspecto en el análisis, se consideró inicialmente una productividad aproximada de 15.000 kg MS.ha⁻¹.año⁻¹ para la alfalfa, y 6.800 kg MS.ha⁻¹.año⁻¹ para la festuca consociada, y se simuló su disminución a través de los años a medida que se reduce la entrada de luz por el sombreado. Posteriormente, en función de la simulación obtenida, se decidió la cantidad de rollos de alfalfa que se producen en los años

2 y 3 (considerando un desperdicio de 20% en el proceso de corte y enrollado), y una carga animal acorde al sistema en el resto de los años.

Para realizar esta simulación, se utilizaron mediciones de disponibilidad lumínica bajo dosel en parcelas del establecimiento San José registradas por Ferrere *et al.* (2020), y un parámetro del 0,7% de pérdida en la productividad forrajera por cada 1% de reducción en la disponibilidad lumínica, basado en las estimaciones de la incidencia del sombreado sobre pasturas reportadas por Varella *et al.* (2001). La variación en la disponibilidad lumínica a través de los años se puede observar en la *Figura 19*.

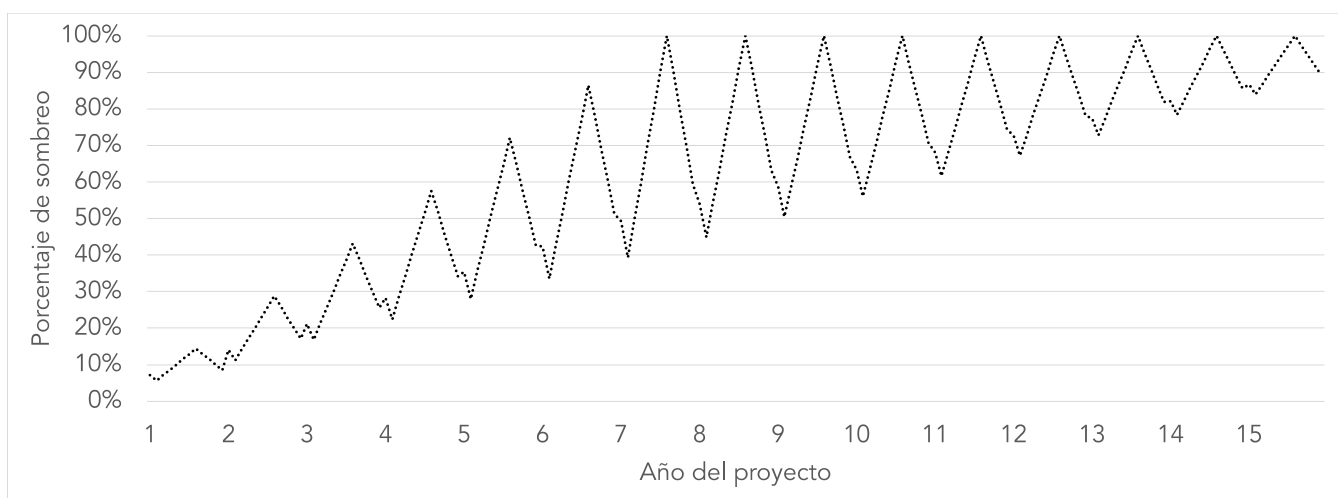


Figura 19. Porcentaje de sombreado sobre la pastura en función de los años del proyecto

III. Componente apícola

Finalmente, para el componente apícola, se asumió que se realiza una sociedad con un apicultor que coloca 100 colmenas en 100 ha bajo el monte a partir del año 2 (cuando se implanta la alfalfa), y comienza a cosechar la miel en el año 3. Por el espacio concedido, el apicultor retribuye al dueño del campo con 1 kg de miel.colmena⁻¹ (valor obtenido de la revista “Márgenes Agropecuarios” y corroborado por apicultores consultados). Se asumió que el ingreso neto al sistema es la mitad del precio de dicha miel, ya que la otra mitad representa el costo de comercializarla. No se contemplaron otros costos o ingresos por la producción de la miel.

Situación sin proyecto: Ganadería sobre pasturas

El objetivo de un análisis costo-beneficio es evaluar alternativas de inversión y compararlas con la situación sin proyecto o situación base, así es posible identificar si generan una asignación de los recursos más eficiente (FAO y PNUD, 2019). Como la propuesta es destinada a un productor ganadero, la situación base es un sistema ganadero de cría, donde los animales se alimentan de una pastura de alfalfa pura a cielo abierto con una vida útil de 4 años. Se consideró una productividad promedio de la pastura de 15.000 kg de MS.ha⁻¹.año⁻¹, acorde a la zona. Se proyectó el sistema a 16 años para permitir la comparación con el SSAP, y se consideró una carga animal de 2,5 EV.ha⁻¹ para los años de siembra y resiembra de la pastura, y 3 EV.ha⁻¹ para el resto de los años. Los demás indicadores ganaderos se mantuvieron iguales a los del SSAP, así como también el planteo técnico.

Precios

Se utilizaron precios en dólares (cotización oficial) de 2023 para los insumos, labores, productos y comercialización. Estos provinieron de revistas relacionadas a mercados agropecuarios, proveedores de la zona y consultas con referentes. Se supuso que el sistema se realiza en campo propio.

También se consideró el apoyo económico no reintegrable establecido por la Ley Nacional n°25.080 de "Inversiones para bosques cultivados" (Resolución de costos n°188/2022), que, para este proyecto, consideró un reintegro del 50% de los costos de implantación y 70% de los de la poda (el monto está determinado en función de la jurisdicción, especie y superficie implantada). Los reintegros por los costos de implantación normalmente son percibidos por los productores luego de certificar la plantación lograda, por lo tanto, para este proyecto se consideró su recepción en el año 3; y, para el caso de la poda, su recepción en el año 9.

Adicionalmente, se incluyó el apoyo por la Ley Provincial n°12.662, que contempla la entrega de 2000 estacas a través del Plan de incentivo a la actividad forestal (PIAF), y la eximición del impuesto inmobiliario. Para la entrega de estacas se incorporó el costo del combustible gastado en el viaje a la ciudad de La Plata donde son entregadas; y para representar la eximición del impuesto inmobiliario, este se incluyó como un ingreso en el flujo de fondos.

Cálculo de resultados económicos

I. Análisis individual

Se calcularon los ingresos y egresos de todas las actividades productivas evaluadas (forestación, ganadería y apicultura en SSAP, y ganadería en situación base) aplicadas a 100 ha y expresadas por ha, para cada año de un período de evaluación de 16 años. Se utilizó este período de evaluación porque en el año 16 se realiza la tala rasa del SSAP. La situación base fue también proyectada a 16 años para permitir la comparación de los resultados.

Para el caso de la ganadería, se calculó inicialmente la diferencia entre los ingresos directos y los costos directos parciales por equivalente vaca (EV). Se utilizaron costos directos “parciales” ya que estos no incluyeron los costos de implantación de las pasturas, las cuales difieren entre el SSAP y la situación base. Esto permitió que, posteriormente, con ese valor se pueda calcular un margen bruto (MB) por ha y por año para cada alternativa, en base al tipo de pastura (alfalfa o festuca consociada) y la carga animal (expresada en EV) correspondiente a cada una.

El MB es un indicador parcial que permite estimar beneficios económicos a corto plazo, es utilizado comúnmente para evaluar alternativas agropecuarias y se calcula como la diferencia entre los ingresos generados en una actividad y sus costos directos (Ghida Daza *et al.*, 2009).

En tal sentido, para la situación base, al cálculo parcial se le incorporaron los costos por la implantación de la pastura de alfalfa en los años 0, 4, 8 y 12, y se lo multiplicó por las cargas de 2,5 EV.ha⁻¹ en los años de siembra y resiembra de la pastura, y 3 EV.ha⁻¹ en el resto de los años. En cambio, para el SSAP, en los años 2 y 3 se elaboró un MB.ha⁻¹ en base a la implantación de la pastura de alfalfa pura y la confección y venta de rollos; y, en los años posteriores (en los cuales está presente la ganadería), al cálculo parcial se lo multiplicó por las cargas animales calculadas para cada año en función de la simulación de disponibilidad forrajera, y se le incluyeron los costos por la implantación de festuca consociada en los años 6 y 10.

El resultado final del SSAP para los 16 años se evaluó en base al criterio del valor

actualizado neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). Estos indicadores son comúnmente utilizados para determinar la viabilidad y rentabilidad de proyectos de inversión para los cuales el flujo de fondos no es uniforme a lo largo del tiempo, tal como sucede en el SSAP.

Para el cálculo del VAN del SSAP, se sumaron los valores actuales de los flujos de caja a los que da lugar el proyecto, descontados a una tasa de interés de constante (Ferrere *et al.*, 2020) de un 10%. La tasa de descuento representa el costo de oportunidad del capital, que varía en función de las alternativas que tiene cada inversor. Un 10% es una tasa de interés real para una evaluación privada, tal como se ejemplifica en FAO y PNUD (2019), y representa el costo de oportunidad del capital del productor ganadero que invierte en el proyecto SAP.

La TIR se define como aquella tasa de descuento que hace cero al VAN, es decir aquella tasa para la cual es indiferente llevar a cabo o no el proyecto SAP (FAO y PNUD, 2019). Si la TIR es mayor o igual a la tasa de interés, el proyecto es rentable; y, cuanto mayores son el VAN y la TIR, la alternativa es más atractiva.

Es preciso comparar el VAN de alternativas utilizando el mismo período de evaluación (FAO y PNUD, 2019), es por eso que, la situación base se proyectó también a 16 años y se calculó su VAN y TIR utilizando la misma tasa de descuento, sin considerar ningún subsidio. Complementariamente, se calculó el valor adicional o “premium” que debiera percibir el SSAP por la venta de animales con un precio diferenciado, tal que, permita equiparar los resultados económicos del SSAP con la situación base. Este premium podría derivar de una certificación como “carne carbono neutro” producida con mayor bienestar animal. No se incluyeron costos relacionados a tal certificación.

Por último, se convirtieron los VAN calculados en un "Valor anual equivalente" que es un indicador que permite representar los resultados como una anualidad, y de esta forma compararlos con los de otras actividades de desarrollo anual (Luccerini *et al.*, 2013), tal como es el caso de un margen bruto para la agricultura.

II. Análisis regional

Se utilizó información proveniente del Registro Nacional Sanitario de Productores

Agropecuarios (RENSPA), Registro Nacional de Productores Apícolas (RENAPA) y Censo Nacional Agropecuario 2018 (CNA-18), para cuantificar las unidades productivas (UP) ganaderas y su distribución de cabezas, la cantidad de colmenas, y la superficie con forrajas y con álamos que hay en la zona de estudio.

Se evaluó el impacto que habría en un escenario alternativo en el que todas las UP existentes que poseen más de 1000 bovinos de cría adoptaran el SSAP en 100 hectáreas cada una. Del RENSPA, se obtuvo el dato de cuántas serían las UP que adoptarían el sistema. Así, se estimó el cambio que se produciría a nivel regional entre el escenario actual y el escenario propuesto, en relación con la cantidad de SSP o SSAP, colmenas, superficie con forraje bajo sombra y superficie forestada con álamos.

Se proyectaron los egresos e ingresos del análisis individual al nivel de establecimiento (100 hectáreas) y al nivel de región (en función de la cantidad de UP que adoptarían el SSAP), y se calculó el VAN para ambos niveles.

La decisión de que la propuesta sea adoptada por UP de más de 1000 cabezas fue tomada en base a la evidencia disponible de que los grandes productores ganaderos son los más dispuestos a invertir en proyectos de diversificación productiva a gran escala, como el propuesto en este trabajo. Esto está relacionado a su búsqueda de mejores indicadores ambientales frente a la demanda de los consumidores cada vez más conscientes del cambio climático. De esta forma, podrían producir carne caracterizada por el bienestar animal en un sistema carbono neutral o carbono positivo, que pueda ser exportada a un precio diferencial a mercados que lo valoren, como el europeo¹².

¹² El principal ejemplo de la zona es el establecimiento ganadero “La Negra” en el partido de Suipacha, que en los últimos años ha sido forestado en una gran superficie con distintos materiales de eucaliptos, sauces y álamos. Noticia: https://www.clarin.com/rural/zona-comfort-sistema-silvopastoril-campos-bonaerenses-cria_0_BWal_9fvO.html

Resultados

I. Análisis individual

En la *Tabla 2*, *Tabla 3* y *Tabla 4* se detallan los egresos, ingresos y subsidios correspondientes a la actividad forestal, respectivamente. El servicio de aprovechamiento y el flete son las actividades que generan los mayores egresos. Actualmente, es difícil encontrar contratistas que brinden servicios forestales en la zona, tales como la poda o el servicio de aprovechamiento, pero es de esperar que con un mayor desarrollo de la forestación, en un futuro exista mayor oferta de madera que incentive a la instalación de nuevas empresas, industrias y el desarrollo de mano de obra capacitada a nivel regional (Gowland *et al.*, 2022), con una consecuente disminución en estos costos.

Tabla 2. Egresos de la actividad forestal, por hectárea

	Descripción	USD.ha ⁻¹
Año 0	Preparación del terreno	161
Año 1	Plantación forestal	405
Año 1	Control de malezas	31
Año 2	Reposición de plantas	17
Año 8	Poda y raleo	124
Año 8	Flete raleo	151
Año 14	Control de hormigueros	4
Año 16	Servicio de aprovechamiento	4.940

Año 16	Flete tala rasa	7.899
---------------	-----------------	-------

Tabla 3. Ingresos de la actividad forestal, por hectárea

	Descripción	USD.ha ⁻¹
Año 8	Raleo	318
Año 16	Tala rasa	19.583

Tabla 4. Subsidios de la actividad forestal, por hectárea

	Descripción	USD.ha ⁻¹
Año 1	Entrega de estacas	8
Año 3	Reintegro de costos de implantación	110
Año 9	Reintegro de costos de poda	197
Todos los años	Eximición del impuesto inmobiliario	12

En cuanto a la actividad ganadera, la diferencia calculada entre los ingresos directos y los costos directos parciales (sin considerar los costos de implantación de las pasturas) es de 117 USD.EV⁻¹. Este valor fue afectado, posteriormente, por la carga animal calculada para cada año, y por los costos de implantación de las pasturas en los años correspondientes, tanto para el SSAP como para la situación base.

En el SSAP, la proyección del crecimiento de las pasturas obtenida coincide con lo reportado por Casaubon *et al.* (2021) para SSAP con sauce y pastizal natural en el Delta del Paraná. La producción de alfalfa permite vender 11 rollos.ha⁻¹ en el año 2, y 15 rollos.ha⁻¹ en el año 3, de 650 kg cada uno. La carga animal calculada en base a la disponibilidad forrajera, varía desde 2 EV.ha⁻¹ en el año 4 con la alimentación a base de alfalfa, hasta 0,3

EV.ha⁻¹ en el último año con un intenso sombreo sobre la pastura. La producción de carne obtenida es de 128 kg.ha⁻¹ para el SSAP y de 464 kg.ha⁻¹ para la situación base.

En la *Tabla 5* se comparan los márgenes brutos calculados de la actividad ganadera en el SSAP con los de la situación base. En los años 2, 6 y 10, el margen bruto del SSAP arroja valores negativos debido a que los costos de implantación de las pasturas superaran los ingresos ganaderos. En la situación base, los años de implantación también arrojan valores negativos debido a los altos costos de implantación de la alfalfa.

Tabla 5. Márgenes brutos de la actividad ganadera en el SSAP en comparación con la actividad ganadera pura de la situación base, por hectárea

	Ganadero SSAP	en	Ganadero puro
	USD.ha⁻¹		USD.ha⁻¹
Año 0	0		-62
Año 1	0		351
Año 2	-53		351
Año 3	411		351
Año 4	234		-62
Año 5	222		351
Año 6	-117		351
Año 7	82		351
Año 8	82		-62

Año 9	47	351
Año 10	-141	351
Año 11	70	351
Año 12	70	-62
Año 13	47	351
Año 14	35	351
Año 15	35	351

Con respecto a la apicultura, se obtiene un ingreso de 2 USD.ha⁻¹ a partir del año 3 (primera cosecha) en adelante, y un egreso de 1 USD.ha⁻¹ por la comercialización, dando un beneficio neto de 1 USD.ha⁻¹.

El VAN resultante del SSAP es de 1.822 USD.ha⁻¹ y 1.543 USD.ha⁻¹ con y sin subsidios, respectivamente; mientras que, para la situación base es de 2.001 USD.ha⁻¹. El SSAP resulta una alternativa más atractiva cuando se toman en cuenta ganancias adicionales por la certificación de la producción como “carne carbono neutro”, “carne carbono positivo” o certificaciones relacionadas al bienestar animal. Con los planteos técnicos y los valores de productividad utilizados, el precio adicional de la producción animal que permite equiparar el VAN del SSAP con el de la situación base es de un 17%. Es decir, con un precio de los animales vendidos (terneros, vacas de refugio y toros de descarte) 17% superior, se obtiene un VAN de 2.007 USD.ha⁻¹ en el SSAP (similar al de la situación base).

Considerando el premium, la diferencia entre ingresos directos y costos directos parciales para la ganadería es de 157 USD.EV⁻¹ (sin incluir los costos de implantación de las pasturas).

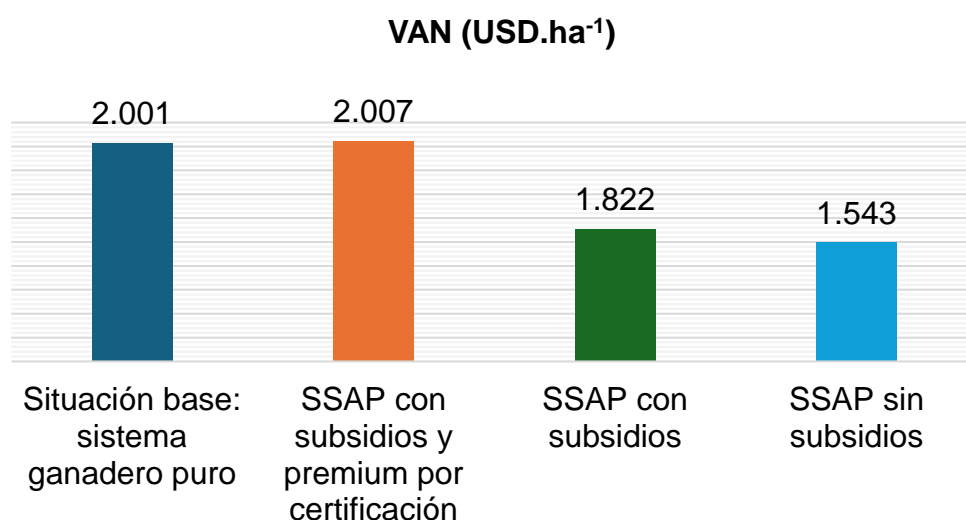


Figura 20. Valor actual neto para los distintos sistemas

La TIR para el SSAP es de 35% considerando los subsidios y el premium, 31% considerando solo los subsidios y 26% sin considerarlos. Lo anterior significa que, el proyecto rinde una tasa de interés de 35%, 31% o 26% de la inversión inicial. Cuando se comparan estos valores con el costo de oportunidad considerado (10%), se concluye que se trata de una alternativa rentable y atractiva. Estas tasas de interés no consideran el costo de alquiler de la tierra ni el costo de oportunidad por el uso de la tierra propia.

En todo el SSAP, la actividad que genera los mayores egresos e ingresos es la forestación. El ingreso más significativo del sistema se obtiene de la tala rasa en el año 16. De los ingresos actualizados totales, el 73,2% corresponde a la actividad forestal, el 26,7% a la actividad ganadera y el 0,1% a la actividad apícola.

En la *Tabla 6* se presentan los resultados como anualidades equivalentes. De esta manera, se los puede comparar con resultados de actividades anuales como la agricultura (Ferrere *et al.*, 2020). Los márgenes brutos de las principales actividades agrícolas publicados por el INTA Pergamino con niveles de rendimientos promedio, para la campaña 2023/2024 son: 527 USD.ha⁻¹ para la secuencia trigo/soja de segunda, 461 USD.ha⁻¹ para soja y 371 USD.ha⁻¹ para maíz (Cabrini *et al.*, 2023). Estos valores superan a los resultados del SSAP.

Tabla 6. Anualidades equivalentes de los distintos sistemas

	Anualidad equivalente (USD.ha-1)
Situación base: sistema ganadero puro	227
SSAP con subsidios y premium por certificación	227
SSAP con subsidios	206,5
SSAP sin subsidios	175

II. Análisis regional

A nivel regional, se presentan en la *Tabla 7* los cambios estimados del paso del escenario actual al escenario alternativo propuesto, en el cual 289 unidades productivas adoptan el SSAP. La cantidad de SSP o SSAP aumenta 5680%, la superficie forestada con álamos 1305% y la cantidad de colmenas 20%. La superficie con forrajeras perennes se mantiene, sin embargo, un porcentaje de ellas pasa a estar bajo sombra (22%). Con la alternativa planteada no se busca desplazar a los sistemas ganaderos, sino incorporar la forestación y apicultura a los existentes, con el objetivo de generar mayor diversificación y disfrutar de sus servicios ecosistémicos.

Posteriormente, en la *Tabla 8*, se observan los resultados económicos del escenario alternativo propuesto. En ella se puede comparar el impacto económico que hay a nivel regional si un solo productor adopta el SSAP o si 289 productores lo adoptan.

Tabla 7. Estimaciones del cambio a nivel regional del escenario actual al escenario alternativo propuesto con la incorporación de la actividad SAP en los sistemas tradicionales

Descripción de los sistemas productivos	Escenario actual	Escenario propuesto

Establecimientos con SSP o SSAP	5 ^c	289 ^a (+5680%)
Superficie con forrajeras perennes (ha)	136.527 ^b	136.527
Superficie con forrajeras perennes bajo sombra (ha)	1.000 ^c	29.900 (+2890%)
Superficie forestada con álamos (ha)	2.214 ^b	31.114 (+1305%)
Colmenas	143.673 ^d	172.573 (+20%)

Fuentes: ^aRENSPA 2021, ^bCNA 2018, ^cestimación basada en los establecimientos silvopastoriles de la zona y ^dRENAPA 2021

Tabla 8. Resultados económicos expresados por hectárea, establecimiento y región en el escenario alternativo

	USD.ha ⁻¹	USD.establecimiento ⁻¹ (100 ha)	USD.región ⁻¹ (289 establecimientos)
Valor bruto de la producción forestal	19.901	1.990.099	575.138.481
Subsidios	519	51.912	15.002.430
VAN del SSAP con subsidios	1.822	182.190	52.652.999

Discusión

En primer lugar, se debe destacar que el planteo SAP evaluado posee un marcado énfasis forestal, con altas densidades de plantación y un sombreado tal que limita la producción forrajera, debiendo disminuir fuertemente la carga animal con respecto a una ganadería tradicional. Si se deseara priorizar la ganadería, se debería adoptar un sistema con una

menor densidad arbórea, y callejones amplios para mayor entrada de luz y crecimiento forrajero, o bien realizar podas y raleos más intensos.

Por otro lado, se encontró que, para equiparar el sistema con una ganadería tradicional, es necesario obtener un precio diferencial por la venta de carne proveniente de los SSAP, y esto no es habitual actualmente en Argentina. La implementación de precios premium a los productos con baja huella de carbono aún es incipiente, pero se prevé que irá adquiriendo mayor relevancia y disposición de los consumidores a pagarlos (Mansilla, 2021), como ya está sucediendo a nivel internacional. También podría considerarse que ese premium provenga de otras certificaciones (por ejemplo, relacionadas a bienestar animal), o venta de bonos de carbono.

Asimismo, para mayor interés en la propuesta, los productores deberían recibir los subsidios existentes en tiempo y forma, pero tal como lo indican Egolf *et al.* (2021), pueden transcurrir 3 años o más para que esto suceda, y considerando el contexto inflacionario de Argentina, puede resultar desalentador. Para los productores no es sencillo realizar cambios de alto impacto en los sistemas tradicionales, por lo tanto, es necesario que existan políticas eficientes de incentivo y de reducción de obstáculos a fin de que se genere una fehaciente transformación (FAO, 2016). También, podría considerarse la opción de pedir un préstamo financiero en los primeros años para realizar la inversión inicial.

Al comparar el valor anual equivalente calculado para el SSAP con los márgenes brutos agrícolas referentes de la zona, se observa que los segundos superan a los primeros. Esta superioridad puede demostrar en parte el por qué la agricultura es el tipo de uso del suelo más común actualmente. Sin embargo, por todo lo expuesto en la introducción de este trabajo, los SSAP tienen ventajas más allá de lo económico y se espera que en un futuro sean más valorados. Mientras que, la agricultura en un futuro puede llegar a sufrir más restricciones y obstáculos, como mayor presión de malezas resistentes y limitaciones en el uso de fitosanitarios.

Es evidente que existe interés en estas alternativas por parte de productores de la región. Hay una ventaja en el hecho de ser un mercado incipiente y es que el productor que ingresa ahora puede generar una mayor diferenciación (Mansilla, 2021). La vinculación entre agentes relacionados a la temática, que puedan asesorarse mutuamente con aspectos

técnicos, es clave para la transición hacia estos sistemas (Signorelli *et al.*, 2023). En este sentido, actualmente es valorable que existe una red de articulación consolidada en la región (Signorelli *et al.*, 2023), que genera un impacto sumamente destacable.

Por otro lado, el escenario alternativo planteado demuestra que, si esta alternativa de diversificación productiva tuviese mayor adopción, generaría un impacto positivo a nivel regional en la superficie forestada y la cantidad de colmenas, componentes que brindan servicios ecosistémicos y otorgan mayor sostenibilidad a los sistemas productivos.

Podría ser interesante complementar este trabajo con estudios de balance de carbono que permitan estimar el impacto de los árboles y las pasturas como sumideros; así como, indicadores de impacto ambiental de agroquímicos, balances hídricos, valoración del paisaje, entre otros. De esta manera, se podría comparar los SSAP con los sistemas de producción tradicionales en un análisis costo-beneficio social que valore las externalidades positivas que generan los SSAP.

Conclusión

Los resultados indican que se trata de una alternativa de diversificación productiva económicamente viable e interesante para considerar en la zona. Los aportes por los subsidios y el valor diferencial considerado por la venta de carne certificada hacen que el resultado sea equiparable al de una producción ganadera eficientemente manejada. Así es que, sería necesario que ambos puedan ser efectivamente recibidos, dando lugar a mayor cantidad de productores que adopten la propuesta, con un impacto positivo en la sustentabilidad a nivel regional. A su vez, una mayor adopción conseguiría que el país se posicionara de manera estratégica frente a las demandas cada vez más exigentes de los mercados internacionales.

Bibliografía

Achinelli F.G., 2006. Silvicultura de álamos y sauces en la Pampa húmeda. Actas Jornadas de Salicáceas, pp. 21-36.

Alonso D., Galarco S., Cucciuffo E., Martín M., 2022. Políticas forestales en la provincia de Buenos Aires: historia, actualidad y perspectivas. Revista MDA 3(1): 7-12.

Andreoni L., Stieglitz S., 2023. Los paisajes del campo del futuro. Revista Aapresid. (224), pp.110-116.

Bussoni G., Boscana Goires M., Schinatto F., Munka Moreno C., 2023. Producción ganadera y forestal: ¿es compatible con el servicio ambiental de carbono?. Actas del XII Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles - II Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles – V Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles (Rivera J., Viñoles C., Fedrigo J., Bussoni A., Peri P.L., Colcombet L., Murgueitio E., Quadrelli A., Chará J. Eds.). Sistemas Silvopastoriles: Hacia una diversificación sostenible. Organizado por INTA, CIPAV, Universidad de la República, INIA. Buenos Aires y Montevideo, 15 al 20 de octubre 2023, pp. 1051-1063.

Cabrini S.M., Llovet J.A., Paolilli M.C., Fillat F.A., Bitar M.V., 2023. Indicadores Económicos e Informes Técnicos. Márgenes brutos de las principales actividades agrícolas 2023/2024 (septiembre 2023). EEA Pergamino (3):1-8

Carfagno P., Imhoff S., Duval M., Landriscini M.R., Castiglioni M., 2024. Los suelos en tiempos del cambio climático. Revista Aapresid (227), pp. 42-451.

Casaubon E., Gurini L., López C., Madoz G., 2021. Evolución de los recursos forrajero y apícola en un sistema silvoapícolapastoril bajo sauces en el Delta del Río Paraná. Actas XI Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles y I Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles: Sistemas silvopastoriles: Ganadería sostenible con arraigo e innovación. Ciudad de México, pp. 113-120.

Casaubon E., 2023. Establecimiento de sistemas silvopastoriles y silvo-apícola-pastoriles en el Bajo Delta del Río Paraná. Actas del XII Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles - II Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles – V Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles (Rivera J., Viñoles C., Fedrigo J., Bussoni A., Peri P.L., Colcombet L., Murgueitio E., Quadrelli A., Chará J. Eds.). Sistemas Silvopastoriles: Hacia una diversificación sostenible. Organizado por INTA, CIPAV, Universidad de la República, INIA. Buenos Aires y Montevideo, 15 al 20 de octubre 2023, pp. 1294-1297

Casaubon E., Re P., Madoz G., 2023. Calidad forrajera del pastizal natural en un sistema silvoapícolapastoril bajo sauces en el bajo Delta del Río Paraná. Actas del XII Congreso

Internacional de Sistemas Silvopastoriles - II Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles – V Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles (Rivera J., Viñoles C., Fedrigo J., Bussoni A., Peri P.L., Colcombet L., Murgueitio E., Quadrelli A., Chará J. Eds.). Sistemas Silvopastoriles: Hacia una diversificación sostenible. Organizado por INTA, CIPAV, Universidad de la República, INIA. Buenos Aires y Montevideo, 15 al 20 de octubre 2023, pp. 956-966.

Castignani H., López C., Crisanti P., Bulacio N., Masciangelo G., Sanchez C., Pietronave H., 2023. Herramientas para el desarrollo apícola. Revista MDA 4(3): 25-32.

CEI, 2023. Pacto verde europeo: consecuencias económicas y comerciales (en línea). Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. Argentina. Disponible en: https://cancilleria.gob.ar/userfiles/ut/2023_informe_pacto_verde_europeo_-_tapa_azul.pdf (Último acceso 01/03/2024).

Ciarlo E., Ferramondo G., González Sanjuan M., 2024. La fertilización NO se negocia. Revista Aapresid (227), pp. 34-41.

Conti H.A., 1980. Cartas de suelo de la República Argentina. Hoja 3560- 7 y 8 L.N Alem y Junín. INTA Centro de investigación en Recursos Naturales, reconocimiento de suelos, pp. 7-12.

Egolf P., Amaro Benito I., Ravalli J., González A., Faustino L., Colcombet L., 2021. Análisis económico de un sistema silvopastoril en el Delta del río Paraná, Argentina. In LII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria “Debates y aportes de la Economía Agraria en contextos complejos”. AAEA. Río Cuarto, Córdoba, pp. 12-13

EEA INTA Bordenave, 2012. Apicultura en el área de influencia de la EEA INTA Bordenave: Temporada 2011-2012. Consejo Asesor Pampero, Grupo Pampero.

FAO, 2016. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria (en línea). pp. 4-23. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i6132s/i6132s.pdf>. (Último acceso: 21/2/2024).

FAO y PNUD, 2019. Guía de análisis costo-beneficio. Aplicación para medidas de adaptación al cambio climático en el sector agropecuario en Uruguay. Montevideo, pp. 163.

Fernández Mayer A.E., 2017. Producción de carne y leche bovina en sistemas silvopastoriles. Ediciones INTA. 1ª ed. Bordenave, Buenos Aires, pp. 13-16.

Ferrere P., Signorelli A., Cabrini S.M., 2020. Análisis productivo y económico de sistemas silvo-apícola pastoriles en el norte de la provincia de Buenos Aires. Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA). 46(1), pp. 108-115.

Ferrere P., Signorelli A., Mateo C., 2017. Crecimiento de especies forestales en el centro norte de la provincia de Buenos Aires. Revista de tecnología agropecuaria (RTA) 10(34):55-58.

Fraga D., Guarini M., 2023. Silvopastoreo con ovinos en montes frutales la integración perfecta. Actas del XII Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles - II Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles – V Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles (Rivera J., Viñoles C., Fedrigo J., Bussoni A., Peri P.L., Colcombet L., Murgueitio E., Quadrelli A., Chará J. Eds.). Sistemas Silvopastoriles: Hacia una diversificación sostenible. Organizado por INTA, CIPAV, Universidad de la República, INIA. Buenos Aires y Montevideo, 15 al 20 de octubre 2023, pp. 265-1272.

Gándara L., Faverin C., Cambareri G.S., Tieri, M. P., Cosentino, V.R.N., Recavarren P.M., Beltran M.J., Yogi D.R, Perrens G.A., Colcombet L., Peri P.L., 2021. ¿Podrán los sistemas silvopastoriles mejorar los balances de carbono en Argentina? Actas XI Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles y I Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles. Ciudad de México, pp. 505-521.

Ghida Daza C.A.F., Alvarado P.A., Castignani H.A., Caviglia J.A., Engler P.L., 2009. Indicadores económicos para la gestión de empresas agropecuarias. Bases metodológicas. Estudios socioeconómicos de la sustentabilidad de los sistemas de producción y recursos naturales n° 11. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. ISSN 1851-6955.

Gowland A., Pathauer P., Mujica G., 2022. Sistemas silvopastoriles: innovación, sustentabilidad y rentabilidad. Revista MDA 3(1): 31-36.

Gyenge J.E., de Bernardi M., Priano M.E., Fusé V.S., Guzmán S.A., Juliarena M.P., Fernández M.E., 2018. MITIGACIÓN DE GEI EN SISTEMAS SILVOPASTORILES:

ASPECTOS AMBIENTALES QUE CONDICIONAN ESTE SERVICIO ECOSISTÉMICO. Actas. IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Villa la Angostura, Neuquén, Argentina, pp. 15-25.

IPCC, 2018. Resumen para responsables de políticas. En: Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza. (Masson-Delmotte V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield Eds.).

Jáuregui M., 2024. Carne con pasaporte: la trazabilidad como herramienta de mercado. Revista Aapresid. (225), pp.126-132

LIAG, 2022. Forestación en Las Balas. Revista Lideramos, año II (74): 6-7.

Luccerini S. A., Subovsky E. D., Borodowski E., 2013. Sistemas Silvopastoriles: una alternativa productiva para nuestro país. Revista Apuntes Agroeconómicos. Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires, año 7 (8): 1-8. Disponible en: <https://agro.uba.ar/apuntes/wp-content/uploads/2020/03/sistemas-silvopastoriles-una-alternativa-productiva-para-nuestro-pais.pdf> (última vez: 30/03/2024)

Mansilla M.E., 2021. Oportunidades de negocios para la producción silvopastoril certificada, integrada y sustentable en el centro-norte santafesino. Tesis Mag. Esperanza, Santa Fé, Argentina, Universidad Nacional del Litoral. 134 p.

MAyDS, 2022. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero: Argentina 2021, p. 15.

Micelli L., 2023. El rotulado como garantía de identidad y calidad de la miel. Revista MDA 4(3): 11-17.

Mujica G., Padín M., Mc Dermott A., Trangoni M., 2023. Efecto de la sombra de un rodal de Eucalyptus en verano, sobre el comportamiento y el peso de terneros al destete en un

sistema de cría bovina en el norte de Buenos Aires. Actas del XII Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles - II Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles – V Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles (Rivera J., Viñoles C., Fedrigo J., Bussoni A., Peri P.L., Colcombet L., Murgueitio E., Quadrelli A., Chará J. Eds.). Sistemas Silvopastoriles: Hacia una diversificación sostenible. Organizado por INTA, CIPAV, Universidad de la República, INIA. Buenos Aires y Montevideo, 15 al 20 de octubre 2023, pp. 278-282

Monsalvo M., Cardoso G., Barrozo A., Voda M., Mujica G., Pathauer P., Martín A., Palazzini D., de Diego F., 2023. Relevamiento florístico en sistema silvopastoril en el norte de Buenos Aires. Actas del XII Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles - II Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles – V Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles (Rivera J., Viñoles C., Fedrigo J., Bussoni A., Peri P.L., Colcombet L., Murgueitio E., Quadrelli A., Chará J. Eds.). Sistemas Silvopastoriles: Hacia una diversificación sostenible. Organizado por INTA, CIPAV, Universidad de la República, INIA. Buenos Aires y Montevideo, 15 al 20 de octubre 2023, pp. 255-261

Peretti P., 2021. La chacra mixta: un poco de historia.... Revista MDA 2(1): 11-15.

Principiano M., Acciaresi H.A., 2017. Costo financiero e impacto ambiental del control de malezas en diferentes secuencias de cultivos en el NO de la provincia de Buenos Aires. Revista de tecnología agropecuaria (RTA) 10(34):37-41.

Ramilo D., Galarco S., Rodríguez Vagaría A., Sharry S., 2022. El Centro de Tecnología de la Madera de la UNLP en el contexto foresto-industrial bonaerense. Revista MDA 3(1): 37-42.

Re P., Faustino L., Cosentino M., Gatti M. L., Colombatto D., 2023. Heat stress impacts breeding cows behaviour in temperate silvopastoral systems. Actas del XII Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles - II Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles – V Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles (Rivera J., Viñoles C., Fedrigo J., Bussoni A., Peri P.L., Colcombet L., Murgueitio E., Quadrelli A., Chará J. Eds.). Sistemas Silvopastoriles: Hacia una diversificación sostenible. Organizado por INTA, CIPAV, Universidad de la República, INIA. Buenos Aires y Montevideo, 15 al 20 de octubre 2023,

p. 294.

Rojas D., Rodríguez Anido N., 2023. Potencial de los sistemas silvopastoriles para la mitigación de gases de efecto invernadero generados en la producción de carne bovina. Actas del XII Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles - II Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles – V Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles (Rivera J., Viñoles C., Fedrigo J., Bussoni A., Peri P.L., Colcombet L., Murgueitio E., Quadrelli A., Chará J. Eds.). Sistemas Silvopastoriles: Hacia una diversificación sostenible. Organizado por INTA, CIPAV, Universidad de la República, INIA. Buenos Aires y Montevideo, 15 al 20 de octubre 2023, pp. 812-823.

Romero Sandoval I., Bussoni Guitart A., 2023. Resiliencia en los sistemas silvopastoriles: una revisión bibliográfica. Actas del XII Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles - II Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles – V Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles (Rivera J., Viñoles C., Fedrigo J., Bussoni A., Peri P.L., Colcombet L., Murgueitio E., Quadrelli A., Chará J. Eds.). Sistemas Silvopastoriles: Hacia una diversificación sostenible. Organizado por INTA, CIPAV, Universidad de la República, INIA. Buenos Aires y Montevideo, 15 al 20 de octubre 2023, pp. 1138-1152.

Salizzi E., 2014; Reestructuración económica y transformaciones en el agro pampeano: la expansión del cultivo de la soja y sus efectos sobre la apicultura bonaerense en los inicios del siglo XXI. Estudios socioterritoriales.; Revista de Geografía; 16(1); 13-46.

Signorelli A., Baldoni C., Ferrere P., 2023. Abordajes desde la extensión rural para la promoción de la actividad silvopastoril en la región pampeana. Actas del XII Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles - II Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles – V Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles (Rivera J., Viñoles C., Fedrigo J., Bussoni A., Peri P.L., Colcombet L., Murgueitio E., Quadrelli A., Chará J. Eds.). Sistemas Silvopastoriles: Hacia una diversificación sostenible. Organizado por INTA, CIPAV, Universidad de la República, INIA. Buenos Aires y Montevideo, 15 al 20 de octubre 2023, pp. 1187-1193.

Signorelli A., Ferrere P., 2023. Establecimiento de híbridos de álamos y sauce para montes de reparo animal en la cañada del Salado, Arribeños, provincia de Buenos Aires, Argentina.

Actas del XII Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles - II Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles – V Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles (Rivera J., Viñoles C., Fedrigo J., Bussoni A., Peri P.L., Colcombet L., Murgueitio E., Quadrelli A., Chará J. Eds.). Sistemas Silvopastoriles: Hacia una diversificación sostenible. Organizado por INTA, CIPAV, Universidad de la República, INIA. Buenos Aires y Montevideo, 15 al 20 de octubre 2023, pp. 295-303

Simeone A., Beretta V., Caorsi C.J., 2014. Forestación y Ganadería: cuantificando el efecto de la sombra y el abrigo de los montes sobre la performance animal. Propuestas tecnológicas en ganadería para un país agrícola, ganadero y forestal. 16a Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (UPIC), pp. 15-18.

Suber M., Gutiérrez Beltrán N., Torres C.F., Turriago J.D., Arango J., Banegas N.R., Berndt A., Bidó D.I.M., Burghi V., Cárdenas Bautista D.A, Cañanda P., Canu F.A., Chacón A.R., Chacón Navarro M., Chará J., Diaz L., Huamán Fuertes E., Espinoza Bran J.E., Girón Muñoz P.R., Guerrero Y., Gutierrez Solis J.F., Pezo D., Prieto Palacios G., Roman-Cuesta R.M., Rosales Riveiro K.A., Rueda Arana C., Sepúlveda C.L., Serrano Basto G., Solarte A., Woo Poquioma N., 2019. Mitigación con Sistemas Silvopastoriles en Latinoamérica: Aportes para la incorporación en los sistemas de Medición Reporte y Verificación bajo la CMUNCC. CCAFS WorkingPaper no. 254. Wageningen, TheNetherlands, pp. 1-3.

Tejerina C., Ocampo S., Obach M., García Páez V., Dubrovsky Berensztein N., 2023. Apicultura agroecológica en la provincia de Buenos Aires. Revista MDA 4(3): 18-21.

Urionagüena C., García Conde J.M., 2022. Producción forestal en el Delta Bonaerense: tradiciones y desafíos. Revista MDA 3(1): 26-30.

Varella A.C., Peri P.L., Lucas R.J., Moot D.J., McNeil D.L., 2001. Dry matter production and nutritive value of alfalfa (*Medicago sativa* L.) and orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) under different light regimes. In Proceedings of the XIX international grassland congress. FEALQ, Piracicaba, pp. 660-661.

Villa Alves F., de Almeida R.G., Laura V.A., Porfírio-da-Silva V., Macedo M.C.M., de Medeiros S.R., Ferreira A.D., Gomes R.C., de Araújo A.R., Montagner D.B., Bugenstab D.J., Feijo G.L.D., 2015. Carne carbono neutro: um novo conceito para carne sustentável

produzida nos trópicos (en línea). (Villa Alves, F., de Almeida, R. G., Laura, V. A. Eds). Brasília, Brasil, Embrapa Gado de Corte. Disponible en: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/203141/1/Carne-carbono-neutro-1.pdf> (Último acceso 01/04/2024).

Villaverde R., Eluchans S., 2022. Sistemas agroforestales en la Cuenca del Salada. Experiencias y oportunidades. Revista MDA 3(1): 43-48.