



Núcleo de Meio Ambiente  
 Universidade Federal do Pará  
 Rua Augusto Corrêa, 01, Guamã  
 Belém, Pará, Brasil  
<https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas>

**Aurelia Lorena Pernocho**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
 pernochi.lorena@inta.gob.ar

**Luis Colcombet**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
 colcombet.luis@inta.gob.ar

**Patricia Egolf**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
 egolf.patricia@inta.gob.ar

**Marcos Antonio Atanasio**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria  
 pernochi.lorena@inta.gob.ar

Recibido en: 2022-06-10  
 Calificado en: 2022-07-11  
 Aceptado el: 2022-11-22

## VARIABILIDAD DE LOS RESULTADOS FINANCIEROS DE SISTEMAS SILVOPASTORILES CON ALGARROBO BLANCO, QUE PARTEN DESDE GANADERÍA Y FORESTACIÓN PURA EN FUNCIÓN DE CUATRO SITUACIONES

**RESUMEN:** Los sistemas silvopastoriles (SSP) con plantaciones de algarrobo blanco (*Prosopis alba* Griseb Leguminosae) se destacan como una opción productiva muy promisoría para la región chaqueña. Conocer el aspecto financiero teniendo en cuenta diferentes contextos es necesario para promoverlos. En el presente trabajo, se evaluó la viabilidad financiera de dos modelos SSP bajo plantaciones de *Prosopis alba* (SSP 1 y SSP 2). Se utilizó la metodología de evaluación con/sin proyectos comparándolos con sistemas forestales y ganaderos puros. La rentabilidad financiera fue definida a partir de los indicadores financieros: valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR), teniendo en cuenta cuatro contextos diferentes, construidos en base a nuevos conocimientos entre 2017 y 2021: 1) modelo de ganadería pura construido con una serie real de producción de pastura; 2) ganancias de pesos(animal) individuales mayores en los sistemas silvopastoriles que a cielo abierto; 3) el mayor ritmo de crecimiento de nuevos materiales genéticos disponibles de algarrobo; y 4) mejores precios para los rollizos proveniente de plantaciones. Los SSP son rentables financieramente en las situaciones planteadas ya sea partiendo desde ganadería o forestación pura. El SSP 2 (árboles dispuestos en doble hilera espaciada 14 m.) se presenta como más competitivo que el SSP 1 (configuración en macizo). Los resultados obtenidos bajo las nuevas condiciones analizadas son alentadoras ya que arrojan rentabilidades positivas. Es importante avanzar con las investigaciones para mejorarlos y propiciar la difusión de los resultados de los aspectos analizados en el trabajo de extensión.

**PALABRAS CLAVES:** Estudios de viabilidad; Evaluación; Prosopis.

## VARIABILIDADE DOS RESULTADOS FINANCEIROS DOS SISTEMAS SILVO PASTORAL COM ALGARROBO BLANCO, QUE PARTEM DA PECUÁRIA E DA SILVICULTURA PURA DE ACORDO COM QUATRO SITUAÇÕES

**RESUMO:** Os sistemas silvipastoris (SSP) com plantações de alfarroba branca (*Prosopis alba* Griseb Leguminosae) destacam-se como uma opção produtiva muito promissora para a região do Chaco. Conhecer o aspecto financeiro levando em conta diferentes contextos é necessário para promovê-los. No presente trabalho, avaliou-se a viabilidade financeira de dois modelos de SSP sob plantios de *Prosopis alba* (SSP 1 e SSP 2). Foi utilizada a metodologia de avaliação com/sem projetos, comparando-os com sistemas florestais e pecuários puros. A rentabilidade financeira foi definida com base em indicadores financeiros: valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR), levando em consideração quatro contextos diferentes, construídos com base em novos conhecimentos entre 2017 e 2021: 1) modelo pecuário puro construído com uma série real de produção de pastagens; 2) maiores ganhos de peso individual (animal) nos sistemas silvipastoris do que a céu aberto; 3) a maior taxa de crescimento de novos materiais genéticos disponíveis para a alfarroba; e 4) melhores preços das toras de plantio. Os SSPs são rentáveis financeiramente nas situações propostas, seja a partir da pecuária ou da arborização pura. O SSP 2 (árvores dispostas em fileira dupla espaçadas 14 m.) parece ser mais competitivo do que o SSP 1 (configuração sólida). Os resultados obtidos nas novas condições analisadas são animadores, pois apresentam retornos positivos. É importante avançar com a pesquisas para aprimorá-los e promover a divulgação dos resultados dos aspectos analisados no trabalho de extensão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação; Estudos de viabilidade; Prosopis.

## VARIABILITY OF THE FINANCIAL RESULTS OF SILVOPASTORAL SYSTEMS WITH WHITE CAROB, STARTING FROM LIVESTOCK AND PURE FORESTRY BASED ON FOUR SITUATIONS

**ABSTRACT:** Silvopastoral systems (SPS) under white carob (*Prosopis alba* Griseb Leguminosae) plantations stand out as a promising productive option for the Chaco region. It is necessary to understand the impact of different situations on financial results to promote them. The present work evaluated, the financial viability of two SPS models under *Prosopis alba* plantations (SPS 1 and SPS 2). The evaluation methodology with/without projects was used, comparing them with pure forestry and

livestock systems. The financial profitability was determined from the financial indicators: net present value (NPV), and internal rate of return (IRR), taking into account four different contexts, based on new knowledge constructed between 2017 and 2021: 1, the pure livestock model was built with a real pasture production series; 2, higher individual animal weight gains under SPS compared to open sky systems; 3, the higher growth rates of the new selected carob planting materials and 4, higher lumber prices. SPS 1 and 2 are financially profitable starting from the pure cattle and forestry systems. The SPS 2 (trees arranged in a double row spaced 14 meters apart) is more competitive than SPS 1 (solid configuration). The obtained results are promising as they show positive returns. It is essential to advance with the investigations to improve them and promote their dissemination through the extension activities.

**KEYWORDS:** Evaluation; Feasibility studies; Prosopis.

## INTRODUCCIÓN

En la provincia del Chaco la especie *Prosopis alba* Griseb (algarrobo blanco) es una especie emblemática no solo por su representatividad en los montes chaqueños sino por los múltiples usos que tiene (FONTANA et al., 2020). Particularmente su madera es muy utilizada para la producción de muebles y aberturas. De los 257.960 m<sup>3</sup> consumidos en aserraderos en la provincia del Chaco en el año 2015, el 44% corresponde a la especie algarrobo blanco, proveniente casi en su totalidad del bosque nativo (MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA, 2018).

El algarrobo blanco se promociona en la República Argentina para ser utilizado en plantaciones forestales con fines de producción de madera. Esta especie se complementa muy bien con la ganadería en planteos silvopastoriles. Algunas características que la hacen muy adecuada para estos fines, además de los aspectos mencionados de su madera son: es un árbol pionero, adaptado para crecer en suelos salinos y degradados (TALEISNIK; LÓPEZ, 2011). También fija nitrógeno atmosférico que puede ser aprovechado por otras plantas como las pasturas; su copa beneficia con su sombra tanto al ganado en los calores estivales como a

las pasturas que sufren menos los rigores climáticos y aporta materia orgánica y nutrientes, y sus frutos de alto valor proteico pueden ser un complemento alimenticio para el ganado, (FRAGG; STEWART, 1994; BRUNETTI et al., 2001).

En la provincia del Chaco, (Argentina), en los últimos años algunos productores han incorporado sistemas silvopastoriles (SSP) que surgieron como propuestas técnicas a partir de ensayos de diversas instituciones e iniciativas privadas. Estos integran plantaciones forestales de algarrobo blanco, pasturas implantadas y ganado bovino principalmente.

El desarrollo de estos sistemas genera ingresos anuales (la ganadería) y a mediano y largo plazo (productos madereros, otros), y propicia la diversificación productiva. Por otra parte, estos sistemas pueden brindar beneficios ambientales como captura o almacenamiento de carbono (BUITRIAGO GUILLEN et. al., 2018; DIAZ LEZCANO et al., 2019). También

atenúan las oscilaciones del tiempo climático (temperaturas extremas y cambios bruscos son los que más afectan al animal) (MURGUEITIO et al., 2014). Esto es de primordial importancia en la región Chaqueña que presenta una alta variabilidad ambiental.

Analizar como varía la viabilidad financiera de estas prácticas consideradas amigables con el ambiente y poder hacer visible las condiciones en que pueden generar beneficios financieros contribuirá a su adopción. Por otra parte, al ser relativamente reciente la implementación de estos sistemas en la región, aún existen muchos aspectos en cuanto a combinación de los componentes, manejos y rendimientos que están siendo estudiados. Los resultados de estas investigaciones pueden contribuir a mejorar las rentabilidades de los sistemas.

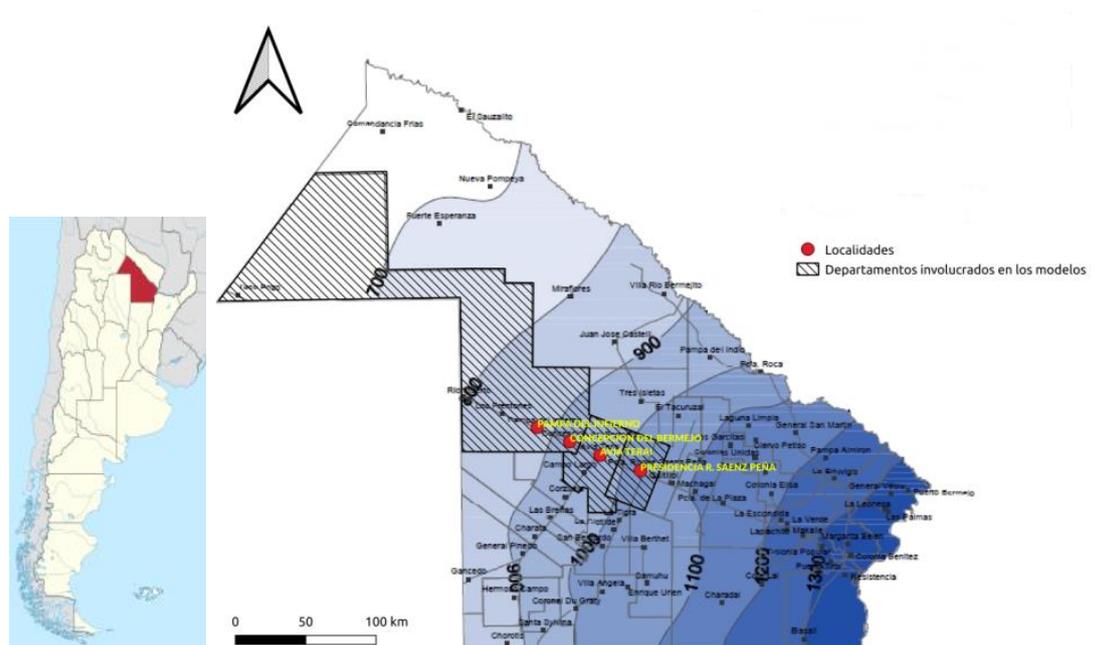
El objetivo de este trabajo fue evaluar ajustes a la viabilidad financiera en función de modelos previos de dos SSP con algarrobo blanco implantado en contextos diferentes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló para el centro oeste de la Provincia de Chaco, Argentina; (Figura 1). El clima es

subtropical, marítimo en la región este y subtropical continental con estación seca invernal y lluvias concentradas en verano en la región oeste.

**Figura 1.** Ubicación geográfica, división política de la Provincia del Chaco y área donde se desarrollan los modelos.



Fuente: Instituto Geográfico Nacional República Argentina (2021).

La temperatura media del mes más cálido (enero) varía entre 27 °C y 28 °C y la media del mes más frío (julio) oscila entre 14 °C y 15 °C. El balance hídrico tiene valores negativos de hasta 10 a 12 meses del año (CODUTTI, 2003). Las características ambientales que definen a la región chaqueña y que son claves para su manejo son las siguientes:

- Altas temperaturas estivales que alcanzan máximas mayores a 40°C.
- Régimen de lluvias fuertemente estacional, con más del 80% de las precipitaciones concentradas en el verano (octubre a abril). Esto implica la existencia de una estación seca bien definida, que tiene una duración de dos meses en el Este y hasta siete en el Oeste.
- Sequías e inundaciones, algunas de ellas prolongadas.

En el área de estudio predominan suelos de clase III y IV, suelos que son aptos para agricultura con limitaciones o riesgos moderadas y severos respectivamente.

En base a dos modelos de sistemas silvopastoriles con la especie algarrobo blanco, cuya viabilidad financiera fue evaluada en una tesis de maestría, Pernochi (2020), fueron planteadas diferentes situaciones utilizándose la metodología con y sin proyectos propuesta por Gittinger (1982).

A continuación, se presenta un resumen de los SSP (Tabla 1) y los sistemas puros evaluados por Pernochi (2020), que se constituyen en la línea de base para la evaluación de las situaciones de este trabajo. Estos modelos fueron construidos a partir de fuentes primarias y secundarias.

En el marco de la tesis de maestría, estos modelos fueron evaluados siguiendo la metodología con y sin proyectos propuesta por Gittinger (1982). Siendo las situaciones con proyecto los sistemas silvopastoriles y las situaciones sin proyecto los sistemas

ganaderos y forestales puros. Para ello se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones y supuestos: a) el periodo total del flujo de caja se definió en función del turno final de corte de las plantaciones de algarrobo (25 años); b) se identificaron parámetros de producción y gastos para las situaciones "con proyecto" y "sin proyecto", c) se estimaron ingresos y gastos; d) los precios de ventas de los productos ganaderos, forestales se expresan como precios puestos en el campo; e) se consideró una inversión en capital de trabajo, integrada por el capital necesario para cubrir los gastos directos y de estructura del primer año. Esta inversión de capital de trabajo se devuelve al final de la vida útil del proyecto. El capital de trabajo incremental se determinó como la diferencia de los gastos directos y los gastos de estructura del año considerado y el anterior; f) El flujo de caja se expresó en dólares estadounidenses (1US\$ = 17,66 \$argentinos, noviembre de 2017). En proyectos agrícolas-ganaderos-

forestales se utilizan tasas entre un 10% y 12%. En este trabajo se definió una

tasa del 10% para utilizar en estas evaluaciones.

**Cuadro 1.** Modelos silvopastoriles y modelos ganadero y forestal puro a partir de los cuales se valoraron los sistemas.

Sistema ganadero	Sistema forestal
Pastura: Gatton panic Producción: 8.261 kg de Ms ha <sup>-1</sup> año Control de maleza y leñosa	Plantación de algarrobo blanco Densidad inicial 625 planta ha <sup>-1</sup> Distanciamiento inicial 4x4m.
Raza Bradford Peso inicial:160 kg Peso final: 360 kg	Manejo 1 poda de formación y 3 podas sistemáticas. Raleos: 3
Manejo: Pastoreo rotativo con suplementación y calendario sanitario completo	Corta Final Edad: 25 años Densidad final: 149 planta ha <sup>-1</sup>
Sistema Silvopastoril 1	Sistema Silvopastoril 2
<b>Componente Forestal:</b> plantación de algarrobo Densidad inicial: 476 planta ha <sup>-1</sup> Distanciamiento inicial: líneas simples 3x7 m Manejo: podas y 4 raleos Densidad final: 93 planta ha <sup>-1</sup>	<b>Componente Forestal:</b> plantación de algarrobo Densidad inicial: 456 planta ha <sup>-1</sup> Distanciamiento inicial: Líneas apareadas 2,5 x 4 x 14 m. Manejo: podas y 3 raleos Densidad final: 107 planta ha <sup>-1</sup>
<b>Componente forrajero inicial:</b> alfalfa Producción de fardos Cuatro primeros años	<b>Componente forrajero inicial:</b> alfalfa Producción de fardos Dos primeros años
<b>Componente forrajero y ganadero</b> Forraje: Gatton panic ( <u>Megathyrsus maximus (cv. Gatton panic)</u> ) Componente ganadero: recría Bradford	<b>Componente forrajero y ganadero</b> Forraje: Gatton panic ( <u>Megathyrsus maximus (cv. Gatton panic)</u> ) Componente ganadero: recría Bradford

Fuente: Elaborado por los autores (2021).

La rentabilidad de la inversión de los sistemas silvopastoriles fue estimada a partir de los indicadores financieros VAN y TIR. Estos indicadores se calcularon considerando los modelos de SSP, situación "con proyecto" versus los

modelos "sin proyectos", de esta manera los indicadores calculados fueron indicadores incrementales. Los resultados obtenidos por Pernochi (2020), que constituyen la línea de base de este trabajo muestran que las

inversiones en SSP con la especie algarrobo blanco presentaron resultados variables en cuanto a su viabilidad financiera. La inversión de instalar SSP a partir de plantaciones forestales fue financieramente factible para ambos modelos, SFG 1 y SFG 2. (VAN incremental 9.025 US\$, TIR 16% y VAN incremental 24.525 US\$, TIR 19% respectivamente). Cuando la inversión se realizaba a partir de un modelo de ganadería pura, el modelo SS2 fue viable financieramente (VAN incremental 2.558 US\$, TIR 10%) mientras que el modelo SFG 1 no fue rentable (VAN incremental -12.115 US\$, TIR 7%).

El análisis de sensibilidad determinó que las variables más sensibles eran el precio y la producción de la carne (variaciones entre 3% y 5% de estas variables provocaron cambios en las rentabilidades de los sistemas). Las variables precio y producción de la madera fueron menos sensibles, ya que era necesario una disminución del 15%

para que se produjeran cambios en la rentabilidad.

A partir de estos resultados, en el presente trabajo se plantearon variaciones sobre/actualizaciones de los supuestos básicos de alguna de las variables más sensibles. Se trabajó, por una parte, con nueva información en el marco del avance sobre las investigaciones en estos sistemas y, por otro parte, se establecieron aspectos que no fueron planteados en los modelos básicos. Se calcularon los valores de VAN y TIR incrementales para los dos sistemas silvopastoriles bajo los nuevos supuestos. En la situación 1, los modelos silvopastoriles parten desde un modelo ganadero puro construido a partir de una serie real de producción de pastura. En la situación 2, la ganancia de peso diaria (GDP) es un 10% mayor bajo SSP respecto que a cielo abierto<sup>1</sup>. En las situaciones restantes se plantean y discuten cuestiones relacionadas al

---

<sup>1</sup>Fuente: Ensayo SSP INTA-IIACS-Leales presentado por Ing. Zoot. Javier Lara et al en curso silvopastoril para alumnos de la carrera de agronomía de la UNaM (noviembre 2020), la especialización en manejo de pastizales de la

Escuela de Postgrado Alberto Soriano de la UBA (marzo/2021) y la capacitación para la Asociación de Criadores de Brahman-Junior Argentina (Julio/2021).

precio de la madera y a la mejora de los materiales genéticos en plantación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### SITUACIÓN 1: EVOLUCIÓN REAL DE LA PRODUCCIÓN FORRAJERA EN EL TIEMPO

En esta primera situación evaluada la producción de pastura del modelo ganadero puro es una serie de producción variable año a año en función de mediciones realizadas en el área de estudio. Uno de los supuestos del modelo de ganadería pura en la línea de base era que la producción de pastura implantada se mantiene constante ( $8.261 \text{ kgMS ha}^{-1}\text{año}$ ), del año 1 al año 25. Si bien este planteo facilita la modelación, los rendimientos de pastura tienen variaciones anuales que van de ligeras a importantes dependiendo de diferentes factores como las condiciones de tiempo climáticas. ¿Qué pasa con la rentabilidad incremental cuando se parte de un modelo ganadero construido a partir de producciones de pastura variables anualmente?

El primer escenario evaluado contempla la siguiente situación: La producción de carne se obtiene a partir de una producción de pastura medida en ensayos a lo largo de 6 años con cortes bimestrales, en Pampa del Infierno, Chaco, por Chiossone et al. (2014). Los resultados obtenidos en ese trabajo muestran una alta variación anual en la producción de materia seca de pastura, (coeficiente de variación 62%). El rango de variaciones obtenidas muestra un mínimo de  $2556 \text{ kgMS ha}^{-1}\text{año}$  y un máximo de  $18.000 \text{ kgMS ha}^{-1}\text{año}$ . Esas variaciones en producción parecen estar muy relacionadas a los valores de precipitaciones anuales, ya que los valores mínimos de producción de forraje se producen con precipitaciones inferiores al promedio anual de la región (900 mm. al año) y los valores máximos con precipitaciones mayores a 1000 milímetros anuales.

Los resultados financieros obtenidos cuando los sistemas silvopastoriles parten de un modelo ganadero donde la producción de pastura es variable de

acuerdo a las mediciones citadas, son los siguientes:

- SSP 1 VAN 2.887 \$ y TIR (%) 10
- SSP 2 VAN 14.525 \$ y TIR (%) 12

Comparando con los resultados de los modelos originales obtenidos por Pernochi (2020), la rentabilidad incremental aumenta ligeramente cuando la producción de pastura es variable (modelos líneas de base: SSP1 VAN-12.115 \$ y TIR (%) 7 y SSP 2 VAN 2.558 \$ y TIR (%) 10). El sistema SSP1 donde la componente forestal tiene una configuración más parecida a una forestación y que originalmente tenía una rentabilidad incremental negativa, pasa a tener una rentabilidad incremental positiva y el SSP2 mejora +20%.

## SITUACIÓN 2: GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP) ANIMAL SUPERIOR EN 10% BAJO SSP RESPECTO A CIELO ABIERTO

En la segunda situación se consideró que la GDP es mayor en un 10% bajo

sombra respecto que a cielo abierto. Existen diversas investigaciones que señalan que en una pastura bajo sombra, la ganancia de peso diaria de los animales es mayor que en una pastura a cielo abierto. Esto se explica como resultado de la combinación de factores, calidad forrajera, principalmente un mayor contenido de niveles de proteína cruda (OBISPO et al., 2013; LOPEZ VIGNOA et al., 2017). Otro factor muy importante es el mayor bienestar animal (15 días de estrés térmico bajo SSP versus 32 días bajo estrés térmico durante los 120 días de verano<sup>2</sup>), a pesar de registrar una producción volumétrica forrajera 10% menor (promedio de 8 años consecutivos con disminuciones de las disponibilidades de radiación fotosintéticamente activa del 60% al 40% en ese lapso de tiempo). En sitios como las áreas subtropicales, en las cuáles la situación agroecológica es compleja (amplio rango de variación temperatura, precipitación, suelos con

<sup>2</sup>Fuente: Curso de capacitación ofrecido por el equipo silvopastoril de INTA a la Asociación Brahman Junior Argentina, julio/2021;Ing. Zoot.

María Zimmerman PhD y Ing. Zoot. Javier Lara et al, INTA-IIACS-Leales.

baja fertilidad entre otros) el componente forestal del sistema silvopastoril mejora la producción ganadera y el bienestar de los animales.

Tras 8 años de evaluación consecutiva, en un sistema silvopastoril con *Prosopis alba*, ha demostrado una producción de 50 kg de peso vivo/ha<sup>-1</sup> mayor que un sistema pastoril a cielo abierto, al finalizar el periodo de recría (BOTTEGAL, 2021).

Particularmente en periodos de sequía la producción de carne kg ha<sup>-1</sup> en una recría fue mayor en un sistema silvopastoril con algarrobo que en un sistema pastoril puro con diferencias de 54,45 y 40,30 kg ha<sup>-1</sup> para dos ciclos de recría, (MARTINEZ CALSINA et al., 2015).

Los resultados financieros obtenidos cuando los sistemas silvopastoriles tienen una GDP mayor a un 10% que en sistemas a cielo abierto, son los siguientes:

- SSP 1 a partir de ganadería pura: VAN \$1.250 y TIR 10%
- SSP 1 a partir de forestación pura: VAN \$ 49.938 y TIR 17%
- SSP 2 a partir de una ganadería pura VAN \$ 10.419 y TIR 12%
- SSP 2 a partir de forestación pura: VAN \$ 24.525 y TIR 19%

Teniendo en cuenta los resultados en los modelos de línea de base: modelos silvopastoriles que parten de ganadería pura: SSP1 VAN \$ -12.115 \$ y TIR 7% y SSP 2 VAN \$ 2.558 y TIR 10% y modelos que parten de una forestación pura SSP1 VAN \$ 9.219 \$ y TIR 16% y SSP 2 VAN \$ 24.525 y TIR 19%. Los indicadores financieros obtenidos en este nuevo escenario muestran que la tasa de retorno incremental mejora un 30% en el SSP 1 y un 20% en el SSP 2 cuando se comparan con ganadería pura. Mientras que aumentan un 6,25% en el SSP 1 y un 37,5% en el SSP 2 cuando se comparan a una forestación pura.

### SITUACIÓN 3: USO DE MATERIAL GENÉTICO SELECCIONADO DE "ALTA PRODUCCIÓN" DE *PROSOPIS ALBA*

En los análisis originales de la tesis antes mencionada, los modelos de sistemas silvopastoriles y forestación puros planteados como línea de base, fueron modelados con incrementos medios anuales de madera

correspondientes al material genético usado en la zona, (PERNOCHI, 2020).

Se utilizaron los incrementos del estudio en la localidad de Concepción del Bermejo, en plantaciones configurados como sistemas silvopastoriles, en el cuál el material local presenta incrementos anuales que variaron de 1,0 a 1,22 cm en diámetro a la altura de pecho (DAP) cuando las plantaciones son manejadas con raleo e incrementos anuales en altura de 70 cm (ATANASIO et al., 2018).

Diferentes instituciones de investigación, nacionales y provinciales de Argentina, han desarrollado investigaciones para domesticar y mejorar el desempeño de esta especie nativa (VERGA, 2014). El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Argentina ha trabajado desde 2004 en un programa de mejoramiento y conservación de *Prosopis alba*. De acuerdo con el crecimiento de los primeros años, se ha seleccionado un origen que se destaca, presentando mayores crecimientos, tanto en diámetro como en altura que

el material corriente local, (LÓPEZ LAUENSTEIN, et al.; 2014).

Este origen presenta un destacado crecimiento en la provincia del Chaco, alcanzado valores medios de 9,15 cm de diámetro y 5 m de altura a los 4 años, en un sistema de líneas dobles y 9,45 cm de diámetro y 6,18 m de altura en macizo. El incremento corriente del DAP varió entre 2,3 y 2,4 cm, y en altura entre 1,25 y 1,54 m respectivamente, (ATANASIO; PERNOCHI, 2019). Los mejores crecimientos iniciales de los nuevos materiales genéticos que están siendo evaluados experimentalmente en predios de productores implican la obtención de diámetros aprovechables por la industria en un menor tiempo. Dado que los nuevos materiales duplican el incremento tanto en DAP como en altura, en los primeros años, es esperable que a igualdad de DAP comercial objetivo, los turnos de aprovechamiento de estos se reduzcan. Esta reducción de tiempo del turno de corta tendrá un impacto positivo en la rentabilidad de los SSP.

#### SITUACIÓN 4: REDUCCIÓN DE LA DISTANCIA PREDIO SSP –INDUSTRIA DEL ASERRADO

En el modelo forestal puro y la componente forestal de los sistemas silvopastoriles de la línea de base, el precio de la tonelada de la madera “en pie”, es el resultado de las transacciones en la cual los aserraderos compradores de rollizos asumen los costos de apeo, extracción y transporte de los rollizos provenientes de bosques nativos situados a más de 250 – 330 km del polo de la industria forestal de la región. En 2021, con solo 3.000 ha de plantaciones forestales, en regla general aún jóvenes, más del 90% de la fuente de materia prima sigue siendo el monte nativo. De acuerdo con informantes calificados del sector maderero, en 2021, los precios de rollizos en pie son pagados a una cuarta parte (+/- 35 US\$.tn<sup>-1</sup>) de lo que valen puesto en playa de industria (+/- 140 US\$.t<sup>-1</sup>). Cuando las plantaciones de algarrobo se multipliquen y entran en producción, es esperable que esta brecha se reduzca, logrando tanto

mejores precios para el productor como menores costos para el industrial. Otra opción es pre-industrializar los rollizos con aserraderos móviles en origen, disminuyendo el volumen transportado en el orden del 60% y capturando el precio de un producto intermedio “tablas y tirantes crudos” sin procesos de remanufactura.

A continuación, se describe en detalle esta situación: la mayoría de los aserraderos y carpinterías de la Provincia del Chaco que consumen principalmente madera de algarrobo se encuentran ubicados en el centro de la provincia, particularmente en la localidad de Machagai que concentra alrededor de 250 aserraderos. Estas industrias de la madera generan muchos puestos de trabajos formales e informales. La ciudad de Machagai se orienta principalmente a la fabricación de muebles de algarrobo, aunque cuenta con otros productos como implementos rurales (cepos, mangas, bretes, cargaderos, toriles, casillas de

operar, varillas y portones), rejillas para camas, sillas, sillones y artesanías.

Cuesta (2011) señala que *“el algarrobo fue desapareciendo de las áreas más próximas a la demanda”*. Lógicamente, al desencadenarse este proceso, la relación costo-distancia fue cada vez mayor: años atrás los rollos provenían de distintos puntos: Villa Berthet, Sáenz Peña, Tres Isletas, Castelli, Villa Río Bermejito distantes entre 100 a 200 km e inclusive de Formosa, pero esta provincia instrumentó leyes que prohíben la salida de madera sin aserrar.

Actualmente, la materia prima procede de lugares más distantes, fundamentalmente del norte del

Impenetrable chaqueño: Comandancia Frías, Fuerte Esperanza y Taco Pozo distantes a 300 km o más. En el Censo de Nacional de Aserraderos, (MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA, 2018), se estableció que el precio del flete representaba entre el 7% (100 km) y 36% (300 km) del precio promedio del algarrobo nativo.

Teniendo en cuenta esto se calcularon los indicadores de rentabilidad incremental considerando que los precios de la madera de algarrobo tendrían un incremento del 35,75% si provinieran de plantaciones puras de algarrobo o SSP establecidas a un radio de 100-150 km de los aserraderos.

**Cuadro 2:** indicadores financieros de la situación 4

Sistemas	Ganadero				Forestación			
	VAN \$ Mejor. 4	TIR (%) Mejor.4	VAN \$ Modelo original	TIR (%) Modelo original	VAN \$ Mejor.4	TIR (%) Mejor.4	VAN \$ Modelo original	TIR (%) Modelo original
SSP1	12.925	11	-12.115	7	5.599	14	9.216	16
SSP2	22.289	13	2.558	10	17.357.	17	24.525	19

Fuente: Elaborado por los autores (2021).

Los indicadores financieros obtenidos en esta cuarta situación (Cuadro 2) muestran mejoras

considerables cuando se pasa de una ganadería a un sistema silvopastoril. La tasa de retorno incremental podría

mejorar 57% en el SSP 1 y 30 % en el SSP 2. Cuando se parte desde una forestación pura los sistemas silvopastoriles siguen siendo más competitivos que la forestación pura pero las tasas de rentabilidades incrementales de entre 10,5% y 12,5% son menores que partiendo de la situación ganadera. Este menor incremento respecto de la situación forestal pura se explica por considerar que ellas también se encuentran se situaban a en el mismo radio que los SSP modelizados.

## CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las distintas situaciones consideradas en este trabajo, invertir en sistemas silvopastoriles de algarrobos implantados se presenta como una opción financieramente viable. Estos sistemas son rentables financieramente para las distintas situaciones, sea que se desarrollen tanto a partir de una ganadería pura como de una forestación pura. La rentabilidad varía según el modelo de sistema

silvopastoril que se considere: el SSP 2 se presentan como más competitivo en las diferentes situaciones ya que sus indicadores de VAN y TIR incrementales son mayores a los del SSP 1. Este SSP 2 presenta una configuración de árboles en doble hilera separados por 14 m, lo que permite un componente forrajero y ganadero de mayor producción. Los diferentes contextos que se plantean muestran que los avances de la investigación logrados en el período 2017-2021, permiten ajustar los modelos y obtener planteos más eficientes que se traducen en mejoras de los indicadores financieros, como se plantea en la situación 2. Avanzar hacia la situación 3 es posible dado que el material genético que se menciona ya se encuentran probados en parcelas de predios privados, con buenos resultados iniciales en cuanto a crecimiento. En la medida que se instalen sistemas silvopastoriles en áreas cercanas a la industria y viceversa, se podrá alcanzar los resultados expuestos de la situación 4.

## AGRADECIMIENTOS

A los integrantes del equipo silvopastoril de la región chaqueña del INTA y a los integrantes de la fundación CIPAV por las contribuciones para incorporar los efectos de las variaciones de los factores analizadas en el presente trabajo.

## REFERENCIAS

- ATANASIO, M. A.; PERNOCHI, A. L. S. y CHIOSSONE, J.G. Productividad maderera y forrajera de un sistema silvopastoril de *Prosopis alba* de variable densidad de árboles y radiación. In: Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, 4, 2018, Neuquén. **Actas**. San Carlos de Bariloche: Ediciones INTA, 2018, 749 p.
- ATANASIO, M. A.; PERNOCHI, A. L. S. Crecimiento de *Prosopis alba* Griseb. en plantación pura y sistema silvopastoril, en Chaco, Argentina. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS SILVOPASTORILES: POR UNA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE, 10, 2019, Asunción. **Actas**. Cali: Editorial CIPAV, 2019, p. 479-487.
- BOTTEGAL, D. N. Estrés calórico en bovinos y los sistemas silvopastoriles: experiencias que aportan a evaluar las condiciones ambientales y determinar riesgos y beneficios. **Argentina Forestal**: Fuente de información forestal, foresto-industrial y ambiental de Argentina y América Latina, Misiones, jun. 2021. Disponible en <https://www.argentinaforestal.com/2021/06/16/estres-calorico-en-bovinos-y-los-sistemas-silvopastoriles/>. Acceso el 26 de agosto de 2021.
- BRUNETTI, M.; Silva, M. P.; CORINI, R. y Martínez, M. J. Valor nutritivo del fruto del algarrobo blanco (*Prosopis chilensis*) como suplemento forrajero para ser utilizado en cabras. **Revista Argentina de Producción Animal**, v. 21, n. 1, p. 23-24, 2011.
- BUITRAGO-GUILLEN, M. E.; OSPINA-DAZA, L. A. y NARVAEZ-SOLARTE, W. Sistemas Silvopastoriles: alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bobina al cambio climático. **Boletín Científico Museo Historia Natural Universidad Caldas**. v.22, n.1, p.31-42. 2018. ISSN 0123-3068. DOI: <https://doi.org/10.17151/bccm.2018.22.1.2>. Acceso en: 10 ago. 2021.
- DIAZ LEZCANO, M. I.; LEGUIZAMÓN, L.; GAMARRA LEZCANO, C. C.; VERA DE ORTIZ, M.; GALEANO SAMANIEGO, M.P. Estimación del contenido de carbono en sistemas silvopastoriles de *Prosopis ssp* en el Chaco Central Paraguayo. **Quebracho**, v. 27, n. 1, p. 54-65, 2019.
- CHIOSSONE, J. L.; VICINI, R.; JAQUET, A. y ONDOMISI, S. Comportamiento de *Gatton panic* en Chaco (Argentina), mejoramiento en la utilización con Suplementación y confinamiento en autoconsumo de silajes. In: CONGRESO INTERNACIONAL DE

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA. PRADERAS Y FORRAJES, 22, 2014, Asunción. **Actas**. CEA Praderas y forrajes. Asunción, 2014. p. 13 - 39.

CODUTTI, R. O. **Diagnóstico agrario y rural de la provincia del Chaco**. República Argentina, Ministerio de la Producción, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca Y alimento. Proyecto de desarrollo de pequeños productores agropecuarios, PROINDER. 2003. Informe Final.

CUADRA, D.E. Industria maderera y vulnerabilidad socio-ambiental: el caso de Machagai en el centro del Chaco. **Riunne**. Disponible en: <http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/499>. Acceso en: 10 ago. 2021

FONTANA M. L.; PÉREZ V. R.; LUNA C. V. Distribución, bioecología y provisión de bienes y servicios ecosistémicos de Prosopis alba en Argentina. **Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata**, v. 1, n. 119 (2), p. 1-11, 2020.

FAGG, C.W. y STEWART J. L. The Value of Acacia sand Prosopis in Arid and Semi-arid environment. **Journal of Arid Environments** v. 27 p. 3-25, 1994.

GITTINGER P., J. **Economic Analysis of Agricultural Projects**. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 1982.

LOPEZ LAUESTEIN, D.; VEGA, C.; LUNA, C.; SAGADIN, M.; MELCHIORRE, M.;

POZZI, E.; SALTO, C.; OBERSCHELP, J.; TORALES, S.; POMPONIO, F.; KEES, S.; CHAVEZ DÍAZ, L.; GOMEZ, C. y VERGA, A. **Subprograma Prosopis. En Domesticación y Mejoramiento de especies Forestales**. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, Buenos Aires, Argentina. pp. 113-135, 2014.

LÓPEZ-VIGO, O.; SÁNCHEZ-SANTANA, T.; IGLESIAS-GÓMEZ, J. M.; LAMELA-LÓPEZ, L., SOCA-PÉREZ, M.; ARECE-GARCÍA, J., y MILERA-RODRIGUEZ, M. de la C. Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical. **Pastos y Forrajes**, v. 40, n. 2, p. 83-95. 2017. Disponible en [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942017000200001&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942017000200001&lng=es&tlng=es). Acceso en: 30 ago. 2021.

MARTINEZ CALSINA, L.; LARA, J. E.; SUAREZ, F. A.; BALLÓN, M.; PÉREZ, P.G.; VEGA, H.; TORRES, J. C.; CORBELLA, R., PLACENCIA, A.; CALDEZ, L., BANEGAS, N., LUCHINA, J., NASCA, J. A., PEREZ, H. E., BOTTEGAL, D. y ZIMERMAN, M. Producción de carne en un sistema silvopastoril de algarrobo y Grama rhodes de la llanura deprimida de Tucumán. In: CONGRESO NACIONAL DE SISTEMAS SILVOPASTORILES, 3; CONGRESO INTERNACIONAL DE SISTEMAS AGROFORESTALES, 8, 2015, Misiones. **Actas...** Misiones: Ediciones INTA, 2015, p. 48-52, 734p.

MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA. **Censo de Nacional de aserradero 2015**. Informe del relevamiento censal en la provincia del Chaco - Región NOA. 2018, disponible en: <https://docplayer.es/98922686-Censo-nacional-de-aserraderos-2015.html> visitado en 3 de setiembre de 2021.

MURGUEITIO, R. E.; CHARÁ, O. J.; BARAHONA, R. R.; CUARTAS, C. CÉSAR; NARANJO, R. J. Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSP), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático. Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, Yucatán. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 17, n. 3, 2014, p. 501-507.

OBISPO, N. E., ESPIOZA, Y., GIL, J. L., OVALLES, F., CABRERA, E. y PÉREZ M. J. Relación de la proporción de sombra en el potrero con el rendimiento, calidad del forraje y ganancia diaria de

peso en novillos. **Revista Científica FCV-LUZ**, v.23, n. 6, p.531-536, 2013.

PERNOCHI, A. L. S. **Inversiones en Sistemas Foresto Ganaderos con algarrobo blanco... ¿Una opción financieramente viable para el Centro Oeste de la Provincia del Chaco?** Eldorado, 2020. Tesis (Magister en Ciencias Forestales) Universidad Nacional de Misiones, Argentina. 2020.

TALEISNIK, E. y LOPEZ LAUNESTEIN, D. Leñosas perennes para ambientes afectados por salinidad: Una sinopsis de la contribución argentina a este tema. **Ecol. austral**, Córdoba, v. 21, n. 1, p. 3-14, abr. 2011. Disponible en [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1667-782X2011000100002&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2011000100002&lng=es&nrm=iso). Acceso en: 10 jun. 2022.

VERGA, A. Rodales semilleros de *Prosopis* a partir de bosque nativo. **Quebracho**, v. 19, n. 1, p. 125-138, 2014.