

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL  
LITORAL  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Tesis para optar por el grado académico de:

**Doctora en Ciencias Agrarias**

*Modelización productiva, económica y ambiental de  
sistemas de cría vacuna del norte de la provincia de Santa  
Fe*

Guillermina Gregoretti

Director: PhD Claudio Machado

Co-director: PhD Javier Baudracco

Esperanza, Argentina 2025

## Listado de abreviaturas

CREA	Consortios Regionales de Experimentación Agropecuaria
DE	Desviación Estándar
DMS	Digestibilidad de la materia seca
EB	Energía Bruta
ED	Energía digerible
FAO	Food and agriculture organization of the United Nations
GEI	Gases de efecto invernadero
IPCC	Intergovernmental panel on climate change
MB	Margen Bruto
MS	Materia Seca
PB	Proteína Bruta
PBI	Producto Bruto Interno
PCG	Potencial de calentamiento global
PPNA	Productividad primaria neta aérea
PV	Peso vivo
+SR+S	Aumento de carga animal y aumento de suplementación
+SR+S+E	Aumento de carga animal, aumento de suplementación y aumento de eficiencia reproductiva
tCO <sub>2</sub> eq	Toneladas equivalente dióxido de carbono
US\$	Dólar estadounidense
Ym	Factor de conversión de metano

## **Contenidos**

- Capítulo 1** Introducción general.
- Capítulo 2** Intensificación de la producción de carne en sistemas de cría:  
Revisión Bibliográfica.
- Capítulo 3** Sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe: situación actual y oportunidades de mejora.
- Capítulo 4** Caracterización productiva de sistemas de cría bovina tecnificados de la región centro norte de Argentina.
- Capítulo 5** Productividad, resultado económico y emisión de gases de efecto invernadero en sistemas de cría bovina del norte de Santa Fe.
- Capítulo 6** Discusión general y conclusiones.

## Tabla de contenidos

RESUMEN .....	7
ABSTRACT .....	9
<b>Capítulo 1: .....</b>	<b>11</b>
<b>Introducción general .....</b>	<b>11</b>
<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>12</b>
<b>OBJETIVO, HIPOTESIS Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA TESIS .....</b>	<b>14</b>
<b>ESTRUCTURA DE LA TESIS .....</b>	<b>15</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>18</b>
<b>Capítulo 2: .....</b>	<b>22</b>
<b>Intensificación de la producción de carne en sistemas de cría: Revisión Bibliográfica</b>	<b>22</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>23</b>
<b>REVISIÓN Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>24</b>
<i>Intensificación de la producción de carne en el mundo .....</i>	<i>24</i>
<i>Intensificación de la producción de carne en Argentina.....</i>	<i>26</i>
<i>Tecnologías para la intensificación de los sistemas de producción de carne .....</i>	<i>27</i>
<i>Impacto de la intensificación de la producción de carne .....</i>	<i>31</i>
<i>Principales desafíos de la ganadería bovina Argentina.....</i>	<i>32</i>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>34</b>
<b>Capítulo 3: .....</b>	<b>42</b>
<b>Sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe: situación actual y oportunidades de mejora .....</b>	<b>42</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>43</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>43</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>45</b>
<i>Descripción de la región.....</i>	<i>45</i>
<i>Caracterización productiva de los sistemas tradicionales.....</i>	<i>46</i>
<i>Encuesta para la identificación y priorización de tecnologías orientadas a mejorar la productividad .....</i>	<i>46</i>
<i>Simulación productiva y económica de la aplicación de tecnologías.....</i>	<i>46</i>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>50</b>
<i>Caracterización productiva de los sistemas de cría tradicionales de la región norte de Santa Fe .....</i>	<i>50</i>

<i>Resultados de la encuesta: oportunidades de mejora tecnológica</i> .....	51
CONCLUSIONES.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	58
<b>Capítulo 4:</b> .....	<b>63</b>
<b>Caracterización productiva de sistemas de cría bovina tecnificados de la región centro norte de Argentina</b> .....	<b>63</b>
RESUMEN.....	64
INTRODUCCIÓN.....	64
MATERIALES Y MÉTODOS.....	66
<i>Área de estudio</i> .....	66
<i>Relevamiento</i> .....	66
<i>Análisis estadístico</i> .....	67
RESULTADOS.....	68
<i>Caracterización productiva de los predios relevados</i> .....	68
<i>Análisis de componentes principales</i> .....	70
<i>Análisis de correlaciones</i> .....	71
<i>Análisis de conglomerados</i> .....	72
DISCUSIÓN.....	74
CONCLUSIONES.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	77
<b>Capítulo 5:</b> .....	<b>81</b>
<b>Productividad, resultado económico y emisión de gases de efecto invernadero en sistemas de cría bovina del norte de Santa Fe</b> .....	<b>81</b>
RESUMEN.....	82
INTRODUCCIÓN.....	82
MATERIALES Y MÉTODOS.....	84
<i>Región de estudio</i> .....	84
<i>Simulación productiva y económica</i> .....	84
<i>Cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero</i> .....	89
RESULTADOS.....	91
<i>Eficiencia productiva y económica</i> .....	91
<i>Emisiones de gases de efecto invernadero</i> .....	96
DISCUSIÓN.....	97
CONCLUSIONES.....	99

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	99
<b>Capítulo 6:</b> .....	<b>104</b>
<b>Discusión general y conclusiones</b> .....	<b>104</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>105</b>
<b>CONTRIBUCIONES GENERALES DE LA TESIS</b> .....	<b>106</b>
<i>Principales contribuciones del capítulo 2: Intensificación de la producción de carne en sistemas de cría: Revisión bibliográfica</i> .....	<i>107</i>
<i>Principales contribuciones del capítulo 3: Sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe: situación actual y oportunidades de mejora</i> .....	<i>107</i>
<i>Principales contribuciones del capítulo 4: Caracterización productiva de sistemas de cría tecnificados el norte de Santa Fe</i> .....	<i>108</i>
<i>Principales contribuciones del capítulo 5: Modelación productiva, económica y de gases de efecto invernadero de sistemas de cría bovina del norte de Santa Fe</i> .....	<i>109</i>
<b>LIMITACIONES DEL TRABAJO Y FUTURAS INVESTIGACIONES</b> .....	<b>109</b>
<b>CONCLUSIONES GENERALES</b> .....	<b>111</b>
<b>PUBLICACIONES REALIZADAS DURANTE LA TESIS</b> .....	<b>112</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	<b>113</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>116</b>
<b>ANEXO</b> .....	<b>117</b>

## RESUMEN

En el norte de la provincia de Santa Fe, los sistemas de cría bovina se caracterizan por presentar baja productividad y baja adopción de tecnologías. La caracterización de dichos sistemas es clave para identificar, evaluar y promocionar potenciales oportunidades de mejoras para sistemas con índices productivos bajos. Sin embargo, existe escasa información documentada sobre estos sistemas. El objetivo de esta investigación fue evaluar el desempeño productivo, económico y ambiental de sistemas de cría actuales y sistemas intensificados del norte de la provincia de Santa Fe mediante estudios de modelación. Para ello, inicialmente, se realizó una revisión bibliográfica y un taller de discusión con expertos para caracterizar el sistema tradicional típico de la región. Luego, se realizaron encuestas y talleres con expertos para priorizar las tecnologías mejoradoras en estos sistemas. Seguidamente, se realizó una encuesta y talleres para caracterizar un sistema tecnificado promedio de la región, es decir con mayor adopción tecnológica y habilidad de gestión de recursos en comparación con sistemas tradicionales, con la participación de asesores ganaderos de los sistemas pertenecientes al grupo CREA (Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agropecuaria) Norte de Santa Fe. Se realizaron estudios de modelación para evaluar la eficiencia productiva y económica de los sistemas tradicionales y tecnificados existentes y de sistemas intensificados teóricos. Finalmente se cuantificaron las emisiones de gases de efecto invernadero de los sistemas evaluados siguiendo las directrices del IPCC. Los resultados de la revisión muestran que los sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe presentan baja adopción de tecnologías de manejo forrajero y del rodeo y bajos índices productivos, por debajo del promedio nacional. La encuesta sobre priorización de tecnologías para mejorar los sistemas tradicionales arrojó que las prioridades serían mejoras en manejo del pastoreo, la regulación de la carga animal y la capacitación del productor y el personal de campo. Los sistemas tecnificados actuales presentan mayores indicadores de eficiencia productiva y reproductiva que los sistemas tradicionales. La producción y el margen bruto promedios de los sistemas tradicionales es de 45 kg de PV/ha/año y 36 US\$/ha, respectivamente. Mientras que la de los sistemas tecnificados es de 89 kg PV/ha/año y 69 US\$/ha, respectivamente. Esto es explicado por una mayor superficie forrajera cultivada y mayor adopción de tecnologías de manejo del rodeo. Al investigar los sistemas tecnificados se identificó que éstos aplican dos estrategias productivas: una mayor suplementación y una

mayor proporción de pasturas cultivadas. Los resultados de la simulación de los sistemas tradicionales actuales y los sistemas potenciales diseñados indican que las estrategias que combinan todas las tecnologías en un solo sistema permiten mayores resultados productivos y económicos que la adopción de tecnologías por separado. La modelación de sistemas teóricos que incluían la adopción combinada de las tecnologías mencionadas arrojó una producción de carne de hasta 160 kg de PV/ha/año y un margen bruto de hasta 136 US\$/ha. Respecto de las emisiones de gases de efecto invernadero, bajo los supuestos analizados en este trabajo, los sistemas con mayor adopción de tecnología y mayor producción de carne por hectárea generarían mayores emisiones por unidad de superficie, pero menores emisiones por kg de producto. Los cálculos de emisiones arrojaron que un sistema de cría promedio generaría una emisión anual de 1.418 kg de CO<sub>2</sub> eq/ha, un sistema de cría tecnificado promedio 2.193 kg CO<sub>2</sub> eq/ha y un sistema teórico con mayor intensificación generaría 3.640 kg CO<sub>2</sub> eq/ha. Mientras que la intensidad de emisión calculada para los tres sistemas mencionados fue 32, 25 y 23 kg CO<sub>2</sub> eq/kg PV. Futuras investigaciones que incluyan información más precisa sobre producción y calidad de recursos forrajeros y características sociales y culturales de los productores serían de utilidad para definir estrategias de mejora para el sector ganadero de la región norte de Santa Fe.

**Palabras clave:** producción de carne, sistemas, simulación, tecnologías, encuesta.



## **ABSTRACT**

In the Northern region of Santa Fe Province, cow-calf systems have low productivity and low adoption of technologies, but there is little documented information about these systems. Characterization of these systems is key to identify, evaluate, and promote improvement for systems with low production rates. The objective of this thesis was to evaluate the productive, economic, and environmental performance of traditional and intensified cow-calf systems of north of Santa Fe Province, using modeling studies. Initially, a literature review and a workshop with experts was conducted to characterize the average traditional system typical of the region (low technology system). Then, a ranking of the technologies to be adopted in these systems was carried out through a survey and workshops with experts. Subsequently, a survey and a workshop were carried out to characterize an average technified system of the region (a system with greater technological adoption and better resources management compared to traditional systems) with the participation of livestock advisors of the CREA (Consortios Regionales de Experimentación Agropecuaria). Modelling studies were conducted to assess the productive and economic efficiency of existing traditional and technified systems, as well as theoretical intensified systems. Finally, the greenhouse gases emissions of the evaluated systems were quantified according to IPCC guidelines. The results of the literature review show that traditional cow-calf systems have low adoption of forage and herd management technologies and low productivity, below the national average. The survey to rank technologies to improve traditional systems showed that the grazing management, the regulation of stocking rate, and the training of farmers and staff are prioritized by farm advisors. Current technified systems have higher better productive and reproductive efficiency than traditional systems. Traditional systems have an average production of 45 kg LW/ha/year and a gross margin of 36 us\$/ha/year. In contrast, technified systems have a higher average production of 89 kg LW/ha/year and a gross margin of 69 US\$/ha/year. This can be explained to the larger cultivated forage area and the increased adoption of herd management technologies in technified systems. When investigating the technified systems, two productive strategies were identified: greater supplementation and proportion of cultivated pastures in the farm. The simulation studies show that strategies that combine all technologies into a single system allow greater productive and economic results than the adoption of separate technologies. Theoretical systems modelling that incorporates

the combined adoption of the aforementioned technologies resulted in beef production levels of up to 160 kg LW/ha/year and gross margins of up to US\$136/ha. Regarding emissions, under the assumptions of this work, systems with greater adoption of technologies and greater meat production per hectare would generate greater emissions per unit of land but lower emissions intensity. The emission calculation revealed that an average cow-calf systems would generate an annual emission of 1.418 kg CO<sub>2</sub> eq/ha, while a technified system would emit 2.193 kg CO<sub>2</sub> eq/ha, and theoretically intensified systems would produce 3.640 kg CO<sub>2</sub> eq/ha. Meanwhile, the calculated emission intensity for the three systems was 32, 25 and 23 CO<sub>2</sub> eq/kg LW. Future research that includes more precise information on the production and quality of forage resources, and the social and cultural characteristics of farmers would be useful to define strategies to improve the livestock sector in the northern region of Santa Fe.

**Keywords:** beef production, systems, simulation, technologies, survey.

# Capítulo 1:

Introducción general

## ANTECEDENTES

Existe escasa información científica que describa las características productivas y económicas de los sistemas de cría bovina del norte de la provincia de Santa Fe. Además, no existen estudios que evalúen el impacto de estrategias de intensificación en dichos sistemas sobre sus resultados productivos, económicos y ambientales.

En Argentina, la producción de carne ha experimentado un desplazamiento espacial desde la Región Pampeana (entre los paralelos 30° y 39° de Latitud Sur), hacia zonas de menor aptitud productiva como el norte del país (22° y 31° de Latitud Sur). Este fenómeno, impulsado por la expansión de la agricultura, principalmente el cultivo de soja (Guevara and Grünwaldt, 2012; Pérez y Ferro Moreno, 2023) ha afectado a la cría bovina, reduciendo el stock de vacas en la Región Pampeana (4,5%) y aumentándolo en el norte (5%) entre 2003 y 2010 (Observatorio Ganadero, 2012). Adicionalmente, dentro de cada región, la cría se ha concentrado en ambientes menos productivos con menor disponibilidad forrajera (Observatorio Ganadero, 2012), lo que ha incrementado la cantidad de animales en la región de estudio (+10% entre 2010 y 2021; Senasa, 2021). Esta región, ubicada en el norte de Santa Fe (28° a 30° Sur y los meridianos 62 a 59° Oeste), comprende los departamentos Nueve de Julio, Vera, General Obligado y el norte de los departamentos San Cristóbal, San Justo y San Javier de la provincia de Santa Fe.

La producción de carne de los sistemas de cría en zonas menos productivas no fue acompañada por la adopción de tecnologías y prácticas de manejo adecuadas, por lo que estos sistemas tienen baja eficiencia productiva y reproductiva en Argentina (Arelovich *et al.*, 2011; SAGyP, 2023). En Santa Fe, el porcentaje de terneros destetados es de 64% (SAGyP, 2023), pero en el norte de la provincia se agudiza esta baja eficiencia, con menos del 50% de terneros destetados por vaca por año y una producción de carne promedio de 45 kg PV/ha/año, aproximadamente la mitad que lo reportado para la región pampeana (SAGyP, 2023).

A nivel mundial, la intensificación de los sistemas agropecuarios ha impulsado un aumento en la producción de alimentos desde mediados del siglo XX (Tilman *et al.*, 2002; Fuglie, 2012). En los últimos 30 años, la producción de carne creció casi 40% a nivel global (FAOSTAT, 2024) gracias a tecnologías que incrementaron la eficiencia productiva. En Argentina, la intensificación permitió mejorar los resultados económicos en las empresas agropecuarias (Viglizzo *et al.*, 2006; Engler *et al.*, 2011). Sin embargo, algunas tecnologías,

como la suplementación, pueden no ser rentables debido a la variabilidad en la respuesta animal (Baudracco *et al.*, 2010). Además, la intensificación puede ir acompañada de niveles crecientes de impacto ambiental.

Para identificar y evaluar potenciales oportunidades de mejora, es clave la caracterización productiva de sistemas ganaderos existentes (Faverin *et al.*, 2019; Fernandez Rosso *et al.*, 2020). Dicha caracterización puede realizarse a partir de datos cuantitativos provenientes de relevamientos (Faverin y Machado, 2019; Lara *et al.*, 2019), complementándose con datos cualitativos a través de la opinión de expertos, lo cual permite caracterizar de manera integral sistemas complejos y dinámicos como los sistemas agropecuarios (Kuivanen *et al.*, 2016). La información cuantitativa por sí sola puede ser limitada, ya que depende de criterios definidos por el investigador y puede pasar por alto aspectos importantes (Van Averbek y Mohammed, 2006, Pacini *et al.*, 2014). Los enfoques que incorporan la opinión de expertos permiten abordar opiniones divergentes y reflejar la complejidad de los sistemas agropecuarios (Checkland and Poulter, 2010).

Una vez identificadas las posibles estrategias de mejora, se puede evaluar el impacto productivo, económico y ambiental de las mismas. La evaluación de sistemas ganaderos es compleja ya que los mismos son abiertos y poseen muchos componentes que interactúan entre sí a diferentes escalas espaciales y temporales (Baudracco *et al.*, 2013; Machado y Berger, 2012). Los modelos de simulación, como los “whole- farm models”, facilitan el estudio de estas interacciones a diferentes escalas (Baudracco *et al.*, 2013; Machado y Berger, 2012). A nivel nacional hay experiencias en el uso de la simulación en sistemas de producción de carne (Fernández Rosso *et al.*, 2020; Berger *et al.*, 2017; Feldkamp, 2004; Machado *et al.*, 2010; Nasca *et al.*, 2015; Romera *et al.*, 2004; Ruiz *et al.*, 2000).

Ante la creciente preocupación por el impacto ambiental, es necesario cuantificar uno de los principales indicadores ambientales, que es la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los sistemas ganaderos actuales y diseñar estrategias de mitigación (Smith *et al.*, 2008). En Argentina, la agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de la tierra aportan el 37% a las emisiones nacionales, donde el 20% de las emisiones de este sector se atribuyen a la ganadería (SAyDS, 2019). Los sistemas de cría representan el 85% de las emisiones totales de los sistemas ganaderos de carne de Argentina (FAO and NZAGRC,

2017), siendo el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) los principales GEI provenientes de la ganadería (Faverin *et al.*, 2014).

A pesar de la importancia de la ganadería en la provincia de Santa Fe, no existen estudios en sistemas de cría bovina que describan los sistemas y exploren potenciales oportunidades de innovación tecnológica a través de intervenciones de manejo o la aplicación de tecnologías adaptadas a los diversos ambientes.

## **OBJETIVO, HIPOTESIS Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA TESIS**

El **objetivo general** de la tesis fue evaluar el desempeño productivo, económico y ambiental de sistemas de cría actuales y de alternativas de intensificación para el norte de la provincia de Santa Fe, mediante estudios de modelación matemática. Los **objetivos específicos** fueron:

- i) revisar en la bibliografía las estrategias de intensificación existentes en sistemas de producción de carne y su impacto en sistemas de cría,
- ii) caracterizar la situación productiva de los sistemas de cría bovina tradicionales del norte de Santa Fe, detectar oportunidades de mejora productiva y cuantificar el impacto de su adopción en los sistemas,
- iii) caracterizar la situación productiva de sistemas de cría tecnificados (intensificados) existentes en el norte de Santa Fe, y evaluar la relación entre las variables relevadas,
- iv) evaluar el desempeño productivo, económico y ambiental de sistemas de cría contrastantes (tradicional vs tecnificados) de la región norte de Santa Fe.

La **hipótesis** es que los sistemas de cría de la región bajo estudio presentan limitantes que afectan la productividad y el resultado económico, y que la intensificación de dichos sistemas resultará en mayor producción de carne producida por unidad de superficie, incrementará el resultado económico y permitirá reducir la intensidad de emisiones de GEI (kg eq CO<sub>2</sub>/kg de carne producido).

Esta tesis representa el primer estudio que caracteriza y evalúa productiva, económica y ambientalmente, sistemas de cría bovina del norte de la provincia de Santa Fe y el impacto de estrategias productivas sobre los resultados económicos y ambientales. Se espera que este

trabajo aporte conocimiento científico publicado en revistas indexadas y a su vez brinde información objetiva y novedosa que sirva para el diseño futuro de sistemas de cría eficientes y sustentables.

## **ESTRUCTURA DE LA TESIS**

El **Capítulo 1** de esta tesis presenta la introducción general de este trabajo, describiendo los antecedentes del tema de investigación, los objetivos, la hipótesis y la estructura general de la tesis.

El **Capítulo 2** presenta una revisión bibliográfica sobre la intensificación de la producción de carne en sistemas de cría en el mundo. Se revisaron estrategias de intensificación de la producción de carne particularmente las relacionadas con los sistemas de cría: carga animal, manejo del pastoreo, incremento de la superficie con especies forrajeras cultivadas, suplementación y prácticas de ordenamiento del rodeo. A su vez se realiza una caracterización de la producción de carne en Argentina. También se presenta el impacto de la intensificación en aspectos productivos, económicos, sociales y ambientales. Finalmente se realizó una síntesis con los principales desafíos de la ganadería de cría en Argentina.

El **Capítulo 3** presenta una caracterización productiva de sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe a partir de fuentes secundarias de información (estadísticas ganaderas, literatura científica e informes técnicos). Esta caracterización permitió identificar un sistema representativo denominado sistema tradicional (sistema base de las simulaciones), el cual se caracterizó a partir de los siguientes parámetros: uso de la superficie, manejo de los recursos forrajeros, manejo del rodeo e indicadores de eficiencia: carga animal ( $\text{vacas ha}^{-1}$ ), destete (%) y producción de carne ( $\text{kg de terneros ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  y  $\text{kg de PV ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ). Además, este capítulo presenta los resultados de una encuesta de opinión sobre priorización de oportunidades de mejora en la oferta forrajera, el manejo del rodeo y las instalaciones para el ganado. Finalmente presenta una evaluación de las principales estrategias de mejora priorizadas en la encuesta. Los resultados de este capítulo se publicaron en la Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo (Gregoretti *et al.*, 2024) y en el 44° Congreso Argentino de Producción Animal 41(1): 275 y 276 (Gregoretti *et al.*, 2021).

El **Capítulo 4** presenta una caracterización productiva de sistemas de cría tecnificados (intensificados) del norte de Santa Fe. Se realizó un relevamiento online de 27

establecimientos CREA de la región sobre variables de estructura, tecnológicas y de eficiencia productiva y reproductiva. Los datos del relevamiento recopilados y analizados se validaron en un taller con los asesores de los establecimientos para validar el sistema tecnificado promedio de la región. Finalmente, se identificaron grupos de establecimientos con similares características productivas y estrategias de manejo diferentes entre grupos. Este capítulo fue publicado en el *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences*, 36, 233-243 (Gregoretto *et al.*, 2020), en el 42° Congreso Argentino de Producción Animal, 39, 229 (Gregoretto *et al.*, 2019) y en una revista técnica de divulgación masiva, *Revista CREA* 2021.

En el **Capítulo 5** se reporta un estudio de simulación de tres sistemas con distinto grado de intensificación utilizando el software Baqueano Cría (Uniagro, 2009) para evaluar la performance productiva y económica. Finalmente se estimaron las emisiones de CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub> de los tres sistemas. Los tres sistemas se diseñaron en un taller de discusión con expertos. Baqueano Cría, es una herramienta de simulación para evaluar la eficiencia productiva y económica de los sistemas. El modelo permite representar de forma simple sistemas de cría bovina estabilizados, estimar el impacto potencial de distintas variables sobre la producción de carne (kg PV ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) y el margen bruto (MB, U\$S ha<sup>-1</sup>) del sistema.

El **Capítulo 6** presenta una discusión general y las conclusiones generales a partir de los principales hallazgos de esta tesis.

En la Figura 1 se presenta un diagrama conceptual que muestra la relación entre los capítulos de la tesis.



**CAPÍTULO 6**

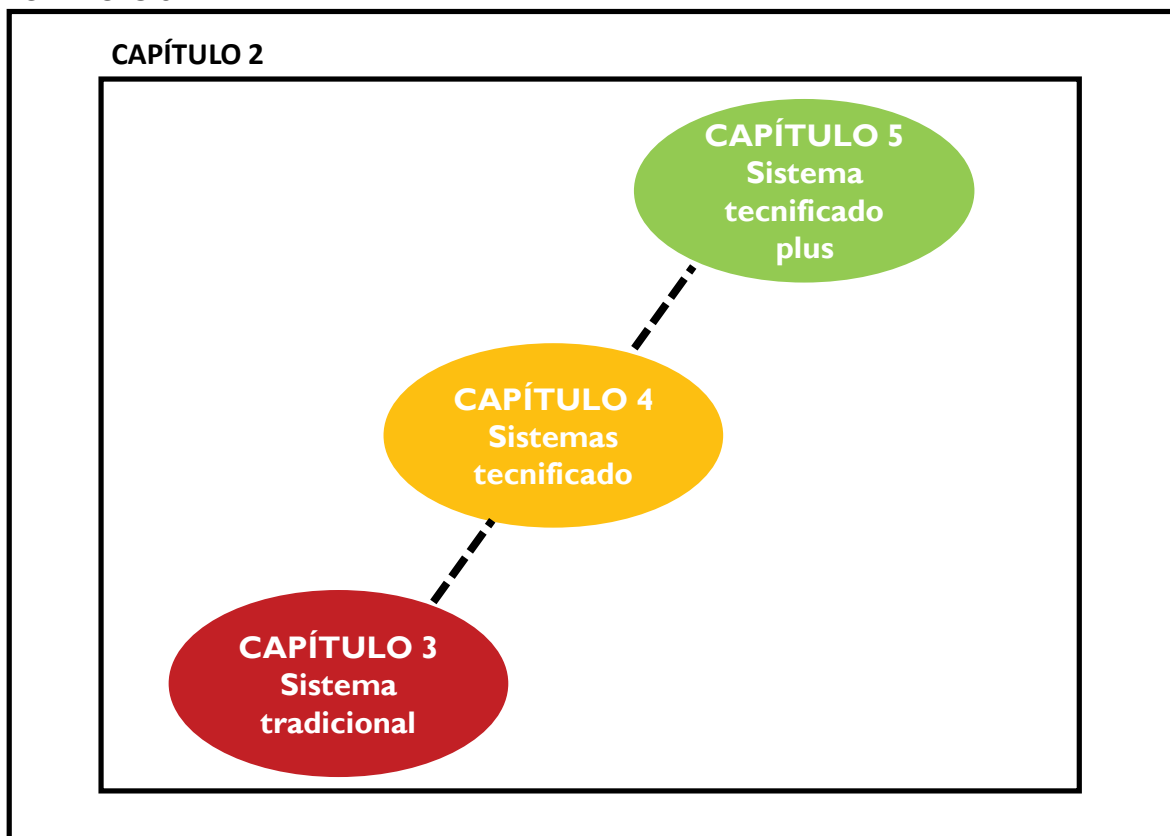


Figura 1. Diagrama conceptual de la relación entre los capítulos de la tesis.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

Arelovich, H.M.; Bravo, R.D. and Martínez, M.F. (2011). Development, characteristics, and trends for beef cattle production in Argentina. *Animal Frontiers* 1(2), 37-45.

Baudracco, J.; Lopez-Villalobos, N.; Holmes, C.W. and Macdonald, K.A. (2010). Effects of stocking rate, supplementation, genotype and their interactions on grazing dairy systems: a review. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 53(2), 109-133.

Baudracco, J.; Lopez-Villalobos, N.; Holmes, C.; Comeron, E.; Macdonald, K. y Barry, T. (2013). e-Dairy: a dynamic and stochastic whole-farm model that predicts biophysical and economic performance of grazing dairy systems. *Animal* 7, 870-878.

Berger, H; Bilotto, F.; Bell, L.W. and Machado, C.F. (2017). Feedbase intervention in a cow-calf system in the flooding pampas of Argentina: 2. Estimation of the marginal value of additional feed. *Agricultural Systems* 158, 68–77.

Checkland, P. and Poulter, J. (2010). Soft systems methodology. In: M. Reynolds, and S. Holwell (eds.), *Systems approaches to managing change: A practical guide*. Springer. London. pp. 191–242.

Engler, P. y Vicente, G. (2011). Modelos de optimización para evaluar la sustentabilidad económica y ambiental en sistemas agrícolas de Entre Ríos. En: Vicien, C.; Pena de Ladaga, S. y Petri, G. (eds) *Modelización económica en el sector agropecuario*. Orientación gráfica. Buenos Aires. pp.131-149.

FAO and NZAGRC. (2017). Low-emissions development of the beef cattle sector in Argentina: reducing enteric methane for food security and livelihoods. FAO. Rome. 39 p.

FAOSTAT. (2024). Datos sobre alimentación y agricultura. <https://www.fao.org/statistics/es> \_Acceso febrero 2024.

Faverin, C. y C. F. Machado. (2019). Tipologías y caracterización de sistemas de cría bovina de la Pampa Deprimida. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences* 35(1), 3–13.

Faverin, C.; Gratton, R. y Machado, C. (2014). Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas de producción de carne vacuna de base pastoril. Revisión bibliográfica. *Revista argentina de producción animal* 34(1), 33-54.

Faverin, C.; F. Bilotto, C.; Fernández Rosso, y C. Machado. (2019). Modelación productiva, económica y de gases de efecto invernadero de sistemas típicos de cría bovina de la Pampa Deprimida. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences* 35(1), 14-25.

Feldkamp, C.R. (2004). *Cow-calf operation in Argentina: a systems approach to intervention assessment*. Pro Business. Berlín. Alemania. 205 p.

Fernández Rosso, C.; Bilotto, F.; Lauric, A.; De Leo, G.A.; Torres Carbonell, C.; Arroqui, M.A.; Sorensen, C.G. and Machado, C. (2020). An innovation path in Argentinean cow-calf operations: Insights from participatory farm system modelling. *Systems Research and Behavioral Science* 1-15.

Fuglie, K.O. (2012). *Productivity growth and technology capital in the global agricultural economy*. CAB International. Wallingford. pp. 335-368.

Gregoretti, G.; Baudracco, J.; Dimundo, C.; Lazzarini, B. y Machado, C. (2019). Caracterización productiva de sistemas tecnificados de cría bovina del norte de Santa Fe, Argentina. *Comunicación. Revista Argentina de Producción animal* 39(1), 229.

Gregoretti, G.; Baudracco, J.; Dimundo, C.; Alesso, A; Lazzarini, B. y Machado, C. (2020). Caracterización productiva de sistemas de cría bovina tecnificados de la región centro norte de Argentina. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences* 36(3), 233-243.

Gregoretti, G.; Baudracco, J.; Dimundo, C.; Scarel, J.; Alesso, A. y Machado, C. (2021). Alternativas de mejora en sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe, Argentina: 1. Encuesta. *Revista Argentina de Producción Animal* 41(1), 275.

Gregoretti, G.; Baudracco, J.; Dimundo, C.; Scarel, J. y Machado, C. (2021). Alternativas de mejora en sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe, Argentina: 2. Simulación. *Revista Argentina de Producción Animal* 41(1), 276.

Gregoretti, G.; Baudracco, J.; Dimundo, C.; Lazzarini, B.; Scarel, J.; Alesso, A. and Machado, C. (2024). Traditional cow-calf systems of the northern region of Santa Fe, Argentina: current situation and improvement opportunities. *Revista de la Facultad de Agronomía UNCuyo* 56(1), 106-116.

Guevara, J.C. and Grunwaldt, E.G. (2012). Status of Beef Cattle Production in Argentina Over the Last Decade and Its Prospects. *Livestock Production* 10, 5772-5971.

Kuivanen, K.S.; Michalscheck, M.; Descheemaeker, K.; Adjei-Nsiah, S.; Mellon-Bedi, S.; Groot, J.C.J. and Alvarez, S. (2016). A comparison of statistical and participatory

clustering of smallholder farming systems - A case study in Northern Ghana. *Journal of Rural Studies* 45, 184-198.

Lara, R.; Lazzarini, B. y J. Baudracco. (2019). Caracterización técnico-productiva de fincas lecheras del Noreste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences* 35(2), 186-195.

Machado, C.F. y Berger, H. (2012). Uso de modelos de simulación para asistir en sistemas de producción de carne. *Revista Argentina de Producción Animal* 32, 87-105.

Machado, C.F.; Morris, S.T.; Hodgson, J.; Arroqui, M.A. and Mangudo, P.A. (2010). A web- based model for simulating whole-farm beef cattle systems. *Computers and Electronics in Agriculture* 74, 129-136.

Nasca, J.A.; Feldkamp, C.R.; Arroquy, J.I. and Colombatto, D. (2015). Efficiency and stability in subtropical beef cattle grazing systems in the northwest of Argentina. *Agricultural systems* 133, 85-96.

Observatorio Ganadero. (2012). Producción de carne bovina de Argentina: Análisis de factores determinantes. Observatorio de la cadena de la carne bovina de Argentina. Informe N° 1. Buenos Aires. 56 p.

Pacini, G.C.; Colucci, D.; Baudron, F.; Righi, E.; Corbeels, M.; Tittonell, P. and Stefanini, F.M. (2014). Combining multi-dimensional scaling and cluster analysis to describe the diversity of the rural households. *Experimental Agriculture* 50(3), 376-397.

Perez, S. y Ferro Moreno, S. (2023). Análisis de la distribución del stock bovino en Argentina: concentración, desigualdad y agrupamiento. *Actualidad económica* 35-46.

Romera, A.J.; Morris, S.T.; Hodgson, J.; Stirling, W.D. y Woodward, S.J.R. (2004). A model for simulating rule-based management of cow-calf systems. *Computer and Electronics in Agriculture* 42, 67-86.

Ruiz, D.E.M.; Pardo Sampere, L.; García Martínez, A.; Rodríguez Alcaide, J.; Pamio, J.O.; Pena Blanco, F. and Domenech García, V. (2000). Technical and allocative efficiency analysis for cattle fattening on Argentina Pampas. *Agricultural systems* 65, 179-199.

SAyDS. (2019). Inventario nacional de gases de efecto invernadero. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inventario\\_de\\_gei\\_de\\_2019\\_de\\_la\\_republica\\_argentina.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inventario_de_gei_de_2019_de_la_republica_argentina.pdf) Acceso febrero 2024

SAGyP. (2023). Informes Técnicos y Estimaciones. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de Argentina, Buenos Aires, Argentina. <https://www.agroindustria.gob.ar> Acceso febrero 2024.

Senasa. (2021). Cadena animal- Estadísticas. <https://www.argentina.gob.ar/senasa/mercados-y-estadisticas/estadisticas/animal-estadisticas> Acceso febrero 2024.

Smith, D.M.; Martino, D.; Cai, Z.; Gwary, D.; Janzen, H.; Kumar, P.; McCarl, B.; Ogle, S.; O'Mara, F.; Rice, C.; Scholes, B.; Sirotenko, O.; Howden, M.; McAllister, T.; Pan, G.; Romanenkov, V.; Schneider, U.; Towprayoon, S.; Wattenbach, M. and Smith, J. (2008). Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philosophical Transactions of The Royal Society B* 363, 789-813.

Tilman, D.; Cassman, K.G.; Matson, P.A.; Naylor, R. and Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418, 671-677.

Van Averbeke, W. and Mohamed, S.S. (2006). Smallholder farming styles and development policy in South Africa: The case of Dzindi Irrigation Scheme. *Agrekon* 45(2), 136-157.

Viglizzo, E.; Frank, F.; Bernardos, J.; Buschiazzo, D. and Cabo, S. (2006). A rapid method for assessing the environmental performance of commercial farms in the pampas of Argentina. *Environmental Monitoring and Assessment* 117, 109–134.

# Capítulo 2:

Intensificación de la producción de carne en sistemas de cría: Revisión Bibliográfica

## INTRODUCCIÓN

La superficie utilizada para la producción ganadera en el mundo representa 77% de las tierras agropecuarias (40 millones de km<sup>2</sup>) (Ritchie and Roser, 2020). El crecimiento de la población y su demanda alimentaria contribuye a las presiones sobre los sistemas de producción de carne y genera la necesidad de mejorar la productividad y eficiencia en la superficie utilizada.

La intensificación en la producción agropecuaria ha constituido una vía para mejorar los resultados productivos y la eficiencia en el sector e incidió en el aumento de la producción de alimentos desde mediados del siglo XX (Tilman *et al.*, 2020; Fuglie *et al.*, 2012). En el sector agropecuario, existen diversas definiciones de intensificación. Donald *et al.* (2001) la definen como el aumento de producción por unidad de área de tierra, considerando a esta como el máximo limitante para la producción agropecuaria. El enfoque de FAO (2004) tiene en cuenta el incremento de producto por unidad de insumo (trabajo, tierra, tiempo, fertilizante, semillas, animales o dinero). Otros autores lo determinan en forma más general como el aumento en las salidas (outputs) por unidad de área (MacLeod and Moller 2006; Moller *et al.*, 2008), al aumentar las entradas (inputs) (Beukes *et al.*, 2012).

La producción de carne en Argentina es muy importante ya que genera 11% de los puestos de trabajo del sector agroindustrial (FADA, 2021) y ocupa el quinto lugar entre las actividades productivas que aportan divisas al país (INDEC, 2020). Los sistemas de cría se caracterizan por presentar baja eficiencia productiva (SAGyP, 2023) comparados con sistemas de cría de otros países productores de carne como Brasil, Estados Unidos y Australia, los cuales presentan una relación terneros/vaca de 80% aproximadamente comparado con el 60% de Argentina (USDA, 2024). La intensificación de los sistemas mediante la adopción de tecnologías de manejo forrajero y del rodeo en esos países permitió incrementar la eficiencia productiva (Beck *et al.*, 2017; Latawiec *et al.*, 2014; Greenwood, 2021).

La producción agropecuaria, junto con la silvicultura y otros usos del suelo es responsable del 22% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial (OECD/FAO, 2022). La ganadería genera dos tercios de las emisiones del sector agropecuario (OECD, 2022) y, por lo tanto, cualquier evaluación de estrategias de cambio tecnológico en los sistemas ganaderos debe contemplar los posibles impactos ambientales de estos cambios. La

intensificación de los sistemas de producción tiende a reducir la intensidad de emisiones (kg CO<sub>2</sub>eq/kg de PV), pero incrementa la cantidad absoluta de emisiones por unidad de superficie. El objetivo de este capítulo fue describir las estrategias de intensificación de la producción de carne utilizadas en el mundo y en particular en Argentina, analizar su impacto en los sistemas de cría bovina y detectar principales desafíos de la ganadería bovina local.

## REVISIÓN Y DISCUSIÓN

### Intensificación de la producción de carne en el mundo

En los últimos 30 años hubo un incremento de aproximadamente 40% en la producción de carne a nivel mundial (FAOSTAT, 2024). Este crecimiento se dio a través del uso de diversas tecnologías que han definido diferentes sistemas productivos en los principales países productores de carne. A continuación, se presenta una descripción de la intensificación en la producción de carne bovina en países y bloques regionales referentes.

**Producción de carne en Brasil.** El 45% de la producción de carne del mundo se concentra en Estados Unidos, Europa y Brasil. Este último, ha experimentado el mayor crecimiento en las últimas décadas, con un aumento del 151% entre 1990 a 2022 (FAOSTAT, 2024). Paralelamente, en Brasil se redujo el área de pastoreo en un 16% (ABIEC, 2019), lo que sugiere una intensificación de los sistemas pastoriles. La producción de carne por hectárea se incrementó de 24,5 a 67,5 kg en el período mencionado (ABIEC, 2019), gracias a tecnologías como la incorporación de especies forrajeras cultivadas, la fertilización, el manejo del pastoreo, la suplementación y el manejo del rodeo (Latawiec *et al.*, 2014). Sin embargo, en algunas regiones de Brasil, aumento de la producción se basa en la deforestación, lo que genera emisiones de GEI y contribuye con el cambio climático (Vale *et al.*, 2019).

**Producción de carne en Estados Unidos.** En Estados Unidos hubo una reducción del 35% del stock de vacas desde 1970, sin embargo, la producción de carne se incrementó aproximadamente un 23% (Beck *et al.*, 2017; FAOSTAT, 2024). Esto se atribuye a una mayor productividad por vientre impulsado por la selección genética para obtener mayor peso y por la mejor alimentación. Además, el aumento en la productividad por vientre fue acompañado por un mayor uso de reservas forrajeras, principalmente heno, lo que incrementa



los costos relacionados con la confección de estas reservas (Beck et al., 2017). A pesar de eso, Whitt and Wallander (2022) reportaron que en la actualidad solo el 40% de los sistemas de cría de Estados Unidos implementan prácticas de mejora tales como el pastoreo rotativo, práctica asociada con la mejora de la productividad de los sistemas pastoriles por permitir el incremento de la carga animal (Beck *et al.*, 2016). La adopción de tecnologías en los sistemas de cría de Estados Unidos está relacionada con el tamaño del sistema y la región donde está ubicado. Así, los sistemas de cría más grandes, ubicados en el oeste y norte de Estados Unidos, con menores costos por vaca tienden a adoptar mayor tecnología y prácticas de manejo que los sistemas de cría más chicos (Gillespie, *et al.*, 2023).

**Producción de carne en Australia.** Australia, que aporta el 4% de la producción mundial de carne bovina (USDA, 2024), es uno de los países con mayor eficiencia pese a las condiciones climáticas y edáficas que restringen la producción agropecuaria en gran parte de su superficie. Como tercer exportador mundial de carne (USDA, 2024), Australia se destaca por su producción especializada para satisfacer los altos estándares de calidad de diversos mercados internacionales (Greenwood, 2021). Su producción creció aproximadamente 12% en los últimos 30 años (FAOSTAT, 2024).

Sin embargo, las frecuentes sequías limitan la carga animal (0,51 a 1,26 cabezas ha<sup>-1</sup> en el norte y el sur del Australia, respectivamente) y la edad de destete (Gleeson *et al.*, 2012). Para mitigar estas limitaciones, Australia ha desarrollado tecnologías que permiten flexibilidad operativa en función de las condiciones estacionales de producción de pastizales. Entre ellas se desatacan el mejoramiento genético de pasturas con temporadas de crecimiento más largas, genotipos de ganado adaptados y más productivo y la suplementación nutricional estratégica, especialmente de fósforo y nitrógeno, para optimizar el uso del forraje disponible que suele ser de baja calidad. Esta última tecnología es fundamental para mantener la productividad ante la variabilidad climática, que incluye patrones de lluvia altamente estacionales y sequías severas (Greenwood *et al.*, 2018).

**Producción de carne en Europa.** A pesar del consumo moderado de carne bovina per cápita, Europa es una de las regiones con mayor producción de carne del mundo, y produce 6,4 millones de toneladas de carne al año (USDA, 2024). Los países que generan la mayor producción son Francia, Alemania, Inglaterra, Italia, España e Irlanda (Hocquette *et al.*, 2018). Los consumidores europeos tienen grandes expectativas en términos de calidad

alimentaria, bienestar animal, métodos de cría extensiva, valor de la carne para la salud, expectativas medioambientales y producción de alimentos con bajo impacto ambiental (Metzger *et al.*, 2018). La diversidad de sistemas ganaderos que existe en Europa dificulta la búsqueda de prácticas y tecnologías que permitan incrementar la producción y calidad de carne para satisfacer la demanda de los consumidores (Hocquette *et al.*, 2018). La producción de carne bovina está alcanzando un techo en Europa, debido a presiones sociales que se transforman en regulaciones ambientales y de bienestar animal. Esto posiblemente hará que los países europeos, como potenciales compradores de alimentos, trasladen las regulaciones ambientales y de bienestar animal a los países exportadores de productos agrícolas y ganaderos tales como Argentina.

### **Intensificación de la producción de carne en Argentina**

Argentina produce anualmente 3 millones de toneladas de carne bovina y ocupa el sexto lugar entre los principales países productores de carne, aportando el 5% de la producción mundial (USDA, 2024). Sin embargo, su producción se ha estancado desde 1980 (SAGyP, 2023), contrastando con el aumento del 40% a nivel global (FAOSTAT, 2024). Este estancamiento se debe a la baja eficiencia reproductiva de los vientres del stock, las altas tasas de mortandad y a los bajos pesos de faena en Argentina.

Los bajos pesos de faena se explican por la gran cantidad de animales que se faenan el mismo año en el que son destetados (18 meses de edad en promedio; CREA, 2020), lo que resulta en invernadas cortas (menos de 12 meses de duración). Desde 2003, la tasa de extracción de machos jóvenes aumentó del 65 al 100% (CREA, 2020). Estos bajos pesos de faena responden a la preferencia de un mercado interno, que consume el 70% de la producción, por animales jóvenes y livianos (IPCVA, 2021).

La baja eficiencia reproductiva del stock nacional se relaciona con el desplazamiento de la producción hacia zonas de menor potencial productivo, como el norte del país (Guevara and Grünwaldt, 2012; Pérez y Ferro Moreno, 2023), y la concentración de la cría en ambientes menos productivos dentro de los establecimientos (Observatorio Ganadero, 2012). Esto se traduce en una oferta de alimentos menor y más variable, lo que afecta la producción.

Otro factor importante son las mermas (mortandad de terneros desde la preñez hasta el destete). Un análisis de 737 registros en 3 campañas y en diferentes regiones del país dio un promedio de casi 9%, registrando máximos de hasta 45% (CREA, 2018).

La producción de carne en zonas menos productivas no fue acompañada por la adopción de tecnologías y prácticas de manejo adecuadas, lo que resulta en baja eficiencia productiva y reproductiva (Arelovich *et al.*, 2011; SAGyP, 2023). La relación promedio entre la cantidad de terneros destetados por vaca se mantiene sin grandes variaciones entre 60% y 65% en los últimos 60 años (SAGyP, 2023). La baja eficiencia se acentúa en los sistemas de cría del norte del país donde la relación terneros/vaca es inferior a 50% y la producción de carne promedio es 104% inferior al de la Región Pampeana (SAGyP, 2023).

En Argentina, el 70% de la producción de carne se destina al mercado interno, teniendo uno de los consumos por habitante más altos del mundo, con 48 kg de carne/habitante/año (IPCVA, 2021). A pesar de esto, Argentina ocupa actualmente el cuarto lugar entre los países exportadores de carne del mundo (USDA, 2024).

A diferencia de los subsidios a la producción en otros países, Argentina ha implementado restricciones y retenciones a la exportación para controlar los precios internos (Boletín Oficial, 2021). Estas políticas generan incertidumbre y desincentivan el crecimiento, afectando la relación con los mercados externos y la producción. A continuación, se describen tecnologías útiles para incrementar la productividad de los sistemas de cría bovina.

### **Tecnologías para la intensificación de los sistemas de producción de carne**

Se describen a continuación las principales estrategias que permiten incrementar la productividad en los sistemas de cría.

**Carga animal.** En los sistemas pastoriles la tierra es el recurso más limitante para la productividad, así, para incrementar la producción de carne en estos sistemas es importante optimizar la producción por hectárea mediante el aumento de la producción y utilización de pastos (Pretty, 1997; Coffey *et al.*, 2017). La carga animal de los sistemas pastoriles, es decir el número de animales por unidad de área de tierra utilizada durante un periodo determinado, es el factor de mayor influencia en la eficiencia del sistema (Holmes and Roche, 2007). El control de la intensidad del pastoreo mediante el manejo de la carga ganadera es una herramienta importante para regular la cantidad de energía solar capturada y convertida en producción de carne bovina (Briske and Heitschmidt, 1991). Esto es así porque la carga animal impacta en la producción de forraje y la utilización por parte de los animales (McMeekan and Walshe, 1963; Baudracco *et al.*, 2010).

En ambientes con variación importante de la producción de forraje debido a las diferencias estacionales en las precipitaciones y/o temperatura, como ocurre en la mayoría de los ambientes donde se desarrollan los sistemas de cría en Argentina, la tasa de carga óptima para alcanzar un objetivo de rendimiento específico varía ampliamente entre las estaciones y los años (Mott, 1960; Wheeler *et al.*, 1973; Aiken, 2016). Hacer coincidir los requisitos de las vacas de cría con la oferta de energía en los sistemas de pastoreo es uno de los principales desafíos para la intensificación de la ganadería de cría (Tittonell *et al.*, 2016). El manejo eficiente del pastoreo podría mejorar la respuesta económica y ambiental de los sistemas de cría (Do Carmo *et al.*, 2016; Paparamborda *et al.*, 2023).

**Manejo del pastoreo.** Es una de las tecnologías más promocionadas para aumentar la capacidad de carga de las pasturas, ya que puede mejorar la eficiencia en el aprovechamiento y la persistencia de las especies forrajeras deseables (Beck *et al.*, 2016). Sin embargo, los estudios que analizan los beneficios económicos de esta práctica en los sistemas productivos no son concluyentes. Muchos estudios experimentales no han encontrado diferencias significativas en la productividad vegetativa o animal al incorporar el pastoreo rotativo (Byrnes *et al.*, 2018). Otros, en cambio, observaron una disminución del peso de los terneros destetados en sistemas en los que se aplicó esta modalidad de manejo (Beck *et al.*, 2016; Wyatt *et al.*, 2012a; Wyatt *et al.*, 2012b). No obstante, Chestnut *et al.* (1992), Hoveland *et al.* (1997) y Lomas *et al.* (2000) no encontraron diferencias en el peso corporal de los terneros al destete entre el pastoreo continuo y rotativo. Por otro lado, Hoveland *et al.* (1997) reportaron un mayor peso de destete en terneros de vacas manejadas con pastoreo rotativo. Si el pastoreo rotativo no se gestiona adecuadamente con la carga animal correspondiente, puede conducir a sobrepastoreo (debido a demoras en el cambio de potreros), lo que afecta la persistencia y producción de las pasturas. Esto podría explicar la incongruencia de resultados en diversos estudios previos.

**Incremento de superficie cultivada con especies forrajeras.** Los sistemas de cría de Argentina se desarrollan en ambientes con características de clima y suelo restrictivos para la siembra de cultivos agrícolas y/o pasturas cultivadas. Por eso, estos sistemas presentan la mayor parte de su superficie con campo natural y desarrollan la actividad ajustando el sistema a la oferta de las especies forrajeras naturales (Arelovich *et al.*, 2011; Blanco *et al.*, 2019). Estas especies forrajeras presentan estacionalidad en la oferta de biomasa aérea. En la región

norte del país, predominan pastizales con especies forrajeras estivales lo que determina un marcado crecimiento estacional con máxima producción desde octubre hasta abril y escasa o nula producción entre mayo y septiembre (INTA, 2018).

En Argentina se demostró que se puede incrementar la producción de carne mediante la siembra de pasturas forrajeras perennes y cultivos anuales, combinadas con otras prácticas de manejo. Se reportaron incrementos de hasta 45% en indicadores reproductivos debido a la incorporación de especies cultivadas, lo que permitió un aumento de la oferta de biomasa aérea que resultó en un aumento de hasta 63% en la producción de carne (Faverin *et al.*, 2019; Fernandez Rosso *et al.*, 2020). Las especies forrajeras más adaptadas a la región norte de Argentina son las megatérmicas, es decir especies C4 (Arelovich *et al.*, 2011; INTA, 2018). Estas especies tienen crecimiento estival con baja calidad nutricional en comparación a especies forrajeras templadas, y permiten incrementar la productividad y receptividad e incrementar la ganancia de peso en categorías críticas como las vaquillonas de reposición (INTA, 2018).

**Suplementación del ganado.** En los sistemas pastoriles, la suplementación permite estabilizar la variación estacional de oferta y calidad de alimentos inherente a estos sistemas. La suplementación también da flexibilidad al sistema y permite un uso más intensivo del pasto a través del aumento de la carga animal (Holmes and Matthews, 2001). Sin embargo, la respuesta a la suplementación es variable y no es lineal. Así, niveles muy altos de suplementación podrían no resultar en una mayor rentabilidad. La partición de la energía dentro del animal y la tasa de sustitución parecen ser los principales mecanismos subyacentes que explican las diferencias en las respuestas productivas a los suplementos, el déficit energético, i.e. diferencia entre demanda y consumo de energía del animal, es un impulsor clave de la respuesta a los suplementos, ya que afecta tanto a la partición de la energía como a la tasa de sustitución (Baudracco *et al.*, 2010). A medida que aumenta el déficit energético aumenta la respuesta a los suplementos. El déficit energético se incrementa debido a un aumento de la demanda de energía dentro del animal o a un déficit de energía disponible para satisfacer la demanda. Por lo tanto, el déficit energético se modifica por el potencial genético y fisiológico del animal, la cantidad y calidad de pastos y suplementos, entre otros factores (Baudracco *et al.*, 2010).

En ambientes con pastizales donde se desarrolla la cría, y especialmente en el norte del país, los pastizales tienen baja digestibilidad de la materia seca, la cual es mayor en primavera (55 a 65%), menor en verano y otoño, y mínima en invierno (45 a 50%) (INTA, 2018). La suplementación equilibrada energético proteica permitiría incrementos en la ganancia de peso por una mejora en la digestibilidad de la dieta total y aumentos en el consumo (Barbizan *et al.*, 2020)). Además, el contenido de proteína bruta (PB) de los pastizales naturales es bajo, varía entre 9 a 12% en primavera y entre 4 a 6% en invierno (INTA, 2018). Por lo tanto, la suplementación invernal con alimentos energéticos y proteicos es una tecnología muy útil para lograr ganancias de peso adecuadas, principalmente en categorías en crecimiento como las vaquillonas para reposición.

### **Ordenamiento del rodeo de cría.**

**Intervalo entre partos.** Un intervalo entre partos de 365 días es un objetivo clave para lograr alta eficiencia reproductiva en los sistemas de cría. El período de servicios en un rodeo de cría debe iniciarse en el momento de mayor oferta forrajera del sistema para hacer coincidir el mayor suministro de nutrientes con el momento de máximos requerimientos de las vacas que es el último mes de la gestación y el inicio de la lactancia (Disking and Kenny, 2014). En los sistemas de cría de Argentina este momento se da en los meses de octubre y noviembre (Arelovich *et al.*, 2011).

**Estacionamiento de servicios.** El estacionamiento del servicio permite aplicar de manera ordenada otras herramientas de manejo del rodeo de cría como el destete y la detección de preñez y a su vez permite acoplar el crecimiento del pasto con los requerimientos animales. El manejo del destete permite reducir los requisitos nutricionales de las vacas, restableciendo la actividad hormonal para lograr un mejor rendimiento reproductivo (Diskin and Kenny, 2014).

**Indicadores reproductivos.** Los sistemas de cría en general en Argentina no realizan detección de preñez y no llevan registros productivos. Por este motivo, no se conoce el valor promedio de preñez en estos sistemas. Sin embargo, la baja adopción de tecnologías en los mismos hace esperable que la preñez sea baja. La detección de preñez debe realizarse para detectar las vacas improductivas (vacías) antes del período de escasez de pasto en el sistema. Al detectar las vacas improductivas del sistema es posible planificar el descarte de vacas, que

representan el segundo producto importante de los sistemas de cría, después de los terneros, generando entre 40 y 50% de los ingresos del productor (SAGyP, 2023).

### **Impacto de la intensificación de la producción de carne**

En Argentina, se han evaluado diferentes tecnologías de manejo de forrajes que, combinadas con tecnologías de manejo del rodeo, podrían mejorar la productividad de la cría bovina. Estas tecnologías incluyen la producción de reservas forrajeras (Romera *et al.*, 2005), siembra de especies forrajeras cultivadas perennes, reducción de la edad de primer servicio, reducción de la edad de destete (Bilotto *et al.*, 2019; Faverin *et al.*, 2019; Fernandez Rosso *et al.*, 2020).

En los sistemas pastoriles, las variaciones estacionales e interanuales en el crecimiento de los pastos generan períodos de excedentes y escasez de alimento (Berger *et al.*, 2017). Las prácticas de manejo que reducen la frecuencia o la intensidad de las principales brechas alimentarias pueden mejorar en gran medida la rentabilidad de una empresa ganadera (Bell *et al.*, 2016). Las fuentes de alimento externas pueden ser una opción, pero deben satisfacer las necesidades de nutrientes de manera rentable.

La mayoría de las actividades económicas tienen un impacto en el medio ambiente (Pretty *et al.*, 2000; Prugh *et al.*, 1999). En los sistemas de cría bovina, las iniciativas para cuidar el ambiente se relacionan principalmente a una reducción de la intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero (Nieto *et al.*, 2020), asociados al cambio climático por su potencial de calentamiento global. La producción de carne contribuye con el 80% de las emisiones de GEI dentro del sector ganadero (SAyDS, 2019), y la cría es responsable de una parte importante de esas emisiones debido a un mayor número de animales involucrados, que no siempre contribuyen directamente a la producción de carne debido a la baja eficiencia de estos sistemas en Argentina.

La intensificación de los sistemas de producción tiende a reducir la intensidad de emisiones (Kg CO<sub>2</sub>eq/Kg de carne), siendo éste un buen indicador de la eficiencia de los sistemas. Un equipo de expertos en sistemas ganaderos de Argentina identificó las mejoras necesarias para los sistemas ganaderos de carne, para mejorar la eficiencia productiva y mitigar las emisiones de GEI, detallando las siguientes: (i) mejorar la calidad y productividad de los pastos y pastizales nativos, (ii) mejorar el manejo de los pastos, (iii) alimentación y

suplementación estratégicas para abordar las limitaciones de la estacionalidad de las pasturas, y (iv) mejores intervenciones en manejo y salud del rodeo (FAO and NZAGRC, 2017). Así, las mejoras de la eficiencia productiva y reproductiva de los sistemas de cría mediante la adopción de tecnologías relacionadas al manejo de la oferta forrajera y del rodeo permitirían incrementar la producción de carne de los sistemas de cría y simultáneamente reducir la intensidad de emisiones de GEI de la ganadería. En este sentido, Gonzalez Fischer y Bilenca (2020) determinaron que es posible incrementar aproximadamente 15% la producción de carne en Argentina, sin un aumento significativo en el impacto ambiental del sector.

### **Principales desafíos de la ganadería bovina Argentina**

Los sistemas ganaderos de carne de Argentina necesitan ser sustentables desde el punto de vista económico, social y ambiental. La eficiencia productiva y reproductiva de los sistemas de cría son el factor principal relacionado con la rentabilidad de dichos sistemas (Diskin and Kenny, 2014). Existe potencial para incrementar el número de vacas preñadas por año y la cantidad de terneros destetados. Se ha demostrado que el incremento en el porcentaje de preñez y de destete conducen a incrementos en la rentabilidad, a la vez que contribuyen con la mitigación de las emisiones de GEI para sistemas de cría de Argentina (Fernandez Rosso *et al.*, 2020; Faverin *et al.*, 2019).

La baja oferta forrajera y la baja calidad del forraje, junto a la escasa adopción de tecnologías de manejo del rodeo son los principales factores que se necesitan mejorar para incrementar la eficiencia productiva y reproductiva de los sistemas de cría de Argentina. Se necesita analizar el impacto de incorporar especies forrajeras cultivadas que incrementen la productividad y la calidad del forraje en estos sistemas. Además de un manejo estratégico de la suplementación. Por otro lado, la implementación de tecnologías en el sistema de cría necesita un manejo ordenado del rodeo (estacionamiento del servicio). Para ello es necesario invertir en mejoras en infraestructura de los sistemas. La carga animal y su regulación en los sistemas de cría también es un indicador que debe mejorarse y los factores de oferta forrajera y ordenamiento del rodeo mencionados están relacionados con el incremento y la regulación del número de animales por hectárea.

Mejorar la eficiencia de los sistemas de cría en Argentina es fundamental para el desarrollo económico y social del país. Se necesitan estudios de impacto de adopción de tecnología en los sistemas ganaderos con el objetivo de diseñar sistemas productivos que incrementen la



producción de carne en Argentina. Por otro lado, la investigación debe coordinarse con políticas públicas y planes de extensión para que las estrategias de mejora productiva sean adoptadas por los productores. La oferta forrajera y el manejo del rodeo son las principales limitantes a mejorar para incrementar la productividad de los sistemas de cría en Argentina. Es posible incrementar la productividad, pero es necesario abordar las limitantes mencionadas para lograr dicho objetivo.

## CONCLUSIONES

La producción mundial de carne ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas, impulsado por las diversas tecnologías que han dado lugar a diferentes sistemas productivos. Brasil, Estados Unidos, Australia y Europa son ejemplos de cómo la intensificación, adaptada a las condiciones locales, ha permitido aumentar la producción de carne. Sin embargo, cada región enfrenta desafíos particulares.

Brasil, a pesar de su importante crecimiento, enfrenta el problema de la deforestación, que impacta negativamente en el medio ambiente. Estados Unidos, por su parte, ha logrado aumentar la producción a pesar de la reducción del stock de vacas, gracias a mejoras genéticas y de alimentación, aunque la adopción de prácticas de manejo sostenibles aún es limitada. Australia, a pesar de las limitaciones climáticas, ha desarrollado tecnologías innovadoras, para adaptar la producción a las condiciones estacionales. Europa, con altas expectativas de los consumidores en cuanto a calidad y sustentabilidad, se enfrenta al desafío de adaptar sus sistemas productivos a las exigencias del mercado y las regulaciones ambientales.

En contraste con la tendencia mundial, la producción de carne en Argentina se ha estancado debido a la baja eficiencia reproductiva, la alta tasa de mortandad y los bajos pesos de faena. Estos problemas se ven agravados por el desplazamiento de la producción hacia zonas menos productivas, la baja adopción de tecnologías y políticas gubernamentales que han generado incertidumbre en el sector.

Para impulsar la producción de carne en Argentina, es fundamental abordar las limitaciones identificadas. La mejora de la oferta forrajera, el manejo estratégico de la suplementación, el ordenamiento del rodeo, la adopción de tecnologías de manejo y la implementación de políticas que fomenten la inversión y la adopción de prácticas

sustentables son elementos clave para lograr un crecimiento sustentable y eficiente en el sector ganadero argentino.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. (2019). Beef Report 2019 – ABIEC. <http://abiec.com.br/en/publicacoes/beef-report-2019-2/> Acceso febrero 2024.

Aiken, G. E. (2016). Grazing management options in meeting objectives of grazing experiments. *The Professional Animal Scientist* 32,1–9.

Arelovich, H.M.; Bravo, R.D. and Martínez, M.F. (2011). Development, characteristics, and trends for beef cattle production in Argentina. *Animal Frontiers* 1(2), 37-45.

Barbizan, M.; Lisboa Valente, E.E.; Leonardi Damasceno, M.; Lopez, S.A.; de Souza Tanaka, E.; Pereira Barros Junior, C. and Vieira Rocha Melo, B. (2020). Balanced protein/energy supplementation plan for beef cattle on tropical pasture. *Livestock Science* 241, 104211.

Baudracco J.; Lopez-Villalobos, N.; Holmes, C. and Macdonald, K. (2010). Effects of stocking rate, supplementation, genotype and their interactions on grazing dairy systems: a review. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 1-25.

Beck, P.A.; Gadberry, M.A.; Gunter, S.A.; Kegley, E.B. and Jennings, J.A. (2017). Invited Review: Matching forage systems with cow size and environment for sustainable cow-calf production in the southern region of the United States. *The Professional Animal Scientist* 33, 289–296.

Beck, P.A.; Stewart, C.B.; Sims, M.B.; Gadberry, M.S. and Jennings, J.A. (2016). Effects of stocking rate, forage management, and grazing management on performance and economics of cow–calf production in Southwest Arkansas. *Journal of Animal Science* 94, 3996-4005.

Bell, L.W.; Moore, A.D. and Thomas, D.T. (2016). Feed-base strategies that reduce risk of feedgaps in livestock systems across Australia's mixed farming zone. In: A.S.O.A. (eds) 31st Biennial Conference of the Australian Society of Animal Production. Adelaide. p.1118.

Berger, H.; Bilotto, F.; Bell, L.W. and Machado, C. (2017). Feedbase intervention in a cow-calf system in the flooding pampas of Argentina: 2. Estimation of the marginal value of additional feed. *Agricultural systems* 158, 68-77.

Beukes, P.; Scarsbrook, M.; Gregorini, P.; Romera, A.; Clark, D.; Catto, W. (2012). La relación entre la producción de leche y el excedente de nitrógeno de la región de Waikato, Nueva Zelanda. *Journal of Environmental Management* 93, 44–51.

Bilotto, F.; Recavarren, P.; Vibart, R. and Machado, C. (2019). Backgrounding strategy effects on farm productivity, profitability and greenhouse gas emissions of cow-calf systems in the Flooding Pampas of Argentina. *Agricultural systems* 176, 102688.

Blanco, L.J.; Durante, M.; Ferrante, D.; Quiroga, R.E.; Demaría, M. y Di Bella, C.M. (2019). Red nacional de monitoreo de pastizales naturales de Argentina: productividad forrajera de la vegetación extrapampeana. *Revista de investigaciones agropecuarias* 3, 1-4.

Boletín Oficial. (2021). Boletín Oficial de la República Argentina. <https://www.boletinoficial.gob.ar/> Acceso marzo 2024.

Briske, D. D., and Heitschmidt, R.K. (1991). An ecological perspective. In: Heitschmidt, R.K. and Stuth, J.W. (eds) *Grazing Management: An Ecological Perspective*. Timber Press. Portland. pp. 11-26.

Byrnes, R.C.; Eastburn, D.J.; Tate, K.W. and Roche, L.M. (2018). “A Global Meta-Analysis of Grazing Impacts on Soil Health Indicators. *Journal of Environmental Quality* 47, 758–765.

Chestnut, A. B.; Fribourg, H.A.; Onks, D.O.; McLaren, J.B.; Gwinn, K.D. and Mueller, M.A. (1992). Performance of cows and calves with continuous or rotational stocking of endophyteinfested tall fescue-clover pastures. *Journal of Production Agriculture* 5, 405–408.

Coffey, E.; Delaby, L.; Fitzgerald, S.; Galvin, N.; Pierce, K. and Horan, B. (2017). Effect of stocking rate and animal genotype on dry matter intake, milk production, body weight, and body condition score in spring-calving, grass-fed dairy cows. *Journal of Dairy Science* 100, 7556–7568.

CREA. (2018). Mermas en las empresas de cría: ¿un problema técnico o económico? Informe técnico de ganadería. <https://www.crea.org.ar/wp->

[content/uploads/2018/12/Informe\\_Tecnico\\_Ganaderia\\_Nro2\\_MermasReproductivas.pdf](content/uploads/2018/12/Informe_Tecnico_Ganaderia_Nro2_MermasReproductivas.pdf)

Acceso mayo 2024.

CREA. (2020). Indicadores de la cadena. Área de ganadería I+D, CREA. Buenos Aires 3 p.

Diskin, M. and Kenny, D. (2014). Optimising reproductive performance of beef cows and replacement heifers. *Animal* 8(1), 27-39.

Donald, P.; Green, R. and Heath, M. (2001). Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings of the Royal Society of London* 268, 25-29.

Do Carmo, M.; Claramunt, M.; Carriquiry, M. and Soca, P. (2016). Animal energetics in extensive grazing systems: Rationality and results of research models to improve energy efficiency of beef cow-calf grazing Campos systems. *Journal of Animal Science* 94(6), 84-92.

FADA. (2021). Aporte de las cadenas agroindustriales al PBI año 2020. <file:///C:/Users/Win10/Downloads/Producto%20Bruto%20Interno%202020.pdf> Acceso marzo 2024.

FAO (2004). The ethics of sustainable agricultural intensification. In: *FAO Ethics Series* 3. Rome. 37 p.

FAO and NZAGRC. (2017). Low-emissions development of the beef cattle sector in Argentina: reducing enteric methane for food security and livelihoods. FAO. Rome. 39 p.

FAOSTAT. (2024). Food and Agriculture data <http://www.fao.org/faostat/en/#home> Acceso febrero 2024.

Faverin, C.; Bilotto, F.; Fernández Rosso, C, y Machado, C. (2019). Modelación productiva, económica y de gases de efecto invernadero de sistemas típicos de cría bovina de la Pampa Deprimida. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences* 35(1), 14-25.

Fernández Rosso, C.; Bilotto, F.; Lauric, A.; De Leo, G.A.; Torres Carbonell, C.; Arroqui, M.A.; Sorensen, K. and Machado, C. (2020). An innovation path in Argentinean cow-calf operations: Insights from participatory farm system modelling. *Systems Research and Behavioral Science* 1-15.

Fuglie, K.O. (2012). Productivity growth and technology capital in the global agricultural economy. CAB International. Wallingford. pp. 335-368.

Gillespie, J.; Whitt, C. and Davis, C. (2023). Structure, management practices, and production costs of U.S. beef cow-calf farms. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/107013/err-321.pdf?v=4229> Acceso Diciembre 2024.

Gonzalez Fischer, C. and Bilenca, D. (2020). Can we produce more beef without increasing its environmental impact? Argentina as a case study. *Perspectives in Ecology and Conservation* 18, 1–11.

Gleeson, T.; Martin, P. and Mifsud, C. (2012) Northern Australian beef industry: Assessment of risks and opportunities. ABARES. Canberra. 76 p.

Greenwood, P.L. (2021). Review: An overview of beef production from pasture and feedlot globally, as demand for beef and the need for sustainable practices increase. *Animal* 15, 100295.

Greenwood, P.L.; Gardner, G.E. and Ferguson, D.M. (2018). Current situation and future prospects for the Australian beef industry - A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 31(7), 992-1006.

Guevara, J.C. and Grunwaldt, E.G. (2012). Status of Beef Cattle Production in Argentina Over the Last Decade and Its Prospects. *Livestock Production* 10, 5772-50971.

Hocquette, J.F.; Ellies-Oury, M.P.; Lherm, M.; Pineau, C.; Deblitz, C. and Farmer, L. (2018). Current situation and future prospects for beef production in Europe - A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 31(7), 1017-1035.

Holmes, C. and Matthews, P. (2001). Feeding of conserved forage implications to grassland management and production. In: Gomide, G.A., Mattos, W.R.S. and da Silva S.C. (eds). *Proceedings of the XV International Grassland Congress*. Piracicaba. pp 671-679.

Holmes, C. and Roche, J. (2007). Pasture and supplements in New Zealand Dairy Production Systems. In: Rattray, P. V.; Brookes, I.M and Nicol, A.M. (eds). *Pasture and supplements for grazing animals*. New Zealand Society of Animal Production. Hamilton. Ch 13.

Hoveland, C. S.; McCann, M.A. and Hill, N.S. (1997). Rotational vs. continuous stocking of beef cows and calves on mixed endophyte- free tall fescue-bermudagrass pasture. *Journal of Production Agriculture* 10,245–250.

INDEC. (2020). Intercambio comercial argentino <https://www.indec.gob.ar/> Acceso marzo 2024.

INTA. (2018). La cría en el NEA. 1era edición. INTA. 159 p.

IPCVA. (2021). Estadísticas. <http://www.ipcva.com.ar/> Acceso marzo 2024.

Kugler, N.; Giorgetti, H.D.; Rodriguez, G.D.; Cecchi, G.; Montenegro, O.A. and Busso C.A. (2008). Cow Performance in Conventional Versus Early Weaning Herds in North Patagonia, Argentina. *Rangelands* 30(1), 12-16.

Latawiec, A. E.; Strassburg, B.N.; Valentim, J. F.; Ramos, F.; Alves-Pinto, H.N. (2014). Intensification of cattle ranching production systems: Socioeconomic and environmental synergies and risks in Brazil. *Animal* 8(8), 1255-1263.

Lomas, L. W.; Moyer, J.L.; Milliken, G.A. and Coffey, K.P. (2000). Effects of grazing system on performance of cow-calf pairs grazing bermudagrass pastures interseeded with wheat and legumes. *Professional Animal Scientist* 16, 169–174.

MacLeod, C. and Moller, H. (2006). Intensification and diversification of New Zealand agriculture since: an evaluation of current indicators of land use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 115, 201–218.

McMeekan, C.P. and Walshe, M. (1963). Inter-relationships of grazing methods and stocking rate in efficiency of pasture utilization by dairy cattle. *Journal of Agricultural Science* 61, 147– 166.

Metzger M.J.; Murray-Rust, D.; Houtkamp, J.; Jensen, A.; la Riviere I.; Paterson J. S.; Perez-Soba, M. and Valluri-Nitsch, C. (2018). How do Europeans want to live in 2040? Citizen visions and their consequences for European land use. *Regional Environmental Change* 18, 789-802.

Moller, H.; MacLeod, C.; Haggerty, J.; Rosin, C.; Blackwell, G.; Perley, C.; Meadows, S.; Weller, F.; and Gradwohl, M. (2008). Intensification of New Zealand agriculture: implications for biodiversity. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 51, 253–263.

Mott, G. (1960). Grazing pressure and the measurement of pasture production. *Proceedings of the 8th International Grassland Congress Reading*. pp. 606–611.

Nieto, M.I.; Frigerio, K.; Reiné, R.; Barrantes, O.; Privitello and M.J.L. (2020). The management of extensive livestock systems and its relationship with greenhouse gas emissions. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 52(2), 176-188.

Observatorio Ganadero. (2012). Producción de carne bovina de Argentina: Análisis de factores determinantes. Observatorio de la cadena de la carne bovina de Argentina, Informe N° 1. Buenos Aires . 56 p.

OECD/FAO (2022). OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2022-2031 [https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2022-2031\\_820ef1bb-es#:~:text=El%20informe%20OCDE%20FAO%20Perspectivas,la%20planificaci%C3%B3n%20de%20pol%C3%ADticas%20p%C3%BAblicas](https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/ocde-fao-perspectivas-agricolas-2022-2031_820ef1bb-es#:~:text=El%20informe%20OCDE%20FAO%20Perspectivas,la%20planificaci%C3%B3n%20de%20pol%C3%ADticas%20p%C3%BAblicas) Acceso febrero 2024.

Paparamborda, I.; Dogliotti, S.; Soca, P. and Rossing, W. (2023). A conceptual model of cow-calf systems functioning on native grasslands in a subtropical región. *Animal* 17, 100953.

Perez, S. y Ferro Moreno, S. (2023). Análisis de la distribución del stock bovino en Argentina: concentración, desigualdad y agrupamiento. *Actualidad económica* 35-46.

Pretty, J. (1997). The sustainable intensification of agriculture. *Natural Resources Forum* 21, 247–256.

Pretty, J.; Brett, C.; Gee, D.; Hine, R.; Mason, C.; Morison, J.; Raven, H.; Rayment, M. and van der Bij, G. (2000). An assessment of the total external costs of UK agriculture. *Agricultural Systems* 65, 113–136.

Prugh, T.; Costanza, R.; Daly, H.; Goodland, R.; Cumberland, J. and Norgaard, R. (1999). *Natural capital and human economic survival*. CRC Press-Lewis Publishers. USA. 208 p.

Ritchie. H. and Roser. M. (2020). Meat and dairy production. <https://ourworldindata.org/meat-production> Acceso febrero 2024.

Romera, A.J.; Morris, S.T.; Hodgson, J.; Stirling, W.D. and Woodward, S.J.R. (2005). Comparison of haymaking strategies for cow-calf systems in the Salado Region of Argentina using a simulation model. 2. Incorporation of flexibility in the decision rules. *Grass and Forage Science* 60, 409–416.

SAyDS. (2019). Inventario nacional de gases de efecto invernadero. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inventario\\_de\\_gei\\_de\\_2019\\_de\\_la\\_republica\\_argentina.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inventario_de_gei_de_2019_de_la_republica_argentina.pdf) Acceso febrero 2024.

SAGyP. 2023. Informes Técnicos y Estimaciones. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de Argentina, Buenos Aires, Argentina. <https://www.agroindustria.gob.ar> Acceso febrero 2024.

Tilman, D.; Cassman, K.G.; Matson, P.A.; Naylor, R. and Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418, 671-677.

Tittonell, P.; Klerkx, L.; Baudron, F.; Fron, G.F.; Ruggia, G.; van Apeldoorn, D.; Dogliotti, S.; Mapfumo, P. and Rossing, W.A.H. (2016). In: Lichtfouse, E. (ed) *Sustainable Agriculture Reviews* vol. 19. Springer. New York. pp. 1-34.

USDA. (2024). Livestock and Poultry: World markets and trade. [https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf) Acceso febrero 2024.

USDA NASS (National Agricultural Statistics Service). 2015. Agricultural Statistics 2015. <https://www.nass.usda.gov/> Acceso Febrero 2024.

Vale, P.; Gibbs, H.; Vale, R.; Christie, M.; Florence, E.; Munger, J.; Sabaini, D. (2019). The expansion of intensive beef farming to the Brazilian Amazon. *Global Environmental Change* 57, 101922.

Wheeler, J.L.; Burns, J.C.; Mochrie, R.D. and Gross, H.D. (1973). The Choice of Fixed or Variable Stocking Rates in Grazing Experiments. *Experimental agriculture* 9(4), 289-302.

Whitt, C. and Wallander, S. (2022). Rotational grazing adoption by cow-calf operations. U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service. 243. <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/105077/eib-243.pdf?v=9712.4> Acceso Diciembre 2024.

Wyatt, W. E.; Venuto, B.C.; Gillespie, J.M.; Blouin, D.C. and McCormick, M.E. (2012)a. Effects of year-round stocking methods and stocking rates on seasonal forage response and cow-calf weight gain in the gulf coast region of the United States. *The Professional Animal Scientist* 28, 588–603.

Wyatt, W. E.; Venuto, B.C.; Gillespie, J.M.; Blouin, D.C. and Redfearn, D.D. (2012)b. Effects of year-round stocking rates and stocking methods on performance of cow-



calf pairs grazing dallisgrass- common bermudagrass pastures overseeded with annual ryegrass. *The Professional Animal Scientist* 28, 417–432.

# Capítulo 3:

## Sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe: situación actual y oportunidades de mejora

Este capítulo fue publicado en 2024 en la Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo 56(1): 106-116. Gregoretti, G.; Baudracco, J.; Dimundo, C.; Lazzarini, B.; Scarel, J.; Alesso, A. and Machado, C. <https://doi.org/10.48162/rev.39.127>

## RESUMEN

Los sistemas de cría son el núcleo de la importante industria nacional de carne bovina de Argentina. Los objetivos del presente estudio fueron: i) caracterizar la situación productiva de sistemas de cría tradicionales del norte de la provincia de Santa Fe, denominado sistema BASE en este documento, ii) identificar tecnologías para la mejora productiva de dichos sistemas iii) cuantificar el impacto productivo y económico de la adopción de las tecnologías identificadas. Para caracterizar el sistema BASE (i) se revisó y sistematizó la información disponible, y la misma fue validada en un taller con expertos referentes de la zona. Para identificar tecnologías de mejora (ii), se implementó una encuesta a asesores referentes de la región. Finalmente, para cuantificar el impacto de la adopción de mejoras (iii) en el sistema BASE se realizó un estudio de simulación. Los resultados de la caracterización productiva demostraron que los sistemas de cría tradicionales tienen baja eficiencia productiva y reproductiva (45 kg de PV ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y 48% de destete, respectivamente) y baja adopción de tecnologías de manejo del rodeo y producción forrajera. Las principales tecnologías identificadas por los expertos fueron manejo del pastoreo, capacitación del productor y el personal de campo y estacionamiento del servicio. La simulación demostró que las mejoras en producción y uso de forrajes y manejo de rodeo podrían incrementar la producción de carne y el margen bruto del sistema BASE en un 73% y 44%, respectivamente.

## INTRODUCCIÓN

El sector ganadero enfrenta el desafío de producir en el contexto de una creciente demanda mundial de carne, que se estima crecerá al 1,6% por año (OECD-FAO, 2023). La intensificación de los sistemas ganaderos se define como un aumento de la producción de carne o leche por animal y por unidad de superficie de tierra (Oenema *et al.*, 2014). La intensificación ha sido una forma de mejorar la productividad y la eficiencia en el sector de producción de carne bovina y ha contribuido al aumento en la producción de alimentos desde mediados del siglo XX (Fuglie, 2012, Tilman *et al.*, 2002). En los sistemas de producción de carne existen principalmente dos vías de intensificación: una en sistemas pastoriles, mediante el aumento de la producción de pastos y la suplementación de los animales, y otra mediante

el confinamiento de los animales en feed-lots con altas ofertas de alimento (Greenwood, 2021).

Argentina produce aproximadamente 3 millones de toneladas de carne bovina y ocupa el cuarto lugar entre los países productores y exportadores del mundo (USDA, 2023). Es una actividad relevante para la economía del país porque aporta el 28,7% del producto bruto interno (PBI) y el 11% del empleo privado dentro de la industria agropecuaria (FADA, 2021). Sin embargo, los indicadores de eficiencia productiva son bajos; la tasa de destete promedio nacional (total de terneros destetados/total de vacas  $\times$  100) es menor (63%) (SAGyP, 2023) que la de otros países productores de carne como Australia (70%) (USDA, 2019a) y Nueva Zelanda (80%) (USDA, 2019b). En Argentina, más del 95% del área utilizada para sistemas de cría se basa en pastizales naturales (ambientes no cultivados), con una mala sincronización entre el suministro de forraje y la demanda de nutrientes del ganado, un control reducido de las enfermedades (FAO and NZAGRC, 2017), principalmente relacionadas con enfermedades venéreas y reproductivas (Abdala et al., 2013) y bajas cargas ganaderas (menos de 0,50 vaca/ha) (SAGyP, 2023), lo que resulta en una baja productividad, en términos de producción de carne por hectárea (menos de 90 kg/ha) (SAGyP, 2023), cuando se la compara con países desarrollados.

La provincia de Buenos Aires es la principal región productora de carne bovina de Argentina, y diferentes estudios han evaluado el impacto de las mejoras tecnológicas (Andreu *et al.*, 2014, Faverin *et al.*, 2019) en dicha región. También evaluaron el efecto de la asistencia técnica en la productividad de los sistemas (Pacín and Oesterheld, 2015) y la producción forrajera (Grigera *et al.*, 2007) entre otros. Sin embargo, para la segunda región en importancia en provisión de terneros, la región norte de la provincia de Santa Fe, que aporta el 10% del total de terneros del país (SAGyP, 2023), existe mínima información sobre la caracterización de los sistemas más tecnificados (Gregoretto *et al.*, 2020), y ninguna para sistemas tradicionales (sistema promedio). Por lo tanto, los objetivos del presente estudio fueron: i) caracterizar la situación productiva de los sistemas tradicionales de cría bovina (en adelante sistema BASE) en la región norte de la provincia de Santa Fe, Argentina; ii) identificar tecnologías para mejorar la productividad; y iii) cuantificar los impactos productivos y económicos de la aplicación de las tecnologías seleccionadas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción de la región

Los sistemas de cría analizados en este estudio se ubican en la región centro-norte de Argentina, entre 28° a 30° Sur y 59° a 60° Oeste en los departamentos de General Obligado y Vera en la provincia de Santa Fe. Esta región tiene aproximadamente 900.000 ha de uso agropecuario (CNA, 2008). El clima es subtropical con una temperatura media, mínima y máxima anual del aire de 20,1°C, 10,1°C (julio) y 28,2°C (enero), respectivamente (INTA, 2018- Figura 1). La precipitación media anual ( $\pm$ DE) (en los últimos 50 años) es de 1.294  $\pm$  310 mm, concentrada en la estación más cálida (82% entre octubre y abril) (INTA, 2020- Figura 1). Los suelos predominantes pertenecen a los grupos Natracuulf, con drenaje deficiente y condiciones salino-sódicas (Giorgi *et al.*, 2007).

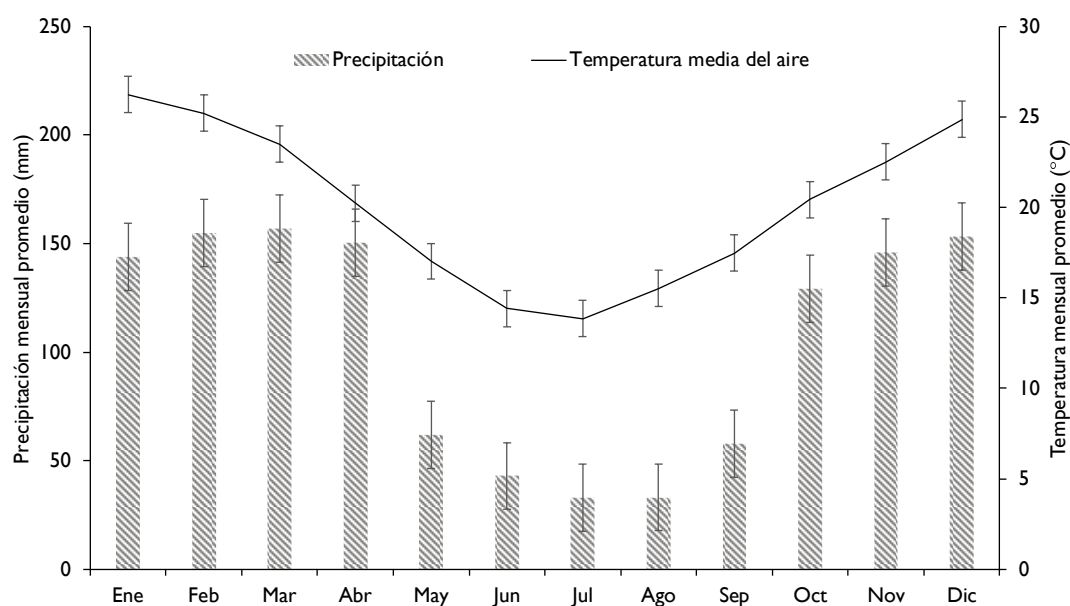


Figura 1. Precipitaciones y temperatura del aire promedios mensuales de la región norte de Santa Fe (1970-2020).

### **Caracterización productiva de los sistemas tradicionales**

Se utilizaron diferentes fuentes de información, incluyendo literatura científica, informes técnicos, estadísticas nacionales y regionales y un taller con expertos locales, para caracterizar el sistema tradicional (BASE) en términos de uso de la tierra, manejo del rodeo, producción de forraje e indicadores de eficiencia productiva como carga animal (vacas/ha), destete (%), y producción de carne (kg de terneros carne/ ha/año y kg de PV/ha/año).

### **Encuesta para la identificación y priorización de tecnologías orientadas a mejorar la productividad**

Se diseñó una encuesta digital (Google Forms) para identificar y clasificar tecnologías que podrían promover la mejora de los sistemas de cría tradicionales en la región bajo estudio. El equipo interdisciplinario del proyecto identificó a la mayoría de los asesores y extensionistas ganaderos de la región con experiencia reconocida a campo ( $n = 22$ ) y los invitó a completar la encuesta. La encuesta se estructuró en 10 preguntas. Las preguntas 1 a 6 indagaron la prioridad que asignan a los recursos forrajeros, el manejo del rodeo, los registros productivos y económicos y la infraestructura. Las preguntas 7 a 10 se refieren a las tecnologías que los asesores priorizan para mejorar los recursos forrajeros, el manejo del rodeo y la infraestructura. La encuesta online se presenta en la sección Anexos de la tesis.

Para analizar los resultados, los patrones de priorización para cada pregunta se analizaron mediante análisis de componentes principales. Además, se crearon gráficos de radar con la prioridad promedio (en escala 1 a 10) para cada opción. Finalmente, se evaluó mediante ANOVA la relación entre las prioridades asignadas según la profesión (agronomía o veterinaria) y el ámbito de trabajo (privado o público) de los encuestados. Para los análisis estadísticos se utilizó el software Infostat versión 2018 (Di Rienzo *et al.*, 2011).

### **Simulación productiva y económica de la aplicación de tecnologías**

**Modelo de simulación.** El impacto productivo y económico de la adopción de las tecnologías identificadas en la encuesta descrita anteriormente se cuantificó mediante un enfoque de trabajo participativo que concluyó con una modelación de sistemas (Fernández Rosso *et al.*, 2020) utilizando el software Baqueano Cría (Uniagro, 2019). Este modelo de simulación dinámico y determinístico representa sistemas de cría estabilizados y permite estimaciones

mensuales de la dinámica del rodeo, el balance forrajero y energético entre el suministro de alimento y los requerimientos animales, y los resultados productivos y económicos.

En la Figura 2 se presenta un esquema del funcionamiento de Baqueano Cría. Los datos requeridos inicialmente son la cantidad de vientres a servicio, el porcentaje de preñez, la merma porcentual parto-servicio (vientres paridos a los que se les muere el ternero antes de que ingresen a un nuevo servicio), la merma porcentual servicio-destete (mortalidad de terneros una vez que su madre ha ingresado a un nuevo servicio, por lo que no implica el descarte de ese vientre), y la tasa general de mortalidad de los vientres (Figura 2 - ítem 2). Con estos datos, el simulado modela un flujo anual de cabezas del rodeo de madres (Figura 2 - ítem 3). Luego de ingresar el peso y el precio de cada categoría y, al construir la dinámica anual del rodeo, determina la producción de carne e ingreso neto económico (Figura 2 – ítem 5). Posteriormente el sistema requiere el ingreso de parámetros para definir la proyección mensual del rodeo (Figura 2 – ítem 6). Allí se identifican los períodos de servicio de vacas, la edad de primer servicio de las vaquillonas, el momento del tacto y del destete de ambas. De esta forma se construye el flujo mensual del rodeo en cabezas promedio por mes para cada categoría (Figura 2 – ítem 7). Para la proyección mensual el sistema solicita más información acerca de la oferta forrajera (Figura 2 – ítem 8), identificando el tipo de recurso y la superficie. La producción mensual del recurso (medida en raciones/ha/día) puede ingresarse manualmente o bien obtenerse a partir de una consulta codificada a una tabla de datos. Comparando mes a mes los requerimientos energéticos de los animales y la oferta forrajera se obtiene un primer balance mensual de energía o balance preliminar. De acuerdo a los resultados obtenidos podrá instrumentarse alguna alternativa de suplementación o de reformulación del rodeo, para así determinar el balance de energía definitivo del sistema. A su vez, el simulador requiere información sobre precios de recursos y costos para luego determinar el margen bruto (Figura 2 – ítem 9).

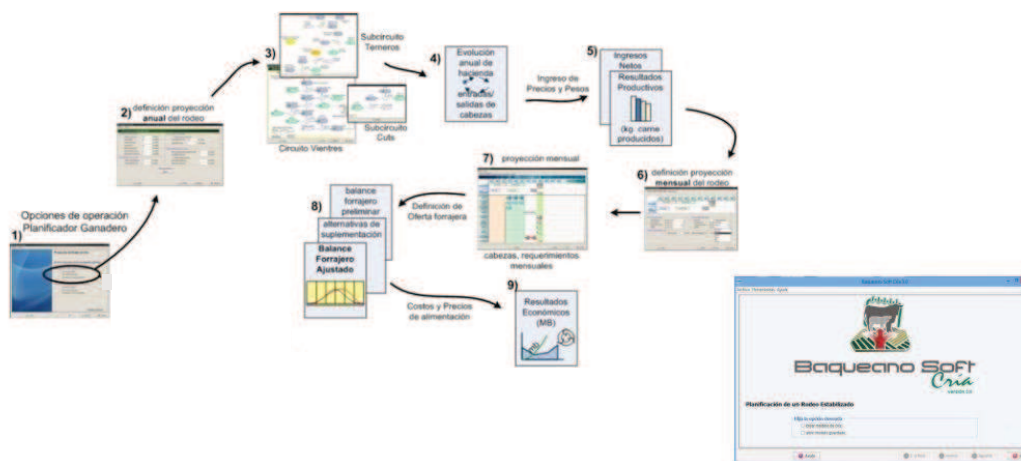


Figura 2. Esquema de Baqueano Cría

**Simulación del sistema BASE y los sistemas mejorados.** Primero se simuló el sistema tradicional de cría, caracterizado en el presente estudio (objetivo i) y denominado sistema BASE. Este sistema se utilizó como base para simular tres escenarios adicionales, adicionando tecnologías para mejorar la productividad y los resultados económicos (sistemas mejorados) (Tabla 1). A partir de las tecnologías identificadas como críticas por los expertos (objetivo ii de este estudio), se diseñaron tres sistemas mejorados (Tabla 1): +SR+S, que incluye aumento de carga animal y suplementación con heno (+39% SR y +173 % de heno que la BASE), +EFICIENCIA, que incluye mayores tasas de preñez y menores tasas de mortalidad en vacas y terneros; y finalmente se simuló el sistema +SR+S+E, que combina las alternativas +SR+S y +EFICIENCIA. Se asumió que la mayor eficiencia de preñez fue resultado de la suplementación estratégica (2.5 kg de MS de semilla de algodón y 1 kg de MS de semilla de sorgo/vaca/día entre mayo y septiembre) debido a su incidencia en la condición corporal de las vacas (Recavarren *et al.*, 2021). Además, se redujeron las tasas de mortalidad debido a una mejor gestión sanitaria, con mayores gastos en sanidad del rodeo. A diferencia del sistema BASE donde el manejo sanitario solo incluye la vacunación obligatoria, en el sistema +EFICIENCIA se asumió un calendario sanitario completo (calendarios sanitarios disponibles en Anexos, al final de la tesis).

**Supuestos productivos y económicos.** La producción y calidad de materia seca del forraje natural se definió en conjunto con asesores ganaderos de la región, utilizando sus datos



disponibles y validándolos en grupo, luego se calibró en el simulador, para lograr consistencia entre producción de MS, calidad y producción de carne (dato conocido con certeza) para estos sistemas (Tabla 2). Se asumieron las mismas cifras para los sistemas mejorados. En Anexos se presentan las curvas de producción del forraje. Se asumió que la época de servicio ocurriría de noviembre a febrero para todos los sistemas.

Se simuló el margen bruto anual, definido como la diferencia entre los ingresos netos y los costos directos (AACREA, 1990), considerando los precios de los principales productos de la región (alimentación, sanidad y mano de obra), y la rentabilidad del sistema (%). Los valores económicos se expresaron en dólares estadounidenses (US\$ dólares). Los costos de alimentación anual por sistema fueron 5, 13, 24 y 54 US\$/ha para los sistemas BASE, +SR+S, +EFICIENCIA y +SR+S+E, respectivamente. Se asumió un costo de US\$ 1/ha/año para sanidad para el sistema BASE, mientras que para los sistemas mejorados el costo anual por hectárea asumido para sanidad fue de 2, 9 y 12 US\$/ha para los sistemas +SR+S, +EFICIENCIA y +SR+S+E, respectivamente. Se consideró un empleado permanente asignado para todas las tareas del sistema, con un salario mensual de US\$ 744 (16 US\$/ha). Los pesos vivos y los precios de las categorías se enumeran en la Tabla 3. Los gastos de compra y venta de las diferentes categorías fueron el 5% y el 2% del precio, respectivamente.

Tabla 1. Características del sistema BASE y sistemas mejorados +SR+S (aumento de carga animal y suplementación), +EFICIENCIA (aumento de preñez y menor mortandad) y +SR+S+E (combinación de ambas alternativas).

Variable	BASE	+SR+S	+EFICIENCIA	+SR+S+E
Carga animal, vaca/ha	0,30	0,42	0,30	0,42
Preñez, %	62	62	85	85
Merms, %	18	18	5	5
Destete, %	50	50	81	81
Mortalidad de vacas, %	3	3	1	1

Tabla 2. Valores de producción (t MS/ha/ año) de los recursos forrajeros de los sistemas de cría tradicionales del norte de la provincia de Santa Fe.

Ambiente	Especies dominantes	Superficie (ha)	Producción (t MS/ha/año)
----------	---------------------	--------------------	-----------------------------

Pastizales	<i>Sorghastrum setosum</i>	300	5.5
Bosque	<i>Stipa spp.</i>	210	3.0
Bajo	<i>Leersia hexandra, Luziola peruviana</i>	90	8.3

Tabla 3. Peso (kg/cabeza) y precio (US\$/kg) de las diferentes categorías en un sistema de cría bovina de la región norte de la provincia de Santa Fe.

Categoría	Peso vivo (Kg/cabeza)	Precio (US\$/kg)
Vacas	400	1,17
Terneros destetados	200	2,30
Terneras destetadas	180	2,09
Vaquillonas	290	1,72
Toros comprados	900	1,94
Toros vendidos	800	0,89

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización productiva de los sistemas de cría tradicionales de la región norte de Santa Fe

**Uso del suelo y recursos forrajeros.** En la región se diferenciaron tres ambientes vegetales contrastantes: pastizales, bosques y bajos (Marino y Pensiero, 2003). Estos ambientes suelen encontrarse en cada sistema en proporciones del 50%, 35% y 15% de la superficie total, respectivamente (Dimundo, 2021). La mencionada diversidad de ambientes plantea un desafío para el manejo ganadero ya que tienen diferentes tasas de crecimiento forrajero, lo que implica un manejo de pastoreo diferente en cada ambiente.

**Pastizales.** Se define como comunidades vegetales dominadas por diversas especies donde predomina *Sorghastrum setosum* (Grise.) Hitchc (Capozzolo *et al.*, 2017a, Pensiero, 2017). El aporte de forraje al ganado en estos ambientes varía de 3.000 a 6.000 kg MS/ha. En este ambiente se pueden encontrar otras especies con alto valor forrajero, como leguminosas (es decir, géneros *Desmodium*, *Desmanthus* y *Vicia*) y pastos del género *Paspalum* (Capozzolo *et al.*, 2017a).

**Bosque.** La especie predominante en este ambiente fue *Schinopsis balansae* Engl. Las comunidades de plantas en el bosque están dominadas por especies de los géneros *Stipa* y *Piptochaetium* (Martín *et al.*, 2006). Estos ambientes proporcionan forraje para el ganado en cantidades y calidad variables (1.000 a 5.000 kg MS/ha) según el estado de conservación del bosque.

**Bajos.** Estos ambientes están dominados por comunidades herbáceas higrófilas dominadas por gramíneas como *Echinochloa helodes* (Hackel) Parodi, *Leersia hexandra* Sw. y *Luziola peruviana* Juss. Ex J.F. Gmel., con una producción de materia seca de 6.000 a 8.000 kg/ha (Pensiero, 2017).

El mejoramiento de la producción de forraje mediante fertilización o introducción de especies cultivadas como pasturas perennes o cultivos forrajeros anuales es casi nulo entre los sistemas tradicionales de la región norte de la provincia de Santa Fe. Las especies forrajeras cultivadas generalmente no representan más del 2% de la superficie total en los sistemas de cría; algunas especies cultivadas son *Avena sativa* L., *Melilotus albus* Medik, *Medicago sativa* L., *Sorghum bicolor* L. Monech y *Chloris gayana* Kunth (Capozzolo *et al.*, 2017b).

**Eficiencia productiva y reproductiva y manejo del rodeo.** Se utiliza servicio continuo de los vientres durante todo el año, con poca adopción de tecnologías y manejo del rodeo, i.e., control de enfermedades venéreas (Dolzani *et al.*, 2019). La edad al primer servicio suele ser superior a los 24 meses. La suplementación de alimentos en las vaquillonas se realiza ocasionalmente con heno (menos de 1 kg MS animal) en invierno y, en menor medida, concentrados energéticos como granos de maíz y sorgo (Capozzolo *et al.*, 2017b). El destete de los terneros se realiza a los 8 meses de edad, el porcentaje de destete es 48% y la producción de carne es aproximadamente 45 kg PV/ha/año (Capozzolo *et al.*, 2017b).

### **Resultados de la encuesta: oportunidades de mejora tecnológica**

Hubo un alto nivel de respuestas (86% de los asesores regionales invitados). Los encuestados tenían experiencia en ciencias veterinarias (42%) y ciencias agropecuarias (58%). Los resultados se presentan en la Tabla 4 y la Figura 3. La prioridad dada a mejorar el manejo del rodeo fue mayor para los profesionales que trabajan en el sector privado ( $p < 0,05$ ) y, en general, las respuestas para cada aspecto (recursos forrajeros, prácticas de manejo

del rodeo y la infraestructura) fueron independientes de la profesión y el ámbito de trabajo de los encuestados ( $p > 0,05$ ).

Tabla 4. Preguntas 1 a 6 de la encuesta sobre priorización de tecnologías para los sistemas tradicionales de la región y sus respectivas respuestas.

Preguntas	Respuestas posibles	Respuestas
¿Se debe priorizar una mejor y más precisa información sobre la producción y calidad de los recursos forrajeros naturales para la mejora de los sistemas de cría?	Nada de acuerdo	0,0%
	Poco de acuerdo	5,3%
	Bastante de acuerdo	21,1%
	Muy de acuerdo	15,8%
	Totalmente de acuerdo	57,9%
¿Una mejor y mayor información sobre la producción y calidad de las especies forrajeras cultivadas es una prioridad para mejorar los sistemas de cría en el norte?	Nada de acuerdo	0,0%
	Poco de acuerdo	21,1%
	Bastante de acuerdo	26,3%
	Muy de acuerdo	47,4%
	Totalmente de acuerdo	5,3%
¿El manejo del rodeo (sanidad, servicio estacional, diagnóstico de preñez y manejo del destete) es una prioridad para mejorar los sistemas de cría de vacas?	Nada de acuerdo	0,0%
	Poco de acuerdo	0,0%
	Bastante de acuerdo	5,3%
	Muy de acuerdo	36,8%
	Totalmente de acuerdo	57,9%
¿Los registros productivos y económicos son prioridad para el mejoramiento de los sistemas de cría?	Nada de acuerdo	0,0%
	Poco de acuerdo	0,0%
	Bastante de acuerdo	26,3%
	Muy de acuerdo	36,8%
	Totalmente de acuerdo	36,8%
¿Cree que los productores hacen poco uso de los registros disponibles?	Nada de acuerdo	0,0%
	Poco de acuerdo	0,0%
	Bastante de acuerdo	15,8%
	Muy de acuerdo	36,8%

	Totalmente de acuerdo	47,4%
¿Las mejoras de infraestructura son una prioridad para la mejora de los sistemas de cría?	Nada de acuerdo	0,0%
	Poco de acuerdo	5,3%
	Bastante de acuerdo	47,4%
	Muy de acuerdo	10,5%
	Totalmente de acuerdo	36,8%

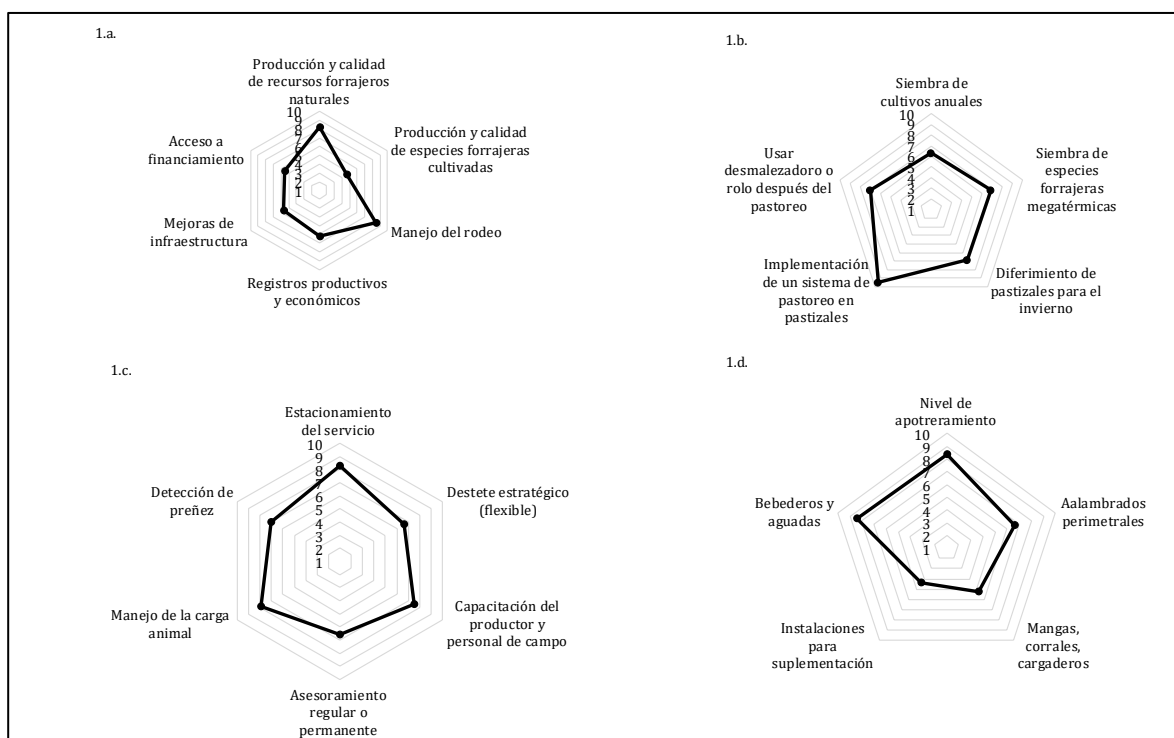


Figura 3. Tecnologías priorizadas por los asesores para mejorar los sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe, (10 máximo, 1 mínimo), preguntas 7 a 10 de la encuesta. (1.a.) Prioridad de mejoras tecnológicas potenciales. Prioridad en: (1.b.) oferta forrajera, (1.c.) manejo del rodeo, (1.d.) infraestructura.

### ***Impacto productivo y económico de las mejoras tecnológicas***

Los resultados de la simulación se muestran en la Figura 4 y la Tabla 5. Los tres sistemas mejorados dieron como resultado una mayor producción de carne y un margen bruto más alto que los del sistema BASE de la región. La alternativa +SR+S+E mostró un aumento del 73% y 44% en la producción de carne y el margen bruto, respectivamente, en comparación con el sistema BASE, a pesar de mostrar mayores costos directos (Tabla 5). Estos resultados concuerdan con estudios de simulación previos (Faverin *et al.*, 2019, Fernández Rosso *et al.*, 2020) realizados en otras regiones de Argentina, que mostraron que la combinación de aumento de carga animal, aumento de la suplementación y mejor manejo reproductivo (similar a +SR+S+E en este estudio) aumentaría la productividad y los resultados económicos en mayor medida que si se implementaran como únicas alternativas.

La Tabla 6 muestra estudios previos y compara los parámetros productivos contrastantes entre el sistema tradicional y los sistemas tecnificados (alto uso de tecnologías) existentes en la misma región (Gregoretti *et al.*, 2020). Recientemente se ha estimado el potencial productivo de los sistemas tecnificados de cría actuales (aquellos con mayor adopción tecnológica y prácticas de manejo en comparación con los sistemas tradicionales de la región) (Gregoretti *et al.*, 2020), y la brecha tecnológica con el sistema BASE es del 84% en producción de carne (kg PV/ha/año) y del 44% en porcentaje de destete (Tabla 6). Esta diferencia se basa en la aplicación de tecnologías que aumentan la oferta de forraje (mayor superficie cultivada con pasturas megatérmicas y cultivos forrajeros anuales) y mejoran las prácticas de manejo del rodeo como mayor suplementación de las vacas, mayor carga animal, servicio estacionado y menor edad de primer servicio y destete aplicado en los sistemas tecnificados respecto a los sistemas tradicionales.

Fernández-Rosso *et al.* (2020) reportaron un 63% más de producción de carne y un 340% más de margen bruto en sistemas que combinaban tecnologías de manejo del rodeo como el destete temprano (2 a 4 meses) y la implantación de especies forrajeras cultivadas en el suroeste de la provincia de Buenos Aires en comparación con los sistemas tradicionales de esa región.

Los datos disponibles sobre la productividad primaria neta aérea (PPNA) y la calidad del forraje disponible en la región bajo estudio se reportan principalmente para especies cultivadas (Oprandi *et al.*, 2014, Saucedo *et al.*, 2016). Las simulaciones productivas y económicas realizadas en este estudio se basaron en datos de PPNA de recursos forrajeros naturales estimadas en base a la producción de carne conocida y validándolas utilizando una combinación de datos no publicados de cortes y la opinión de expertos (Tabla 2). Sin embargo, en otras regiones de Argentina se han aplicado metodologías alternativas que permiten estimar la PPNA con resultados promisorios, como el índice verde (Grigera *et al.*, 2007), los modelos de simulación (Berger *et al.*, 2014) y las ecuaciones de regresión para cortes de forraje (Fernández Rosso *et al.*, 2020), y podrían ser utilizado en futuros estudios.

En la región norte de la provincia de Santa Fe, se destinaron políticas públicas para ayudar a los productores a mejorar la eficiencia productiva de los sistemas de cría a través de préstamos subsidiados y asesoramiento agropecuario mediante la aplicación y el seguimiento de tecnologías de gestión sanitaria, nutricional y reproductiva (Cersan, 2006; MPSF, 2019).

Sin embargo, la baja adopción de tecnologías y la actual baja eficiencia productiva y reproductiva (Tabla 6), que se han mantenido estables durante años (Chimicz, 2006, Chiossone, 2006), reflejan la baja efectividad de esas políticas. Esta situación fomenta una comprensión más profunda de las causas de la escasa adopción tecnológica de los productores.

En otras importantes regiones ganaderas de carne del país se mencionan barreras a la adopción de tecnologías en los sistemas. En estudios de sistemas de cría ubicados en la provincia de Buenos Aires se ha destacado (Fernández Rosso, *et al.*, 2020, Recavarren, *et al.*, 2021) como barreras a la adopción de tecnología en los sistemas ganaderos de esa región a la falta de capacitación en tecnologías de procesos, la ausencia de políticas adecuadas para la región, y la dedicación parcial de los productores a la actividad. Además, se han descripto barreras relacionadas con la falta de vocación ganadera entre los herederos y la ausencia de asistencia técnica en sistemas tradicionales (Fernández Rosso, *et al.*, 2020).

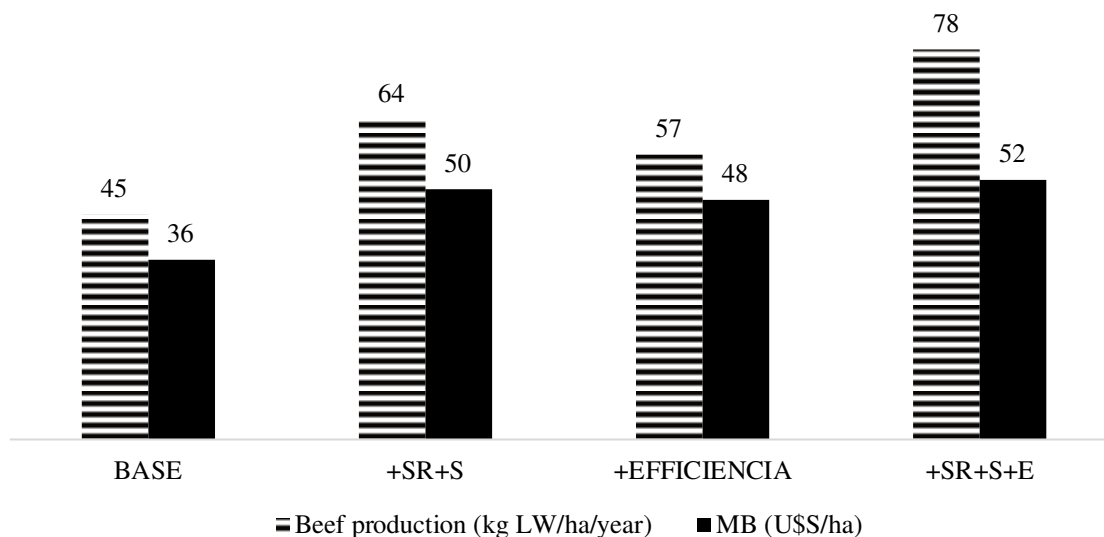


Figura 4. Producción de carne (kg PV ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) y margen bruto (MB, US\$ ha año) del sistema BASE y las alternativas mejoradas.

Tabla 5. Resultados económicos de los sistemas simulados.



	BASE	+SR+S	+EFICIENCIA	+SR+S +E
Ingreso neto US\$/ha	63	85	102	140
Costos directos US\$/ha	27	36	54	88
Margen bruto US/ha	36	50	48	52
Rentabilidad (%)	0,5	2,3	2,2	2,6
Punto de equilibrio (kg PV/ha)	16	17	24	34

La metodología de modelación participativa aplicada (Fernández Rosso, *et al.*, 2020,) proporcionó información preliminar y un análisis de “qué pasaría si” (Machado y Berger, 2012) para la provincia de Buenos Aires. Sin embargo, la caracterización productiva de los sistemas tradicionales de cría realizada en el presente estudio, requerirá investigación adicional para refinar la información de los sistemas y definir las barreras a la adopción tecnológica en los sistemas de cría en el norte de Santa Fe. Esta comprensión podría ayudar a diseñar mejores políticas públicas, que deberían incluir las condiciones sociales y culturales de los productores (Serra *et al.*, 2020).

Tabla 6. Diferencias productivas entre sistemas tradicionales y tecnificados de la región norte de la provincia de Santa Fe.

Variables productivas	Unidad	Sistema tradicional	Sistema tecnificado *
Carga animal	vacas ha <sup>-1</sup>	0,30	0,46
Destete	%	48	69
Producción de terneros	Kg PV ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	29	51
Producción de carne	Kg PV ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	45	83
Superficie con campo natural	% de la superficie total	100	90
Superficie cultivada	% de la superficie total	0	10
Edad de primer servicio	meses	27-36	27
Sistema de servicio		Continuo	Estacional (4 meses)

Edad de destete	meses	8	6
-----------------	-------	---	---

\*Indicadores de un sistema de cría tecnificado promedio del norte de Santa Fe obtenidos a partir de una caracterización realizada en el Capítulo 4 de la tesis (Gregoretti *et al.*, 2020).

## CONCLUSIONES

El presente estudio combinó los escasos datos disponibles sobre los sistemas tradicionales de cría en la región norte de la provincia de Santa Fe con el conocimiento calificado proporcionado por asesores ganaderos altamente experimentados, con el fin de establecer un punto de referencia e identificar desafíos para estudios futuros. Esto permitió describir el sistema promedio.

Posteriormente, detectamos que los expertos consultados dieron prioridad a la mejora del recurso forrajero y el manejo del rodeo para aumentar la productividad de los sistemas de cría. Las tecnologías seleccionadas para ser adoptadas en primer lugar fueron la implementación de un sistema de pastoreo para los pastizales, la capacitación de los productores y del personal de campo en el manejo del rodeo y el servicio estacionado de los vientres.

Con el sistema promedio descrito, y con las opiniones de los expertos, se procedió al estudio de simulación, el cual demostró que una mayor carga animal, una mayor suplementación y una mayor eficiencia reproductiva aumentaron la producción y los resultados económicos en un 73 y un 44%, respectivamente.

La metodología de modelación participativa aplicada también nos permitió identificar áreas en las que se necesitan mayores esfuerzos de investigación, como información más precisa sobre la caracterización de los sistemas, la producción y calidad del forraje, y las limitaciones de los productores para la adopción tecnológica, que serán insumos relevantes para el diseño y promoción de políticas efectivas para el sector ganadero.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AACREA. 1990. Normas para medir los resultados económicos en las empresas agropecuarias. AACREA. Buenos Aires. 89 p.

Abdala, A.A.; Maciel, M.G.; Salado, E.; Aleman, R. y Scandolo, D. (2013). Pérdidas de preñez en un rodeo de cría del norte de la provincia de Santa Fe. *Revista Argentina de Producción Animal* 33(2), 109- 115.

Andreu, M., Giancola, S.I.; Carranza, A.; Roberi, A.; Serena, J.; Carranza, F.; Nemoz, J.P.; Meyer Paz, R. (2014). Resultados físicos y económicos de la implementación de tecnologías críticas en sistemas ganaderos bovinos de ciclo completo en Cuenca del Salado, provincia de Buenos Aires. Comunicación. Congreso regional de economía agraria. Buenos Aires. C03. 11 p.

Berger, H.; Machado, C.F.; Agnusdei, M.; Cullen, B.R. and Brendan, R. (2014). Use of a biophysical simulation model (DairyMod) to represent tall fescue pasture growth in Argentina. *Grass and Forage Science* 69(3), 441-453.

Capozzolo, M. C.; Crudeli, S.M. y Rollo, L. (2017) a. Análisis de la base forrajera de un sistema de cría bovina. *Revista Voces y Ecos* 37, 18-25.

Capozzolo, C.; Scarel, J.; Ocampo, M.E.; Ybran, R.; Hug, O. y Mitre, P. (2017)b. Sistemas ganaderos bovinos - Caracterización del distrito Toba. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Reconquista. 28p.

Cersan. (2006). Proyecto Regional: Producción sustentable de carne bovina en la provincia de Santa Fe. SANFE05. INTA – CERSAN.

Chimicz, J. (2007). Tipificación de la Cría bovina en Santa Fe. *Revista argentina de producción animal* 27(1), 324-325.

Chiossone, G. (2006). Sistemas de producción ganaderos del noreste argentino; Situación actual y propuestas tecnológicas para mejorar su productividad. En X Seminario de manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. 20-22 de Abril. Maracaibo. Pp 120-137.

CNA. (2008). Censo Nacional Agropecuario 2008. <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87> Acceso marzo de 2023.

Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M. y Robledo, C.W. (2011). InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar> Acceso marzo de 2023.

Dimundo, C. D. (2021). Ciclo completo en ambientes marginales. En El NEA hacia la intensificación ganadera. IPCVA. 24 de Febrero. Reconquista, Argentina.

Dolzani, M.; Rosatti, G.; Yaya, A.; Gatti, E.; Bertoli, J.; Zoratti, O.; Ruiz, M.; Podversich, F.; Bressan, E. y Tauber, C. (2019). Causas que limitan la adopción de tecnologías en sistemas de producción de carne del norte de Santa Fe, Argentina. VII Jornada de Difusión de la Investigación y Extensión. Noviembre, Esperanza.

FADA. (2021). Aporte de las cadenas agroindustriales al PBI. Año 2020. <file:///C:/Users/Win10/Downloads/Producto%20Bruto%20Interno%202020.pdf> Acceso marzo de 2023.

FAO and NZAGRC. (2017). Low-emissions development of the beef cattle sector in Argentina: reducing enteric methane for food security and livelihoods. FAO. Rome. 28 p.

Faverin, C.; Bilotto, F.; Fernández Rosso, C. y Machado, C.F. (2019). Modelación productiva, económica y de gases de efecto invernadero de sistemas típicos de cría bovina de la Pampa Deprimida. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences* 35(1), 14-25.

Fernández Rosso, C.; Bilotto, F.; Lauric, A.; De Leo, G.A.; Torres Carbonell, C.; Arroqui, M.A.; Sorensen, C.G. and Machado, C.F. (2020). An innovation path in Argentinean cow-calf operations: Insights from participatory farm system modelling. *Systems Research and Behavioral Science* 1-15.

Fuglie, K.O. (2012). Productivity growth and technology capital in the global agricultural economy. CAB International. Wallingford. pp. 335-368.

Giorgi, R.; Tosolini, R.; Sapino, V.; Villar, J.; León, C. y Chiavassa, A. (2007). Zonificación agroeconómica de la Provincia de Santa Fe. Delimitación y descripción de las zonas y subzonas agroeconómicas. Publicación Miscelánea N° 110. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.. Buenos Aires.

Greenwood, P. (2021). Review: An overview of beef production from pasture and feedlot globally, as demand for beef and the need for sustainable practices increase. *Animal: an international journal of animal bioscience* 15(2), 100295.

Gregoretti, G.; Baudracco, J.; Dimundo, C.; Alesso, A.; Lazzarini, B. y Machado, C. (2020). Caracterización productiva de sistemas de cría tecnificados de la región centro norte de Argentina. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences* 36(3), 233-243.

Grigera, G.; Oesterheld, M. and Pacín, F. (2007). Monitoring forage production for farmers' decision making. *Agricultural Systems* 94, 637-648.

INTA. (2018). Estación Meteorológica Reconquista. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <https://inta.gob.ar/documentos/estacion-meteorologicareconquista> Acceso marzo 2023.

INTA. (2020). Estación Meteorológica Reconquista. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <https://inta.gob.ar/documentos/estacion-meteorologica-reconquista> Acceso marzo 2023.

Machado, C.F. y Berger, H. (2012). Uso de modelos de simulación para asistir decisiones. en sistemas de producción de carne. Revista Argentina de Producción Animal 32, 87–105.

Marino, G. y Pensiero, J.F. (2003). Heterogeneidad florística y estructural de los bosques de *Schinopsis balansae* (Anacardiaceae) en el sur del Chaco Húmedo. Darwiniana 41, 17-28.

Martín, S.; Pensiero, J.F. y D'Angelo, C.D. (2006). Bosques para siempre. Las prácticas para un manejo sustentable de los bosques santafesinos. 1er ed. Mesa Agroforestal Santafesina. Santa Fe.

MPSF. (2019). Ministerio de la Producción de Santa Fe. 2019. Programa Más Terneros. Santa Fe. <https://www.santafe.gob.ar/index.php/tramites/modul1/index?m=descripcion&imprimir=1&id=245848> Acceso marzo 2023.

OECD-FAO. (2023). Perspectivas agrícolas 2020-2029. <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/498ef94e-es/index.html?itemId=/content/component/498ef94e-es#section-d1e21140> Acceso marzo 2023.

Oenema, O.; De Klein, C.A.M. and Alfaro, A. (2014). Intensification of grassland and forage use: Driving forces and constrains. Crop and Pasture Science 65 (6), 524.

Oprandi, G.; Colombo, F. y Parodi, M.I. (2014). Grama rhodes, una alternativa productiva para los sistemas ganaderos del norte de Santa Fe. Revista Voces y Ecos 31, 26-27.

Pacín, F. and Oosterheld, M. (2015). Closing the technological gap of animal and crop production through technical assistance. Agricultural Systems 137, 101-107.

Pensiero, J.F. (2017). Guía de reconocimiento de herbáceas del Chaco Húmedo. Características para su manejo. Buenas Prácticas para una ganadería sustentable. Fundación Vida Silvestre y Aves Argentinas.

Recavarren, P.; Bruno, S.; Torres Carbonell C.; Balda, S. y Kaspar, G. (2021). Resultados del taller “Sistemas de cría vacuna: tecnologías, innovación y extensión en el CeRBAS”. Ediciones INTA. 16 p.

SAGyP. (2023). Informes Técnicos y Estimaciones. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de Argentina, Buenos Aires, Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/agricultura>  
[Acceso marzo 2023.](#)

Saucedo M.E.; Castro, C.G.; Obregón, H.J. y Dolzani, E. (2016). Introducción de nuevas pasturas en el norte de Santa Fe. Revista Voces y Ecos 35, 47-49.

Serra, R.; Kiker, G.A.; Minten, B.; Valerio, V.C.; Varijakshapanicker, P. and Wane, A. (2020). Filling knowledge gaps to strengthen livestock policies in low-income countries. Global Food Security 26, 100428.

Tilman, D.; Cassman, K.; Matson, P.; Naylor, R.; Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature 418, 671–677.

Uniagro (2019). Software Baqueano cría vacuna. [www.uniagro.com.ar](http://www.uniagro.com.ar)

USDA. (2019) a. Livestock and Product Semi-annual. [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Livestock%20and%20Products%20Semi-annual Canberra Australia 3-1-2019.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Livestock%20and%20Products%20Semi-annual%20Canberra%20Australia%203-1-2019.pdf) Acceso marzo 2023.

USDA. (2019) b. Cattle and Beef Semi-Annual Report 2019. [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Cattle%20and%20Beef%20Semi-Annual%20Report%202019%20for%20New%20Zealand Wellington New%20Zealand 3-12-2019.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Cattle%20and%20Beef%20Semi-Annual%20Report%202019%20for%20New%20Zealand%20Wellington%20New%20Zealand%203-12-2019.pdf) Acceso marzo 2023.

USDA. (2023). Livestock and Poultry: World Markets and Trade. [https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf) Acceso marzo 2023.

# Capítulo 4:

## Caracterización productiva de sistemas de cría bovina tecnificados de la región centro norte de Argentina

Este capítulo fue publicado en 2020 en Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences 36(3), 233-243. Gregoretti, G.; Baudracco J.; Dimundo C.; Alesso A.; Lazzarini B. y Machado, C. <http://dx.doi.org/10.29393/chjaas36-22cpgg60022>.

## RESUMEN

La caracterización productiva de sistemas ganaderos es clave para diseñar planes de mejora en sistemas de producción de carne de una región. El objetivo de este trabajo fue relevar características productivas de sistemas de cría tecnificados del norte de la provincia de Santa Fe en Argentina, y analizar la relación entre las variables relevadas y su efecto sobre la producción de carne. Se relevaron 16 variables de estructura, tecnológicas y de eficiencia productiva y reproductiva en 27 establecimientos. Se realizaron análisis del tipo descriptivo y multivariado, con un nivel de significancia  $p \leq 0,05$ . La carga animal (vacas  $\text{ha}^{-1}$ ), el porcentaje de destete y la producción de carne ( $\text{kg PV ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) de los sistemas tecnificados evaluados fueron un 53, 44 y 84% superiores, respectivamente, respecto a sistemas típicos de la región. La mayor superficie con especies cultivadas se correlacionó positivamente con los porcentajes de preñez ( $p = 0,0269$ ) y destete ( $p = 0,005$ ). El nivel de suplementación de las vacas ( $p = 0,0259$ ) se asoció positivamente con la carga animal (vacas  $\text{ha}^{-1}$ ). A su vez la carga animal (vacas  $\text{ha}^{-1}$ ) correlacionó positivamente con mayor producción de terneros ( $\text{kg PV ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ;  $p < 0,0001$ ) y producción de carne total ( $\text{kg PV ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ;  $p < 0,0001$ ). Los predios tecnificados presentaron mejores indicadores productivos que los predios de cría típicos de la región estudiada.

## INTRODUCCIÓN

La producción de carne bovina contribuye al desarrollo económico y social en los países y es una parte importante de la dieta humana (Pighin *et al.*, 2016). Según la FAO (2019), se requerirá 50% más de alimento para el año 2050 debido al incremento de la población mundial. Eso deberá lograrse aumentando la eficiencia productiva de los sistemas, ya que se proyecta una menor disponibilidad de tierra cultivable para la producción de alimentos para el ganado (Britt *et al.*, 2018).

En Argentina, el porcentaje de destete y el peso de faena nacional han permanecido relativamente estables en los últimos 30 años, con valores promedio de 60% y 225 kg, respectivamente (MAGyP, 2019). Estos valores se consideran bajos cuando se los compara con otros países productores de carne, como Australia, que tiene un promedio de 77% de destete anual (USDA, 2019) y peso promedio de faena de 270 kg (Meat and Livestock Australia, 2017). Además, en las últimas décadas, los sistemas de cría en Argentina se han



concentrado en suelos de menor aptitud forrajera (Rearte and Pordomingo, 2014), debido a un avance de la producción de granos en superficies ganaderas, con el agravante que estos sistemas en general presentan baja adopción de tecnologías, como el establecimiento de praderas, la fertilización y la suplementación (Rearte and Pordomingo, 2014).

La provincia de Santa Fe, ubicada en el centro-norte de Argentina, es la segunda productora de carne bovina a nivel nacional, después de Buenos Aires. Tiene un stock de 6 millones de cabezas y produce el 10% de los terneros del país y el 17% de la producción de carne nacional (MAGyP, 2019). Aproximadamente 60% de la existencia bovina provincial se concentra en la región norte de la provincia (MAGyP, 2019), y la actividad ganadera principal es la cría bovina sobre campo natural. En efecto, aproximadamente un 40% de los productores de cría de la provincia se concentran en esa región (Chimicz, 2006). Los sistemas de esta región presentan baja adopción de tecnología de insumos y tienen bajos índices productivos (0,3 vacas ha<sup>-1</sup>, 50% de destete y 45 kg de carne ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Chimicz, 2006; Chiossone, 2006; CNA, 2018), en concordancia con la mayoría de los sistemas del país. Sin embargo, existen en la región algunos productores agrupados que reciben asesorías y que aplican tecnologías y obtienen mejores niveles de eficiencia que los sistemas promedio, pero sobre los cuales no se tiene información precisa.

La caracterización productiva de sistemas ganaderos de una región es clave para identificar, evaluar y promocionar potenciales oportunidades de mejoras para sistemas con índices productivos inferiores (Faverin *et al.*, 2019; Fernandez Rosso *et al.*, 2020). Dicha caracterización puede realizarse a partir de datos cuantitativos provenientes de relevamientos (Faverin y Machado, 2019; Lara *et al.*, 2019), complementándose con la opinión de expertos, la cual permite caracterizar de manera integral sistemas complejos y dinámicos como los sistemas agropecuarios (Kuivanen *et al.*, 2016). Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue caracterizar, mediante un relevamiento los sistemas de cría tecnificados del norte de Santa Fe, y evaluar la relación entre las variables relevadas y su efecto sobre la producción de carne, y de este modo identificar oportunidades para otros productores de la región.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Área de estudio**

El área de estudio está situada entre los paralelos 28 a 30° Sur y los meridianos 62 a 59° Oeste, tiene aproximadamente 5 millones de hectáreas de uso agropecuario (CNA, 2008) e incluye los departamentos Nueve de Julio, Vera, General Obligado y el norte de los departamentos San Cristóbal, San Justo y San Javier de la provincia de Santa Fe, Argentina. La actividad ganadera principal de esta región es la cría extensiva sobre campo natural (IPCVA, 2016). El clima es templado-cálido y húmedo con un gradiente de precipitación media anual entre 975 mm y 1.200 mm, desde el oeste al este de la región, concentrada en la estación cálida (octubre a abril). La temperatura media anual es 20,1°C con una mínima media de 13,9°C y una máxima media de 26,2° C, en julio y enero, respectivamente (INTA, 2018). El período libre de heladas es de 220 a 260 días (INTA, 2018). Predominan suelos sódicos y salinos-sódicos con drenaje deficiente (Giorgi, 2007).

### **Relevamiento**

La caracterización de sistemas de cría tecnificados de la región se realizó a partir de un relevamiento de todos los establecimientos (n = 27) pertenecientes a una asociación no gubernamental CREA (Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agropecuaria, [www.crea.org.ar](http://www.crea.org.ar)) en la región bajo estudio. Esta asociación agrupa a productores que trabajan en grupos de discusión con asesores técnicos y presentan mayor adopción tecnológica y habilidad de gestión de recursos en comparación con productores típicos de la zona (Pacin and Oesterheld, 2015; Gallacher and Lema, 2018). Los establecimientos relevados de cría bovina presentan registros productivos, y cuentan con asesoramiento agronómico permanente. El relevamiento realizado incluyó 37 preguntas que se recopilaron a través de los asesores (9 en total) del grupo quienes recibieron la encuesta por correo electrónico y respondieron el cuestionario utilizando datos de los registros productivos de un año (julio 2016 a junio 2017). Las variables relevadas (16) se agruparon en variables de estructura, tecnológicas y de eficiencia productiva y reproductiva. El relevamiento se presenta en la sección Anexos de la tesis.

**VARIABLES DE ESTRUCTURA.** Superficie de cría (ha, incluye las hectáreas destinadas a vacas, toros y vaquillonas), régimen de tenencia de la tierra (% de superficie de cría propia), existencia de vacas (cabezas), de toros (% sobre existencias de vacas), existencia de vaquillonas (% sobre existencias vacas).

**VARIABLES TECNOLÓGICAS.** Superficie cultivada (% de la superficie de cría con especies cultivadas), niveles de suplementación de las categorías (% del peso vivo), duración periodo de encaste (meses), edad de primer servicio (meses) y edad de las crías al destete (meses).

**VARIABLES DE EFICIENCIA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA.** Carga animal (vacas ha<sup>-1</sup>), preñez (% vientos preñados sobre el total de vientos encastados), destete (% terneros destetados sobre el total de vientos encastados), producción de terneros (kg PV ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) y producción de carne total (kg PV ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>), estimados según lo propuesto por Canosa (2003).

**VALIDACIÓN DE LAS VARIABLES RELEVADAS:** Luego de recopilar y analizar las respuestas se realizó un taller con los asesores para validar un sistema tecnificado promedio para el norte de Santa Fe. Al taller asistieron nueve asesores pertenecientes al grupo CREA Norte de Santa Fe, dos miembros del Ministerio de la Producción de Santa Fe y dos extensionistas de INTA. Se presentó el valor promedio de los indicadores relevados por la encuesta. Luego, mediante un moderador que presentó una serie de preguntas para comenzar el debate, se realizó la validación por consenso del sistema tecnificado promedio de la región.

### **Análisis estadístico**

Se realizó un análisis descriptivo (promedio, desvío estándar y valores máximos, MAX y mínimos, MIN) para caracterizar cada una de las variables relevadas. Un análisis de componentes principales y de forma complementaria correlaciones de Pearson (con nivel de significancia  $p \leq 0,05$ ). Adicionalmente, se realizó un análisis de agrupamiento para identificar grupos de establecimientos con similares características productivas e identificar estrategias de manejo diferentes entre grupos. Se utilizó el método de agrupamiento jerárquico a partir de distancias Euclídeas estandarizadas y método de Ward (Ward, 1963). Los resultados se presentaron mediante el dendrograma. Para la realización de todos los análisis se utilizó el software Infostat versión 2018 (Di Rienzo *et al.*, 2011).

## RESULTADOS

### Caracterización productiva de los predios relevados

**VARIABLES DE ESTRUCTURA.** La superficie de cría, el promedio de vacas y la carga animal promedio fue  $1.801 \pm 1.883$  ha,  $828 \pm 360$  cabezas, y  $0,46 \pm 0,20$  vacas  $\text{ha}^{-1}$ , respectivamente (Tabla 1).

**VARIABLES TECNOLÓGICAS.** En promedio, 90% de la superficie relevada estuvo ocupada por campo natural con especies nativas no sembradas tanto gramíneas C3 (*Leersia hexandra* Sw., *Luziola peruviana* Juss. Ex J.F. Gmel., *Bromus catharticus* Vahl, y varias especies del género *Nacella*, *Hordeum* y *Panicum*.), como gramíneas C4 (*Andropogon lateralis* Nees, *Sorghastrum setosum* Hitchc, y especies de los géneros *Setaria*, *Echinochloa*, *Pappophorum* y *Paspalum*, este último representado por varias especies), leguminosas forrajeras (especies de los géneros *Desmodium*, *Desmanthus* y *Vicia*) y áreas boscosas con arbustos y árboles en su mayoría leguminosas, de follaje ramoneables y frutos forrajeros (varias especies del género *Prosopis*). El 10% restante de la superficie relevada estuvo ocupada por especies cultivadas (*Avena sativa* L., *Zea mays* L., *Sorghum bicolor* L. Moench, y *Chloris gayana* K.). Por otro lado, menos de la mitad de los predios relevados (44%) sembraron  $3 \pm 5\%$  y  $3 \pm 6\%$  de la superficie total con verdeos (cultivos anuales) de invierno y de verano, respectivamente. Además, un 37% de estos sembraron praderas megatérmicas perennes *Chloris gayana* K. y en menor medida algunas especies del género *Brachiaria*, en  $7 \pm 10\%$  de la superficie total, utilizaron niveles de fertilización nitrogenada inferiores a  $25 \text{ kg de N ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ .

La suplementación con concentrados y silo es frecuente en vaquillonas de reposición (67 y 42% de los casos, respectivamente; Tabla 2). Con respecto a la duración del servicio, 60% de los predios concentraron los servicios durante 4 meses, y 78% de estos comienzan en los meses de octubre y noviembre. La edad al primer servicio es de  $23 \pm 4$  meses (Tabla 1). El destete se realiza principalmente en el mes de marzo con una edad promedio de la cría  $6 \pm 2$  meses.

**EFICIENCIA PRODUCTIVA Y REPRODUCTIVA.** Los porcentajes de preñez y destete fueron  $77 \pm 9$  y  $69 \pm 9\%$ , respectivamente (Tabla 1). Los terneros fueron destetados con  $153 \pm 23$  kg y las vacas de descarte destinadas a venta pesaron  $460 \pm 39$  kg de PV. La productividad de terneros y de carne fue  $51 \pm 26$  y  $83 \pm 37$  de  $\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Valores promedio, desvío estándar (DE), valores máximos (MAX) y mínimos (MIN) de las variables de estructura, tecnológicas y de eficiencia productiva y reproductiva en los sistemas de cría relevados (n = 27).

Variables	Unidad	Promedio	DE	MAX	MIN
<b>De estructura</b>					
Superficie de cría	ha totales	1.801	1.883	9.058	176
Superficie de cría propia	% superficie de cría	77	36	100	10
Existencia de toros	% existencia de vacas	4	1	8	2
Existencia de vaquillonas	% existencia de vacas	20	5	25	15
<b>Tecnológicas</b>					
Superficie con especies cultivadas	% superficie de cría	10	11	35	0
Suplementación vaquillonas	% del peso vivo	0,83	0,54	1,50	0
Suplementación vacas	% del peso vivo	0,15	0,30	1,00	0
Suplementación toros	% del peso vivo	0,74	0,42	1,50	0
Edad de primer servicio	Meses	23	4	27	12
Duración del servicio	Meses	4	1	7	3
Edad del destete	Meses	6	2	8	4
<b>Eficiencia productiva y reproductiva</b>					
Carga animal	Vientres ha <sup>-1</sup>	0,46	0,20	0,85	0,21
Preñez	%	77	9	85	50
Destete	%	69	9	82	43
Producción de terneros	Kg PV ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	51	26	112	16
Producción de carne	Kg PV ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	83	37	153	33

Tabla 2. Porcentaje de los predios relevados (n = 27) que realizan suplementación, suplementos utilizados y momento de suplementación. Los porcentajes de suplementación

se presentan por categorías: vacas, hembras para reposición y toros, y se expresan como predios que suplementan sobre predios totales ( $n = 27$ ) x 100.

Categoría	Vacas	Hembras para reposición	Toros
Predios que suplementan (% de casos)	26	89	89
<b>Suplementos utilizados</b>			
Ensilaje de verdeos anuales (% de casos)	43	42	13
Heno (% de casos)	29	38	17
Concentrado energético-proteico (% de casos)	29	67	33
Concentrado energético (% de casos)	-	21	21
Concentrado proteico (% de casos)	-	29	17
Cáscaras (% de casos)	14	4	4
Uso de diferidos (% de casos)	14	8	-
<b>Momento de suplementación</b>			
Invierno (% de casos)	83	21	42
Primavera (% de casos)	-	-	21
Otoño-Invierno (% de casos)	17	29	-
Invierno-Primavera (% de casos)	-	17	37
Otoño-Invierno-Primavera (% de casos)	-	29	-
Todo el año (% de casos)	-	4	-

### **Análisis de componentes principales**

El 31,1% de la variación de los datos está explicada por la primera componente (CP1) (Fig. 1), asociada al nivel de suplementación, porcentaje de superficie cultivada (verdeos y praderas), preñez (%), destete (%), la producción de carne ( $\text{kg PV ha}^{-1}$  por año) y la carga animal (vacas  $\text{ha}^{-1}$ ). La segunda componente principal (CP2) explica el 18,0% de la variación y se relaciona con la duración del servicio (meses) y la edad al destete en meses (Fig. 1).

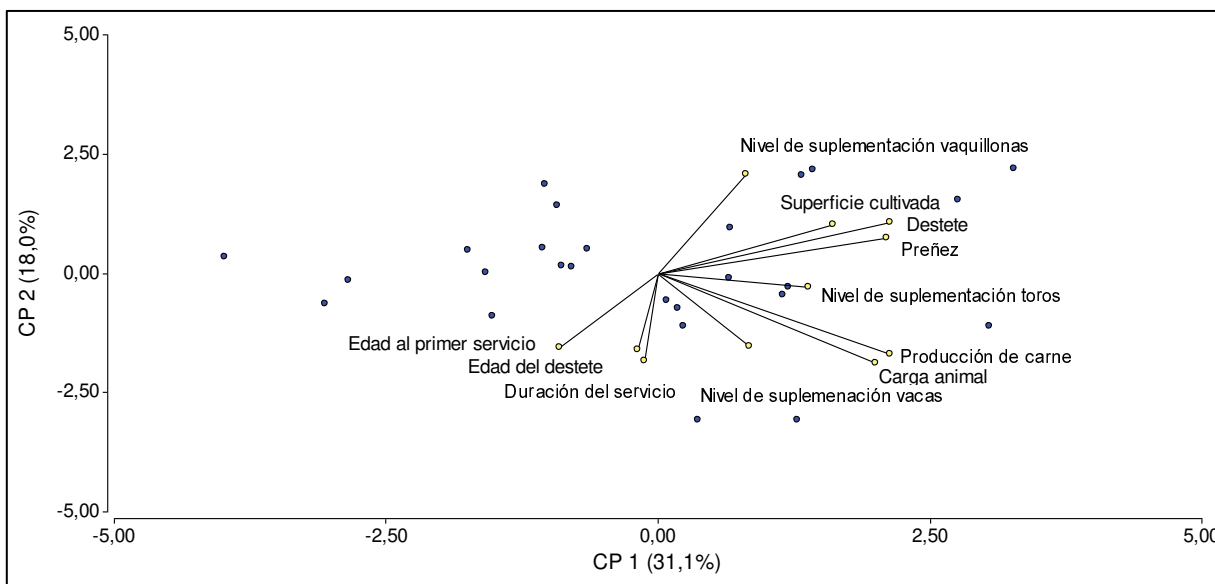


Fig. 1. Gráfico biplot derivado del análisis de componentes principales. Las observaciones (predios de cría) se expresan como puntos y las variables analizadas como líneas rectas: Nivel de suplementación de vaquillonas (% del peso vivo), Superficie cultivada (% de la superficie de cría - incluye verdeos anuales y praderas megatérmicas), Destete (%), Preñez (%), Nivel de suplementación de toros (% del peso vivo), Producción de carne ( $\text{kg PV ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ), Carga animal (vientres  $\text{ha}^{-1}$ ), Nivel de suplementación de vacas (% del peso vivo), Duración del servicio (meses), Edad del destete (meses), Edad al primer servicio (meses).

### Análisis de correlaciones

En la Tabla 3 se presentan los coeficientes de correlación de Pearson y el nivel de significancia solamente para las correlaciones que fueron estadísticamente significativas ( $p < 0,05$  y  $p < 0,01$ ). Acorde a lo detectado en el análisis de componentes principales, cuanto mayor fue el porcentaje de superficie destinada a verdeos anuales y praderas megatérmicas, mayores fueron los porcentajes de preñez y destete (Tabla 3). Del mismo modo, la carga animal (vientres  $\text{ha}^{-1}$ ) se asoció positivamente con los niveles de suplementación, producción por ha y por año de terneros y producción de carne total (Tabla 3).

Tabla 3. Correlación entre variables de interés de los sistemas de cría relevados (n = 27).

Variable 1	Variable 2	Coefficiente de Pearson	p-valor
<b>De eficiencia</b>	<b>Tecnológica</b>		
Carga animal (vacas ha <sup>-1</sup> )	Nivel de suplementación vacas (% del peso vivo)	0,43	0,0259*
Preñez (%)	Superficie con especies cultivadas <sup>(1)</sup> (% de superficie de cría)	0,43	0,0269*
Destete (%)	Superficie con especies cultivadas <sup>(1)</sup> (% de superficie de cría)	0,52	0,0051**
<b>De eficiencia</b>	<b>De eficiencia</b>		
Carga animal (vacas ha <sup>-1</sup> )	Producción de terneros (kg PV ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	0,91	<0,0001**
Carga animal (vacas ha <sup>-1</sup> )	Producción de carne (kg PV ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	0,98	<0,0001**

\*y \*\* Indican valores p menores a 0,05 y 0,01, respectivamente.

<sup>(1)</sup> Verdeos anuales y praderas megatérmicas perennes.

### Análisis de conglomerados

El análisis de conglomerados permitió identificar tres grupos de establecimientos (Fig. 2) cuyos valores promedio y desvíos estándar para cada variable relevada se muestra en la Tabla 4. El grupo 1 conformado por 15 establecimientos presentó menor producción de carne que el resto de los grupos ( $62 \pm 24$  kg PV ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>). En el grupo 1 la carga animal (vientres ha<sup>-1</sup>) fue más baja que en los demás grupos, y presentó menor superficie con especies cultivadas (% de la superficie de cría) y bajo nivel de suplementación de las vacas (% del peso vivo). En contraste, los grupos 2 y 3 presentaron mayor producción de carne que el grupo 1. El grupo 2 conformado por 8 establecimientos fue el grupo con mayor producción de carne ( $116 \pm 35$  kg PV ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>), la cual estuvo asociada principalmente a una mayor carga animal (vientres ha<sup>-1</sup>) y mayor nivel de suplementación de las vacas (% del peso vivo) respecto al grupo 1 (Tabla 4). El grupo 3 conformado por 4 establecimientos presentó una producción de carne levemente inferior al grupo 2 ( $97 \pm 33$  kg PV ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>).



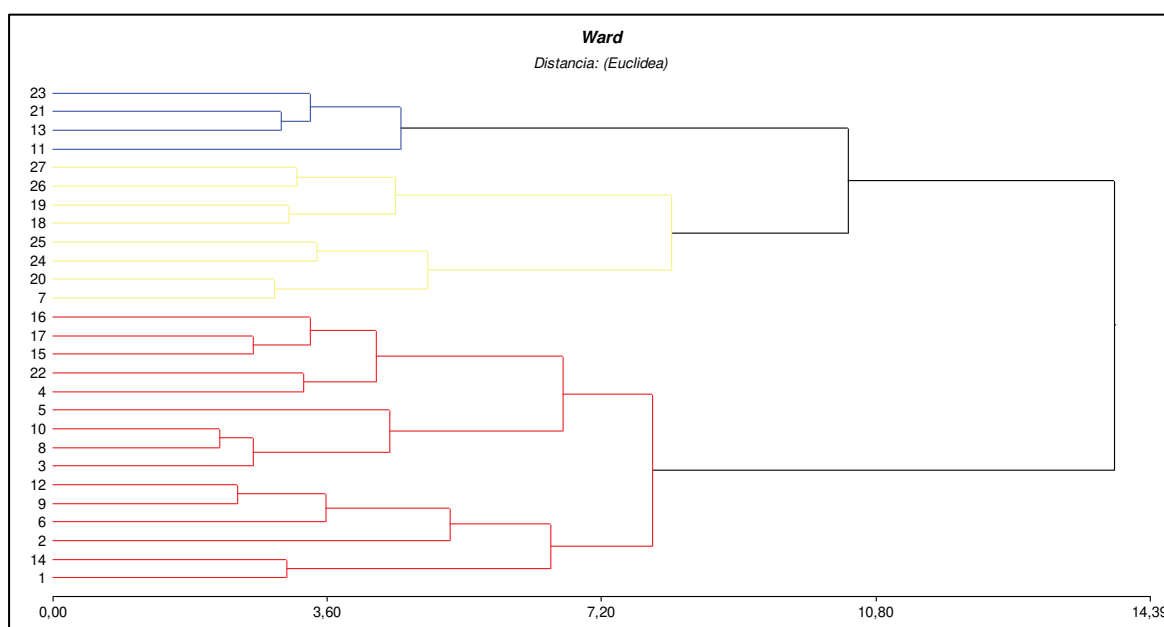


Fig. 2. Dendrograma para los establecimientos relevados derivado del análisis de agrupamiento jerárquico.

Las principales variables que explican la mayor producción de carne en el grupo 3 respecto al grupo 1 fueron mayor superficie cultivada (% de la superficie de cría), mayor preñez (%) y mayor destete (%) (Tabla 4).

Tabla 4. Valores promedio  $\pm$  desvío estándar de las variables relevadas para los grupos derivados del análisis de agrupamiento jerárquico.

Variable	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
n	15	8	4
Superficie de cría (ha totales)	2.479 $\pm$ 2.203	588 $\pm$ 459	1.938 $\pm$ 1.164
Carga animal (vientres ha <sup>-1</sup> )	0,36 $\pm$ 0,11	0,67 $\pm$ 0,18	0,54 $\pm$ 0,15
Producción de carne (kg PV ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	62 $\pm$ 24	116 $\pm$ 35	97 $\pm$ 33
Preñez (%)	74 $\pm$ 10	79 $\pm$ 5	85 $\pm$ 0

Destete (%)	66 ± 10	70 ± 9	79 ± 3
Superficie cultivada (% de la superficie de cría)	7 ± 9	13 ± 15	30 ± 20
Edad de primer servicio (meses)	23 ± 3	24 ± 1	17 ± 5
Duración del servicio (meses)	4 ± 1	5 ± 1	4 ± 1
Edad de destete (meses)	7 ± 2	7 ± 2	5 ± 1
Nivel suplementación vacas (% del peso vivo)	0,07 ± 0,18	0,38 ± 0,44	0,00 ± 0,00
Nivel suplementación vaquillonas (% del peso vivo)	0,77 ± 0,46	0,69 ± 0,65	1,38 ± 0,25
Nivel suplementación toros (% del peso vivo)	0,47 ± 0,30	1,06 ± 0,32	1,13 ± 0,25

## DISCUSIÓN

La información provista por este trabajo permite caracterizar productivamente sistemas tecnificados del norte de Santa Fe (Tabla 1) que presentan 84 y 15% mayor producción de carne y carga animal que los sistemas típicos de la misma región (Chimicz, 2006; Chiossone, 2006). Lo mismo se observó para la variable porcentaje de destete (Tabla 1), que resultó 38% mayor que el valor reportado en los sistemas típicos de la región (Capozzolo *et al.*; 2017; MAGyP, 2019). Las causas del bajo porcentaje de destete de sistemas típicos de la región son múltiples, entre los que se nombra a un manejo deficiente del plan sanitario (Abdala *et al.*, 2013) y la falta de adopción de tecnologías relacionadas con la nutrición y el manejo reproductivo del rodeo. En este sentido, Dill *et al.* (2015) encontraron en sistemas de cría bovina de Brasil que aquellos sistemas que habían adoptado tecnologías relacionadas con la nutrición y la reproducción, como el mejoramiento de pasturas naturales, el manejo de la carga animal, la mayor suplementación y la inseminación artificial a tiempo fijo, lograron 83% de destete, un valor superior comparado a sistemas que no habían incorporado dichas prácticas (59% de destete). Por otro lado, es importante destacar que los valores de preñez en los sistemas típicos de la región de estudio no se conocen con exactitud por falta de su

monitoreo regular (Capozzolo *et al.*, 2017). Sin embargo, acorde a los resultados globales reportados de destete (50%, MAGyP, 2019), es esperable que la performance reproductiva sea baja y las mermas (pérdidas de terneros entre el tacto y el destete) sean elevadas. Seguramente, los resultados del censo nacional agropecuario de 2018 (CNA, 2018) solo publicados parcialmente, permitirían actualizar y/o confirmar los puntos previos.

Los sistemas de cría típicos de la región presentan bajo nivel de adopción de tecnologías, con suplementación ocasional durante julio y agosto, terneros destetados a los 8 meses de edad en promedio y vaquillonas con el primer servicio con más de 2 años de edad, y la base de alimentación 100% en campo natural (Chiossone, 2006; Capozzolo *et al.*, 2017). En este sentido, a partir del análisis de correlaciones entre variables de eficiencia y variables tecnológicas (Tabla 3) y del análisis de componentes principales (Fig.1), se infiere que es posible mejorar la productividad de sistemas ganaderos de cría a partir del incremento de la oferta forrajera (por un aumento de la superficie con especies cultivadas), el aumento de la suplementación de las vacas durante el invierno y el concomitante aumento de la carga animal. De acuerdo con el análisis de conglomerados, existen diferencias en producción de carne a favor de los establecimientos que aplicaron las tecnologías mencionadas (Tabla 4). Así, se observa en dicha tabla que hubo dos estrategias de intensificación diferentes en el grupo 2 y 3 de conglomerados respecto al grupo 1. En el grupo 2, la mayor producción de carne respecto al grupo 1 estuvo asociada principalmente a una mayor carga animal (vientres  $ha^{-1}$ ) y a un mayor nivel de suplementación de las vacas (% del peso vivo). En cambio, en el grupo 3, la mayor producción de carne respecto al grupo 1 estuvo asociada principalmente a mayor superficie cultivada (% de la superficie de cría), mayor preñez (%) y mayor destete (%) y mayor carga animal (Tabla 4). Este análisis permite concluir que, si se combinan las principales estrategias de los grupos 2 y 3, se podría lograr un nivel de producción de carne aún mayor.

En concordancia con los resultados del presente estudio, investigaciones de otras regiones ganaderas de Argentina mostraron que es posible incrementar la producción de carne a partir del aumento de la oferta forrajera, mediante la incorporación de praderas cultivadas, perennes y anuales, combinadas con otras prácticas de manejo. Faverin *et al.* (2019) reportaron un incremento de entre 17 a 23% de la producción de carne ( $kg$  de PV  $ha^{-1}$  año $^{-1}$ ) a partir del reemplazo de 10% de la superficie de campo natural con una pradera perenne bajo buenas

prácticas de manejo, y de la reducción de la edad de primer servicio de las vaquillonas de 27 a 15 meses. Por otro lado, Fernandez Rosso *et al.* (2018) registraron 63% mayor producción de carne cuando se reemplazó el 80% de la superficie con especies cultivadas (praderas perennes y verdes anuales), combinando prácticas como el destete precoz de los terneros y reducción de la edad de primer servicio de las vaquillonas. A su vez, los resultados del presente estudio mostraron que la suplementación de las vacas se correlacionó de manera positiva con la carga animal (vacas ha<sup>-1</sup>) (Tabla 3). El aumento de la carga animal y mejorando el pastoreo, en simultáneo con el incremento de la cantidad y calidad de praderas, es una estrategia que permite mejorar la productividad de los sistemas de producción de carne por hectárea (Hodgson, 1990; McCarthy *et al.*, 2016), debido a un incremento en la eficiencia de cosecha lo que contribuye a una mayor eficiencia global del sistema (Baudracco *et al.*, 2010). La posibilidad de incrementar la eficiencia de cosecha en 10 o 20% respecto al promedio regional generaría un fuerte incremento de la productividad.

Aunque existen muchos esfuerzos por incrementar la eficiencia productiva de los productores de la región bajo estudio (Chiossone, 2006; Capozzolo *et al.*, 2017), la falta de datos actualizados para la caracterización de sistemas ganaderos limita el diseño de estrategias de innovación tecnológica regional. En un estudio donde se relaciona productividad e impacto ambiental de sistemas de producción de carne de diferentes regiones de Argentina (Gonzalez Fischer and Bilenca, 2020), se ha reportado que es posible aumentar 15% la producción de carne a partir de la incorporación de tecnología fácilmente disponible, como las descritas aquí (Tabla 1 y 2). A los fines de cuantificar el impacto potencial de la adopción del nivel productivo reportado en este trabajo (+84% de productividad que los sistemas típicos), es posible inferir que se podrían producir 76.000 terneros extras y la producción regional se incrementaría 21% si el 25% de los productores alcanzara el nivel productivo observado en las Tablas 1 y 2. Estos resultados son muy alentadores, pero se requerirá estudios complementarios para identificar potenciales compensaciones productivas y ambientales, como las realizadas para la Pampa Deprimida (Bilotto *et al.*, 2019; Fernandez Rosso *et al.*, 2020). Finalmente, la disponibilidad de la información de este trabajo permitirá avanzar en el diseño de estrategias productivas que tiendan a incrementar la producción de carne en una zona de alta relevancia productiva de bovinos de carne de Argentina, como lo es el norte de Santa Fe.

## CONCLUSIONES

Los indicadores productivos y reproductivos relevados en este estudio fueron superiores a los informados para sistemas de cría típicos de la región bajo estudio, debido a una mayor oferta forrajera (por mayor superficie con praderas perennes y verdeos) y al manejo mejorado del rodeo (mayor suplementación de las vacas y mayor carga animal). El análisis de conglomerados permitió observar que hubo un grupo de productores que basó su estrategia de intensificación y mayor producción de carne en mayor carga animal y mayor nivel de suplementación y otro grupo que basó su estrategia con mayor superficie cultivada, mayor preñez (%) y mayor destete (%). Si se combinan ambas estrategias se podría lograr un nivel de producción aún mayor. Los datos relevados contribuyen con el estudio y diseño de estrategias que favorezcan la mejora productiva de sistemas de cría del norte de Santa Fe.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abdala, A.A.; Maciel, M.G.; Salado, E; Aleman, R. y Scandolo. D. (2013). Pérdidas de preñez en un rodeo de cría del norte de la provincia de Santa Fe. *Revista Argentina de Producción Animal* 33(2), 109-115.

Baudracco, J., Lopez-Villalobos, N.; Holmes, C.W. and Macdonald, K.A. (2010). Effects of stocking rate, supplementation, genotype and their interactions on grazing dairy systems: a review. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 53(2), 109-133.

Bilotto, B.; Recavarren, P.; Vibart, R. and Machado, C.F. (2019). Backgrounding strategy effects on farm productivity, profitability and greenhouse gas emissions of cow-calf systems in the Flooding Pampas of Argentina. *Agricultural Systems* 176, 1-15.

Britt, J.H.; Cushman, R.A.; Dechow, C.D.; Dobson, H.; Humblot, P.; Hutjens, M.F.; Jones, G.A.; Ruegg, P.S.; Sheldon, I.M. and Stevenson, J.S. (2018). Invited review: Learning from the future—A vision for dairy farms and cows in 2067. *Journal of Dairy Science* 101, 3722–3741.

Canosa, M.R. (2003). Indicadores de eficiencia de la cría. Cuaderno de Actualización Técnica N° 66: Cría Vacuna. AACREA. Buenos Aires.

Capozzolo, C.; Scarel, J.; Ocampo, M.E.; Ybran, R.; Hug, O. y Mitre, P. (2017). *Sistemas ganaderos bovinos - Caracterización del distrito Toba*. Ediciones INTA. 1era ed.

INTA Reconquista, Reconquista, Argentina. <https://inta.gob.ar/documentos/sistemas-ganaderos-bovinos-caracterizacion-del-distrito-toba> Acceso abril 2020.

CNA. (2008). Censo Nacional Agropecuario 2008. <https://www.indec.gob.ar/indec/web/Nivel4-Tema-3-8-87> Acceso abril 2020.

CNA. (2018). Censo Nacional Agropecuario 2018. Resultados Preliminares. <https://cna2018.indec.gob.ar/> Acceso abril 2020.

Chimicz, J. 2007. Tipificación de la Cría bovina en Santa Fe. Revista argentina de producción animal 27(1), 324-325.

Chiossone, G. (2006). Sistemas de producción ganaderos del noreste argentino: Situación actual y propuestas tecnológicas para mejorar su productividad. X Seminario de manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. Maracaibo. pp. 120-137.

Dhein Dill, M.; Ribas Pereira, G.; Gonçalves Costa J.; Canali Canellas, L.; Peripolli, V.; Braccini Neto, J.; Menezes Sant´Anna, D.; McManus, C. and Jardim Barcellos, J.O. (2015). Technologies that affect the weaning rate in beef cattle production systems. Tropical Animal Health and Production 47(7), 1255-1260.

Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M y Robledo, C.W. (2011). InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>

FAO (2019). How to Feed the World in 2050. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues\\_papers/HLEF2050\\_Global\\_Agric\\_ulture.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agric_ulture.pdf) Acceso abril 2020.

Faverin, C.; Bilotto, F.; Fernández Rosso, C. y Machado, C. (2019). Modelación productiva, económica y de gases de efecto invernadero de sistemas típicos de cría bovina de la Pampa Deprimida. Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences 35(1), 14-25.

Faverin, C., y Machado, C. (2019). Tipologías y caracterización de sistemas de cría bovina de la Pampa Deprimida. Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences 35(1), 3–13.

Fernández Rosso, C.; Bilotto, F.; Lauric, A.; De Leo, G.A.; Torres Carbonell, C.; Arroqui, M.A.; Sorensen, C. and Machado, C. (2020). An innovation path in Argentinean

cow-calf operations: Insights from participatory farm system modelling. *Systems Research and Behavioral Science* 1-15.

Fernandez Rosso, C.; Lauric, M.; De Leo, G.; Bilotto, F.; Torres Carbonell, C. y Machado, C. (2018). Modelación productiva, económica y emisión de metano en sistemas de cría vacuna de Bahía Blanca y Coronel Rosales. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 44(2), 129-135.

Gallacher, M., and Lema, D. (2018). Returns to managerial ability and technical efficiency in Argentina dairy farms. *International Association of Agricultural Economists. Inter conference symposium. Talca.* 20 p.

Giorgi, R.; Tosolini, R.; Sapino, V.; Villar, J.; León, C.; y Chiavassa, A. (2007). Zonificación agroeconómica de la Provincia de Santa Fe. Delimitación y descripción de las zonas y subzonas agroeconómicas. *Publicación Miscelánea N° 110. INTA. Buenos Aires.*

Gonzalez Fischer, C., and Bilenca, D. (2020). Can we produce more beef without increasing its environmental impact? Argentina as a case study. *Perspectives in Ecology and Conservation* 18, 1–11.

Hodgson, J. (1990). *Grazing Management: Science into Practice. Longman Handbooks in Agriculture. Longman Scientific and Technical. New York.* 203 p.

INTA. (2018). Estación Meteorológica Reconquista. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria <https://inta.gob.ar/documentos/estacion-meteorologica-reconquista> Acceso abril 2020.

IPCVA. (2016). Potencial productivo de la ganadería bovina de la provincia de Santa Fe. Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina, Buenos Aires, Argentina <http://www.ipcva.com.ar/vertext.php?id=1620> Acceso abril 2020.

Kuivanen, K.S.; Michalscheck, M.; Descheemaeker, K.; Adjei-Nsiah, S.; Mellon-Bedi, S.; Groot, J. C. J. and Alvarez, S. (2016). A comparison of statistical and participatory clustering of smallholder farming systems - A case study in Northern Ghana. *Journal of Rural Studies* 45, 184-198.

Lara, R.; Lazzarini, B. y J. Baudracco. (2019). Caracterización técnico-productiva de fincas lecheras del Noreste de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences* 35(2), 186-195.

MAGyP. (2019). Informes Técnicos y Estimaciones. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de Argentina, Buenos Aires, Argentina <https://www.agroindustria.gob.ar> Acceso abril 2020.

McCarthy, B., L. Delaby, M. Pierce, J. McCarthy, C. Fleming, A. Brennan and Horan, B. (2016). The multi-year cumulative effects of alternative stocking rate and grazing management practices on pasture productivity and utilization efficiency. *Journal of Dairy Science* 99, 3784-3797.

Meat and Livestock Australia. 2017. How are global and Australian beef producers performing? Global agri benchmark network results 2016 [https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/prices--markets/documents/trends--analysis/agri-benchmark/mla\\_agribenchmark-beef-results-report\\_jan-2018.pdf](https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/prices--markets/documents/trends--analysis/agri-benchmark/mla_agribenchmark-beef-results-report_jan-2018.pdf) Acceso abril 2020.

Pacín, F. and Oosterheld, M. (2015). Closing the technological gap of animal and crop production through technical assistance. *Agricultural Systems* 137, 101–107.

Pighin, D.; Pazos, A.; Chamorro, V.; Paschetta, F.; Cunzolo, S.; Godoy, F.; Messina, V.; Pordomingo, A. and Grigioni, G. (2016). A contribution of beef to human health: A review of the role of the animal production systems. *The Scientific World Journal* 1-10.

Rearte, D.H., and Pordomingo, A.J. (2014). The relevance of methane emissions from beef production and the challenges of the Argentinean beef production platform. *Meat Science* 98, 35-360.

USDA. (2019). Livestock and products semi-annual, Australia. United States Department of Agriculture - GAIN Report AU1902. [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Livestock%20and%20Products%20Semi-annual Canberra Australia 3-1-2019.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Livestock%20and%20Products%20Semi-annual%20Canberra%20Australia%203-1-2019.pdf) Acceso abril 2020.

Ward, J.H. (1963). Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association* 58, 236-244.



# Capítulo 5:

Productividad, resultado económico y  
emisión de gases de efecto invernadero en  
sistemas de cría bovina del norte de Santa Fe

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue cuantificar la respuesta productiva, económica y las emisiones de gases de efecto invernadero de tres sistemas de cría bovina del norte de Santa Fe, denominados: **Tradicional** (sistema representativo de la región caracterizado en el *Capítulo 3* de la tesis), **Tecnificado** (sistema intensificado real de la región caracterizado en el *Capítulo 4* de la tesis) y **Tecnificado Plus** (sistema intensificado diseñado a partir de un taller con asesores ganaderos). Se utilizó información regional y un modelo de simulación determinístico, denominado Baqueano Cría (Uniagro, 2009), para cuantificar el impacto productivo y económico de la intensificación desde el sistema **Tradicional** hasta el **Tecnificado Plus**. Luego se calcularon las emisiones totales de metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (kg CO<sub>2</sub> eq/ha) y la intensidad de emisión (kg CO<sub>2</sub> eq/kg de peso vivo producido) mediante la aplicación de los protocolos del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2006). Los resultados muestran que la intensificación de los sistemas de cría a partir de mejoras en la oferta forrajera y en el manejo del rodeo permitiría incrementar la producción de carne y el margen bruto 256% y 278%, respectivamente, al pasar desde el sistema **Tradicional** al sistema **Tecnificado Plus**. La intensidad de emisión (kg CO<sub>2</sub> eq/kg de PV producido) se reduciría -28% desde el sistema **Tradicional** hasta el **Tecnificado Plus**. El estudio permitió identificar y cuantificar oportunidades de intensificación y mitigación de gases de efecto invernadero en sistemas de cría bovina de la región norte de Santa Fe, a partir de la incorporación de especies forrajeras cultivadas, incremento de carga animal, suplementación estratégica del ganado con granos externos al sistema y la reducción de la edad del primer servicio de vacas y la reducción de la edad al destete.

## INTRODUCCIÓN

La intensificación de los sistemas agropecuarios ha constituido una vía para mejorar los resultados productivos y la eficiencia e incidió en el aumento de la producción de alimentos desde mediados del siglo XX (Tilman *et al.*, 2002; Fuglie, 2012). En los últimos 30 años hubo un incremento de aproximadamente 40% en la producción de carne a nivel mundial (FAOSTAT, 2024). Este crecimiento se dio a través del uso de diversas tecnologías que

permitieron incrementar la eficiencia productiva de los sistemas. En Argentina, la intensificación permitió mejorar resultados económicos en las empresas agropecuarias (Viglizzo *et al.*, 2006; Engler *et al.*, 2011).

El norte de la provincia de Santa Fe posee una superficie aproximada de 900 mil hectáreas de uso agropecuario y un stock bovino de 3,6 millones de cabezas, lo que representa el 60% y 6% del stock provincial y nacional, respectivamente (SAGyP, 2023). Los sistemas agropecuarios del norte de la provincia de Santa Fe son predominantemente ganaderos y la cría es una actividad importante con más de 2.000 productores puramente criadores de bovinos (CNA, 2018). Estos sistemas, en general, se caracterizan por presentar baja adopción de insumos y de tecnologías de manejo, con más de 90% de la superficie sobre campo natural y con una producción de carne promedio de 45 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (CNA, 2018). Sin embargo, en la región existen productores que logran duplicar dicha producción de carne por ha, mediante el incremento de la oferta forrajera a partir de la siembra de pasturas cultivadas y del manejo mejorado del rodeo mediante suplementación, manejo del destete y reducción de la edad de primer servicio (Gregoretti *et al.*, 2020).

La modelación de sistemas completos, denominados “whole- farm models” posibilita el análisis de sistemas bajo situaciones en las que la experimentación a campo es costosa o difícil (limitación en recursos humanos, económicos, tiempo), facilitando estudios de largo plazo e incorporando elementos de incertidumbre intrínsecos a los sistemas biológicos (Baudracco *et al.*, 2013; Machado *et al.*, 2010). Los modelos de simulación representan la relación cuantitativa entre los componentes de un sistema y permiten dar valor numérico a los indicadores de distintas propiedades del sistema que representan. De esta manera, se puede evaluar y comparar globalmente el impacto de decisiones de manejo sobre la respuesta de diferentes aspectos del sistema (Machado y Berger, 2012).

Los sistemas de cría en general en Argentina tienen baja rentabilidad y baja adopción tecnológica (SAGyP, 2023; Arelovich, *et al.*, 2011), por lo que el análisis productivo y económico de estos sistemas es fundamental para tomar decisiones racionales. A su vez, debido a la creciente preocupación por el impacto ambiental, es necesario cuantificar las emisiones de GEI de los sistemas ganaderos actuales y diseñar estrategias de mitigación (Smith *et al.*, 2008). De acuerdo con el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Argentina, la agricultura, ganadería, silvicultura y otros usos de la tierra aportan el 37% a

las emisiones nacionales, mientras que el 22% de dichas emisiones se atribuyen a la ganadería (SAyDS, 2019). Los sistemas de cría en particular en Argentina, aportan el 85% de las emisiones totales de los sistemas ganaderos (FAO and NZAGRC, 2017), siendo el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) los principales GEI provenientes de la ganadería (Faverin *et al.*, 2014). El objetivo de este estudio fue simular la respuesta productiva y económica y estimar las emisiones GEI de las diferentes estrategias de intensificación de los sistemas de cría bovina del norte de Santa Fe.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Región de estudio

La región de estudio se ubica en el centro-norte de Argentina, entre los paralelos 28 a 30° Sur y los meridianos 62 a 59° Oeste. El clima es cálido y húmedo, y predominan suelos con baja capacidad productiva donde las restricciones principales corresponden a elevado contenido de sodio y deficiencias de drenaje (Giorgi *et al.*, 2007). La temperatura media anual es 20,1° C con una mínima promedio de 13,9° C y una máxima promedio de 26,2° C, en julio y enero, respectivamente (INTA, 2018). La precipitación promedio anual de la región presenta un gradiente entre 975 mm y 1.200 mm, desde el oeste al este, y presentan alta variación interanual (INTA, 2018).

### Simulación productiva y económica

*Modelo de simulación.* Para evaluar la intensificación productiva y económica se utilizó el software Baqueano Cría (Uniagro, 2019), el cual es un modelo de simulación determinístico de establecimientos ganaderos estabilizados que fue descrito en el *Capítulo 3* de la tesis.

### Escenarios simulados

**Tradicional.** Se diseñó para representar el sistema de cría promedio del norte de Santa Fe (descrito en *Capítulo 3*).

**Tecnificado.** Representa sistemas reales del norte de Santa Fe, pero que, a diferencia del sistema tradicional, los tecnificados aplican mayor superficie con especies forrajeras cultivadas y manejo del rodeo y tienen la característica de pertenecer a grupos de asesoramiento con registros productivos económicos (descripción detallada en *Capítulo 4*).

Para el sistema **Tecnificado**, a diferencia del **Tradicional**, se incorporó superficie con cultivos anuales de verano y de invierno y perennes (+ 10% de la superficie), se incorporó suplementación con granos externos al sistema y silaje de cultivos de verano producidos dentro del sistema, se aumentó la carga animal (+ 53%) y se redujo la edad de destete (- dos meses) respecto al sistema **Tradicional** (descripción detallada en *Capítulo 4*) (Tabla 1).

**Tecnificado Plus.** A diferencia de los dos sistemas precedentes, este sistema no fue caracterizado previamente y se diseñó a partir de un taller con asesores ganaderos de la región bajo estudio. El sistema **Tecnificado Plus** (Tabla 1), respecto al sistema **Tradicional** incluyó mayor carga animal (+183%), menor porcentaje de mortandad (-72% en terneros y -66% en vacas) como consecuencia de mejor gestión sanitaria (revisión de toros, detección temprana de preñez y vacunas preventivas). También se adelantó la edad de primer servicio (12 meses antes) respecto al **Tradicional**, debido a que se asumió mayor ganancia de peso de la reposición como resultado de la suplementación estratégica, la cual no ocurrió en el sistema **Tradicional**. La preñez se mejoró un 37% en el sistema **Tecnificado Plus** respecto del sistema **Tradicional**.

**Supuestos productivos.** Las características productivas de los sistemas se detallan en la Tabla 1. La raza utilizada fue Braford, de 450 kg de PV, para todos los escenarios. La base forrajera de cada sistema estuvo compuesta por recursos naturales (pastizales, bosques y bajos) y cultivados (grama rhodes, avena y sorgo para silo), descritos en detalle en *Capítulo 3*. La superficie destinada de cada recurso forrajero para cada sistema simulado se muestra en la Tabla 1. Se asumió que el grama rhodes y los cultivos anuales se produjeron en el campo y que los concentrados se importaban al sistema. Los valores de producción anual y calidad promedio se resumen en la Tabla 2 del presente capítulo. En el apartado Anexos, al final de la tesis, se presentan las curvas de producción anual de los recursos forrajeros naturales definidas en el simulador. Para las especies forrajeras cultivadas se presentan en Anexos los protocolos de implantación. Para los tres sistemas se asumieron las mismas cifras de producción y calidad, excepto para grama rhodes. Se asumió una producción superior del grama rhodes en el sistema **Tecnificado Plus** (13.000 kg MS/ha/año) en base a referencias bibliográficas de experimentos zonales sobre producción de grama rhodes con fertilización nitrogenada (Oprandi *et al.*, 2014) más la opinión de asesores de la región. La fertilización

asumida para el grama rhodes fue 75 kg de urea/ha/año para el sistema **Tecnificado** y 150 kg de urea/ha/año y 60 kg de fosfato diamónico/ha/año para el sistema **Tecnificado Plus**.

La eficiencia de utilización para los recursos forrajeros fue 53% para el pastizal, 41% para el bosque, 60% para el bajo, 60% para el grama rhodes y 75% para la avena, igual para los tres sistemas. Las cantidades de suplementos ofrecidos por sistema (kg de MS/año) fueron 73.000 kg de heno para **Tradicional**, 180.500 kg de silo y 61.500 kg de concentrado para **Tecnificado** y 405.000 kg de silo y 18.000 kg de concentrado para **Tecnificado Plus**.

Tabla 1. Principales indicadores de los sistemas de cría Tradicional, Tecnificado y Tecnificado Plus ingresados al modelo de simulación.

	Tradicional	Tecnificado	Tecnificado Plus
Superficie total (ha)	600	600	600
Vientres (cabezas)	180	276	510
Carga animal (vientres/ha)	0,30	0,46	0,85
Época de servicio	1° noviembre a 1° febrero		
Edad al servicio (meses)	27	27	15
Época de destete	mayo	marzo	Marzo
Preñez (%)	62	77	85
Destete (%)	50	70	85
Mortandad de terneros (%)	18	9	5
Mortandad de vientres (%)	3	1	1
<b>Uso del suelo</b>			
Pastizal Natural (ha)	300	240	120
Bosque (ha)	210	210	210
Bajo (ha)	90	90	90
Grama rhodes (ha)	-	42	100
Avena (ha)	-	18	80
Sorgo para silo (ha)	-	18	40

Tabla 2. Producción promedio (Ton MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) de los recursos forrajeros de los sistemas de cría simulados.

	Especie	Producción (kg MS ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )	Digestibilidad MS (%)
Pastizal	<i>Sorghastrum setosum</i>	5.500	50
Bosque	<i>Stipa sppE.</i>	3.000	56
Bajo	<i>Leersia hexandra, Luziola peruviana</i>	8.300	60
Gramma rhodes	<i>Chloris gayana</i>	8.200(*)	55
Avena	<i>Avena sativa</i>	3.500	65
Sorgo para silo	<i>Sorghum bicolor</i>	10.000	65

\* Para el sistema Tecnificado Plus se asumió una producción de 13.000 kg MS/ha/año en respuesta a una mayor fertilización del recurso.

**Supuestos económicos.** Se simuló el Margen Bruto anual (AACREA, 1990), definido como la diferencia entre los ingresos netos (venta de terneros/as y vacas de descarte) y los costos directos (implantación y mantenimiento de pastura, implantación de cultivos anuales, mano de obra y sanidad del rodeo), utilizando información de precios zonales. Además, se calculó la rentabilidad (%) y el punto de equilibrio (kg PV/ha) para cada sistema. En Anexos se presentan los cálculos realizados.

**Ingresos económicos.** El peso vivo y el precio de compra y venta de las categorías se muestran en la Tabla 3. Los gastos de compra y venta de las diferentes categorías fueron 5% y 2% sobre el precio, respectivamente. Los precios se obtuvieron del mercado agroganadero (<http://www.mercadoagroganadero.com.ar>)

**Costo de alimentación.** Los costos de la MS producida fueron 311 y 580 US\$/ha por año para la avena y el silo de sorgo. El costo de la MS producida para el grama rhodes fue 121 y 286 US\$/ha por año para el sistema **Tecnificado** y **Tecnificado Plus**, respectivamente. Esta diferencia se debe a la mayor fertilización de la pastura que se realiza en el escenario **Tecnificado Plus**. Los costos de implantación y confección de silo se presentan en el Anexo. El costo de la suplementación con rollo/concentrado externo al sistema fue 5 US\$/ha para **Tradicional**, 18 US\$/ha para **Tecnificado** y 5 US\$/ha para **Tecnificado Plus**. Los costos

totales para alimentación de los tres sistemas fueron 5, 44 y 86 US\$/ha para **Tradicional**, **Tecnificado** y **Tecnificado Plus**, respectivamente.

**Costo de mano de obra y asesoramiento.** Se consideró un empleado de tiempo completo para realizar todas las actividades del sistema en los sistemas **Tradicional** y **Tecnificado**, con un salario mensual de US\$ 744. Para el sistema **Tecnificado Plus** se consideró un empleado de tiempo completo y uno temporario, que representan 1,5 trabajadores rurales asignados al sistema. De esta manera, los costos de mano de obra anual por hectárea para cada sistema fueron 16 y 24 US\$/ha para los sistemas **Tradicional** y **Tecnificado** y **Tecnificado Plus**, respectivamente. Además, para los dos escenarios tecnificados se asumió el gasto por asesoramiento técnico con un costo anual por ha de US\$ 9.

**Costo de sanidad.** Se asumió un costo anual de 1 US\$/ha para el sistema **Tradicional**, 7 US\$/ha para el escenario **Tecnificado**, y 22 US\$/ha para el **Tecnificado Plus**. En Anexos se presentan los calendarios sanitarios de cada sistema con sus costos asociados.

Tabla 3. Peso vivo (kg cabeza<sup>-1</sup>) y precio (US\$ kg<sup>-1</sup>) de las diferentes categorías de los sistemas Tradicional, Tecnificado y Tecnificado Plus.

Categoría	Tradicional		Tecnificado		Tecnificado Plus	
	Peso vivo (Kg cabeza <sup>-1</sup> )	Precio (US\$ kg <sup>-1</sup> )	Peso vivo (Kg cabeza <sup>-1</sup> )	Precio (US\$ kg <sup>-1</sup> )	Peso vivo (Kg cabeza <sup>-1</sup> )	Precio (US\$ kg <sup>-1</sup> )
Vacas	400	1,25	450	1,40	450	1,40
Terberos	200	2,10	180	2,20	190	2,20
Terteras	-	-	170	2,10	180	2,10
Vaquillonas	290	2,00	290	2,00	320	2,00
Toros compra	900	2,10	900	2,10	900	2,10
Toros venta	800	1,40	800	1,40	800	1,40

Dentro de la evaluación económica de los sistemas también se realizó un análisis de sensibilidad para evaluar la variación de los márgenes brutos ante cambios en los precios del ternero y del alimento y del porcentaje de destete. Se calculó la variación del margen bruto con una baja del 10%, 20%, 30%, 40% y 50% en el precio del ternero, del alimento y el porcentaje del destete y un aumento del 10%, 20%, 30%, y 40% en el precio del alimento.



### Cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero

Se calcularon las emisiones de GEI considerando las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes de la fermentación entérica, las emisiones de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados en la situación de los animales en pastoreo y las emisiones de CO<sub>2</sub> según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2006). Para ello se conformó una planilla de hoja Excel con todas las fórmulas necesarias para su estimación mediante la aplicación de los protocolos del IPCC.

Las ecuaciones representan las fuentes de emisión dentro del sistema productivo “hasta la tranquera” y se utilizó un enfoque de análisis de ciclo de vida (Guinée *et al.*, 2002). Este enfoque relaciona el impacto ambiental de un sistema a una unidad funcional, la cual representa el principal producto del sistema analizado, definida en este estudio como kg de peso vivo (PV) producido. Las emisiones se expresaron en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> eq) teniendo en cuenta el potencial de calentamiento global (PCG) de cada gas (IPCC, 2006) asumiendo un horizonte temporal de 100 años. Los PCG usados fueron de 25 y 298 para el CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, respectivamente (Forster *et al.*, 2007). Las emisiones se expresaron como emisiones globales por unidad de superficie (kg CO<sub>2</sub> eq ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) y como intensidad de emisión, es decir por unidad de producto (kg CO<sub>2</sub> eq kg PV<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>).

Para estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> se calcularon las emisiones de CH<sub>4</sub> de fermentación entérica para las categorías vacas, vaquillonas de reposición y terneros (IPCC, 2006 - Nivel 2). Para ello se calculó previamente la energía bruta consumida para vacunos (EB) mediante el software nutricional NRC (2016), para lo cual se calculó la energía neta de mantenimiento (NE<sub>m</sub>), para actividad (NE<sub>a</sub>), para crecimiento (NE<sub>g</sub>), para lactancia (NE<sub>l</sub>) y para preñez (NE<sub>p</sub>). También se calculó la relación entre la energía disponible en una dieta para crecimiento y la energía digerible consumida (REG) y la relación entre la energía disponible en una dieta para mantenimiento y la energía digerible consumida (REM). Finalmente se calculó el factor de emisión (FE) y el factor de conversión en metano (Y<sub>m</sub>) expresado como fracción de energía bruta (EB) del alimento que se transforma en CH<sub>4</sub>, teniendo en cuenta la ecuación utilizada por Cambra-López *et al.* (2008).

$$Ym = -0.0038 * ED^2 + 0.351 * ED - 0.8111$$

Donde:

Y<sub>m</sub>= Factor de conversión de CH<sub>4</sub>, expresado como fracción de la digestibilidad de

la energía bruta del alimento que se transforma en CH<sub>4</sub>.

ED= energía digerible expresada como porcentaje de energía bruta

Otro dato que se tuvo en cuenta para la estimación fue la digestibilidad del alimento expresada como porcentaje de la ganancia de energía bruta del alimento (ED). La ED fue estimada a partir de trabajos previos sobre la calidad de los pastos de la zona de estudio y las opiniones de los expertos locales del norte de Santa Fe. La ED estimada varió según la categoría y el sistema ya que se asumió que este parámetro mejoraría en sistemas más intensificados por mejoras en la alimentación. La ED y el Ym usados para cada categoría y sistema se presentan en la Tabla 4.

En cuanto al N<sub>2</sub>O se estimaron las emisiones directas e indirectas a partir de la orina y heces depositadas durante el pastoreo, de residuos agrícolas y de fertilizantes nitrogenados sintéticos (IPCC, 2006- Nivel 1). Para las primeras se tuvo en cuenta el N de la orina y el estiércol depositado en las pasturas por animales en pastoreo, asumiendo que los animales permanecen 24 horas en pastoreo. También se calcularon otros parámetros como las tasas de excreción anual de nitrógeno (N<sub>ex</sub>), N de la orina y el estiércol depositado por animal de pastoreo. Las emisiones de N<sub>2</sub>O a partir de la fertilización nitrogenada se estimaron a partir de los fertilizantes aplicados anualmente a los recursos forrajeros, y la cantidad anual de N en los residuos agrícolas devueltos a los suelos (IPCC, 2006- Nivel 1).

Las emisiones de CO<sub>2</sub> se estimaron a partir del consumo de energía anual, de la producción de forraje dentro del sistema (pastura, cultivo anual y silo) y de la descomposición de la urea dentro del sistema (IPCC, 2006). Las emisiones externas al sistema provinieron de la producción de heno comprado en el sistema **Tradicional** y de los concentrados comprados en los sistemas **Tecnificado** y **Tecnificado Plus**.

Tabla 4. Valores estimados de los parámetros energía digerible (ED) y factor de conversión en metano (Ym) para las categorías y en los sistemas Tradicional, Tecnificado y Tecnificado Plus.

Sistema	Categoría	ED (%)	Ym
Tradicional	Vaca	50	7,24

	Vaquillona	55	7,00
	Ternero lactante	60	6,57
Tecnificado	Vaca	55	7,00
	Vaquillona	60	6,57
	Ternero lactante	65	5,95
Tecnificado Plus	Vaca	60	6,57
	Vaquillona	65	5,95
	Ternero lactante	65	5,95

## RESULTADOS

### Eficiencia productiva y económica

La producción total de carne (kg PV ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) aumentó desde el sistema base **Tradicional** hasta el **Tecnificado Plus** (Tabla 5). El sistema **Tecnificado Plus** mostró un incremento de la producción de carne de 256% y 80% respecto al sistema **Tradicional** y al sistema **Tecnificado**, respectivamente. De acuerdo al manejo del destete definido, el peso de los terneros al destete disminuyó 10% (20 kg) desde el **Tradicional** hasta el **Tecnificado Plus**, debido a la menor cantidad de días promedio de los terneros al pie de la madre (240 vs 180 días, respectivamente). Sin embargo, la cantidad de kilos de terneros vendidos por vaca (kg PV/vaca) en el sistema **Tecnificado Plus** fue 199% superior que el **Tradicional** y 50% superior al sistema **Tecnificado**.

Las mejoras productivas requirieron mayores costos directos (+200% en el **Tecnificado** y +459% en el **Tecnificado Plus** respecto al **Tradicional**). El aumento de costos se generó por mayores gastos en alimentación (implantación de forrajeras cultivadas y suplementación con alimentos externos) y mayor gestión sanitaria. Sin embargo, el MB aumentó +92% y +278% en el **Tecnificado** y **Tecnificado Plus** respecto al **Tradicional** (Figura 1).

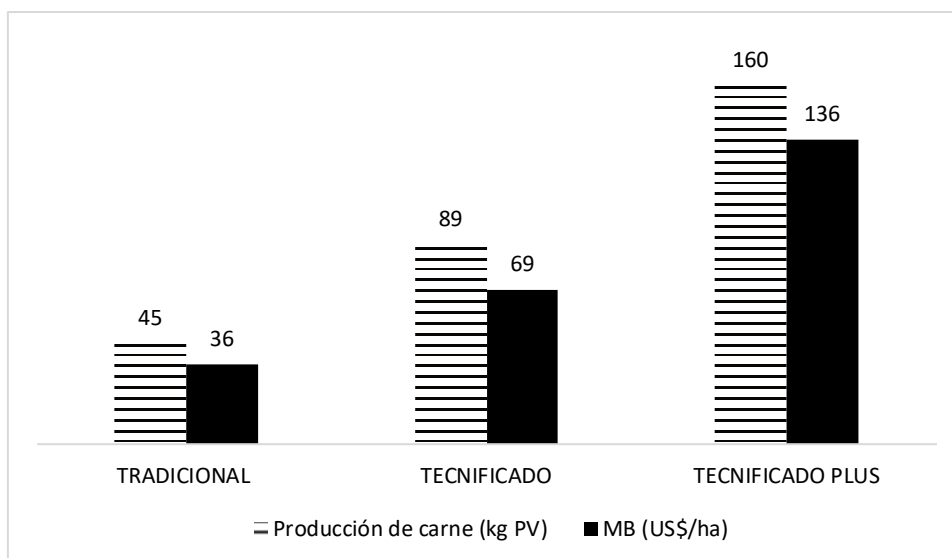


Figura 1. Ingresos, costos directos y margen bruto (US\$/ha) para los sistemas Tradicional, Tecnificado y Tecnificado Plus.

Tabla 5. Resultados económicos de los sistemas simulados

	Tradicional	Tecnificado	Tecnificado Plus
Ingreso neto US\$/ha	63	149	287
Costos directos US\$/ha	27	81	151
Margen bruto US/ha	36	69	136
Rentabilidad (%)	0,5	2,7	7,2
Punto de equilibrio (kg PV/ha)	16	28	44

### Análisis de sensibilidad

Los resultados del análisis de sensibilidad se presentan en las Tablas 6, 7 y 8 para los sistemas **Tradicional**, **Tecnificado** y **Tecnificado Plus**, respectivamente. Las variables de mayor impacto fueron el precio del ternero y el porcentaje de destete en los tres sistemas. Frente a la variación del precio del alimento, los sistemas tecnificados son más sensibles que el sistema tradicional dado un mayor uso del recurso.

Tabla 6. Resultados del análisis de sensibilidad frente a variación del precio del alimento y del ternero y el porcentaje de destete para el sistema Tradicional.

	BAJA precio del alimento (US\$/ha)	MB (US\$/ha)	Variación (%)
	4,7	35,8	
-10%	4,2	36,2	1%
-20%	3,8	36,6	2%
-30%	3,3	37,1	4%
-40%	2,8	37,6	5%
-50%	2,4	38,0	6%
SUBE precio del alimento (US\$/ha)			
	4,7	35,8	
10%	5,2	35,2	-2%
20%	5,7	34,7	-3%
30%	6,1	34,3	-4%
40%	6,6	33,8	-6%
50%	7,1	33,3	-7%
BAJA precio del ternero (US\$/kg)			
	2,3	35,8	
10%	2,1	32,8	-8%
20%	1,8	29,1	-19%
30%	1,6	26,1	-27%
40%	1,4	22,3	-38%
50%	1,1	19,3	-46%
BAJA destete (%)			
	50	35,8	
10%	45	32,8	-8%
20%	40	29,1	-19%
30%	35	26,1	-27%
40%	30	22,3	-38%
50%	25	19,3	-46%

Tabla 7. Resultados del análisis de sensibilidad frente a variación del precio del alimento y del ternero y el porcentaje de destete para el sistema Tecnificado.

	BAJA precio del alimento (US\$/ha)	MB (US\$/ha)	Variación (%)
	44,3	68,6	
-10%	39,9	73,0	6%
-20%	35,4	77,4	13%
-30%	24,8	81,9	19%
-40%	26,6	86,3	26%
-50%	22,2	90,7	32%
SUBE precio del alimento (US\$/ha)			
	44,3	68,6	
10%	48,7	64,2	-6%
20%	53,2	59,7	-13%
30%	57,6	55,3	-19%
40%	62,0	50,9	-26%
50%	66,5	46,4	-32%
BAJA precio del ternero (US\$/kg)			
	2,3	68,6	
10%	2,1	62,0	-10%
20%	1,8	54,5	-21%
30%	1,6	47,2	-31%
40%	1,4	39,5	-42%
50%	1,1	31,8	-54%
BAJA destete (%)			
	69	68,6	
10%	62	61,7	-10%
20%	55	54,9	-20%
30%	48	48,0	-30%
40%	41	41,8	-39%
50%	35	35,6	-48%

Tabla 8. Resultados del análisis de sensibilidad frente a variación del precio del alimento y del ternero y el porcentaje de destete para el sistema Tecnificado Plus.

	BAJA precio del alimento (US\$/ha)	MB (US\$/ha)	Variación (%)
	85,7	136,0	
-10%	77,1	145,0	7%
-20%	68,6	153,0	13%
-30%	60,0	162,0	19%
-40%	51,4	170,0	25%
-50%	42,9	179,0	32%
SUBE precio del alimento (US\$/ha)			
	85,7	136,0	
10%	94,3	127,0	-7%
20%	102,8	119,0	-13%
30%	111,4	110,0	-19%
40%	120,0	102,0	-25%
50%	128,6	93,0	-32%
BAJA precio del ternero (US\$/kg)			
	2,3	136,0	
10%	2,1	122,0	-10%
20%	1,8	102,0	-25%
30%	1,6	82,0	-40%
40%	1,4	60,0	-56%
50%	1,1	39,0	-71%
BAJA destete (%)			
	80	136,0	
10%	72	123,0	-10%
20%	64	108,0	-21%
30%	56	95,0	-30%
40%	48	81,0	-40%
50%	40	67,0	-51%

### Emisiones de gases de efecto invernadero

Las emisiones de GEI totales por hectárea ( $\text{kg CO}_2 \text{ eq ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ; E/ha) se incrementaron a medida que se intensificó el sistema (Tabla 8). Los sistemas **Tecnificado** y **Tecnificado Plus**, con mayor carga animal y mayor porcentaje de destete, presentaron mayor E  $\text{ha}^{-1}$  que el sistema **Tradicional**, pero con menor intensidad de emisión ( $\text{kg CO}_2 \text{ eq kg PV}^{-1}$ ; IE) (Tabla 8). El sistema **Tecnificado Plus** aumentó 157% las emisiones totales por hectárea respecto al **Tradicional** y 66% respecto al **Tecnificado**. Por otro lado, se observó una reducción de la intensidad de emisiones por unidad de producto (IE) desde el **Tradicional** al **Tecnificado** (-25%), mientras que el **Tecnificado Plus** redujo la IE -28% respecto al **Tradicional**.

Tabla 9. Resultados productivos y emisiones de  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  y  $\text{CO}_2$  de los sistemas Tradicional, Tecnificado y Tecnificado Plus

	Tradicional	Tecnificado	Tecnificado Plus
Emisiones totales ( $\text{Tn CO}_2 \text{ eq año}^{-1}$ )	851	1.316	2.184
$\text{CH}_4$ Fermentación entérica	678	1.017	1.647
$\text{N}_2\text{O}$ Heces y orina	152	244	426
$\text{N}_2\text{O}$ Fertilizantes y residuos (externo)	-	9	2
$\text{N}_2\text{O}$ Fertilizantes (propio)	-	20	87
$\text{CO}_2$ Energía (externo)	-	5	1
$\text{CO}_2$ Energía (propio)	21	21	21
Emisiones de GEI por hectárea ( $\text{kg CO}_2 \text{ eq ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ )	1.418	2.193	3.640
Producción de carne total ( $\text{kg PV ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ )	45	89	160
Intensidad de emisión de GEI ( $\text{kg CO}_2 \text{ eq kg PV}$ )	32	25	23



## DISCUSIÓN

En diferentes estudios sobre sistemas de producción de carne se destaca la importancia del uso de la simulación para identificar alternativas de mejoras basadas en la adopción de tecnologías o nuevas prácticas para incrementar la eficiencia productiva y disminuir la intensidad de emisión de GEI (Faverin *et al.*, 2019, Bilotto *et al.*, 2019, Fernandez Rosso *et al.*, 2020). Este trabajo es el primero que cuantifica, mediante un modelo de simulación, el impacto de cambios en la oferta forrajera y el manejo del rodeo sobre la productividad y los resultados económicos. Además, es el primero en cuantificar las emisiones de GEI de los sistemas de cría del norte de Santa Fe frente a esos cambios. El incremento asumido en la oferta de alimentos y la mayor carga animal al pasar del sistema **Tradicional** a los dos escenarios de intensificación, explican el aumento de la productividad. En los sistemas pastoriles como los de este estudio, la tierra es un recurso limitante, por lo que para aumentar la producción de carne por unidad de superficie es clave el incremento de la carga animal (Pretty, 1997; Coffey *et al.*, 2017). A su vez, el incremento en la oferta de alimentos permitió reducir la edad de primer servicio y simular sistemas con mayores porcentajes de preñez (+37% mayor preñez), sustentado por una mejor condición corporal de las vacas (Spitzer *et al.*, 1995). En rodeos de buena sanidad como se asume en este estudio, la mejor condición corporal se relaciona positivamente al rápido reinicio de la actividad reproductiva posparto (Kunkle *et al.*, 1994). Aunque los sistemas intensificados asumen mayores costos directos debido principalmente a mayores gastos en alimentación y más recursos para mayor gestión sanitaria, el MB aumentó desde **Tradicional** al **Tecnificado Plus** por un incremento importante de los ingresos netos sustentado en mayor productividad del sistema **Tecnificado Plus**.

Las emisiones de GEI más importantes en los sistemas evaluados fueron las de CH<sub>4</sub> provenientes de la fermentación entérica (80%), lo cual coincide con lo reportado por otros estudios (Steinfeld *et al.*, 2006; Gerber *et al.*, 2013; Nieto *et al.*, 2014; Faverin *et al.*, 2019; Fernández Rosso *et al.*, 2020). Esto constituye un efecto negativo en la producción por pérdida de energía (Opio *et al.*, 2013). Con la aplicación de distintas tecnologías (FAO and NZAGRC, 2017) es factible mitigar las emisiones provenientes de la fermentación entérica (Tseten *et al.*, 2022). Sin embargo, en procesos de intensificación ganadera que incluyen

forrajes diferentes y concentrados, diferentes trabajos sobre el tema mencionan la importancia de incluir los diferentes GEI debido al fenómeno del intercambio de contaminación (el aumento de un GEI como resultado de una medida de manejo introducida para reducir un GEI diferente (Grossi *et al.*, 2018; Yan *et al.*, 2024). Por ejemplo, la alimentación del ganado en pastoreo con concentrados puede reducir la intensidad de las emisiones de metano, pero puede contrarrestarse con el aumento de las emisiones totales de GEI (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub>), lo que podría afectar de manera crítica el análisis y modificará fuertemente las posibles conclusiones.

A nivel nacional hay escasos trabajos de estimación de emisiones de GEI en sistemas ganaderos de carne (Nieto *et al.*, 2014; FAO and NZAGRC, 2017; Faverin *et al.*, 2019; Fernandez Rosso *et al.*, 2020; Bilotto *et al.*, 2019). Si bien estos trabajos previos emplearon modelos de simulación, en la presente tesis se utilizaron las directrices del IPCC, particularmente el Nivel 2 para las estimaciones de CH<sub>4</sub> lo que permite un mayor nivel de detalle en el cálculo. Aunque se reconoce que las simulaciones pueden ofrecer mayor nivel de precisión al considerar factores como el clima, el tipo de suelo y manejo, la disponibilidad de datos específicos para modelarlos representa un desafío. Este trabajo es el primero que estima emisiones de GEI en sistemas de cría del norte de Santa Fe y revela emisiones anuales por hectárea (Tabla 9) consistentes con sistemas de cría de la región de la Cuenca del Salado en Buenos Aires en Argentina (1.547-1.936 kg CO<sub>2</sub> eq/ha; Faverin *et al.*, 2019) y Uruguay (1.490-2.827 kg CO<sub>2</sub> eq/ha; Becoña *et al.*, 2014). La baja inclusión de forrajes y concentrados de las dietas limitó un efecto significativo de intercambio entre diferentes GEI. La intensidad de emisiones mostró una reducción desde el sistema menos intensificado al más intensificado, en línea con otros estudios (Cardoso *et al.*, 2016; Gerssen-Gondelach, *et al.*, 2017; Samsonstuen *et al.*, 2020). Si bien la intensidad de emisión disminuye mientras aumenta la productividad (Opio *et al.*, 2013), también está relacionada al tamaño de la explotación, la estrategia de gestión y el manejo de los sistemas (Nieto *et al.*, 2014). Futuras investigaciones podrían incluir mayor número de explotaciones, incorporando variables de tamaño y gestión.

## CONCLUSIONES

Los resultados productivos y económicos obtenidos en el presente estudio permitieron cuantificar oportunidades de mejora para los sistemas de cría bovina del norte de Santa Fe, indicando un beneficio por la inclusión de pasturas forrajeras cultivadas y prácticas de manejo del rodeo como el aumento de la carga animal, la suplementación estratégica y la reducción de la edad de destete y primer servicio. Aunque la intensificación hace al sistema más inestable frente a la variación de precios del ternero y del alimento, y frente a la variación del porcentaje de destete. Si bien era conocido que dichas tecnologías mejoran la productividad y la rentabilidad, no existía una cuantificación previa del impacto de las tecnologías para los sistemas de cría de Santa Fe.

La producción de carne y el margen bruto podrían incrementarse 256% y 278%, respectivamente, al pasar del sistema **Tradicional** al **Tecnificado Plus**. A su vez, el incremento en productividad resultante de la intensificación, permitiría reducir la intensidad de emisiones de GEI por 28%.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AACREA. (1990). Normas para medir los resultados económicos en las empresas agropecuarias. AACREA. Buenos Aires. 89 p.
- Arelovich, H.M.; Bravo, R.D. and Martínez, M.F. (2011). Development, characteristics, and trends for beef cattle production in Argentina. *Animal Frontiers* 1(2), 37-45.
- Baudracco, J.; Lopez-Villalobos, N.; Holmes, C.; Comeron, E.; Macdonald, K. y Barry, T. (2013). e-Dairy: a dynamic and stochastic whole-farm model that predicts biophysical and economic performance of grazing dairy systems. *Animal* 7, 870-878.
- Becoña, G.; Astigarraga, L. and Picasso, V. (2014) Greenhouse gas emissions of beef cow– calf grazing systems in Uruguay. *Sustainable Agriculture Research* 3(2), 89-105.
- Bilotto, B.; Recavarren, P.; Vibart, R. and Machado, C.F. (2019). Backgrounding strategy effects on farm productivity, profitability and greenhouse gas emissions of cow-calf systems in the Flooding Pampas of Argentina. *Agricultural Systems* 176, 1-15.
- Cambra-López, M.; García Rebollos, P.; Estellés, F. y Torres, A. (2008) Estimación de las emisiones de los rumiantes en España: el Factor de Conversión de Metano. *Archivos de Zootecnia* 57, 89-101.

Cardoso, A.S.; Berndt, A.; Leytem, A.; Alves, B.J.R.; de Carvalho, I.; de Barros Soares, L.H.; Urquiaga, S. and Boddey, R.M. (2016). Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. *Agricultural systems* 143, 86-96.

CNA. (2018). Censo Nacional Agropecuario 2018. Resultados Preliminares. <https://cna2018.indec.gob.ar/> Acceso abril 2020.

Coffey, E.; Delaby, L.; Fitzgerald, S.; Galvin, N.; Pierce, K. and Horan, B. (2017). Effect of stocking rate and animal genotype on dry matter intake, milk production, body weight, and body condition score in spring-calving, grass-fed dairy cows. *Journal of Dairy Science* 7556–7568.

Engler, P. y G. Vicente. (2011). Modelos de optimización para evaluar la sustentabilidad económica y ambiental en sistemas agrícolas de Entre Ríos. En: Vicien, C.; Pena, S. y Petri, G. (eds) *Modelización económica en el sector agropecuario*. pp.131-149.

FAO and NZAGRC. (2017). Low-emissions development of the beef cattle sector in Argentina: reducing enteric methane for food security and livelihoods. FAO. Rome. 28 p.

FAOSTAT. (2024). Food and Agriculture data <http://www.fao.org/faostat/en/#home> Acceso febrero 2024.

Faverin, C.; Gratton, R. y Machado, C. (2014). Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas de producción de carne vacuna de base pastoril. Revisión bibliográfica. *Revista argentina de producción animal* 34(1), 33-54.

Faverin, C., y C. F. Machado. (2019). Tipologías y caracterización de sistemas de cría bovina de la Pampa Deprimida. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences* 35(1), 3–13.

Fernández Rosso, C.; Bilotto, F.; Lauric, A.; De Leo, G.A.; Torres Carbonell, C.; Arroqui, M.A.; Sorensen, C.G. and Machado, C. (2020). An innovation path in Argentinean cow–calf operations: Insights from participatory farm system modelling. *Systems Research and Behavioral Science* 1-15.

Forster, P.; Ramaswamy, V.; Artaxo, P.; Berntsen, T.; Betts, R.; Fahey, D.W.; Haywood, J.; Lean, J.; Lowe, D.C.; Myhre, G.; Nganga, J.; Prinn, R.; Raga, G.; Schulz, M. and Van Dorland, R. (2007). Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. In: Solomon, S.; Qin, D.; Manning, M.; Chen, Z.; Marquis, M.; Averyt, K.B., et al. (eds) *Climate*

Change 2007: The Physical Science Basis. Cambridge University Press. Cambridge. pp. 131-234.

Fuglie, K.O. (2012). Productivity growth and technology capital in the global agricultural economy. CAB International. Wallingford. pp. 335-368.

Gerber, P.J.; Steinfeld, H.; Henderson, B.; Mottet, A.; Opio, C.; Dijkman, J.; Falcucci, A. and Tempio, G. (2013) Tackling Climate Change through Livestock a Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities. FAO. Rome. 153 p.

Giorgi, R.; Tosolini, R.; Sapino, V.; Villar, J.; León, C. y Chiavassa, A. (2007). Zonificación agroeconómica de la Provincia de Santa Fe. Delimitación y descripción de las zonas y subzonas agroeconómicas. Publicación Miscelánea N° 110. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Buenos Aires..

Guinée, J.B.; Gorrée, M.; Heijungs, R.; Huppes, G.; Kleijn, R.; De Koning, A.; van Oers, L.; Wegener Sleeswijk, A.; Suh, S. and Udo de Haes, H.A. (2002). Life cycle assessment. An operational guide to the ISO standards. Centre of Environmental Science, Leiden University. Leiden.

Gerssen-Gondelach, S.J.; Lauwerijssen, R.B.G.; Havlík, P.; Herrero, M.; Valin, H.; Faaij, A.P.C. and Wicke, B. (2017). Intensification pathways for beef and dairy cattle production systems: Impacts on GHG emissions, land occupation and land use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 240, 135-147.

Gregoretti, G.; Baudracco, J.; Dimundo, C.; Alesso, A; Lazzarini, B. y Machado, C. (2020). Caracterización productiva de sistemas de cría bovina tecnificados de la región centro norte de Argentina. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences* 36(3), 233-243.

Grossi, G.; Williams, A.G.; Goglio, P.; Vitali, A. 2018. Livestock and climate change: impact of livestock on climate and mitigation strategies. *Animal Frontiers* 9, 69–76.

INTA. (2018). Estación Meteorológica Reconquista. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <https://inta.gob.ar/documentos/estacion-meteorologicareconquista> Acceso marzo 2023.

IPCC. (2006). IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Intergovernmental. Panel on Climate Change. Cambridge University Press. Cambridge.

Kunkle, W. E.; Sand, R. S. and Rae, D. O. (1994). Effect of body condition on productivity in beef cattle. In: Fields, M.J.; Sand, R. S. (eds) Factors affecting calf crop. Press Boca Raton. USA. pp 167-176

Machado, C.F.; Morris, S.T.; Hodgson, J.; Arroqui, M.A. y Mangudo, P.A. (2010). A web-based model for simulating whole-farm beef cattle systems. *Computers and Electronics in Agriculture* 74, 129-136.

Machado, C.F. y Berger, H. (2012). Uso de modelos de simulación para asistir en sistemas de producción de carne. *Revista Argentina de Producción Animal* 32, 87-105.

McKnight, L. and Ibeagha-Awemu, E. (2019). Modeling of livestock systems to enhance efficiency. *Animal Frontiers* 9(2), 3-5.

Nieto, M.I.; Guzmán, M.L. and Steinaker, D. (2014) Emisiones de gases de efecto invernadero: simulación de un sistema ganadero de carne típico de la región central Argentina. *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias* 40(1), 92-101.

Opio, C.; Gerber, P.; Mottet, A.; Falcucci, A.; Tempio, G.; Macleod, M.; Vellinga, T.; Henderson, B. and Steinfeld, H. (2013). Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains – A global life cycle assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome. 191 p.

Oprandi, G.; Colombo, F. y Parodi, M.I. (2014). Grama rhodes, una alternativa productiva para los sistemas ganaderos del norte de Santa Fe. *Revista Voces y Ecos* 31, 26-27.

Pretty, J. (1997). The sustainable intensification of agriculture. *Natural Resources Forum* 21, 247–256.

Rearte, D.H. and Pordomingo, A.J. (2014). The relevance of methane emissions from beef production and the challenges of the Argentinean beef production platform. *Meat Science* 98, 35-360.

SAGyP. (2023). Informes Técnicos y Estimaciones. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de Argentina, Buenos Aires, Argentina. <https://www.agroindustria.gob.ar>  
Acceso febrero 2024.

SAyDS. (2019). Inventario nacional de gases de efecto invernadero. [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inventario\\_de\\_gei\\_de\\_2019\\_de\\_la\\_republica\\_argentina.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inventario_de_gei_de_2019_de_la_republica_argentina.pdf) Acceso febrero 2024.

Samsonstuent, S.; Aby, B.A.; Crosson, P.; Beauchemin, K. and Aass, L. (2020). Mitigation of greenhouse gas emissions from beef cattle production systems. *Acta Agriculturae Scandinavica* 62(4), 220-232.

Smith, D.M.; Martino, D.; Cai, Z.; Gwary, D.; Janzen, H.; Kumar, P.; McCarl, B.; Ogle, S.; O'Mara, F.; Rice, C.; Scholes, B.; Sirotenko, O.; Howden, M.; McAllister, T.; Pan, G.; Romanenkov, V.; Schneider, U.; Towprayoon, S.; Wattenbach, M. and Smith, J. (2008). Greenhouse gas mitigation in agriculture. *Philosophical Transactions of The Royal Society B* 363, 789-813.

Spitzer, J. C.; Morrison, D. G.; Wetteman, R. P. and Faulkner, L. C. (1995). Reproductive responses and calf birth and weaning weights as affected by body condition at parturition and postpartum weight gain in primiparous beef cows. *Journal Animal Science* 73, 1251-1257.

Steinfeld, H.; Gerber, P.; Wassenaar, T.; Castel, V.; Rosales, M. and de Haan C. (2006) *Livestock's Long Shadow. Environmental Issues and Options*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 465 p.

Tseten, R. A. S.; Moonhyuk, K. and Seon-Won K.J. (2022). Strategies to Mitigate Enteric Methane Emissions from Ruminant Animals. *Journal of Microbiology and Biotechnology* 32(3), 269–277.

Tilman, D.; Cassman, K.G.; Matson, P.A.; Naylor, R. and Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 671-677.

Uniagro (2019). Software Baqueano cría vacuna. [www.uniagro.com.ar](http://www.uniagro.com.ar)

Viglizzo, E.; Frank, F.; Bernardos, J.; Buschiazzo, D. and Cabo, S. (2006). A rapid method for assessing the environmental performance of commercial farms in the pampas of Argentina. *Environmental Monitoring and Assessment* 117, 109–134.

Yan, X.; Ying, Y.; Li, K.; Zhang, Q.; Wang, K. 2024. A review of mitigation technologies and management strategies for greenhouse gas and air pollutant emissions in livestock production. *Journal of Environmental Management* 352, 120028.

# Capítulo 6:

Discusión general y conclusiones



## INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta tesis fue evaluar el desempeño productivo, económico y ambiental de sistemas de cría actuales y sistemas intensificados en el norte de Santa Fe, donde a pesar de la importancia productiva de la misma, solo se disponía de información reducida, desactualizada y no integral a nivel sistema. Lamentablemente los esfuerzos nacionales de información significativa como el Censo Nacional Agropecuario (CNA 2018), no posibilitan acceder a información desagregada que permita reprocesar la información por zona, que sería de vital importancia para estos estudios.

Los sucesivos capítulos de la presente tesis se fueron concatenando, de manera de construir conocimiento en cada capítulo nuevo sobre su capítulo antecesor, mediante la combinación del uso diferentes métodos de investigación. Así, inicialmente se realizó una revisión bibliográfica sobre la intensificación de la producción de carne en el mundo y en Argentina, sobre las principales estrategias de intensificación para sistemas de cría y el impacto de la intensificación en los sistemas. Además, se realizó una breve descripción de los desafíos de la producción de carne en Argentina.

Luego se realizó una caracterización productiva de sistemas de cría tradicionales (sistema base o promedio predominante de la región) y tecnificados (sistemas que presentan registros productivos y asesoramiento agronómico permanente) del norte de Santa Fe. Esta caracterización permitió calcular la brecha productiva entre estos dos tipos de sistemas e identificar tecnologías prioritarias a adoptar para mejorar la productividad de los tradicionales. Para los sistemas tecnificados se evaluó la correlación entre variables de eficiencia y de tecnología para evaluar la relación entre la adopción de tecnología y los indicadores de eficiencia de estos sistemas. También se realizó un análisis de agrupamiento para identificar grupos de productores con similares características productivas, e identificar estrategias de manejo de diferentes grupos entre los sistemas tecnificados.

Las variables claves de los sistemas tradicional y tecnificado caracterizados se validaron en un taller de expertos en sistemas ganaderos de la región para definir un sistema tradicional promedio y un sistema tecnificado promedio del norte de Santa Fe. Finalmente, y con el objetivo de establecer un sendero de adopción tecnológica entre los sistemas (para utilizar como insumo en *Capítulo 5*), se diseñó, en otro taller de discusión con expertos, un sistema con mayor nivel de adopción tecnológica (sistema tecnificado plus). Por lo tanto, los tres

sistemas simulados fueron: TRADICIONAL, TECNIFICADO y TECNIFICADO PLUS. Estos sistemas se simularon utilizando el software Baqueano Cría, para evaluar y comparar el desempeño productivo y económico y se calcularon las emisiones de gases de efecto invernadero de los tres perfiles productivos contrastantes a partir de la metodología propuesta por IPCC (IPCC 2006).

## CONTRIBUCIONES GENERALES DE LA TESIS

Existe una brecha de producción de carne de 84% entre el sistema de cría tradicional del norte de Santa Fe y el sistema tecnificado que ya existe de la región. La carga animal (vacas  $ha^{-1}$ ) y el porcentaje de destete son 53% y 44% mayores en el sistema tecnificado promedio respecto al tradicional. Esta diferencia está dada principalmente por la incorporación de tecnologías que permiten un mejor manejo nutricional (incremento de la superficie con especies forrajeras cultivadas e incremento de la suplementación) y el incremento de la carga animal en los sistemas tecnificados. Esta brecha de eficiencias coincide con estudios previos de la región (Santangelo y Gil, 2016 y Capozzolo *et al.*, 2017) que reportaron baja adopción de tecnologías en los sistemas tradicionales del norte de Santa Fe. Según la visión de técnicos profesionales que trabajan en los sistemas de la región, las tecnologías a priorizar para mejorar la productividad de los sistemas tradicionales son el manejo del pastoreo de los recursos forrajeros naturales, el estacionamiento de los servicios y la capacitación del personal de campo. La mejora de la infraestructura no fue priorizada en primer lugar. Sin embargo, se reconoce que las aguadas y el nivel de apotreramiento facilitan la aplicación del estacionamiento de los servicios, el ajuste de carga animal y la regulación del pastoreo (Pizzio *et al.*, 2010). De acuerdo con los resultados de la modelación de los capítulos 3 y 5, la combinación de tecnologías relacionadas con el manejo forrajero y del rodeo permitirían incrementar la producción de carne y el margen bruto de los sistemas tradicionales. Estos resultados coinciden con otros estudios de simulación en regiones ganaderas del país que demostraron que la combinación de estas tecnologías tendría mayores resultados productivos y económicos que su incorporación por separado (Faverin *et al.*, 2019; Fernandez Rosso *et al.*, 2020).

## **Principales contribuciones del capítulo 2: Intensificación de la producción de carne en sistemas de cría: Revisión bibliográfica**

Este capítulo permitió caracterizar el crecimiento de la producción de carne en los principales países productores y las tecnologías utilizadas para la intensificación. También permitió describir la producción de carne en Argentina y sus principales desafíos. Entre las principales conclusiones se puede mencionar que la intensificación a través de tecnologías de mejora de la alimentación y el manejo del rodeo permitieron incrementar la producción de carne en los últimos 30 años, siendo Brasil el país que presentó mayor crecimiento.

Sobre la caracterización de la producción en Argentina se puede destacar que los sistemas de cría típicos presentan bajos resultados productivos comparados con Brasil, Estados Unidos y Australia, cuyos indicadores de eficiencia como la relación terneros/vaca del stock es de aproximadamente 80%, mientras en Argentina es de 60% (USDA, 2024).

De la revisión bibliográfica y de los resultados obtenidos en los relevamientos realizados en esta tesis se puede concluir que existe potencial para incrementar la producción de carne de los sistemas de cría en Argentina, mediante la mejora de los índices de eficiencia que actualmente son bajos y que se relacionan con la rentabilidad del sistema como la carga animal, la preñez y el porcentaje de destete. Esto demuestra la necesidad de realizar estudios de impacto de adopción, pero también de las causas de baja adopción de tecnologías en los sistemas de cría de Argentina.

## **Principales contribuciones del capítulo 3: Sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe: situación actual y oportunidades de mejora**

En el mismo se caracteriza productivamente a los sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe. Si bien existen fuentes de información sobre características de los sistemas de cría del norte de Santa Fe en informes técnicos y estadísticas oficiales, en este capítulo se unificó y discutió la información disponible sobre el tema. Esto permitió establecer que el sistema tradicional promedio de la región presenta baja adopción de tecnología y bajos índices productivos y reproductivos en comparación a un sistema de cría representativo de la principal región productora de terneros del país (Cuenca del Salado, provincia de Buenos Aires; SAGyP; 2023).

La encuesta realizada a 22 técnicos de la región priorizó la adopción de tecnologías relacionadas con la oferta forrajera de los sistemas naturales (implementación de un sistema de pastoreo) y el manejo del rodeo (estacionamiento del servicio, manejo de la carga animal y capacitación del personal), y estos resultados estuvieron acordes a otro relevamiento realizado en la región donde se priorizó el ajuste de carga animal, el manejo del pastoreo y el estacionamiento del servicio (Dolzani *et al.*, 2019).

Además, en este capítulo se realizó una cuantificación de la adopción de mejoras de indicadores de eficiencia productiva y reproductiva mediante simulación. Se reportó un incremento de 73% y 44% en la producción de carne y el margen bruto del sistema de cría tradicional (sistema base de las simulaciones) cuando se combinan tecnologías que permitan incrementar la eficiencia productiva y reproductiva del sistema. Estos resultados coinciden con otros estudios de simulación en regiones ganaderas del país que demostraron que la combinación de estas tecnologías tendría mayores resultados productivos y económicos que su incorporación por separado (Faverin *et al.*, 2019; Fernandez Rosso *et al.*, 2020).

#### **Principales contribuciones del capítulo 4: Caracterización productiva de sistemas de cría tecnificados el norte de Santa Fe**

En este capítulo se realizó una caracterización productiva de sistemas de cría tecnificados del norte de Santa Fe. Para eso se llevó a cabo un relevamiento a 27 establecimientos pertenecientes a CREA (Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agropecuaria). Estos sistemas se consideran tecnificados porque presentan registros productivos y cuentan con asesoramiento agronómico permanente. El relevamiento permitió establecer que la producción de carne, la carga animal y el destete son 84%, 53% y 44% superiores a los indicadores de sistemas tradicionales de la región. Además, se analizó la correlación entre variables de eficiencia y variables tecnológicas en estos sistemas y se infirió que es posible mejorar la productividad de sistemas ganaderos de cría a partir del incremento de la oferta forrajera (por un aumento de la superficie con especies cultivadas), el aumento de la suplementación de las vacas durante el invierno, y el concomitante aumento de la carga animal. Finalmente, mediante un análisis de conglomerados se identificaron dos estrategias productivas diferentes entre los sistemas tecnificados relevados. En un grupo, la mayor producción de carne estuvo asociada principalmente a una mayor carga animal

(vientres ha<sup>1</sup>) y a un mayor nivel de suplementación de las vacas (% del peso vivo). En cambio, en un segundo grupo se asoció la mayor producción de carne a mayor superficie cultivada (% de la superficie de cría), mayor preñez (%) y mayor destete (%) y mayor carga animal. Este análisis permitió concluir que, si se combinan las principales estrategias de estos grupos, se podría lograr un nivel de producción de carne aún mayor.

### **Principales contribuciones del capítulo 5: Modelación productiva, económica y de gases de efecto invernadero de sistemas de cría bovina del norte de Santa Fe**

En este capítulo se cuantificó la eficiencia productiva y económica de la intensificación de la producción en los sistemas caracterizados en los capítulos 3 y 4 de la tesis, denominados tradicional y tecnificado, respectivamente. Con el objetivo de establecer un sendero de adopción de tecnología se definió un sistema con mayor nivel de intensificación, denominado tecnificado plus, en un taller con asesores ganaderos de la región. Los sistemas difirieron en el porcentaje de superficie con pasturas forrajeras cultivadas y en prácticas de manejo del rodeo como el aumento de la carga animal, el incremento de la suplementación estratégica y la reducción de la edad de destete y primer servicio. Se reportó que la intensificación de los sistemas de cría a partir de mejoras en la base forrajera y en el manejo del rodeo permitiría incrementar la producción de carne y el margen bruto 255% y 278%, respectivamente, desde el sistema Tradicional hasta el Tecnificado Plus.

Para cuantificar el impacto ambiental de la intensificación se cuantificaron las emisiones de CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y CO<sub>2</sub> mediante las guías del IPCC (IPCC, 2006). Los resultados arrojaron que la emisión total por hectárea aumentaría 146%, la intensidad de emisión (kg CO<sub>2</sub> eq/kg de PV producido) se reduciría 28%.

### **LIMITACIONES DEL TRABAJO Y FUTURAS INVESTIGACIONES**

El modelo de simulación empleado en esta tesis está diseñado para evaluar sistemas de cría estabilizados, es decir, aquellos en los que se mantiene constante, año tras año, el número de cabezas de cada categoría, su peso, requerimientos y los indicadores reproductivos. Sin embargo, en la realidad productiva no existen sistemas completamente estables, lo que lo constituye una abstracción, aunque su objetivo es caracterizar un determinado planteo productivo para su evaluación específica.

Este modelo permite realizar evaluaciones determinísticas, lo que significa que, para un conjunto definido de entradas, se obtiene un conjunto único de salidas. Esta característica limita la posibilidad de llevar a cabo evaluaciones estocásticas, que son aquellas en las que un grupo de variables puede comportarse de manera aleatoria al incorporar la distribución de probabilidad de las variables (Awasthi *et al.*, 2024). Por ejemplo, variables como la producción de las pasturas y cultivos, así como el precio de la carne y de los principales insumos podrían ser modeladas de esta forma. Esto permitiría representar la variabilidad que está presente en el sistema y evaluar el riesgo de los mismos ante condiciones climáticas y de mercado variables (Bilotto *et al.*, 2021; Calsamiglia, *et al.*, 2018).

La falta de datos reales de producción y calidad de las especies forrajeras naturales es una limitante importante en estudios de simulación. Contar con esta información permitiría calibrar metodologías que estiman producción forrajera tales como índice verde (Grigera *et al.*, 2007; Bilotto *et al.*, 2019), modelos forrajeros (Berger *et al.*, 2014) y ecuaciones de regresión (Fernandez Rosso *et al.*, 2020), y de este modo proveer insumos para la mejora de los sistemas. Además, dicha información permitiría evaluar el riesgo de la intensificación frente a variación interanual en la oferta forrajera de estos sistemas (Berger *et al.*, 2017). La complejidad inherente a la simulación de sistemas ganaderos motiva decisiones de simplificación. En este trabajo, se priorizó analizar la dinámica del sistema bajo un escenario de calidad de forraje estable. Si bien se reconoce que la calidad forrajera varía en condiciones reales, esta asunción permite establecer una base para futuros estudios que exploren el impacto de dicha variabilidad. Se reconoce, además, que la simplificación adoptada sobre la calidad constante del recurso forrajero a lo largo del año, podría afectar las estimaciones de emisiones de CH<sub>4</sub>, ya que la calidad de forraje influye en la digestibilidad de la dieta, y por lo tanto en la producción de CH<sub>4</sub> entérico.

Adicionalmente, existe una brecha importante entre el conocimiento científico destinado a mejorar la productividad de los sistemas ganaderos y las prácticas adoptadas por los productores. Por ello, es necesario analizar las barreras para la adopción de tecnología en los sistemas productivos. Las condiciones sociales y culturales (no incluidas en este estudio) más allá de las condiciones productivas y económicas, son muy importantes para diseñar estrategias que mejoren las chances de adopción de los productores (Pannell *et al.*, 2006; Granier *et al.*, 2009). Algunas metodologías cualitativas como la elaboración de modelos

conceptuales (Paparamborda *et al.*, 2023), talleres de discusión entre productores y asesores ganaderos aplicando la teoría del comportamiento planificado (Fernandez Rosso *et al.*, 2021), la inclusión de preguntas en las encuestas a productores sobre edad, género, formación para definir tipos de productores y analizar la relación con la adopción de tecnologías (Recavarren *et al.*, 2020) pueden tenerse en cuenta en futuros estudios para definir barreras de adopción tecnológica en los sistemas de cría del norte de Santa Fe. Esto puede ayudar en el diseño de políticas sectoriales efectivas. Por último, en esta tesis se estimó la emisión de los gases de efecto invernadero en los sistemas simulados. La evaluación de otros indicadores de impacto ambiental, tales como balances de nutrientes, huella hídrica, generaría conclusiones más completas para determinar si la intensificación de sistemas de cría del norte de Santa Fe es compatible con una producción ambientalmente sustentable. Esto resultaría muy relevante, ya que existe escasa información al respecto.

## CONCLUSIONES GENERALES

1. Los sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe presentan baja adopción de tecnologías y baja eficiencia productiva y reproductiva. La mejora de la oferta forrajera y el manejo del rodeo son las tecnologías priorizadas por técnicos expertos en sistemas de cría de la región en estudio.
2. Los sistemas tecnificados de cría del norte de Santa Fe presentan mejores indicadores productivos y reproductivos que los sistemas tradicionales. La mayor superficie con especies forrajeras cultivadas y la mayor adopción de tecnologías de manejo del rodeo (estacionamiento del servicio, detección de preñez, manejo de la edad de destete y de primer servicio, mayor suplementación y la mayor carga animal) son las tecnologías empleadas por estos sistemas. Dentro de los sistemas tecnificados de la región, un grupo de productores basa su estrategia de intensificación en mayor suplementación, mientras otro grupo presenta mayor superficie con especies forrajeras cultivadas, ambos grupos con resultados productivos superiores al sistema tradicional.
3. Las simulaciones realizadas en esta tesis permiten concluir que las combinaciones de tecnologías que permitan incrementar la oferta forrajera y tecnologías de manejo del

rodeo permitirían incrementar la producción de carne y el resultado económico, hasta 255% y 278%, respectivamente.

4. Los cálculos de emisiones de GEI para los sistemas estudiados permiten concluir que la adopción de mejoras productivas relacionadas con la alimentación y el manejo del rodeo permiten reducir la intensidad de emisión hasta 28% de los sistemas tradicionales actuales. Sin embargo, para una mayor generalización de los resultados, es necesario incrementar el número de sistemas analizados y contemplar variables de gestión y tamaño de las mismas.
5. Finalmente, los sistemas de cría bovina del norte de Santa Fe presentan potencial para incrementar la producción de carne por ha y reducir la intensidad de emisiones de gases de efecto de sus sistemas a partir de tecnologías fácilmente disponible en uso por productores tecnificados. Futuras investigaciones deberían incluir aspectos relacionados con las barreras de adopción de tecnología.

A partir del análisis realizado en esta investigación se recomienda la implementación de estrategias de intensificación enfocadas en dos ejes principales: mejorar el manejo del forraje y manejo del rodeo. En primer lugar, la regulación de la carga animal de acuerdo con la disponibilidad del forraje, promoviendo el manejo del pastoreo para mejorar la persistencia de especies forrajeras. En segundo lugar, la implementación de estacionamiento del servicio, la detección temprana de preñez y la suplementación estratégica en períodos críticos, asegurando que la relación costo-beneficio sea positiva. Estas acciones al implementarlas de manera conjunta, permitirían un aumento en la producción de carne sin incrementar de manera significativa la huella de carbono del sistema.

## **PUBLICACIONES REALIZADAS DURANTE LA TESIS**

A continuación, se detallan las publicaciones derivadas de esta tesis:

**Gregoretti, G.**, Baudracco, J., Dimundo, C., Lazzarini, B., Scarel, J., Alesso, A., y Machado, C.F. 2024. Traditional cow-calf systems of the northern region of Santa Fe, Argentina: current situation and improvement opportunities. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo <https://doi.org/10.48162/rev.39.127>



**Gregoretti, G.,** Baudracco, J., Dimundo, C., Scarel, J., Alesso, A., y Machado, C.F. 2021. Alternativas de mejora en sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe, Argentina: I. Encuesta.

**Gregoretti, G.,** Baudracco, J., Dimundo, C., Scarel, J. y Machado, C.F. 2021. Alternativas de mejora en sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe, Argentina: II. Simulación.

**Gregoretti, G.,** Baudracco, J., Dimundo, C., Alesso, A., Lazzarini, B. y Machado, C. 2021. Impacto tecnológico en empresas de cría: Resultados de un estudio científico realizado en el norte de Santa Fe. Revista CREA N° 484: 45-46.

**Gregoretti, G.,** Baudracco, J., Dimundo, C., Alesso, A., Lazzarini, B. y Machado, C. 2020. Caracterización productiva de sistemas de cría bovina tecnificados de la región centro norte de Argentina. Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences, ex Agro-Ciencia 36(3): 233-243. <http://dx.doi.org/10.29393/chjaas36-22cpgg60022>.

**Gregoretti, G.,** Baudracco, J., Dimundo, C., Lazzarini, B., Machado, C.F. 2019. Caracterización productiva de sistemas tecnificados de cría bovina del norte de Santa Fe, Argentina. Comunicación. 42° Congreso Argentino de Producción Animal. Revista Argentina de Producción Animal 39 (1): 229.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABIEC. (2019). Beef Report 2019 – ABIEC. <http://abiec.com.br/en/publicacoes/beef-report-2019-2/> Acceso febrero 2024.

Awasthi, T. R.; Morshed, A.; Williams, T. and Swain, D.L. (2024). Simulation approaches used for management and decision making in the beef production Sector: A Systematic Review. *Animal* 14(11), 1632.

Berger, H., Machado, C.F., Agnusdei, M. and Cullen, B.R. (2014). Use of a biophysical simulation model (DairyMod) to represent tall fescue pasture growth in Argentina. *Grass Forage Science* 69(3), 441-453.

Beck, P.A.; Gadberry, M.A.; Gunter, S.A.; Kegley, E.B. and Jennings, J.A. (2017). Invited Review: Matching forage systems with cow size and environment for sustainable cow-calf production in the southern region of the United States. *The Professional Animal Scientist* 33, 289–296.

Berger, H; Bilotto, F.; Bell, L.W. and Machado, C.F. (2017). Feedbase intervention in a cow-calf system in the flooding pampas of Argentina: 2. Estimation of the marginal value of additional feed. *Agricultural Systems* 158, 68–77.

Bilotto, B.; Recavarren, P.; Vibart, R. and C.F. Machado. (2019). Backgrounding strategy effects on farm productivity, profitability and greenhouse gas emissions of cow-calf systems in the Flooding Pampas of Argentina. *Agricultural Systems* 176, 1-15.

Bilotto, F.; Vibart, R.; Wall, A. and Machado, C. (2021). Estimation of the inter-annual marginal value of additional feed and its replacement cost for beef cattle systems in the Flooding Pampas of Argentina. *Agricultural systems* 187, 103010.

Calsamiglia, S.; Astiz, S.; Baucells, J. and Castillejos, L. (2018). A stochastic dynamic model of a dairy farm to evaluate the technical and economic performance under different scenarios. *Journal of dairy science* 101(8), 7517-7530.

Capozzolo, C.; Scarel, J.; Ocampo, M.E.; Ybran, R.; Hug, O. y Mitre, P. (2017). *Sistemas ganaderos bovinos - Caracterización del distrito Toba*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Reconquista. 28p.

CNA. (2018). *Censo Nacional Agropecuario 2018. Resultados Preliminares*. <https://cna2018.indec.gob.ar/> Acceso marzo 2024.

Dolzani, M.; Rosatti, G.; Yaya, A.; Gatti, E.; Bertoli, J.; Zoratti, O.; Ruiz, M.; Podversich, F.; Bressan, E. y Tauber, C. (2019). Causas que limitan la adopción de tecnologías en los sistemas de producción de carne bovina en el norte de Santa Fe, Argentina. VII Jornada de difusión de la investigación y extensión. Esperanza.

FAOSTAT. (2024). Food and Agriculture data <http://www.fao.org/faostat/en/#home> Acceso febrero 2024.

Faverin, C.; Bilotto, F.; Fernández Rosso, C. y Machado, C. (2019). Modelación productiva, económica y de gases de efecto invernadero de sistemas típicos de cría bovina de la Pampa Deprimida. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Science* 35(1), 14-25.

Fernández Rosso, C.; Bilotto, F.; Lauric, A.; De Leo, G.A.; Torres Carbonell, C.; Arroqui, M.A.; Sorensen, C.G. and Machado, C.F. (2020). An innovation path in Argentinean cow-calf operations: Insights from participatory farm system modelling. *Systems Research and Behavioral Science* 1-15.

Greenwood, P.L.; Gardner, G.E. and Ferguson, D.M. (2018). Current situation and future prospects for the Australian beef industry - A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 31(7), 992-1006.

Greiner, R.; Patterson, L and Miller, O. (2009). Motivations, risk perceptions and adoption of conservation practices by farmers. *Agricultural Systems* 99(2), 86-104.

Grigera, G.; Oesterheld, M. and Pacín, F. (2007). Monitoring forage production for farmers' decision making. *Agricultural Systems* 94, 637-648.

Pannell, D.J.; Marshall, R.M.; Barr, N.; Curtis, A.; Vanclay, F. and Wilkinson, R. (2006). Understanding and promoting adoption of conservation practices by rural landholders. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 46(11), 1407-1424.

Paparamborda, I.; Dogliotti, S., Soca, P. and Rossing, W. (2023). A conceptual model of cow-calf systems functioning on native grasslands in a subtropical región. *Animal* 17, 100953.

Pizzio, R.; Sampetro, D.; Robson, C.; y Zapata, P. (2010). Evaluación de tecnologías integradas a un sistema de cría en el Malezal de estancia Palmitas. Mejora de la eficiencia productiva en ganadería vacuna y ovina. INTA. Corrientes.

SAGyP. (2023). Informes Técnicos y Estimaciones. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de Argentina, Buenos Aires, Argentina. <https://www.agroindustria.gob.ar> Acceso febrero 2024.

Santangelo, F. y Gil, F. (2016). Potencial productivo de la ganadería bovina de la provincia de Santa Fe. IPCVA. Buenos Aires. 51p.

USDA. (2024). Livestock and Poultry: World markets and trade. [https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf) Acceso febrero 2024.

USDA NASS (National Agricultural Statistics Service). 2015. Agricultural Statistics 2015. <https://www.nass.usda.gov/> Acceso Febrero 2024.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quiero agradecer a CONICET por el financiamiento a través del programa de becas doctorales. También quiero agradecer a la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral, lugar en donde pude realizar mi tesis doctoral.

Muchas gracias a mis directores, Claudio Machado y Javier Baudracco, por guiarme en la realización del trabajo de investigación con valiosas sugerencias.

Gracias a Carlos Dimundo por aportar su amplio conocimiento sobre la ganadería de carne.

Gracias a los asesores CREA norte de Santa Fe por sus valiosos aportes sobre los sistemas ganaderos de la región y permitir que se pueda generar y publicar información para el sector.

Gracias a Belén Lazzarini por alentarme y acompañarme en los años de formación del doctorado.

Por último, quiero agradecer a mi amada familia por acompañarme siempre.

## ANEXO

### Encuesta realizada a expertos sobre priorización de tecnologías en sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe (CAPITULO 3)

# Oportunidades de mejora productiva en sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe

Usted está recibiendo este cuestionario en calidad de experto/a zonal. El objetivo de esta breve encuesta es confirmar algunos diagnósticos preliminares cualitativos sobre sistemas tradicionales (sistema modal o promedio) de la Cuña Boscosa Santafesina, y en ese caso conocer su opinión de posibles soluciones.

Esta actividad es parte del trabajo Doctoral de Guillermina Gregoretti sobre caracterización y evaluación productiva, económica y ambiental de sistemas de cría del norte de la provincia de Santa Fe, que se desarrolla en la Facultad de Cs Agrarias (UNL) con una beca de CONICET.

#### 1. 1) Profesión

*Marca solo un óvalo.*

- Ingeniero/a Agrónomo/a
- Veterinario/a
- Otro: \_\_\_\_\_

#### 2. 2) Lugar de trabajo

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Asesor privado de empresas ganaderas
- Asesor ganadero CREA
- INTA
- Otro: \_\_\_\_\_



**MANEJO DEL  
RODEO (sanidad,  
estacionamiento  
del servicio,  
diagnóstico de  
preñez, manejo del  
destete)**

---

**GESTIÓN DE LA  
INFORMACIÓN**

---

**MEJORA DE  
INFRAESTRUCTURA**

---

**ACCESO A  
FINANCIAMIENTO**

---

4. 4) ¿Usted considera que contar con mejor y más información sobre producción, calidad y estacionalidad de los recursos forrajeros naturales es prioritario para el progreso de los sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe? Seleccione una opción

*Marca solo un óvalo.*

- 1 NADA DE ACUERDO
- 2 POCO DE ACUERDO
- 3 BASTANTE DE ACUERDO
- 4 MUY DE ACUERDO
- 5 TOTALMENTE DE ACUERDO

5. 5) ¿Usted considera que contar con mejor y más información sobre producción, calidad y estacionalidad de especies forrajeras cultivadas (cultivos anuales y megterómicas) es prioritario para el progreso de los sistemas de cría tradicionales del norte de Santa Fe? Seleccione una opción

*Marca solo un óvalo.*

- 1 NADA DE ACUERDO
- 2 POCO DE ACUERDO
- 3 BASTANTE DE ACUERDO
- 4 MUY DE ACUERDO
- 5 TOTALMENTE DE ACUERDO



6. 6) ¿Qué prioridad le otorga a las siguientes tecnologías para incrementar la oferta forrajera. Ordene de 1 (MAYOR PRIORIDAD) a 8 (MENOR PRIORIDAD). TRATE DE NO REPETIR EL NÚMERO DE ORDEN

Marca solo un óvalo por fila.

	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Incorporar cultivos anuales de invierno</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Incorporar cultivos anuales de verano</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Incorporar pasturas megatérmicas</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Fertilización de especies cultivadas</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Fertilizar pastizales</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Diferir pastizales para el invierno</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Implementar un sistema de pastoreo en el pastizal</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Usar desmalezadora/rolo posterior al pastoreo de pastizales</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

◀  ▶



<b>Inseminación artificial</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Capacitar al productor y personal</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Asesoramiento técnico regular o permanente</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Manejo de la carga animal</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Registro de mermas y detección de causas</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Control de venéras</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Diagnóstico de preñez</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. 9) ¿Usted considera que la gestión de la información (REGISTROS) es prioritaria para el progreso de los sistemas bajo estudio? Seleccione una opción

*Marca solo un óvalo.*

- 1 NADA DE ACUERDO
- 2 POCO DE ACUERDO
- 3 BASTANTE DE ACUERDO
- 4 MUY DE ACUERDO
- 5 TOTALMENTE DE ACUERDO

10. 10) ¿Usted considera que los productores hacen poco uso de los registros que tienen disponibles? Seleccione una opción

*Marca solo un óvalo.*

- 1 NADA DE ACUERDO
- 2 POCO DE ACUERDO
- 3 BASTANTE DE ACUERDO
- 4 MUY DE ACUERDO
- 5 TOTALMENTE DE ACUERDO

11. 11) ¿Usted considera que la mejora de la infraestructura es prioritario para el progreso de los sistemas bajo estudio? Seleccione una opción

*Marca solo un óvalo.*

- 1 NADA DE ACUERDO
- 2 POCO DE ACUERDO
- 3 BASTANTE DE ACUERDO
- 4 MUY DE ACUERDO
- 5 TOTALMENTE DE ACUERDO

12. 12) Según su criterio, por favor ordene las siguientes mejoras de infraestructura que usted recomendaría para incrementar la productividad de los sistemas de cría zonales. Ordene de 1 (MAYOR PRIORIDAD) a 5 (MENOR PRIORIDAD). TRATE DE NO REPETIR EL NÚMERO DE ORDEN

*Marca solo un óvalo por fila.*

	1	2	3	4	5
<b>Nivel de apotreramiento</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Alambrados perimetrales</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Mangas, corrales y cargaderos</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Instalaciones de suplementación</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Bebedores y aguadas</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13. 13) ¿ HAY LIMITANTES QUE NO FUERON MENCIONADAS EN ESTE FORMULARIO?

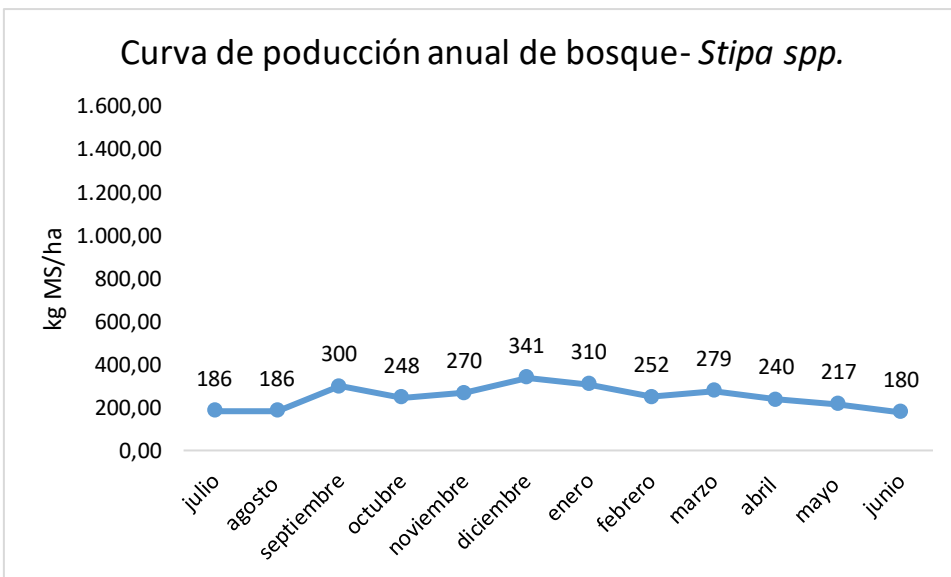
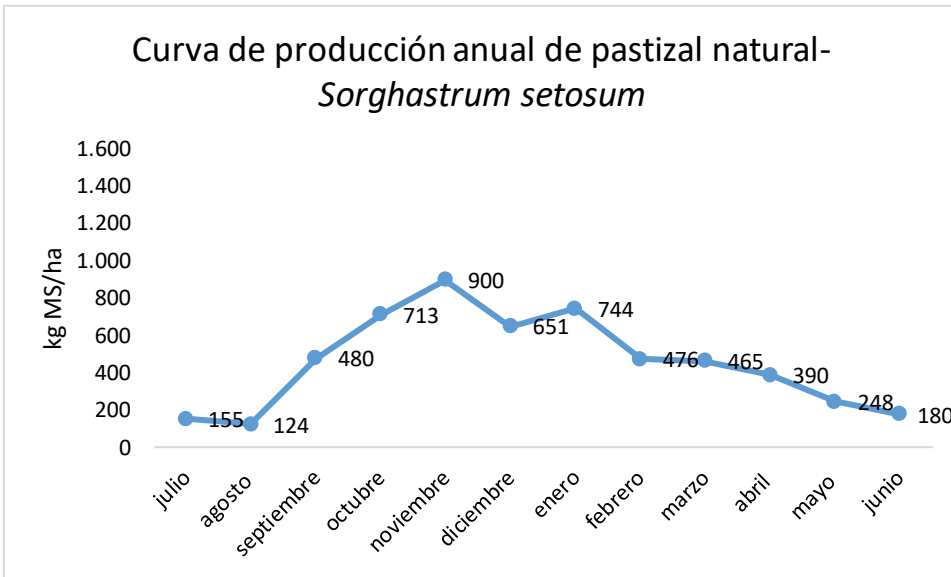
*Marca solo un óvalo.*

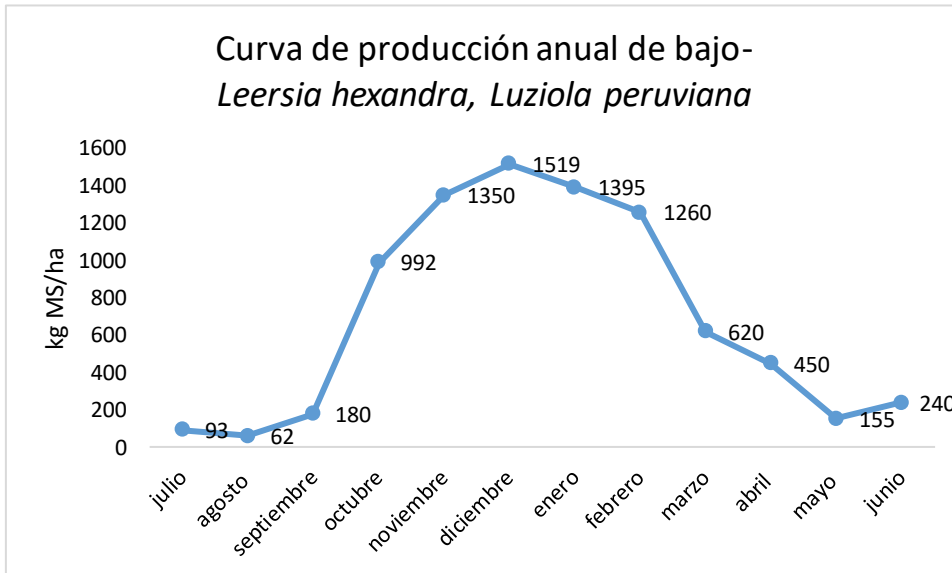
- Sí  
 No

14. 14) SI SU RESPUESTA ANTERIOR FUE SÍ, POR FAVOR DESCRIBA BREVEMENTE LA LIMITANTE QUE CONSIGNÓ Y QUÉ TECNOLOGÍA ACONSEJARÍA PARA SUPERARLA

---

### Curvas de producción de forrajes (CAPITULO 3)





**Cálculo del margen bruto, rentabilidad y punto de equilibrio de los sistemas simulados en el CAPÍTULO 3**

**SISTEMA BASE:**

DÓLAR ABR 2021	98							
<b>INGRESO NETO</b>								
Ventas por categoría	cab	kg/cab	kg	\$/kg	\$	valor neto total (\$)	\$/ha	US\$/ha
Vacas vacías	35	400	14.000	115	1.610.000	1.577.800	2.630	27
Vacas NPT	16	400	6.400	115	736.000	721.280	1.202	12
Vaquillonas	33	320	10.560	163	1.721.280	1.686.854	2.811	29
Toros	1	800	800	87	69.600	68.208	114	1
Terneros	45	200	9.000	225	2.025.000	1.984.500	3.308	34
Terneras								
<b>Ventas totales/año</b>	<b>130</b>	<b>424</b>	<b>40.760</b>	<b>141</b>	<b>6.161.880</b>	<b>6.038.642</b>	<b>10.064</b>	<b>103</b>
Compras de toros	1	900	900	190	171.000	179.550	299	3
Compras de vaquillonas	42	290	12.180	169	2.058.420	2.161.341	3.602	37
<b>Ingreso neto</b>	<b>43</b>	<b>595</b>					<b>6.163</b>	<b>63</b>
<b>COSTOS</b>								
<b>Costos fijos</b>								
Personal						947.700	1.580	16
Asesor						0		
Varios						300.000	500	5
<b>Costos variables</b>								
Alimentación						276.000	460	4,7
Sanidad						67.681	113	1
<b>Costos directos totales</b>						<b>1.591.381</b>	<b>2652</b>	<b>27</b>
<b>RESULTADOS ECONÓMICOS</b>								
<b>Margen bruto</b>							<b>3.511</b>	<b>36</b>
Gastos de estructura							980	10
<b>Resultado operativo</b>							<b>2.531</b>	<b>26</b>
Maquinaria							1.470	15
Amortizaciones (praderas y otras)						408.000	680	7
<b>Resultado de la producción</b>							<b>381</b>	<b>3,88</b>
Valor de la tierra							53.900	550
Pastura de grama rhodes								
Verdeo verano								
Verdeo invierno								
Capital fundiario						32340000	53.900	550
	cabezas	peso	\$/kg			\$ total	\$/ha	US\$/ha
Vacas	93	400	115			4.278.000	7.130	73
Toros	7	900	190			1.197.000	1.995	20
Reposición	87	320	163			4.537.920	7.563	77
Explotación fija						10.012.920	16.688	170
Total capital						42.352.920	70.588	720
<b>Rentabilidad</b>							<b>0,5%</b>	<b>0,5%</b>
<b>PUNTO DE EQUILIBRIO</b>								
Precio de venta unitario (P)		141	\$/KG					
Costo variable unitario (Cvu)		8	\$/KG					
Costos fijos (CF)		1.247.700	\$					
PE (kg totales)		9.412	KG					
PE (kg /ha)		15,7	KG/HA					

**SISTEMA +SR+S**



DÓLAR ABR 2021		98							
<b>INGRESO NETO</b>									
Ventas por categoría	cab	kg/cab	kg	\$/kg	\$	valor neto total (\$)	\$/ha	US\$/ha	
Vacas vacías	49	400	19.600	115	2.254.000	2.208.920	3.682	38	
Vacas NPT	23	400	9.200	115	1.058.000	1.036.840	1.728	18	
Vaquillonas	46	320	14.720	163	2.399.360	2.351.373	3.919	40	
Toros	2	800	1.600	87	139.200	136.416	227	2	
Terneros	62	200	12.400	225	2.790.000	2.734.200	4.557	47	
Terneras									
<b>Ventas totales/año</b>	<b>182</b>	<b>424</b>	<b>57.520</b>	<b>141</b>	<b>8.640.560</b>	<b>8.467.749</b>	<b>14.113</b>	<b>144</b>	
Compras de toros	2	900	1.800	190	342.000	359.100	599	6	
Compras de vaquillonas	60	290	17.400	169	2.940.600	3.087.630	5.146	53	
<b>Ingreso neto</b>	<b>62</b>	<b>595</b>	<b>19.200</b>	<b>180</b>	<b>3.282.600</b>	<b>3.446.730</b>	<b>8.368</b>	<b>85</b>	
<b>COSTOS</b>									
<b>Costos fijos</b>									
Personal						947.700	1.580	16	
Asesor						0			
Varios						300.000	500	5	
<b>Costos variables</b>									
Alimentación						758.100	1.264	13	
Sanidad						93.580	156	2	
<b>Costos directos totales</b>							<b>3.499</b>	<b>36</b>	
<b>RESULTADOS ECONÓMICOS</b>									
<b>Margen bruto</b>									
Gastos de estructura							980	10	
<b>Resultado operativo</b>							<b>3.889</b>	<b>40</b>	
Maquinaria							1.470	15	
Amortizaciones (praderas y otras)							680	7	
<b>Resultado de la producción</b>							<b>1.739</b>	<b>18</b>	
Valor de la tierra							53.900	550	
Pastura de grama rhodes									
Verdeo verano									
Verdeo invierno									
Capital fundiario							53.900	550	
	cabezas	peso	\$/kg			\$ totales	\$/ha	US\$/ha	
Vacas	128	400	115			5.888.000	9.813	100	
Toros	10	900	190			1.710.000	2.850	29	
Reposición	122	320	163			6.363.520	10.606	108	
Explotación fija						13.961.520	23.269	237	
Total capital							77.169	787	
<b>Rentabilidad</b>							<b>2,3%</b>	<b>2,3%</b>	
<b>PUNTO DE EQUILIBRIO</b>									
Precio de venta unitario (P)		141 \$/KG							
Costo variable unitario (Cvu)		15 \$/KG							
Costos fijos (CF)		1.247.700 \$							
PE (kg totales)		9.887 KG							
<b>PE (kg /ha)</b>		<b>16 KG/HA</b>							

**+EFICIENCIA**

DÓLAR ABR 2021	98							
<b>INGRESO NETO</b>								
Ventas por categoría	cab	kg/cab	kg	\$/kg	\$	valor neto total (\$)	\$/ha	US\$/ha
Vacas vacías	22	400	8.800	115	1.012.000	991.760	1.653	17
Vacas NPT	6	400	2.400	115	276.000	270.480	451	5
Vaquillonas	5	320	1.600	163	260.800	255.584	426	4
Toros	1	800	800	87	69.600	68.208	114	1
Terneros	72	200	14.400	225	3.240.000	3.175.200	5.292	54
Terneritas	39	180	7.020	205	1.439.100	1.410.318	2.351	24
<b>Ventas totales/año</b>	<b>145</b>	<b>383</b>	<b>35.020</b>	<b>152</b>	<b>6.297.500</b>	<b>6.171.550</b>	<b>10.286</b>	<b>105</b>
Compras de toros	1	900	900	190	171.000	179.550	299	3
Compras de vaquillonas	0		0		0	0	0	
<b>Ingreso neto</b>	<b>1</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>190</b>	<b>171.000</b>	<b>179.550</b>	<b>9.987</b>	<b>102</b>
<b>COSTO</b>								
<b>Costos fijos</b>								
Personal						947.700	1.580	16
Varios						300.000	500	5
<b>Costos variables</b>								
Alimentación						1.390.602	2.318	24
Sanidad						533.480	889	9
<b>Costos directos totales</b>							<b>5.286</b>	<b>54</b>
<b>RESULTADOS ECONÓMICOS</b>								
<b>Margen bruto</b>							<b>4.700</b>	<b>48</b>
Gastos de estructura							980	10
<b>Resultado operativo</b>							<b>3.720</b>	<b>38</b>
Maquinaria							1.470	15
Amortizaciones (praderas y otras)							680	7
<b>Resultado de la producción</b>							<b>1.570</b>	<b>16</b>
Valor de la tierra							53.900	550
Pastura de grama rhodes								
Verdeo verano								
Verdeo invierno								
Capital fundiario							53.900	550
	cabezas	peso	\$/kg			\$ total	\$/ha	US\$/ha
Vacas	146	400	115			6.716.000	11.193	114
Toros	7	900	190			1.197.000	1.995	20
Reposición	34	320	163			1.773.440	2.956	30
Explotación fija						9.686.440	16.144	165
Total capital							70.044	715
<b>Rentabilidad</b>							<b>2,2%</b>	<b>2,2%</b>
<b>PUNTO DE EQUILIBRIO</b>								
Precio de venta unitario (P)		141 \$/KG						
Costo variable unitario (Cvu)		55 \$/KG						
Costos fijos (CF)		1.247.700 \$						
PE (kg totales)		14.498 KG						
<b>PE (kg /ha)</b>		<b>24 KG/HA</b>						

**+SR+S + EFICIENCIA**

DÓLAR ABR 2021	98							
<b>INGRESO NETO</b>								
Ventas por categoría	cab	kg/cab	kg	\$/kg	\$	valor neto total (\$)	\$/ha	US\$/ha
Vacas vacías	30	400	12.000	115	1.380.000	1.352.400	2.254	23
Vacas NPT	8	400	3.200	115	368.000	360.640	601	6
Vaquillonas	7	320	2.240	163	365.120	357.818	596	6
Toros	2	800	1.600	87	139.200	136.416	227	2
Terneros	100	200	20.000	225	4.500.000	4.410.000	7.350	75
Terneras	54	180	9.720	205	1.992.600	1.952.748	3.255	33
<b>Ventas totales/año</b>	<b>201</b>	<b>383</b>	<b>48.760</b>	<b>152</b>	<b>8.744.920</b>	<b>8.570.022</b>	<b>14.283</b>	<b>146</b>
Compras de toros	2	900	1.800	190	342.000	359.100	599	6
Compras de vaquillonas								
<b>INGRESO NETO</b>	<b>2</b>	<b>900</b>	<b>1.800</b>	<b>190</b>	<b>342.000</b>	<b>359.100</b>	<b>13.685</b>	<b>140</b>
<b>COSTO</b>								
<b>Costos fijos</b>								
Personal						947.700	1.580	16
Asesor								
Varios						300.000	500	5
<b>Costos variables</b>								
Alimentación						3.174.798	5.291	54
Sanidad						720.731	1.201	12
<b>Costos directos totales</b>							<b>8.572</b>	<b>87</b>
<b>RESULTADOS ECONÓMICOS</b>								
<b>Margen bruto</b>								
Gastos de estructura							980	10
<b>Resultado operativo</b>							<b>4.133</b>	<b>42</b>
Maquinaria							1.470	15
Amortizaciones (praderas y otras)							680	7
<b>Resultado de la producción</b>							<b>1.983</b>	<b>20</b>
Valor de la tierra							53.900	550
Pastura de grama rhodes								
Capital fundiario							53.900	550
	cabezas	peso	\$/kg			\$ total	\$/ha	US\$/ha
Vacas	203	400	115			9.338.000	15.563	159
Toros	10	900	190			1.710.000	2.850	29
Reposición	47	320	163			2.451.520	4.086	42
Explotación fija						13.499.520	22.499	230
Total capital							76.399	780
<b>Rentabilidad</b>							<b>2,6%</b>	<b>2,6%</b>
<b>PUNTO DE EQUILIBRIO</b>								
Precio de venta unitario (P)		141 \$/KG						
Costo variable unitario (Cvu)		80 \$/KG						
Costos fijos (CF)		1.247.700 \$						
PE (kg totales)		20.418 KG						
PE (kg /ha)		34 KG/HA						

## Calendario sanitario y costos asociados de los sistemas simulados (CAPITULO 3)

Precios del 2024 (pesos argentinos)

**SISTEMA BASE**

SISTEMA BASE												
	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio
<b>Vacas (cabezas)</b>									128			
aftosa (\$/cabeza)									\$ 600			
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66			
costo ejecución (\$/cabeza)									\$ 1.397			
<b>TOTAL COSTOS VACAS</b>									\$ 264.115			\$ 264.115
<b>Reposición (cabezas)</b>									\$ 117			
aftosa (\$/cabeza)									\$ 600			
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66			
costo ejecución (\$/cabeza)									\$ 1.397			
<b>TOTAL COSTOS REPOSICIÓN</b>									\$ 241.418			\$ 241.418
<b>Terneros (cabezas)</b>					\$ 45				\$ 45			
aftosa (\$/cabeza)					\$ 600				\$ 600			
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66			
costo ejecución (\$/cabeza)									\$ 1.397			
<b>TOTAL COSTOS TERNEROS</b>					\$ 27.000				\$ 92.853			\$ 119.853
<b>Terneras (cabezas)</b>					\$ 45				\$ 45			
aftosa					\$ 600				\$ 600			
carbunco									\$ 66			
costo ejecución									\$ 1.397			
<b>TOTAL COSTOS TERNERAS</b>					\$ 27.000				\$ 92.853			\$ 119.853
<b>Toros (cabezas)</b>									7			
aftosa									\$ 600			
carbunco									\$ 66			
costo ejecución									\$ 1.397			
<b>TOTAL COSTOS TOROS</b>									\$ 14.444			\$ 14.444
<b>COSTO ANUAL DEL RODEO</b>												\$ 759.683

## SISTEMA +SR+S

+SR+S												
	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio
<b>Vacas (cabezas)</b>									177			
aftosa (\$/cabeza)									\$ 600,00			
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66,40			
costo ejecución (\$/cabeza)									\$ 1.397,00			
<b>TOTAL COSTOS VACAS</b>									\$ 365.221,80			\$ 365.221,80
<b>Reposición (cabezas)</b>									162			
aftosa (\$/cabeza)									\$ 600			
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66			
costo ejecución (\$/cabeza)									\$ 1.397			
<b>TOTAL COSTOS REPOSICIÓN</b>									\$ 334.271			\$ 334.271
<b>Terneros (cabezas)</b>					62				62			
aftosa (\$/cabeza)					\$ 600				\$ 600			
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66			
costo ejecución (\$/cabeza)									\$ 1.397			
<b>TOTAL COSTO TERNEROS</b>					\$ 37.200				\$ 127.931			\$ 165.131
<b>Terneras (cabezas)</b>					62				62			
aftosa (\$/cabeza)					\$ 600				\$ 600			
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66			
costo ejecución (\$/cabeza)									\$ 1.397			
<b>TOTAL COSTO TERNERAS</b>					\$ 37.200				\$ 127.931			\$ 165.131
<b>Toros (cabezas)</b>									10			
aftosa (\$/cabeza)									\$ 600			
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66			
costo ejecución (\$/cabeza)									\$ 1.397			
<b>TOTAL COSTO TOROS</b>									\$ 20.634			\$ 20.634
<b>COSTO ANUAL DEL RODEO</b>												\$ 1.050.388

## SISTEMA +EFICIENCIA

	+EFICIENCIA												
	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	
<b>Vacas (cabezas)</b>	124				152		146		168			124	
diagntico de gestación (\$/cabeza)									\$ 2.150				
sangrado y laboratorio brucelosis (\$/cabeza)									\$ 2.233				
prueba tuberculínica (\$/cabeza)									\$ 6.450				
aftosa (\$/cabeza)									\$ 600				
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66				
reproductivas (\$/cabeza)					\$ 2.772				\$ 1.386				
diarrea neonatal (\$/cabeza)	\$ 2.088											\$ 1.044	
querato (\$/cabeza)							\$ 781						
cobre (\$/cabeza)	\$ 693						\$ 693						
costo ejecución (\$/cabeza)												\$ 1.397	
<b>TOTAL COSTOS VACAS</b>	\$ 344.844				\$ 421.344		\$ 215.204		\$ 2.164.747			\$ 302.684	\$ 3.448.823
<b>Reposición (cabezas)</b>	29			97	68		68		68			29	
tacto (\$/cabeza)									\$ 2.150				
sangrado y laboratorio brucelosis (\$/cabeza)									\$ 2.233				
evaluación aptitud reproductiva (\$/cabeza)				\$ 2.150									
aftosa (\$/cabeza)									\$ 600				
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66				
reproductivas (\$/cabeza)					\$ 2.772				\$ 1.386				
mancha (\$/cabeza)				\$ 372									
querato (\$/cabeza)							\$ 781						
diarrea neonatal (\$/cabeza)	\$ 2.088											\$ 1.044	
cobre (\$/cabeza)	\$ 693						\$ 693						
costo ejecución (\$/cabeza)									\$ 1.397			\$ 1.397	
<b>TOTAL COSTOS REPOSICIÓN</b>	\$ 80.649			\$ 244.586	\$ 188.496		\$ 100.232		\$ 532.603			\$ 70.789	\$ 1.217.355
<b>Terneros (cabezas)</b>					72	72	72	72	72				
mancha (\$/cabeza)							\$ 743	\$ 743					
querato y neumonía (\$/cabeza)						\$ 2.794							
aftosa (\$/cabeza)					\$ 600				\$ 600				
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66				
costo ejecución (\$/cabeza)									\$ 1.397				
<b>TOTAL COSTOS TERNEROS</b>					\$ 43.200	\$ 201.168	\$ 53.496	\$ 53.496	\$ 148.565				\$ 499.925
<b>Terneras (cabezas)</b>					72	72	72	72	72				
mancha (\$/cabeza)							\$ 743	\$ 743					
querato y neumonía (\$/cabeza)						\$ 2.794							
aftosa (\$/cabeza)					\$ 600				\$ 600				
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66				
costo ejecución (\$/cabeza)									\$ 1.397				
<b>TOTAL COSTOS TERNERAS</b>					\$ 43.200	\$ 201.168	\$ 53.496	\$ 53.496	\$ 148.565				\$ 499.925
<b>Toros (cabezas)</b>	7	7	7		7		7		7			7	
revisación (\$/cabeza)		\$ 12.900	\$ 12.900										
laboratorio trico campil y brucelosis (\$/cabeza)		\$ 5.566	\$ 5.566										
aftosa (\$/cabeza)									\$ 600				
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66				
reproductivas (\$/cabeza)					\$ 2.772				\$ 1.386				
cobre (\$/cabeza)	\$ 693						\$ 693						
queratoconjuntivitis (\$/cabeza)							\$ 770						
desparasitar (\$/cabeza)									\$ 693				
costo ejecución (\$/cabeza)												\$ 1.397	
<b>TOTAL COSTOS TOROS</b>	\$ 4.851	\$ 129.262	\$ 129.262		\$ 19.404		\$ 10.241		\$ 19.218			\$ 9.779	\$ 322.017
<b>COSTO ANUAL DEL RODEO</b>													\$ 5.988.044

## SISTEMA +SR+S + EFICIENCIA

+SR+S + EFICIENCIA													
	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	
<b>Vacas (cabezas)</b>	139				210		203		234			139	
diagnostico de gestación (\$/cabeza)									\$ 2.150				
sangrado y laboratorio brucelosis (\$/cabeza)									\$ 2.233				
prueba tuberculínica (\$/cabeza)									\$ 6.450				
aftosa (\$/cabeza)									\$ 600				
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66				
reproductivas (\$/cabeza)					\$ 2.772				\$ 1.386				
diarrea neonatal (\$/cabeza)	\$ 2.088						\$ 781				\$ 1.044		
querato (\$/cabeza)							\$ 693						
cobre (\$/cabeza)	\$ 693											\$ 1.397	
costo ejecución (\$/cabeza)												\$ 1.397	
<b>TOTAL COSTOS VACAS</b>	\$ 386.559				\$ 582.120		\$ 299.222		\$ 3.015.184			\$ 339.299	\$ 4.622.384
<b>Reposición (cabezas)</b>	40			134	94		51		94			40	
tacto (\$/cabeza)									\$ 2.150				
sangrado y laboratorio brucelosis (\$/cabeza)									\$ 2.233				
evaluación aptitud reproductiva (\$/cabeza)				\$ 2.150									
aftosa (\$/cabeza)									\$ 600				
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66				
reproductivas (\$/cabeza)					\$ 2.772				\$ 1.386				
mancha (\$/cabeza)				\$ 372									
querato (\$/cabeza)							\$ 781						
diarrea neonatal (\$/cabeza)	\$ 2.088											\$ 1.044	
cobre (\$/cabeza)	\$ 693						\$ 693						
costo ejecución (\$/cabeza)												\$ 1.397	
<b>TOTAL COSTOS REPOSICIÓN</b>	\$ 111.240			\$ 337.881	\$ 260.568		\$ 75.174		\$ 736.246			\$ 97.640	\$ 1.618.749
<b>Terneros (cabezas)</b>					100	100	100	100	100				
mancha (\$/cabeza)							\$ 743	\$ 743					
querato y neumonía (\$/cabezas)					\$ 2.794								
aftosa (\$/cabeza)				\$ 600					\$ 600				
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66				
costo ejecución (\$/cabeza)									\$ 1.397				
<b>TOTAL COSTOS TERNEROS</b>				\$ 60.000	\$ 279.400	\$ 74.300	\$ 74.300	\$ 206.340				\$ 694.340	
<b>Terneras (cabezas)</b>					100	100	100	100	100				
mancha (\$/cabeza)							\$ 743	\$ 743					
querato y neumonía (\$/cabezas)					\$ 2.794								
aftosa (\$/cabeza)				\$ 600					\$ 600				
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66				
costo ejecución (\$/cabeza)									\$ 1.397				
<b>TOTAL COSTO TERNERAS</b>				\$ 60.000	\$ 279.400	\$ 74.300	\$ 74.300	\$ 206.340				\$ 694.340	
<b>Toros (cabezas)</b>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
revisación (\$/cabeza)		\$ 12.900	\$ 12.900										
laboratorio trico campy y brucelosis (\$/cabeza)		\$ 5.566	\$ 5.566										
aftosa (\$/cabeza)									\$ 600				
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66				
reproductivas (\$/cabeza)					\$ 2.772				\$ 1.386				
cobre (\$/cabeza)	\$ 693						\$ 693						
queratoconjuntivitis (\$/cabeza)							\$ 770						
desparasitar (\$/cabeza)									\$ 693				
costo ejecución (\$/cabeza)												\$ 1.397	
<b>TOTAL COSTOS TOROS</b>	\$ 6.930	\$ 184.660	\$ 184.660		\$ 27.720		\$ 14.630		\$ 27.454			\$ 13.970	\$ 460.024
<b>COSTO ANUAL DEL RODEO</b>													\$ 8.089.836

## Relevamiento de sistemas de cría tecnificados realizado a asesores CREA Norte de Santa Fe (CAPITULO 4)

# Relevamiento de sistemas de cría del norte de Santa Fe

El objetivo es hacer un relevamiento rápido de la situación actual de los sistemas de cría del norte de la provincia de Santa Fe. Se preguntan los datos necesarios para utilizar un modelo ganadero que simula la respuesta productiva, económica y ambiental de sistemas de cría y que se usará para explorar alternativas de intensificación.

---

\* Indica que la pregunta es obligatoria

Las preguntas de la encuesta deben completarse con datos del año 2017 o del ejercicio productivo 2016-2017 de los sistemas ganaderos que usted asesora

1. 1) Los datos de la encuesta hacen referencia a: \*

*Marca solo un óvalo.*

- Año completo 2017
- Ejercicio productivo 2016/2017

2. 2) Distrito en el que se encuentra el establecimiento \*

---

3. 3) Nombre del establecimiento (opcional)

---

4. 4) Tipo de sistema productivo

*Marca solo un óvalo.*

Ganadero puro

Ganadero-Agrícola

5. 5) Cantidad de hectáreas totales del establecimiento \*

---

6. 6) Cantidad de hectáreas dedicadas a la cría bovina (incluir las dedicadas a la  
recría de vaquillonas para reposición y a los toros) \*

---



7. 7) Porcentaje de la superficie dedicada a la cría bovina que es alquilada

*Marca solo un óvalo.*

- Las hectáreas de cría no son alquiladas
- Se alquila menos del 20 % de la superficie destinada a la cría
- Entre 20 y 40 %
- Entre 40 y 60 %
- Entre 60 y 80 %
- Entre 80 y 100 %

8. 8) Raza o biotipo mayoritariamente utilizado en el establecimiento \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

- Brangus
- Braford
- Hereford
- Otro: \_\_\_\_\_

9. 9) Número de vacas a servicio en el año (sin incluir vaquillonas) \*

\_\_\_\_\_

10. 10) Vida útil de los vientres en el establecimiento

*Marca solo un óvalo.*

- Entre 2 y 4 años
- Entre 4 y 6 años
- Entre 6 y 8 años
- Más de 8 años

11. 11) La reposición ese año fue:

*Marca solo un óvalo.*

- 100 % propia
- Entre 90 y 80% propia
- Entre 80 y 60 % propia
- Entre 60 y 40 % propia
- Entre 40 y 20 % propia
- Menos del 20 % propia
- La reposición no fue propia

12. 12) Edad al primer servicio de la vaquillona (meses) \*

---

13. 13) Porcentaje de mortandad de la recría de vaquillonas

*Marca solo un óvalo.*

- Menos de 5 %
- Entre 5 y 10 %
- Entre 10 y 15 %
- Entre 15 y 20 %
- Más de 20 %

14. 14) Porcentaje de toros en el rodeo

*Marca solo un óvalo.*

Menos del 3 %

Entre 3 y 6

Entre 6 y 8 %

Entre 8 y 10 %

Más del 10 %

15. 15) Vida útil de los toros en el establecimiento

*Marca solo un óvalo.*

Entre 2 y 4 años

Entre 4 y 6 años

Entre 6 y 8 años

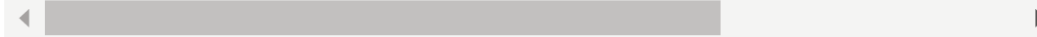
Más de 8 años

16. 16) Señale los meses en que se realizó el servicio \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septi
<b>Meses de servicio</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

---



17. 17) Tipo de servicio normalmente utilizado en el establecimiento \*

*Marca solo un óvalo.*

- Servicio Natural
- Inseminación Artificial

18. 18) Realizó tacto

*Marca solo un óvalo.*

- Sí
- No

19. 19) ¿Se descartaron las vacas vacías al tacto ese año? \*

*Marca solo un óvalo.*

- Sí
- No

20. 20) Porcentaje de hembras que se retiraron por dientes (vacas CUT) en ese año \*

*Marca solo un óvalo.*

- Menos del 5 %
- Entre 5 y 10 %
- Entre 10 y 15 %
- Entre 15 y 20 %
- Más del 20 %

21. 21) Destino de los vientres de descarte \*

*Marca solo un óvalo.*

- Venta directa después del destete
- Engorde (pastoril con suplementación) y venta
- Engorde (corral) y venta

22. 22) Peso promedio de venta de los vientres de descarte (kg) \*

---

23. 23) Porcentaje promedio de preñez en el año (incluir vacas generales, vacas de primera parición y vaquillonas) \*

*Marca solo un óvalo.*

- Menos del 50 %
- Entre 50 y 60 %
- Entre 60 y 70 %
- Entre 70 y 80 %
- Entre 80 y 90 %
- Más del 90 %

24. 24) Porcentaje de mermas preñez-parición \*

*Marca solo un óvalo.*

Menos de 2 %

Entre 2 y 4 %

Entre 4 y 6 %

Entre 6 y 8 %

Entre 8 y 10 %

Más de 10 %

25. 25) Porcentaje de mermas parición- destete \*

*Marca solo un óvalo.*

Menos de 2 %

Entre 2 y 4 %

Entre 4 y 6 %

Entre 6 y 8 %

Entre 8 y 10 %

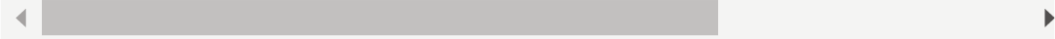
Más de 10 %

26. 26) Mes/meses en que realizó el destete ese año \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep
<b>Momento de destete</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

---



27. 27) Porcentaje promedio de destete en ese año \*

---

28. 28) Peso promedio de los destetes (kg) \*

---

29. 29) Porcentaje de mortandad de vacas en el año (sin incluir vaquillonas)

*Marca solo un óvalo.*

- Menos del 5 %
- Entre 5 y 10 %
- Entre 10 y 15 %
- Entre 15 y 20 %
- Más del 20 %

Recursos humanos

30. 30) Cantidad de empleados permanentes remunerados en el sistema de cría (incluir mano de obra familiar remunerada)

---







35. 35) Nivel de suplementación utilizado \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

	NO SUPLEMENTA	Menos de 1% del peso vivo	1% del peso vivo	Más del 1% del peso vivo
<b>Vacas</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Vaquillonas para reposición</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Toros</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

36. 36) Momento de suplementación de las categorías \*

*Selecciona todos los que correspondan.*

	NO SUPLEMENTÓ ESTA CATEGORÍA	Otoño	Invierno	Primavera	Verano
<b>Vacas</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Vaquillonas para reposición</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Toros</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Comentarios finales

37. 37) Comentarios que considere relevantes sobre el sistema

---

---

---

---

---

**Cálculo del margen bruto, rentabilidad y punto de equilibrio de los sistemas  
Tecnificado y Tecnificado Plus, simulados en el CAPITULO 4**

**SISTEMA TECNIFICADO**

DÓLAR ABR 2021		98							
<b>INGRESO NETO</b>									
Ventas por categoría	cab	kg/cab	kg	\$/kg	\$	valor neto total (\$)	\$/ha	US\$/ha	
Vacas vacías	44	450	19.800	137	2.712.600	2.658.348	4.431	45	
Vacas NPT	17	450	7.650	137	1.048.050	1.027.089	1.712	17	
Vaquillonas	19	320	6.080	163	991.040	971.219	1.619	17	
Toros	2	800	1.600	87	139.200	136.416	227	2	
Terneros	96	183	17.568	225	3.952.800	3.873.744	6.456	66	
Terneras	14	174	2.436	202	492.072	482.231	804	8	
<b>Ventas totales/año</b>	<b>192</b>	<b>396</b>	<b>55.134</b>	<b>159</b>	<b>9.335.762</b>	<b>9.149.047</b>	<b>15.248</b>	<b>156</b>	
Compras de toros	2	900	1.800	190	342.000	359.100	599	6	
Compras de vaquillonas			0		0	0	0		
<b>INGRESO NETO</b>	<b>2</b>	<b>900</b>	<b>1.800</b>	<b>190</b>	<b>342.000</b>	<b>359.199</b>	<b>14.650</b>	<b>149</b>	
<b>COSTO</b>									
<b>Costos fijos</b>									
Personal						940.800	1.568	16	
Asesor						525.600	876	9	
Varios						294.000	490	5	
<b>Costos variables</b>									
Alimentación						2.604.992	4.342	44,3	
Sanidad						391.718	653	7	
<b>Costos directos totales</b>						<b>4.757.110</b>	<b>7.929</b>	<b>81</b>	
<b>RESULTADOS ECONÓMICOS</b>									
<b>Margen bruto</b>							<b>6.721</b>	<b>68,6</b>	
Gastos de estructura							980	10	
<b>Resultado operativo</b>							<b>5.741</b>	<b>59</b>	
Maquinaria							2.450	25	
Amortizaciones (praderas y otras)						511.560	853	9	
<b>Resultado de la producción</b>							<b>2.439</b>	<b>25</b>	
Valor de la tierra							53.900	550	
Pastura de grama rhodes							12.333	126	
Capital fundiario						39.739.800	66.233	676	
	cabezas	peso	\$/kg			\$ total	\$/ha	US\$/ha	
Vacas	194	400	115			8.924.000	14.873	152	
Toros	11	900	190			1.881.000	3.135	32	
Reposición	82	320	163			4.277.120	7.129	73	
Explotación fija						15.082.120	25.137	256	
Total capital							91.370	932	
<b>Rentabilidad</b>							<b>2,7%</b>	<b>2,7%</b>	
<b>PUNTO DE EQUILIBRIO</b>									
Precio de venta unitario (P)		159 \$/KG							
Costo variable unitario (Cvu)		54 \$/KG							
Costos fijos (CF)		1760400 \$							
PE (kg totales)		16822 KG							
PE (kg/ha)		28 KG							

## SISTEMA TECNIFICADO PLUS

DÓLAR ABR 2021		98							
INGRESO NETO									
Ventas por categoría	cab	kg/cab	kg	\$/kg	\$	valor neto total (\$)	\$/ha	US\$/ha	
Vacas vacías	61	460	28.060	137	3.844.220	3.767.336	6.279	64	
Vacas NPT	17	450	7.650	137	1.048.050	1.027.089	1.712	17	
Vaquillonas	15	320	4.800	163	782.400	766.752	1.278	13	
Toros	4	800	3.200	87	278.400	272.832	455	5	
Terneros	204	180	36.720	225	8.262.000	8.096.760	13.495	138	
Terneritas	108	170	18.360	202	3.708.720	3.634.546	6.058	62	
<b>Ventas totales/año</b>	<b>409</b>	<b>397</b>	<b>98.790</b>	<b>159</b>	<b>17.923.790</b>	<b>17.565.314</b>	<b>29.276</b>	<b>299</b>	
Compras de toros	4	900	3.600	190	684.000	718.200	1.197	12	
Compras de vaquillonas									
<b>Ingreso neto</b>	<b>4</b>	<b>900</b>	<b>3.600</b>	<b>190</b>	<b>684.000</b>	<b>718.200</b>	<b>28.079</b>	<b>287</b>	
COSTOS									
<b>Costos fijos</b>									
Personal						1.411.200	2.352	24	
Asesor						529.200	882	9	
Varios						588.000	980	10	
<b>Costos variables</b>									
Alimentación						5.040.670	8.399	85,7	
Sanidad						1.282.463	2.137	22	
<b>Costos directos totales</b>						<b>8.851.533</b>	<b>14.750</b>	<b>151</b>	
RESULTADOS ECONÓMICOS									
<b>Margen bruto</b>							<b>13.328</b>	<b>136,0</b>	
Gastos de estructura							980	10	
<b>Resultado operativo</b>							<b>12.348</b>	<b>126</b>	
Maquinaria							2.450	25	
Amortizaciones (praderas y otras)						800.400	1.334	14	
<b>Resultado de la producción</b>							<b>8.564</b>	<b>87</b>	
Valor de la tierra							53.900	550	
Pastura de grama rhodes							19.743	201	
Capital fundiario							73.643	751	
	cabezas	peso	\$/kg			\$ total	\$/ha	US\$/ha	
Vacas	413	400	115			18.998.000	31.663	323	
Toros	20	900	190			3.420.000	5.700	58	
Reposición	97	320	163			5.059.520	8.433	86	
Explotación fija						27.477.520	45.796	467	
Total capital							119.439	1.219	
<b>Rentabilidad</b>							<b>7,2%</b>	<b>7,2%</b>	
<b>PUNTO DE EQUILIBRIO</b>									
Precio de venta unitario (P)		159 \$/KG							
Costo variable unitario (Cvu)		64 \$/KG							
Costos fijos (CF)		2528400 \$							
PE (kg totales)		26616 KG							
PE (kg/ha)		44 KG							

## Costos de implantación y confección de silo para los sistemas Tecnificado y Tecnificado Plus del CAPITULO 4

implantación de avena				
Labranzas				89,3 US\$/ha
Semilla de avena	0,6	US\$/kg	110 kg/ha	67,1 US\$/ha
Urea	1,3	US\$/kg	100kg/ha	128,0 US\$/ha
2,4 D 100%	7,2	US\$/l	0,35 l/ha	2,5 US\$/ha
R up 54%	12,5	US\$/l	1 l/ha	12,5 US\$/ha
Metsulfuron	48,0	US\$/kg	0,008 kg/ha	0,4 US\$/ha
Pulverizada	5,6	US\$/unidad	2 unidades	11,2 US\$/ha
				<b>311,0 US\$/ha</b>

<b>Silo de sorgo</b>				
labranzas	37,2	US\$/unidad	2,4	89,3 US\$/ha
Semilla de sorgo forr	1,5	US\$/kg	18 kg/ha	26,1 US\$/ha
Urea	1,3	US\$/kg	100kg/ha	128,0 US\$/ha
2,4 D 100%	7,2	US\$/l	0,35 l/ha	2,5 US\$/ha
R up 54%	12,5	US\$/l	1 l/ha	12,5 US\$/ha
Pulverizada	5,6	US\$/unidad	2 unidades	11,2 US\$/ha
SILAJE				310,0 US\$/ha
				579,6 US\$/ha
				7,1 \$/KG MS

<b>SISTEMA TECNIFICADO</b>				
<b>Gramma rhodes</b>				
labranzas	37,2	US\$/unidad	2,4	89,3 US\$/ha
Semilla	7,7	US\$/kg	7 kg/ha	53,9 US\$/ha
Urea	1,3	US\$/kg	75 kg/ha	96,0 US\$/ha
R up 54%	12,5	US\$/l	1 l/ha	12,5 US\$/ha
Pulverizada	5,6	US\$/unidad	2 unidades	11,2 US\$/ha
				262,9 US\$/ha
				32.336,7 \$/ha
			por año	26,3 US\$/ha
			mantenimiento de pastura	96,0 US\$/ha
			TOTAL POR AÑO	122,3

<b>SISTEMA TECNIFICADO PLUS</b>				
<b>Gramma rhodes</b>				
labranzas	37,2	US\$/unidad	2,4	89,3 US\$/ha
Semilla	7,7	US\$/kg	7 kg/ha	53,9 US\$/ha
Urea	1,3	US\$/kg	150 kg/ha	192,0 US\$/ha
DAP	0,9	US\$/kg	60 kg/ha	54,0 US\$/ha
R up 54%	7,2	US\$/l	0,35 l/ha	2,5 US\$/ha
Pulverizada	5,6	US\$/unidad	2 unidades	11,2 US\$/ha
				402,9 US\$/ha
				49.559,2 \$/ha
			por año	40,3 US\$/ha
			mantenimiento de pa	246,0 US\$/ha
			TOTAL POR AÑO	286,3

#### Protocolo de implantación de pasturas cultivadas (CAPITULO 4)

El objetivo de la producción de forraje es obtener la mayor cantidad de forraje de calidad durante el mayor tiempo posible. La correcta implantación de pasturas es el primer paso para alcanzar este objetivo. Una planificación adecuada y una ejecución precisa es fundamental para asegurar el crecimiento óptimo de la pastura.

#### 1. Cultivo antecesor

La elección del cultivo antecesor es clave, ya que determina tanto el momento de desocupación del lote como el tipo y volumen de rastrojo que quedará en el suelo. Los cultivos más recomendados son: moha, mijo, trigo, avena, soja para pastoreo, maíz para silo, sorgo para silo, y girasol de ciclo corto. Estos cultivos permiten una desocupación temprana del lote y dejan un bajo volumen de rastrojo. Por otro lado, los cultivos menos adecuados son el maíz, sorgo, soja destinados a grano, ya que presentan desocupación tardía del lote y en el caso de los primeros dejan un volumen considerable de rastros.

#### 2. Preparación y condiciones del lote

Es fundamental seleccionar lotes libres de malezas. Para ello se debe realizar una adecuada cama de siembra mediante labores o barbechos químicos y realizar barbechos prolongados. Estos últimos permitirán descomponer raíces y restos vegetales, acumular agua en el perfil del suelo y reducir la compactación superficial.

Una vez seleccionado el lote, es necesario realizar una caracterización detallada del ambiente, que incluya:

- Diagnóstico de fertilidad química: realizar análisis de suelo para evaluar parámetros como la sodicidad y salinidad, especialmente en la capa de cero a cinco centímetros, donde se realizará la siembra. Posteriormente se puede hacer un análisis de la capa de cinco a veinte centímetros, evaluando al menos nitrógeno, fósforo, pH y bases.
- Diagnóstico de la fertilidad física: evaluar la compactación del suelo y los tipos de estructuras presentes para identificar capas duras que puedan dificultar el desarrollo de la pastura. Revertir la situación mediante el uso de implemento adecuado para mejorar la infiltración de agua, aireación, disponibilidad de nutrientes.

#### 3. Elección de la semilla y densidad de siembra

Para alcanzar la densidad de siembra deseada, se debe considerar el porcentaje de germinación y la energía germinativa de la semilla. También es fundamental tratar la semilla con fungicidas y/o insecticidas para asegurar una mayor protección contra plagas.

El objetivo es obtener un stand de plantas adecuado que permita una cobertura rápida del suelo y compita eficazmente con las malezas.

La densidad de siembra recomendada para grama Rhodes varía entre 5 a 8 kg/ha. En los sistemas tecnificados se busca una densidad de entre 50 y 70 plantas por metro<sup>2</sup>, con un mínimo de 30 plantas.

#### 4. Época de siembra

La siembra de grama Rhodes debe realizarse entre el inicio de la primavera y el final del verano ya que estas son las épocas más adecuadas para su establecimiento.

#### 5. Sistema de siembra

Se recomienda la siembra directa para evitar remover las sales del suelo y que aumente la salinidad superficial. Es esencial asegurar un contacto adecuado de la semilla con el suelo evitando siembras al voleo.

#### 6. Cuidados especiales durante el establecimiento

Mantener la pastura libre de malezas y plagas. El control de malezas debe iniciarse durante el barbecho y la preparación del suelo y continuar a lo largo del establecimiento de la pastura. La estrategia de control dependerá del tipo de maleza y se puede realizar en etapas de pre siembra y pre emergencia.

Un control adecuado utilizando productos y dosis apropiadas contribuirá a obtener pasturas densas, productivas y longevas. Se debe planificar un control periódico de las malezas, especialmente después del pastoreo.

#### 7. Fertilización

Para sistemas tecnificados un manejo adecuado sería aplicar fósforo a la siembra (MAP o DAP), ya que las gramíneas requieren altos niveles de fósforo en las primeras etapas para favorecer el desarrollo de raíces. También una aplicación de nitrógeno a la siembra, luego de la emergencia y al inicio de cada estación de crecimiento (principalmente en primavera). La dosis recomendada es 100 kg de urea/ha (equivalente a 46 kg de N/ha).

#### Pastoreo de grama Rhodes

Aprovechamiento objetivo 3 a 4 cortes por estación de crecimiento con un intervalo entre cortes de 25 a 35 días. Realizar apotreramiento para ser eficientes en el aprovechamiento de la pastura. En los potreros donde no se realice pastoreo realizar heno para asegurar la calidad.

Lotes destinados para sorgo para silo: elegir lotes con mejor aptitud agrícola, desde el punto de vista de la fertilidad y con buen drenaje. Evitar lotes que tengan problema de anegamiento.

Manejo de avena: siembra a fines de marzo-abril. Aprovechamiento objetivo 2 cortes durante el ciclo del cultivo con el objetivo de aumentar el aprovechamiento y asegurar la calidad del forraje, cortes cada 60 días aproximadamente.

### **Calendario sanitario y costos asociados de los sistemas Tecnificado y Tecnificado Plus (CAPITULO 4)**

Precios del 2024 (pesos argentinos)

#### **SISTEMA TECNIFICADO**



SISTEMA TECNIFICADO													
	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	
<b>Vacas (cabezas)</b>	\$ 149,00						\$ 194,00					\$ 149,00	
diagntico de gestación (\$/cabeza)									\$ 2.150,00				
sangrado y laboratorio brucelosis (\$/cabeza)									\$ 2.233,00				
aftosa (\$/cabeza)									\$ 600,00				
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66,40				
diarrea neonatal (\$/cabeza)	\$ 2.088,00											\$ 1.044,00	
cobre (\$/cabeza)	\$ 693,00						\$ 693,00						
costo ejecución (\$/cabeza)												\$ 1.397,00	
<b>COSTO TOTAL VACAS</b>	<b>\$ 414.369,00</b>						<b>\$ 134.442,00</b>		<b>\$ 979.583,60</b>			<b>\$ 363.709,00</b>	<b>\$ 1.892.103,60</b>
<b>Reposición (cabezas)</b>	73			82					82			63	
tacto (\$/cabeza)									\$ 2.150,00				
sangrado y laboratorio brucelosis (\$/cabeza)									\$ 2.233,00				
evaluación aptitud reproductiva (\$/cabeza)				\$ 2.150,00									
aftosa (\$/cabeza)									\$ 600,00				
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66,40				
mancha (\$/cabeza)				\$ 371,50									
diarrea neonatal (\$/cabeza)	\$ 2.088,00											\$ 1.044,00	
costo ejecución (\$/cabeza)												\$ 1.397,00	
<b>COSTO TOTAL REPOSICIÓN</b>	<b>\$ 152.424,00</b>			<b>\$ 206.763,00</b>					<b>\$ 414.050,80</b>			<b>\$ 153.783,00</b>	<b>\$ 927.020,80</b>
<b>Terneros (cabezas)</b>					96	96	96	96	96				
mancha (\$/cabeza)							\$ 743,00	\$ 743,00					
neumonía (\$/cabeza)						\$ 1.794,00							
aftosa (\$/cabeza)					\$ 600,00				\$ 600,00				
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66,40				
costo ejecución (\$/cabeza)									\$ 1.397,00				
<b>TOTAL COSTO TERNEROS</b>					<b>\$ 57.600,00</b>	<b>\$ 172.224,00</b>	<b>\$ 71.328,00</b>	<b>\$ 71.328,00</b>	<b>\$ 198.086,40</b>				<b>\$ 570.566,40</b>
<b>Terneras (cabezas)</b>					96	96	96	96	96				
mancha (\$/cabeza)							\$ 743,00	\$ 743,00					
neumonía (\$/cabeza)						\$ 1.794,00							
aftosa (\$/cabeza)					\$ 600,00				\$ 600,00				
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66,40				
costo ejecución (\$/cabeza)									\$ 1.397,00				
<b>TOTAL COSTO TERNERAS</b>					<b>\$ 57.600,00</b>	<b>\$ 172.224,00</b>	<b>\$ 71.328,00</b>	<b>\$ 71.328,00</b>	<b>\$ 198.086,40</b>				<b>\$ 570.566,40</b>
<b>Toros (cabezas)</b>	11	11	11		11		11		11			11	
revisación (\$/cabezas)		\$ 12.900,00	\$ 12.900,00										
laboratorio trico campi y brucelosis (\$/cabeza)		\$ 5.566,00	\$ 5.566,00										
aftosa (\$/cabeza)									\$ 600,00				
carbunco (\$/cabeza)									\$ 66,40				
desparasitar (\$/cabeza)									\$ 693,00				
costo ejecución (\$/cabeza)												\$ 1.397,00	
<b>TOTAL COSTOS TOROS</b>		<b>\$ 203.126,00</b>	<b>\$ 203.126,00</b>						<b>\$ 14.953,40</b>			<b>\$ 15.367,00</b>	<b>\$ 436.572,40</b>
<b>COSTO ANUAL DEL ROEO</b>													<b>\$ 4.396.829,60</b>

## SISTEMA TECNIFICADO PLUS

SISTEMA TECNIFICADO PLUS													
	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	
<b>Vacas (cabezas)</b>	351				413		413					351	
diagnostico de gestación (\$/cabeza)									2.150				
sangrado y laboratorio brucelosis (\$/cabeza)									2.233				
prueba tuberculínica (\$/cabeza)									6.450				
aftosa (\$/cabeza)									600				
carbunclo (\$/cabeza)									66				
reproductivas (\$/cabeza)					2.772				1.386				
diarrea neonatal (\$/cabeza)	2.088											1.044	
querato (\$/cabeza)							781						
cobre (\$/cabeza)	693						693						
costo ejecución (\$/cabeza)												1.397	
<b>TOTAL COSTOS VACAS</b>	<b>976.131</b>				<b>1.144.836</b>		<b>608.762</b>		<b>5.321.670</b>			<b>856.791</b>	<b>8.908.190</b>
<b>Reposición (cabezas)</b>	82			97	97		97		82			82	
tacto (\$/cabeza)									2.150				
sangrado y laboratorio brucelosis (\$/cabeza)									2.233				
evaluación aptitud reproductiva (\$/cabeza)				2.150									
aftosa (\$/cabeza)									600				
carbunclo (\$/cabeza)									66				
reproductivas (\$/cabeza)					2.772				1.386				
mancha (\$/cabeza)				372									
querato (\$/cabeza)							781						
diarrea neonatal (\$/cabeza)	2.088											1.044	
cobre (\$/cabeza)	693						693						
costo ejecución (\$/cabeza)									1.397			1.397	
<b>TOTAL COSTOS REPOSICIÓN</b>	<b>228.042</b>			<b>244.586</b>	<b>268.884</b>		<b>142.978</b>		<b>642.257</b>			<b>200.162</b>	<b>1.726.908</b>
<b>Terneros (cabezas)</b>					204	204	204	204	204				
mancha (\$/cabeza)							743	743					
querato y neumonía (\$/cabeza)						2.794							
aftosa (\$/cabeza)					600				600				
carbunclo (\$/cabeza)									66				
costo ejecución (\$/cabeza)									1.397				
<b>TOTAL COSTOS TERNEROS</b>					<b>122.400</b>	<b>569.976</b>	<b>151.572</b>	<b>151.572</b>	<b>420.934</b>				<b>1.416.454</b>
<b>Terneras (cabezas)</b>					205	205	205	205	205				
mancha (\$/cabeza)							743	743					
querato y neumonía (\$/cabeza)						2.794							
aftosa (\$/cabeza)					600				600				
carbunclo (\$/cabeza)									66				
costo ejecución (\$/cabeza)									1.397				
<b>TOTAL COSTOS TERNERAS</b>					<b>123.000</b>	<b>572.770</b>	<b>152.315</b>	<b>152.315</b>	<b>422.997</b>				<b>1.423.397</b>
<b>Toros (cabezas)</b>	20	20	20		20		20		20			20	
revisación (\$/cabeza)		12.900	12.900										
laboratorio trico campi y brucelosis (\$/cabeza)		5.566	5.566										
aftosa (\$/cabeza)									600				
carbunclo (\$/cabeza)									66				
reproductivas (\$/cabeza)					2.772				1.386				
cobre (\$/cabeza)	693						693						
queratoconjuntivitis (\$/cabeza)							770						
desparasitar (\$/cabeza)									693				
costo ejecución (\$/cabeza)												1.397	
<b>TOTAL COSTOS TOROS</b>	<b>13.860</b>	<b>369.320</b>	<b>369.320</b>		<b>55.440</b>		<b>29.260</b>		<b>54.908</b>			<b>27.940</b>	<b>920.048</b>
<b>COSTO ANUAL DEL RODEO</b>													<b>14.394.997</b>