

El potencial técnico y productivo de los sistemas de confinamiento para la producción de carne bovina: resultados del Chaco paraguayo en el período 2017–2024

Patricia de los Ángeles Sánchez¹; Andrés Castro Alegría^{1*}; Guillermo Agustín Barrios¹

¹Universidad San Carlos, Paraguay

^{1*}Universidad San Carlos, Paraguay. Email: andrescastroalegría@gmail.com. ORCID: 0009-0006-9954-1043;

¹Universidad San Carlos, Paraguay. Orcid: 0000-0002-7617-3878.

ABSTRACT

Beef cattle feedlot systems constitute an alternative for intensifying beef production and improving control over finishing processes. The objective of this study was to evaluate the technical and productive potential of beef cattle feedlot systems in the Paraguayan Chaco during 2017–2024. A descriptive, retrospective, non-experimental study with a quantitative approach was conducted using records from the National Animal Quality and Health Service (SENACSA), including data obtained through the Regional Office Management Information System (SIGOR). The evolution of the production base and three technical and productive indicators—average daily gain (ADG), dressing percentage, and duration of the feedlot period—was analyzed in Alto Paraguay, Boquerón, and Presidente Hayes. In all three departments, ADG increased, dressing percentage was maintained or improved, and the duration of the feedlot period decreased. Boquerón showed the highest mean ADG (1.37 kg/animal/day) and dressing percentage (59.6%), as well as the shortest mean feedlot period (98.8 days), whereas Alto Paraguay recorded the largest relative increase in ADG between 2017 and 2024. As a complementary result, cattle slaughter in the Chaco increased from 683,135 head in 2017 to 730,357 in 2024 and consistently represented more than 30% of national cattle slaughter. The joint evolution of these indicators demonstrates a favorable technical and productive pattern and supports the potential of beef cattle feedlot systems in the Paraguayan Chaco.

Keywords: beef cattle; feedlot; average daily gain; dressing percentage; Paraguayan Chaco.

1. Introduction

La producción de carne bovina enfrenta el desafío de responder a una demanda creciente mediante sistemas capaces de incrementar el desempeño productivo sin depender exclusivamente de la expansión del inventario ganadero. Para 2024, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) estimó una producción mundial de carne bovina de 77,2 millones de toneladas equivalente peso canal, 0,7 % superior a la estimada para 2023 (FAO, 2024). Las perspectivas internacionales señalan, además, que una parte importante del crecimiento futuro de la producción agropecuaria estará asociada con aumentos de productividad y con la incorporación de mejoras tecnológicas (OECD/FAO, 2025). Para países con una marcada orientación hacia la producción y comercialización de carne bovina, como Paraguay, este escenario incrementa la importancia de analizar alternativas que permitan mejorar y estabilizar los procesos de terminación.

Entre estas alternativas, los sistemas de confinamiento bovino o feedlots permiten concentrar la fase de terminación y ejercer un mayor control sobre la alimentación, el manejo sanitario y las condiciones de producción. Su desempeño está relacionado con la interacción de factores nutricionales, genéticos, ambientales, sanitarios y de manejo (Galyean et al., 2011; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2016; Salvin et al., 2020). La incorporación de tecnologías de suplementación, alimentación y monitoreo amplía, además, las posibilidades de seguimiento y ajuste del proceso productivo (Defalque et al., 2024; Xiao & Meng, 2024).

Paraguay presenta una configuración territorial particular determinada por el río Paraguay, que divide al país en dos grandes regiones: Oriental y Occidental. La Región Occidental corresponde al Chaco paraguayo y comprende los departamentos de Presidente Hayes, Boquerón y Alto Paraguay. Este territorio presenta condiciones agroecológicas particulares para el desarrollo de la ganadería. Las precipitaciones medias anuales varían aproximadamente entre 600 y 1.400 mm, mientras que la temperatura media se sitúa entre 22 y 25 °C, con diferencias territoriales y una marcada estacionalidad de las precipitaciones que condicionan la disponibilidad de recursos forrajeros y las estrategias de alimentación de los sistemas ganaderos (FONTAGRO, 2021).

La producción bovina del Chaco paraguayo se desarrolla mediante sistemas con diferentes escalas, características productivas, disponibilidad de infraestructura y niveles de incorporación tecnológica. La caracterización regional identifica distintas tipologías de productores y establecimientos, incluyendo sistemas empresariales de ciclo completo y explotaciones familiares con diferentes condiciones de acceso a recursos, asistencia técnica y tecnologías productivas (FONTAGRO, 2021). En este contexto de heterogeneidad productiva, los sistemas de confinamiento constituyen una alternativa para la terminación de bovinos. Paralelamente, la producción ganadera paraguaya dispone de mecanismos institucionales de identificación, registro y trazabilidad animal, entre ellos el Sistema de Trazabilidad del Paraguay

(SITRAP), cuya versión reglamentaria vigente en el período estudiado fue aprobada por SENACSA en 2022 y permite seguir información relacionada con el origen, movimiento, sanidad y determinados aspectos nutricionales desde el nacimiento hasta la faena (SENACSA, 2022).

La evaluación del desempeño de los sistemas de confinamiento requiere considerar indicadores que representen diferentes dimensiones del proceso de terminación. La ganancia media diaria (GMD) expresa la velocidad de crecimiento de los animales durante el engorde; el rendimiento al gancho relaciona el peso de la canal obtenida con el peso vivo previo a la faena; y la duración del confinamiento representa el tiempo requerido para completar la terminación. Analizados conjuntamente, estos indicadores permiten caracterizar el comportamiento técnico-productivo del proceso y examinar su evolución a través del tiempo.

La información sobre la producción bovina y los sistemas de confinamiento del Chaco paraguayo procede de diferentes registros institucionales, estadísticas ganaderas e informes técnicos. Su sistematización en una serie temporal común permite integrar la información disponible, examinar su evolución y comparar el comportamiento de los principales indicadores técnico-productivos entre los departamentos que conforman el Chaco paraguayo. Este abordaje adquiere particular importancia cuando se utilizan estadísticas procedentes de registros administrativos cuya cobertura puede modificarse conforme avanzan la implementación y el alcance de los mecanismos institucionales de identificación, registro, control sanitario y trazabilidad.

En este contexto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el potencial técnico y productivo de los sistemas de confinamiento para la producción de carne bovina en el Chaco paraguayo durante el período 2017–2024, mediante la sistematización y el análisis de la evolución de la base productiva y de los principales indicadores técnico-productivos —ganancia media diaria, rendimiento al gancho y duración del confinamiento— en los departamentos de Alto Paraguay, Boquerón y Presidente Hayes, considerando adicionalmente la evolución de la faena bovina regional en el contexto nacional.

2. Materiales y métodos

2.1. Diseño y ámbito del estudio

Se realizó un estudio descriptivo, retrospectivo, no experimental y de enfoque cuantitativo, basado en la sistematización y análisis de información secundaria correspondiente al período 2017–2024. El ámbito territorial comprendió el Chaco paraguayo, integrado por los departamentos de Alto Paraguay, Boquerón y Presidente Hayes.

No se realizaron intervenciones experimentales, manipulación de variables ni mediciones directas en animales o establecimientos. La unidad de análisis estuvo constituida por los registros disponibles para cada año y departamento, a partir de los cuales se examinó la evolución de la base productiva y de los principales indicadores técnico-productivos relacionados con los sistemas de confinamiento bovino.

2.2. Fuentes de información y procesamiento de los registros

La información analizada procedió de registros del Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (SENACSA), obtenidos a través del Sistema Informático de Gestión de Oficinas Regionales (SIGOR), correspondientes al período 2017–2024. Los datos fueron organizados por año y departamento para Alto Paraguay, Boquerón y Presidente Hayes y complementados, cuando correspondió, con información de otras instituciones públicas y fuentes técnicas utilizadas para contextualizar los resultados. Para la contextualización y discusión se utilizaron, además, documentos institucionales y literatura científica pertinente; estas fuentes complementarias no constituyeron la base de los datos analizados.

La información correspondiente al período 2017–2024 fue integrada en una base de datos unificada y organizada por año y departamento. Previamente al análisis se realizó una revisión crítica de los registros disponibles, se verificó su consistencia, se eliminaron registros duplicados, incompletos o inconsistentes y se estandarizaron las denominaciones necesarias para posibilitar su comparación temporal y territorial. Este procedimiento permitió conformar una serie común para el análisis descriptivo de los tres departamentos.

2.3. Variables e indicadores analizados

Para caracterizar la evolución de la base productiva bovina del Chaco paraguayo se consideraron tres variables procedentes de los registros oficiales: población bovina registrada, número de establecimientos ganaderos registrados y número de tenedores registrados, analizadas anualmente para Alto Paraguay, Boquerón y Presidente Hayes.

El comportamiento técnico-productivo de los sistemas de confinamiento se examinó mediante tres indicadores: ganancia media diaria (GMD), expresada en kg/animal/día; rendimiento al gancho, expresado como porcentaje; y duración del confinamiento, expresada en días. Estos indicadores contaron con registros continuos y comparables para los tres departamentos durante los ocho años comprendidos entre 2017 y 2024 y representan dimensiones complementarias del proceso de terminación: velocidad de crecimiento, rendimiento de la canal y tiempo de permanencia de los animales en confinamiento.

Los indicadores fueron organizados por departamento y año para construir las correspondientes series temporales. Para la síntesis del período se calcularon los valores promedio por departamento y las variaciones observadas entre el inicio y el final de la serie.

Como resultado complementario se analizó la faena bovina anual registrada por SENACSA, considerando los valores correspondientes al Chaco paraguayo y al total nacional durante el período 2017–2024. Esta información se utilizó para describir su evolución temporal y dimensionar la participación de la producción bovina del Chaco en el contexto nacional.

2.4. Análisis de los datos

El análisis fue de carácter exclusivamente descriptivo. Para cada variable e indicador se examinaron los valores anuales, su evolución temporal y las diferencias observadas entre departamentos. Se calcularon promedios para el período 2017–2024 y variaciones absolutas o relativas entre 2017 y 2024, según la naturaleza del indicador.

Los resultados se organizaron mediante tablas y representaciones gráficas para facilitar la comparación temporal y territorial. El procesamiento, depuración, sistematización y análisis descriptivo de la información se realizó mediante Microsoft® Excel® para Microsoft 365 MSO, versión 2608 (compilación 16.0.20326.20072), de 64 bits.

No se aplicaron pruebas de hipótesis ni procedimientos de estadística inferencial; por tanto, las diferencias identificadas entre años o departamentos fueron interpretadas como diferencias descriptivas observadas y no como diferencias estadísticamente significativas. Asimismo, debido al carácter retrospectivo y observacional del estudio, las asociaciones temporales identificadas fueron utilizadas para describir patrones y tendencias, sin establecer relaciones causales.

3. Resultados y discusión

3.1. Evolución de la base productiva y de los registros de la producción bovina en el Chaco paraguayo

La evolución de la base productiva bovina registrada en Alto Paraguay, Boquerón y Presidente Hayes durante 2017–2024 se examinó mediante tres variables: población bovina registrada, número de establecimientos ganaderos registrados y número de tenedores registrados. La Figura 1 presenta conjuntamente las series anuales de estas tres variables y permite apreciar, desde el inicio de la sección, sus diferentes patrones temporales.

En Boquerón, la población bovina pasó de 2.346.301 cabezas en 2017 a 2.450.000 en 2021, descendió a 2.059.332 en 2022 y alcanzó 2.234.117 en 2024. Alto Paraguay registró 440.000 cabezas en 2021 y 1.826.318 en 2022, mientras Presidente Hayes pasó de 1.060.000 a 2.276.096 cabezas en el mismo intervalo. Estos cambios deben interpretarse considerando que se trata de población bovina registrada y no exclusivamente de animales mantenidos en confinamiento. En la lectura integrada de las series se observa una relativa estabilidad del número de establecimientos frente a cambios de mayor magnitud en la población bovina y en el número de tenedores registrados (SENACSA, 2024). El número de establecimientos presentó una trayectoria comparativamente más estable. Entre 2017 y 2024, Boquerón pasó de 2.967 a 3.105 establecimientos; Presidente Hayes, de 1.894 a 2.083; y Alto Paraguay, de 476 a 520. La relativa estabilidad de esta variable contrasta con los cambios observados en población bovina y, sobre todo, en el número de tenedores.

En efecto, los tenedores registrados mostraron el cambio más pronunciado a partir de 2022. Alto Paraguay pasó de 500 tenedores en 2021 a 2.296 en 2022; Boquerón, de 3.060 a 3.887; y Presidente Hayes, de 1.850 a 7.200. En 2024 los registros permanecieron elevados, con 2.229, 3.919 y 7.044 tenedores, respectivamente.

La magnitud y sincronía de estos incrementos sugieren que su interpretación no debe limitarse a una expansión física de la actividad ganadera. Durante el período analizado, SENACSA fortaleció los mecanismos de control de los registros gestionados mediante SIGOR. En 2019, la Resolución N.º 1633/2019 dispuso la implementación de controles de diferencias de stock de ganado bovino a través del sistema informático SIGOR III (SENACSA, 2019). Esta disposición documenta un proceso institucional de fortalecimiento del control de los registros. En este contexto, es plausible que una parte de los cambios observados refleje una ampliación de la cobertura y de la capacidad institucional para registrar animales, establecimientos y actores productivos.

Esta interpretación no implica atribuir causalmente los cambios de 2022 a una modificación específica del sistema de registro. Las resoluciones citadas anteceden a ese cambio y documentan el fortalecimiento de los procedimientos de registro y control, pero no permiten establecer que hayan sido su causa directa. Del mismo modo, los datos disponibles no permiten separar cuantitativamente cuánto corresponde a crecimiento o transformación real de la base productiva y cuánto a mejoras en la cobertura administrativa. Sin embargo, la coexistencia de una trayectoria relativamente estable del número de establecimientos con aumentos mucho mayores en tenedores y población registrada respalda la necesidad de considerar ambas dimensiones.

En conjunto, los resultados muestran una base ganadera de gran magnitud en los tres departamentos y, simultáneamente, una mayor visibilidad de sus actores y existencias en los registros oficiales. Desde la perspectiva del estudio, este proceso constituye un contexto relevante para interpretar la evolución de los sistemas de confinamiento y evita asumir que toda variación de las estadísticas administrativas representa por sí sola un cambio productivo de igual magnitud.

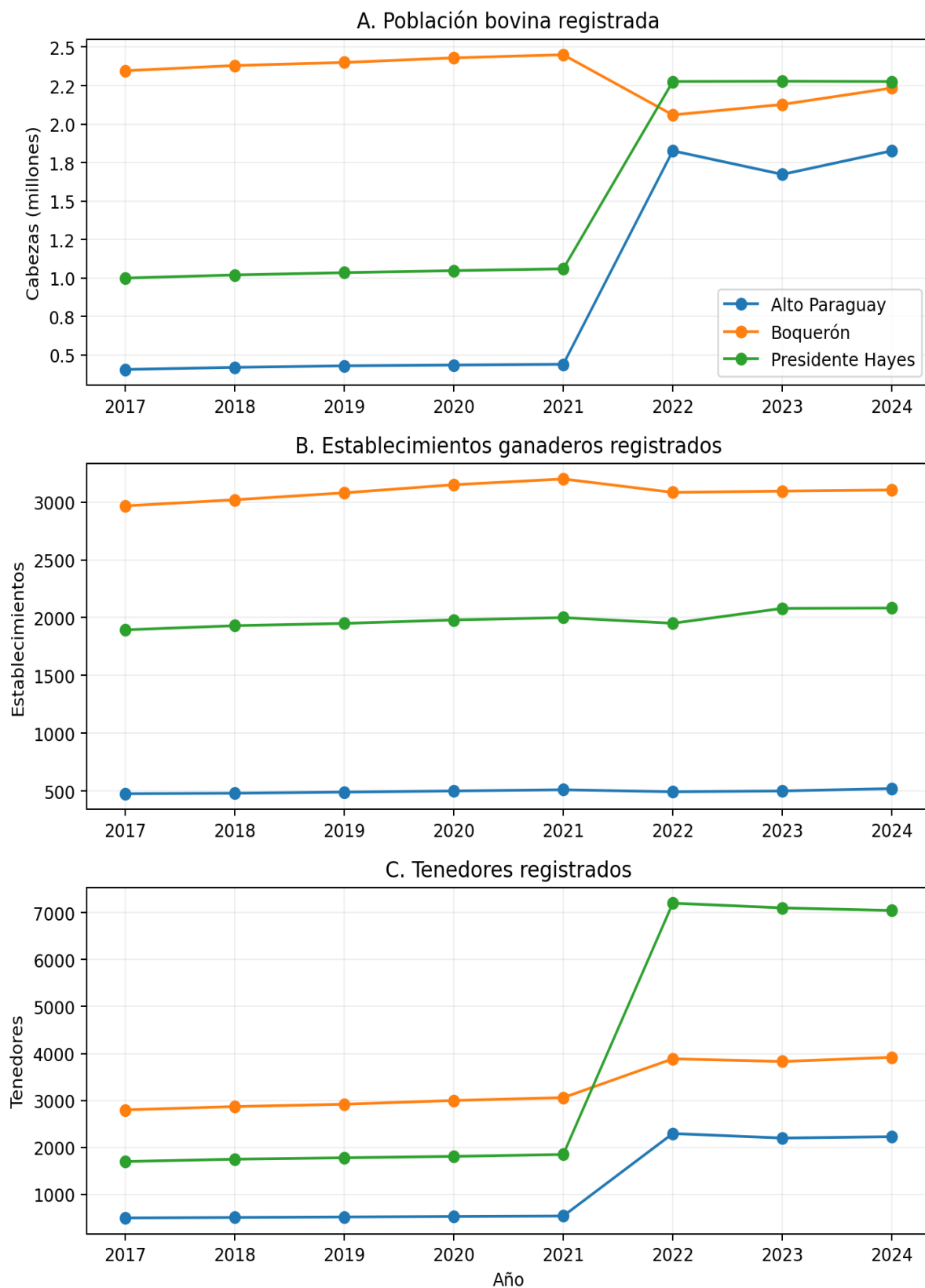


Figura 1. Evolución de la base productiva bovina registrada en Alto Paraguay, Boquerón y Presidente Hayes, 2017–2024: (A) población bovina; (B) establecimientos ganaderos; (C) tenedores. Fuente de datos: registros de SENACSA, 2017–2024. Diseño y elaboración de la figura: autores, con asistencia de la herramienta ChatGPT de OpenAI para apoyo en el diseño gráfico.

3.2. Evolución de los indicadores técnico-productivos de los sistemas de confinamiento bovino

Los tres indicadores analizados presentaron patrones descriptivos convergentes durante 2017–2024: aumento de la ganancia media diaria, mantenimiento o mejora del rendimiento al gancho y reducción de la duración del confinamiento. La Tabla 1 sintetiza el comportamiento de los tres departamentos durante el período.

Tabla 1. Síntesis de los indicadores técnico-productivos de los sistemas de confinamiento bovino por departamento, 2017–2024.

Departamento	Ganancia media diaria (GMD) (kg/animal/día)			Rendimiento al gancho (%)			Duración del confinamiento (días)		
	Promedio	2017 → 2024	Variación (%)	Promedio	2017 → 2024	Variación (pp)	Promedio	2017 → 2024	Variación (días)
Boquerón	1,37	1,30 → 1,39	6,9%	59,6%	58 → 60	+2 pp	98,8	110 → 98	-12
Presidente Hayes	1,31	1,25 → 1,33	6,4%	57,9%	57 → 58	+1 pp	108,6	115 → 107	-8
Alto Paraguay	1,27	1,20 → 1,30	8,3%	56,9%	56 → 57	+1 pp	114,1	120 → 112	-8

Fuente de datos: registros de SENACSA, 2017–2024. Diseño y elaboración de la tabla: autores, con asistencia de la herramienta ChatGPT de OpenAI para apoyo en el diseño gráfico.

Nota: GMD = ganancia media diaria; pp = puntos porcentuales.

La GMD aumentó en los tres departamentos. Boquerón presentó el promedio más elevado del período (1,37 kg/animal/día) y alcanzó un máximo de 1,42 kg/animal/día en 2021. Entre 2017 y 2024 pasó de 1,30 a 1,39 kg/animal/día (+6,9 %). Presidente Hayes aumentó de 1,25 a 1,33 kg/animal/día (+6,4 %), con un promedio de 1,31 kg/animal/día, mientras Alto Paraguay pasó de 1,20 a 1,30 kg/animal/día y registró el mayor incremento relativo (+8,3 %), aunque mantuvo los menores valores absolutos. Los promedios observados son compatibles con magnitudes descritas en estudios de bovinos terminados en feedlot; una revisión cuantitativa de ensayos sobre provisión de sombra en feedlots informó una GMD media de 1,39 kg/animal/día, con amplia variación entre estudios (Edwards-Callaway et al., 2021). La comparación debe interpretarse con cautela, porque la GMD depende, entre otros factores, de la dieta, el peso inicial, la genética, las condiciones ambientales y el manejo (Galyean et al., 2011; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2016; Salvin et al., 2020; Defalque et al., 2024; Xiao & Meng, 2024).

El rendimiento al gancho mostró una variación más moderada. Boquerón registró un promedio de 59,6 % y pasó de 58 % en 2017 a 60 % en 2024, con un máximo de 61 % en 2021. Presidente Hayes presentó un promedio de 57,9 % y evolucionó de 57 a 58 %, mientras Alto Paraguay promedió 56,9 % y pasó de 56 a 57 %. Como referencia internacional, una síntesis de estudios de feedlot reportó un rendimiento de canal medio de 61,5 %, con valores entre 53,9 y 65,6 % (Edwards-Callaway et al., 2021), mientras que un análisis de la producción bovina estadounidense utilizó 62,8 % para ganado de feedlot en 2019 (Klopatek & Oltjen, 2022). Las cifras del Chaco paraguayo se ubican dentro de esa amplitud, aunque la comparación directa está condicionada por diferencias en tipo animal, peso de faena, dieta y manejo. Dentro de la propia serie estudiada, el mantenimiento o mejora del rendimiento al gancho, simultáneo al incremento de la GMD y a la reducción del tiempo de terminación, indica que esta última no estuvo acompañada por un deterioro observable del rendimiento de la canal.

La duración del confinamiento disminuyó en los tres departamentos. Boquerón redujo el período de 110 días en 2017 a 98 días en 2024 y presentó el menor promedio del período (98,8 días). Presidente Hayes pasó de 115 a 107 días, con un promedio de 108,6 días, y Alto Paraguay de 120 a 112 días, con 114,1 días de promedio. La duración del confinamiento depende de múltiples factores, entre ellos el peso y condición inicial de los animales, los objetivos de terminación, la alimentación, la infraestructura y el manejo (Galyean et al., 2011; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2016; Salvin et al., 2020). Como contraste, modelos de producción de feedlot en Estados Unidos han considerado períodos cercanos a 150–159 días (Klopatek & Oltjen, 2022); esta diferencia no implica por sí misma una mayor eficiencia del sistema estudiado, porque las condiciones de entrada, los objetivos de terminación y los sistemas productivos no son equivalentes. En la serie del Chaco paraguayo, la reducción sostenida de los días de confinamiento sí constituye una mejora descriptiva de la eficiencia temporal del proceso de terminación, sin atribuirla a un factor específico.

El análisis territorial muestra una posición consistentemente favorable de Boquerón en los tres indicadores: mayor GMD promedio, mayor rendimiento al gancho y menor duración del confinamiento. Presidente Hayes presentó valores intermedios, mientras Alto Paraguay, aunque mostró menores valores absolutos de GMD y rendimiento y mayor duración, registró la mayor mejora relativa de la GMD durante el período. Estas diferencias describen trayectorias técnico-productivas distintas y no deben interpretarse como diferencias estadísticamente significativas, dado el carácter descriptivo del estudio.

La convergencia de los tres indicadores constituye el resultado técnico-productivo central del estudio. La Figura 2 permite apreciar simultáneamente que el incremento de la GMD se produjo junto con el mantenimiento o mejora del rendimiento al gancho y la reducción de la duración del confinamiento. Este patrón se observó en los tres departamentos, aunque con magnitudes y trayectorias diferentes. En conjunto, la concurrencia temporal de estas tendencias constituye la principal evidencia técnico-productiva del estudio y pone de manifiesto el potencial técnico y productivo de los sistemas de confinamiento para la producción de carne bovina en las condiciones del Chaco paraguayo.

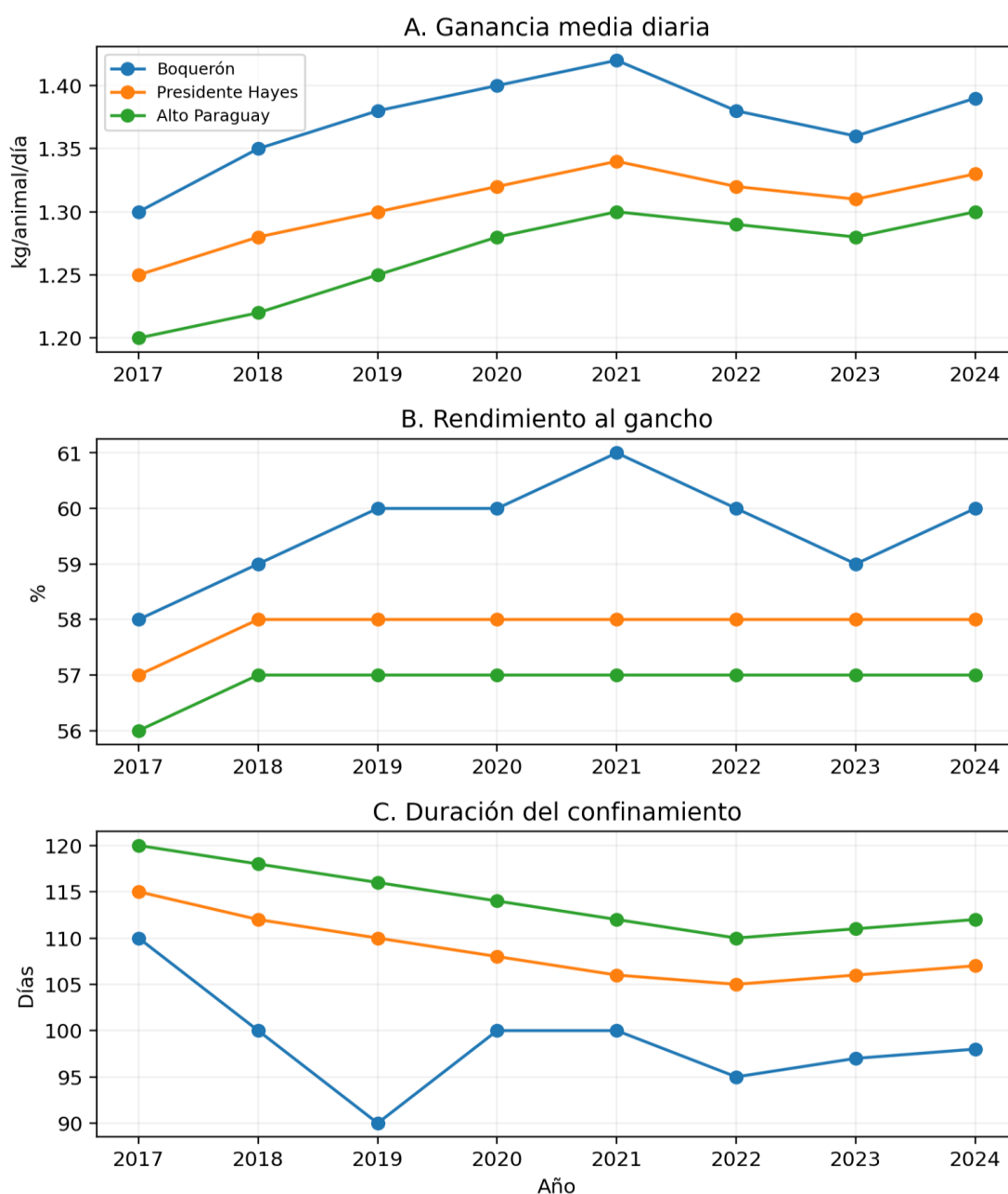


Figura 2. Evolución de los principales indicadores técnico-productivos de los sistemas de confinamiento bovino por departamento, 2017–2024: (A) ganancia media diaria; (B) rendimiento al gancho; (C) duración del confinamiento. Fuente de datos: registros de SENACSA, 2017–2024. Diseño y elaboración de la figura: autores, con asistencia de la herramienta ChatGPT de OpenAI para apoyo en el diseño gráfico.

3.3. Evolución de la faena bovina del Chaco paraguayo

La faena bovina registrada por el Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (SENACSA) presentó variaciones interanuales durante el período 2017–2024, tanto a nivel nacional como en el Chaco paraguayo. A nivel nacional, los registros oscilaron entre 1.891.825 y 2.213.203 bovinos, mientras que en el Chaco paraguayo se mantuvieron por encima de 620.000 animales anuales. La evolución de ambas series durante los ocho años analizados se presenta en la Figura 3.

En el Chaco paraguayo, la faena pasó de 683.135 bovinos en 2017 a 730.357 en 2024, lo que representa un incremento de 6,9 % entre ambos extremos de la serie. El menor valor se registró en 2020, con 624.302 bovinos, seguido de una recuperación hasta 718.853 animales en 2021 y de variaciones posteriores que culminaron con el mayor registro del período en 2024. En términos relativos, la faena correspondiente al Chaco paraguayo representó de manera estable más del 30 % de la faena bovina nacional durante el período analizado.

Este resultado complementa la caracterización técnico-productiva de los sistemas de confinamiento presentada anteriormente y permite dimensionar la importancia de la producción bovina del Chaco dentro del contexto nacional. Sin embargo, la faena regional constituye un indicador del volumen y de la participación de la producción bovina del territorio y no una medida directa del desempeño de los sistemas de confinamiento; por ello, su interpretación debe considerarse complementaria a la evolución de la ganancia media diaria, el rendimiento al gancho y la duración del confinamiento.

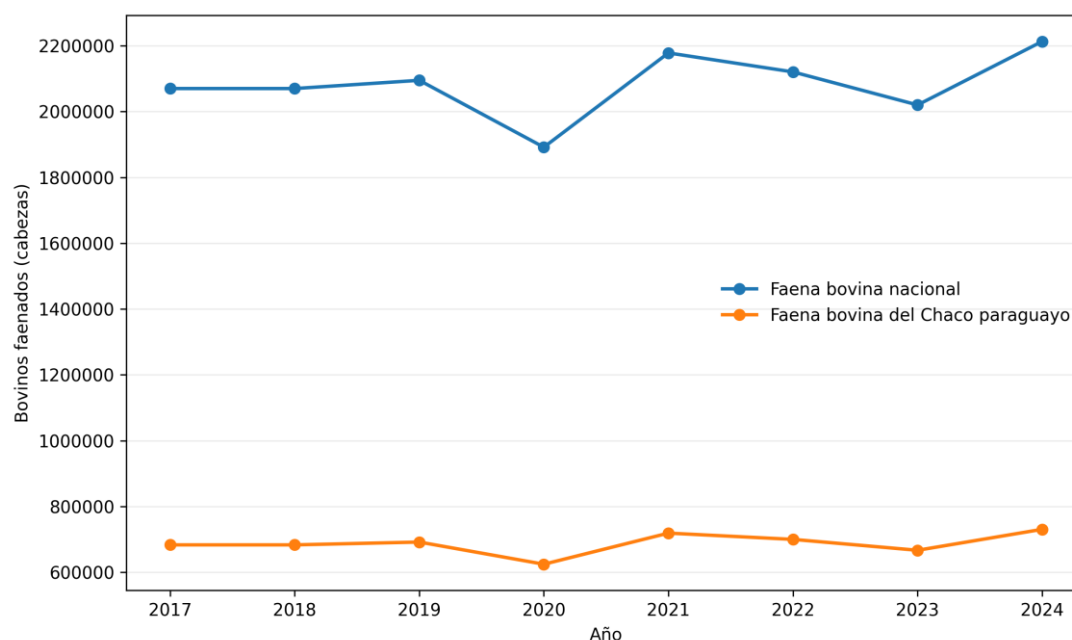


Figura 3. Evolución de la faena bovina nacional y del Chaco paraguayo durante el período 2017–2024. Fuente de datos: registros de SENACSA, 2017–2024. Diseño y elaboración de la figura: autores, con asistencia de la herramienta ChatGPT de OpenAI para apoyo en el diseño gráfico.

4. Conclusiones

Los resultados correspondientes a 2017–2024 muestran la consolidación de una base bovina de gran magnitud en el Chaco paraguayo, acompañada por una ampliación y fortalecimiento de los registros oficiales. Los cambios observados, particularmente desde 2022, deben interpretarse considerando conjuntamente la dinámica de la actividad ganadera y la evolución de los mecanismos institucionales de registro, identificación y control.

El comportamiento conjunto de los indicadores técnico-productivos constituye el principal resultado del estudio. En los tres departamentos aumentó la ganancia media diaria, el rendimiento al gancho se mantuvo o mejoró y se redujo la duración del confinamiento, configurando una evolución favorable del desempeño técnico y de la eficiencia temporal del proceso de terminación.

Las trayectorias departamentales fueron diferentes. Boquerón presentó los mayores promedios de ganancia media diaria y rendimiento al gancho y la menor duración del confinamiento, mientras Alto Paraguay registró el mayor incremento relativo de la ganancia media diaria durante el período.

En conjunto, los resultados evidencian el potencial técnico y productivo de los sistemas de confinamiento bovino en el Chaco paraguayo y muestran la importancia de disponer de series institucionales continuas y comparables para su seguimiento. La evolución de la faena complementa esta caracterización al mostrar que la producción bovina del Chaco mantuvo una participación superior al 30 % de la faena nacional durante el período analizado. Estos resultados proporcionan una base técnica para el seguimiento de la producción bovina regional y para futuros estudios que

incorporen variables nutricionales, económicas y de manejo no disponibles de manera homogénea en los registros analizados.

References

1. Defalque, G., Santos, R., Pache, M., & Defalque, C. (2024). A review on beef cattle supplementation technologies. *Information Processing in Agriculture*, 11(4), 559–572. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2023.10.003>
2. Edwards-Callaway, L. N., Cramer, M. C., Cadaret, C. N., Bigler, E. J., Engle, T. E., Wagner, J. J., & Clark, D. L. (2021). Impacts of shade on cattle well-being in the beef supply chain. *Journal of Animal Science*, 99(2), skaa375. <https://doi.org/10.1093/jas/skaa375>
3. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2024). Meat and meat products. *Food Outlook – Biannual report on global food markets*, June 2024. https://openknowledge.fao.org/3/cd1158en/CD1158EN_meat.pdf
4. FONTAGRO. (2021). Caracterización de sistemas productivos en ganadería bovina de cría, recría y engorde en el Chaco Paraguayo. https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/18079_-_Producto_1_Paraguay.pdf
5. Galyean, M. L., DiLorenzo, N., McMeniman, J. P., & Defoor, P. J. (2011). Alpha Beef Cattle Nutrition Symposium: Predictability of feedlot cattle growth performance. *Journal of Animal Science*, 89(6), 1865–1872. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3328>
6. Klopatek, S. C., & Oltjen, J. W. (2022). How advances in animal efficiency and management have affected beef cattle's water intensity in the United States: 1991 compared to 2019. *Journal of Animal Science*, 100(11), skac297. <https://doi.org/10.1093/jas/skac297>
7. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2016). *Nutrient requirements of beef cattle* (8th rev. ed.). The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/19014>
8. OECD/FAO. (2025). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2025–2034*. OECD Publishing; Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.1787/601276cd-en>
9. Salvin, H. E., Lees, A. M., Cafe, L. M., Colditz, I. G., & Lee, C. (2020). Welfare of beef cattle in Australian feedlots: A review of the risks and measures. *Animal Production Science*, 60(13), 1569–1590. <https://doi.org/10.1071/AN19621>
10. Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (SENACSA). (2019). Resolución N.º 1633/2019, por la cual se dispone la implementación de controles de diferencia de stock de ganado bovino a través del sistema informático SIGOR III. https://informacionpublica.paraguay.gov.py/public/2025/1739905265_1_Listadodedisposicioneslegalesref.aganadoBovino.pdf
11. Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (SENACSA). (2022). Sistema de Trazabilidad del Paraguay (SITRAP): Reglamento aprobado por Resolución SENACSA N.º 1303/2022. <https://senacsa.gov.py/servicios/sanidad-animal-identidad-y-trazabilidad/campo/sitrap-sistema-de-trazabilidad-del-paraguay/>
12. Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (SENACSA). (2024). *Revista Estadística Pecuaria 2024*. <https://senacsa.gov.py/servicios/servicios-tecnicos/estadisticas/estadistica-pecuaria/>
13. Xiao, D., & Meng, T. (2024). Nutritional value evaluation and processing technology of feed and nutrition regulation measures for ruminants. *Animals*, 14(21), 3153. <https://doi.org/10.3390/ani14213153>