

REVISTA

Volumen 55 No. 2 Edición 155 / Agosto de 2026

Edición digital: ISSN 2805-7546

ACOVEZ

ÓRGANO TÉCNICO, CIENTÍFICO, DIVULGATIVO GREMLIAL Y ACADÉMICO DE LA ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE MÉDICOS VETERINARIOS Y ZOOTECNISTAS, MÉDICOS VETERINARIOS Y DE ZOOTECNISTAS



**Índices de selección bioeconómicos en
bovinos de leche, carne y doble propósito**

**Desempeño del sector lechero colombiano
durante los años 2022 a 2026 (mayo)**

**ACOVEZ frente a la inteligencia artificial:
innovación con criterio para el sector pecuario**



* Imagen generada con IA bajo supervisión de diseño e imagen de iStockphoto

Conoce Nuestras Ediciones

Oh. mai gat[®]

P R E M I U M
E S P E C I A L

**PROTEÍNA ANIMAL DE ALTA CALIDAD
COMO PRIMER INGREDIENTE**

**ALTA
ABSORCIÓN
de NUTRIENTES***

**80% de
DIGESTIBILIDAD**
de la proteína

Ahora para
**GATOS
ESTERILIZADOS**

Fórmulas para cada personalidad^:



CASEROS
equilibrio

Con **prebióticos**
que promueven
un **sistema
digestivo sano***



SEDENTARIOS
control de peso

ESTERILIZADOS
Bajo en calorías
para un **peso
ideal**



ACTIVOS
energía

Con **aminoácidos**
para una **vida
activa**



JUGUETONES
crecimiento

GATITOS
Con **leche, prebióticos**
y **DHA** que contribuyen
a su **crecimiento**

*Beneficios para gatos saludables (sin afectaciones de salud o de conducta) y con el uso del alimento según las instrucciones y cantidades diarias recomendadas. ^Personalidades identificadas por la marca Ohmaigat.

JUNTA DIRECTIVA ACOVEZ

Período 2026 - 2028

Presidente:

María Cristina Genoy Joven, MV

Vicepresidente:

Marcos Ahumada Velasco, MV

Secretario:

Ramón Correa Nieto, MVZ

Tesorera:

María Camila Corredor Londoño, Zoot.

Vocales principales:

Edna Margarita Pardo Prieto, MVZ

Andrés David Gil Sánchez, MV

Luis Eduardo Londoño, Zoot.

Clara Marcela Rodríguez Moreno, MVZ

Ricardo Andrés Roa Castellanos, MV

Vocales suplentes:

Luis Felipe Garnica Gómez, MV

Mairo Enrique Urbina Amaris, MV

REVISORÍA FISCAL

Fiscal:

Ignacio Amador Gómez, Zoot.

Fiscal Suplente:

Carlos Alberto Herrera Heredia, Zoot.

Directora Ejecutiva:

Yeimi Andrée León Molina, Zoot.

REVISTA ACOVEZ

Directora:

María Cristina Genoy Joven

E-mail: direccion.acovez@gmail.com

Comité Editorial:

Mairo Enrique Urbina Amaris, MV

Marcos Ahumada Velasco, MV

Carlos Alberto Herrera Heredia, Zoot.

Ricardo Andrés Roa Castellanos, MV

Ignacio Amador Gómez, Zoot.

PRODUCCIÓN

Diseño y diagramación:

Sandra Liliana Fontalvo Acosta

Impresión:

Contacto Gráfico S.A.S.

**CONTACTO, DISTRIBUCIÓN Y
SUSCRIPCIONES**

ACOVEZ Calle 33 No. 16-36 Tel: 340 1797

www.acovez.org - Bogotá D.C. - Colombia

E-mail: acovez@acovez.org

https://x.com/ACOVEZ

https://www.facebook.com/acovezcolombia/

https://www.instagram.com/acovez/?hl=en

https://www.linkedin.com/in/acovez-asociaci%C3%B3n-colombiana-de-mv-y-z-84a61273/



Contenido

Editorial

4

Revisión no sistemática



Índices de selección bioeconómicos en bovinos de leche, carne y doble propósito 5

Opinión



Desempeño del sector lechero colombiano durante los años 2022 a 2026 (mayo) 16

ACOVEZ frente a la inteligencia artificial: innovación con criterio para el sector pecuario 24

Trabajos hechos con IA y corregidos con IA. El nuevo panorama de docentes y estudiantes en las ciencias agropecuarias 25



Opinión

Tips



15 tips claves: IA aplicada a la zootecnia en Colombia 27

Reglamentar para proteger: una reflexión sobre el bienestar animal y el acceso a los medicamentos de control especial 29



Gremial

ACOVEZ realizó su Asamblea General Ordinaria 2026 y eligió nueva Junta Directiva para el periodo 2026-2028 31



Mejores Egresados 2025 33



Órgano técnico, científico, divulgativo gremial y académico de la Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas, Médicos Veterinarios y de Zootecnistas, dirigido a los miembros, los gremios e instituciones públicas y privadas del sector agropecuario, las instituciones académicas y de investigación en salud y producción animal, y a todos aquellos que trabajan por el mejoramiento de las condiciones del sector agropecuario colombiano e internacional.

Las opiniones expresadas pertenecen a sus autores y en nada comprometen a ACOVEZ. Queda prohibida la reproducción total o parcial de los artículos por cualquier medio mecánico, electrónico o impreso sin autorización de ACOVEZ.

Gran parte de las imágenes utilizadas en esta revista provienen de bancos de imágenes.

El Consejo Profesional de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de Colombia y el papel de las asociaciones gremiales de profesionales



María Cristina Genoy Joven

Médica Veterinaria. Esp.
Presidente Junta Directiva ACOVEZ
direccion.acovez@gmail.com

En nuestras profesiones persiste una confusión que considero necesario aclarar. El Consejo Profesional de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de Colombia y las asociaciones gremiales de profesionales se relacionan dentro de nuestra institucionalidad, pero tienen naturaleza, funciones y responsabilidades diferentes.

La Ley 73 de 1985, mediante la cual se dictan normas para el ejercicio de la Medicina Veterinaria, la Medicina Veterinaria y Zootecnia y la Zootecnia, creó el Consejo Profesional y estableció su conformación. De acuerdo con el artículo 7, en este organismo participan representantes de los Ministerios de Educación, Salud y Agricultura, de las entidades docentes y de las asociaciones nacionales de las tres profesiones. En la representación profesional actual participan AMEVEC por los Médicos Veterinarios (MV), ACOVEZ por los Médicos Veterinarios Zootecnistas (MVZ) y ANZOO por los Zootecnistas (Z).

Esta conformación permite precisar un aspecto fundamental. Las asociaciones gremiales de profesionales hacen parte del Consejo Profesional, pero el Consejo no reemplaza a las asociaciones ni adquiere por ello la naturaleza de gremio.

La misma Ley 73 de 1985 permite comprender con claridad esta diferencia. Al Consejo le corresponde ejercer las funciones que la ley le asigna, entre ellas expedir la matrícula, llevar el registro profesional, velar por el cumplimiento de la ley y colaborar con las autoridades universitarias y profesionales en asuntos relacionados con la formación. De manera particularmente significativa, el artículo 8 también establece como una de sus funciones cooperar con las asociaciones y sociedades gremiales, científicas y profesionales en el estímulo, desarrollo y mejoramiento de las profesiones.

La propia norma reconoce, por tanto, la existencia y el papel de las organizaciones gremiales. Las asociaciones constituyen espacios de organización y representación de los profesionales. Desde ellas se recogen las realidades del ejercicio, se construyen posiciones técnicas, se promueve el desarrollo profesional y se lleva la voz de sus integrantes ante las instituciones y los escenarios en los que se adoptan decisiones que pueden afectar a nuestras profesiones.

Comprender esta diferencia contribuye al fortalecimiento de nuestra institucionalidad. El Consejo Profesional cumple las funciones públicas que le han sido atribuidas

por la ley, mientras que las asociaciones desarrollan su labor de representación gremial. Sus responsabilidades pueden y deben articularse, pero no confundirse ni sustituirse.

En un momento en el que la Medicina Veterinaria, la Medicina Veterinaria y Zootecnia y la Zootecnia enfrentan importantes transformaciones y desafíos normativos, resulta indispensable contar con asociaciones gremiales de profesionales sólidas, representativas y participativas.

Por ello, desde esta editorial extendiendo una invitación a los MV, MVZ y Z de Colombia a conocer, integrar y fortalecer sus asociaciones gremiales de profesionales, a participar activamente en ellas y a contribuir con sus conocimientos y experiencia. La representación gremial adquiere verdadera fuerza cuando los profesionales participan, aportan y comprenden que las organizaciones que los representan también se construyen colectivamente.

Fortalecer nuestras asociaciones gremiales de profesionales es fortalecer nuestra representación y nuestra capacidad colectiva para participar en la construcción del futuro de nuestras profesiones.



Índices de selección bioeconómicos en bovinos de leche, carne y doble propósito

Marcos Ahumada Velasco¹ · Juan David Corrales Álvarez²

¹ MV. Esp. MSc. PhD©

² Z. MSc. PhD

E-mail: mahumada40@unisalle.edu.co

Resumen

Introducción. Los índices de selección bioeconómicos en bovinos de leche, carne y doble propósito, conceptualizados como aquellos integrados por caracteres morfológicos, productivos, de salud, genéticos, funcionales, reproductivos, sanitarios y ambientales con sus ponderaciones económicas, constituyen la herramienta más eficiente para orientar el progreso genético multicarácter en bovinos. Existe una gran variedad de índices de selección en el mundo creados bajo condiciones geográficas propias que no han sido adaptados al trópico colombiano. **Objetivo.** Describir la aplicabilidad de los diferentes índices de selección bioeconómicos usados y su evolución histórica. **Método.** Se realizó una revisión bibliográfica retrospectiva, con búsqueda estructurada en Scopus y Google Scholar (1943–2025), descriptores AGROVOC y MeSH combinados mediante operadores booleanos, y síntesis cualitativa apoyada en los principios de trazabilidad de la Declaración PRISMA 2020. Tras la depuración de duplicados y el cribado por título, resumen y texto completo, se conformó un corpus final de 25

estudios elegibles confirmados, tras verificación documental completa de los 72 registros originalmente extraídos (véase ¹Tabla S1). **Resultados.** Se describieron los índices de selección bioeconómicos usados en leche, carne y doble propósito en el mundo. La revisión evidenció tres periodos históricos: predominio de la producción láctea (1943–1970, con antecedentes conceptuales documentados desde 1917), con la incorporación de caracteres funcionales y de salud (1980–2000), e integración de eficiencia, sostenibilidad y selección genómica (2010–presente). El énfasis en producción en índices Holstein nacionales de cada país osciló entre 34% y 80%, y los caracteres reproductivos alcanzaron hasta 35,9% de la importancia económica relativa en sistemas doble propósito pese a su baja heredabilidad. Se documentó un vacío estructural en índices bioeconómicos para el doble propósito tropical. **Conclusión.** La evolución de los índices de selección en bovinos reflejó una transición desde objetivos productivos unidimensionales hacia esquemas de mejoramiento integral que incorporaron caracteres productivos, funcionales, reproducti-

vos, sanitarios y ambientales, impulsados por las demandas del mercado y por una mayor comprensión de las interacciones genéticas entre caracteres. Esta transición se sustentó en el desarrollo de los índices clásicos de selección y en avances metodológicos posteriores, y se amplió con la selección genómica a partir de Meuwissen et al. (2001).

Palabras clave: modelo bioeconómico; valor económico marginal; mejoramiento genético animal; ganado cruzado; caracteres funcionales; selección genómica.

1. Introducción

La selección genética busca identificar individuos superiores y generar el mayor progreso genético posible para múltiples caracteres dentro de una población (Byrne et al., 2016; Henryon et al., 2019; Gorjanc et al., 2015). La forma más eficiente de lograr este objetivo es mediante índices de selección, que permiten evaluar los valores genéticos de diversos caracteres y combinarlos con sus valores económicos, facilitando una clasificación más precisa de los individuos y

¹Tabla disponible en el archivo documental de la Revista ACOVEZ según solicitud.

una toma de decisiones informada (Ramírez Toro et al., 2021; Amaya et al., 2020; Sölkner et al., 2000; Queiroz et al., 2005).

La definición adecuada de los caracteres incluidos en un índice constituye un aspecto central para orientar el progreso genético hacia objetivos productivos y económicos específicos. Los caracteres seleccionados deben cumplir tres criterios fundamentales: tener importancia económica, presentar heredabilidad (h^2) (proporción de la variación fenotípica atribuible a efectos genéticos aditivos, con valores entre 0 y 1, de modo que la respuesta a la selección es mayor en caracteres con h^2 más alta (Hazel, 1943; Lush, 1945; Bourdon, 2000)) y ser fácilmente medibles bajo condiciones reales de producción (Yáñez et al., 2006).

La ponderación simultánea de estos criterios en un vector de valores económicos marginales (a_i) constituye el núcleo del índice clásico de Hazel (1943):

$$H = a'g,$$

donde H es el mérito genético agregado, a es el vector de valores económicos y g es el vector de valores genéticos del individuo. La derivación de los coeficientes del índice fenotípico sigue:

$$b = P^{-1}G'a,$$

donde b es el vector de coeficientes del índice, P es la matriz de varianzas-covarianzas fenotípicas entre los caracteres incluidos en el índice y G es la matriz de covarianzas genéticas entre los caracteres del índice y el objetivo de selección (Hazel, 1943; Groen et al., 1997). Esta formulación algebraica verificada contra la derivación original de Hazel (1943) es la base matemática de los índices bioeconómicos multicarácter y sustenta su aplicación en diferentes sistemas de producción.

Históricamente, los primeros índices se enfocaron en la producción de leche y, posteriormente, en la mejora de sus componentes proteína y grasa (Gowen, 1920; Richardson et al., 1950). Algunos países incorporaron tempranamente criterios funcionales: Dinamarca, por ejemplo, incluyó vida productiva, salud y reproducción entre sus objetivos (Thompson et al., 1983; Heringstad et al., 2003). Foster et al. (1989) demostraron que los caracteres de tipo en Holstein se asocian significativamente con la producción y la vida productiva, evidenciando su valor predictivo sobre el desempeño económico. Metodológicamente, el uso combinado de información fenotípica multicarácter (Dickerson, 1969), la formalización del índice de Hazel (1943) y el modelo de mejor predicción lineal insesgada (Best Linear Unbiased Prediction, BLUP) de Henderson (1975) constituyeron hitos para la selección simultánea de caracteres y el incremento de la precisión en las evaluaciones genéticas.

Pese a esta evolución, persiste una brecha importante en el desarrollo de índices bioeconómicos para bovinos doble propósito en el trópico bajo latinoamericano y, particularmente, en el Caribe colombiano, donde los estudios disponibles se han enfocado en razas criollas o especializadas sin incorporar ponderaciones económicas basadas en costos reales ni en la dualidad leche-carne del sistema. Los trabajos de Amaya et al. (2020) en Simmental doble propósito demostraron que la importancia relativa de los caracteres varía según el sistema productivo y los precios de mercado, lo que justifica un análisis retrospectivo orientado a identificar los fundamentos conceptuales y metodológicos de estos índices.

2. Método

2.1. Protocolo y registro

Este trabajo se denomina, de manera unívoca en todo el manuscrito, como una revisión bibliográfica retrospectiva con búsqueda estructurada y síntesis cualitativa, apoyada en los principios de trazabilidad y transparencia de la Declaración PRISMA 2020. No constituye una revisión sistemática en sentido estricto: no se registró un protocolo previo ni se realizó una evaluación formal del riesgo de sesgo o de la calidad metodológica de los estudios incluidos (véase limitaciones, sección 4.6).

2.2. Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión. (1) Trabajos científicos originales y revisiones con evaluación por pares que presentaron explícitamente la estructura matemática o la fundamentación teórica de un índice de selección en bovinos de leche, carne o doble propósito. (2) Estudios que detallaron metodologías de estimación de ponderaciones económicas marginales o relativas mediante funciones de beneficio o modelos bioeconómicos deterministas (valores fijos, sin variabilidad) o estocásticos (que incorporan variabilidad o incertidumbre mediante distribuciones de probabilidad o simulación). (3) Investigaciones que integraron evaluaciones genómicas, expresadas como *Genomic Estimated Breeding Values* (GEBV), dentro de esquemas multicarácter o índices genómicos agregados. (4) Excepcionalmente, se admitió literatura gris (tesis de maestría o doctorado y sumarios oficiales de evaluación genética) cuando el documento completo fue identificable y presentó de forma explícita la estructura matemática o la ponderación económica de un índice de selección; la literatura gris que no cumplió esta condición (catá-

¹Tabla disponible en el archivo documental de la Revista ACOVEZ según solicitud.

logos y sumarios de valores de cría individuales sin ponderación combinada) se excluyó del corpus y se conservó únicamente como fuente contextual ('Tabla S1).

Criterios de exclusión. (1) Investigaciones en especies no ganaderas o animales de laboratorio. (2) Artículos puramente descriptivos (frecuencias génicas, caracterizaciones moleculares aisladas) que omitieron la integración de caracteres fenotípicos en objetivos de cría o índices. (3) Estudios duplicados o artículos sin sustento metodológico en sus parámetros genéticos reportados. (4) Artículos de antes de 1943. (5) Artículos escritos en idiomas diferente al inglés, portugués y español. (6) Estudios enfocados en sistemas de pastoreo templado de alta especialización sin aplicabilidad conceptual al objetivo de la revisión, criterio aplicado en la fase de evaluación en texto completo.

2.3 Fuentes de información y estrategia de búsqueda

La búsqueda se realizó en Scopus y Google Scholar. Scopus fue seleccionada por su cobertura rigurosa de revistas de alto impacto en Ciencias agrícolas, biológicas y veterinarias. Google Scholar actuó como fuente complementaria para el acceso a literatura gris o no publicada en las bases de datos convencionales, incluyendo actas de congresos internacionales (p. ej., WCGALP), tesis de maestría y doctorado del ámbito latinoamericano, reportes institucionales (FAO, AGROSAVIA) y sumarios oficiales de evaluación genética de razas bovinas tropicales (p. ej., Girolando). La ventana cronológica abarcó desde 1943, publicación seminal de Hazel sobre la teoría de índices de selección hasta diciembre de 2025, con el fin de capturar los desarrollos genómicos y bioeco-

nómicos más recientes. Los antecedentes históricos previos a 1943 (p. ej., Gowen, 1920) se utilizaron únicamente para contextualizar la evolución conceptual de los índices, pero no formaron parte del corpus documental sometido a cribado ni de los 25 estudios elegibles confirmados incluidos en el análisis retrospectivo ('Tabla S1).

La sintaxis de búsqueda se construyó con descriptores del vocabulario controlado de AGROVOC (FAO) y MeSH, vinculados mediante operadores booleanos (AND, OR). La ecuación principal implementada en Scopus fue:

TITLE-ABS-KEY((§selection index" OR breeding objective"OR §economic weight)"AND (bovine"OR §attle)"AND (bioeconomic model"OR §crossbred"OR §dual-purpose))

En Google Scholar se adaptó la sintaxis anterior mediante cadenas en español e inglés para minimizar sesgos idiomáticos, tales como: "índice de selección" AND "doble propósito" AND "bovinos" AND "ponderación económica". La fecha exacta de la última búsqueda fue el 18 de diciembre de 2025; se recuperaron 107 registros en Scopus y 136 en Google Scholar, aplicando el siguiente procedimiento de límite/orden a los resultados de Google Scholar: filtro por fecha (1943–2025) y por idioma (español e inglés), con los resultados ordenados por relevancia (orden por defecto de Google Scholar). El cribado fue realizado por los dos autores del manuscrito, con rol conjunto de revisión y análisis; las discrepancias se resolvieron mediante revisión y verificación cruzada de autores, artículos, títulos y fechas de publicación, y la eliminación de duplicados se realizó de forma manual en Excel, mediante filtros y ordenamiento por autor/año/título.

2.4. Selección de estudios

El proceso de identificación documental inició con 243 registros recuperados en las bases seleccionadas. Tras la remoción automática y manual de duplicados ($n = 41$), se preseleccionaron 202 publicaciones para su evaluación por título y resumen. Este cribado inicial permitió excluir 95 trabajos que no se alinearon directamente con la formulación de índices de selección o con la estimación de valores económicos. Posteriormente, se evaluaron en texto completo 107 artículos; en esta fase se aplicó, adicionalmente, el criterio de exclusión 6 (sección 2.2: estudios enfocados en sistemas de pastoreo templado de alta especialización sin aplicabilidad conceptual), lo que descartó 35 artículos y arrojó un conjunto preliminar de 72 registros. Una auditoría documental posterior de la matriz de extracción ('Tabla S1, material suplementario) determinó que ese conjunto de 72 no era depurado: 13 registros correspondían a referencias ya contabilizadas (duplicados no detectados en la deduplicación inicial) y 34 registros adicionales no cumplieron los criterios de elegibilidad al verificarse contra el texto completo (fuentes metodológicas o institucionales, sin ponderación económica explícita, o insuficientemente identificadas), incluyendo el registro de Ruales-España y Manrique (2007), verificado con el texto completo aportado por el autor y excluido por tratarse de un índice con ponderación estadística basada en componentes principales, y no económica. El proceso culminó con la identificación de 59 registros bibliográficos únicos, de los cuales 25 cumplieron de forma verificable los criterios de elegibilidad y conformaron el corpus final para el análisis cualitativo y de tendencias retrospectivas (Figura 1).

¹Tabla disponible en el archivo documental de la Revista ACOVEZ según solicitud.

2.5. Extracción de datos y síntesis

De cada uno de los 25 estudios elegibles confirmados se recopiló información estructurada en una matriz analítica (¹Tabla S1, material suplementario) que contempló seis variables: (a) año de publicación y origen geográfico; (b) tipo de aptitud productiva (leche, carne, doble propósito); (c) base genética (razas puras o cruzamientos); (d) caracteres incluidos en el objetivo de selección y en el índice; (e) metodología matemática de estimación de valores económicos (función de beneficio descriptiva, simulación bioeconómica o programación dinámica); y (f) enfoque de evaluación genética empleado (clásico fenotípico, BLUP o genómico), además de una columna de fuente verificable (DOI o URL) por referencia. La síntesis se desarrolló mediante análisis temático y tabulación cruzada de tendencias, lo que permitió caracterizar la evolución conceptual y metodológica de los índices a nivel global. ¹Tabla S1 garantiza la trazabilidad completa del corpus documental incluido en la revisión y documenta además, en hojas separadas, los 13 duplicados y las 34 fuentes contextuales excluidas de los 72 registros originalmente identificados.

2.6. Diagrama de flujo

Se utilizó un flujograma conforme a las recomendaciones de DECLARACIÓN PRISMA 2020 (Page et al., 2021)

3. Resultados

La aplicación de los criterios de búsqueda y selección, tras la auditoría documental de la matriz de extracción, permitió conformar un conjunto documental de 25 estudios elegibles confirmados, representativos de

las principales tendencias en el diseño de índices de selección bovinos a nivel mundial, todos publicados entre 1943 y 2025 (¹Tabla S1). Los antecedentes históricos anteriores a 1943 se consideraron exclusivamente como marco conceptual y no se incluyeron en el corpus analizado. Los hallazgos se organizaron según el sistema productivo (lechero, cárnico y doble propósito) y en orden cronológico dentro de cada categoría, con el fin de evidenciar la trayectoria evo-

lutiva de los objetivos de cría y las metodologías de ponderación económica. La lista detallada de los 25 estudios elegibles confirmados y las variables extraídas de cada uno se presenta en la ¹Tabla S1 (material suplementario).

El análisis retrospectivo evidenció una transformación profunda en los objetivos y filosofías de selección desde mediados del siglo XX. Esta transición se caracterizó a través de tres

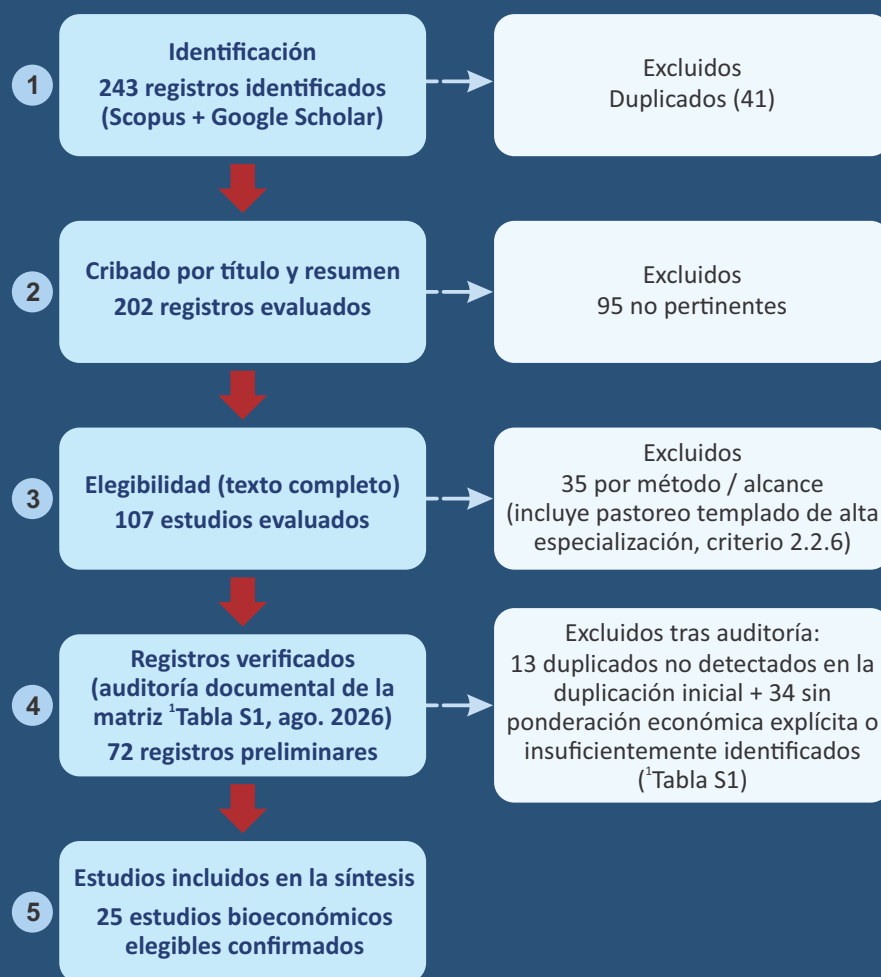


Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de estudios (DECLARACIÓN PRISMA 2020).

Nota. Elaboración propia conforme a Page et al. (2021). Los recuadros 1 a 3 reproducen el cribado inicial: 243 registros identificados, 41 duplicados eliminados, 202 registros evaluados por título y resumen, 95 excluidos por no pertinencia y 107 evaluados en texto completo; posteriormente se excluyeron 35 por método o alcance, obteniéndose un conjunto preliminar de 72 registros. La auditoría documental posterior de la matriz de extracción (¹Tabla S1) identificó 13 duplicados adicionales y 34 registros que no cumplieron los criterios de elegibilidad. El corpus final quedó conformado por 25 estudios elegibles confirmados.

¹Tabla disponible en el archivo documental de la Revista ACOVEZ según solicitud.

periodos históricos delimitados por la naturaleza de los caracteres priorizados y las tecnologías de estimación genética disponibles: (i) predominio de la producción láctea (1943–1970); (ii) incorporación de caracteres funcionales, de conformación y de salud (1980–2000); y (iii) integración de eficiencia alimenticia, sostenibilidad ambiental y selección genómica apoyada en poblaciones de referencia (2010–presente; Chesnais et al., 2016).

En razas lecheras, el corpus analizado se inició formalmente en 1943 con el índice clásico de Hazel, que empleó varios caracteres simultáneamente; existieron además antecedentes conceptuales desde 1917, anteriores a la ventana de búsqueda y no incluidos en el corpus (sección 2.3), cuando los primeros índices se basaron principalmente en producción de leche (Miglior et al., 2017); en 1950 aumentó el interés en la proporción de componentes lácteos; en los años setenta se evaluaron fertilidad, salud, facilidad de parto y contenido de proteína, y posteriormente desórdenes metabólicos y sanitarios como desplazamiento de abomaso, cetosis y retención de placenta (Koeck et al., 2012); en los ochenta, recuentos de células somáticas y evaluación lineal, favorecidos por mediciones precisas de los componentes lácteos y programas de registro de producción (Biggs, 1967) que permitieron estimar correlaciones genéticas entre producción, persistencia, células somáticas e intervalo entre partos (Chegini et al., 2019); en los noventa se incluyeron manejo y longevidad; en 2000 los países nórdicos priorizaron fertilidad; y en la década de 2010 se iniciaron evaluaciones de salud, eficiencia alimenticia, coagulación de la leche, áci-

dos grasos y salud de pezuñas (Jamrozik et al., 2016; Miglior et al., 2017).

3.1. Índices de selección para razas lecheras

Los índices nacionales Holstein analizados por Miglior et al. (2005) correspondieron a quince países (Australia, Canadá, Suiza, Alemania, Dinamarca, España, Francia, Gran Bretaña, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Países Bajos, Nueva Zelanda y Estados Unidos), con 17 índices en total dado que Gran Bretaña y Estados Unidos reportaron dos cada uno. Los caracteres se agruparon en tres componentes producción, vida productiva, y salud y reproducción (Tabla 1), evidenciando que los objetivos no se limitaron a la productividad láctea, sino que incorporaron, en diferente grado, caracteres funcionales asociados con longevidad, conformación, salud de la ubre, fertilidad y facilidad de parto.

La cuantificación del énfasis relativo reveló una heterogeneidad marcada entre países (Tabla 2). El componente de producción osciló entre 34% (Dinamarca, S-Index) y 80% (Israel, PD01), mientras que salud y reproducción varió entre 0% (Japón, NTP) y 37% (Dinamarca, S-Index). El promedio general de los 17 índices correspondió a 59,5% para

producción, 28,0% para longevidad y 12,5% para salud y reproducción (Miglior et al., 2005). Dinamarca destacó como el índice más equilibrado, en contraste con Israel y Japón, que concentraron el énfasis en producción (Miglior et al., 2005; Cole & VanRaden, 2018).

Los objetivos de mejoramiento en ganado lechero transitaban desde el énfasis exclusivo en producción hacia esquemas más equilibrados que incorporaron longevidad, fertilidad, facilidad de parto, salud y bienestar animal. Esta transformación fue consecuencia directa de las correlaciones genéticas desfavorables observadas entre producción de leche y caracteres funcionales: la selección intensiva por producción provocó un deterioro sistemático de la salud reproductiva, el aumento del descarte involuntario y la reducción de la vida productiva (Groen et al., 1997; Simianer et al., 1991). Los estudios revisados reportaron correlaciones genéticas desfavorables entre producción y caracteres funcionales, lo que motivó la incorporación de nuevos componentes en los índices (Wolfová & Wolf, 2013; Balasundaram et al., 2023).

3.2. Índices de selección para razas de carne

Los índices en razas de carne se basaron principalmente en

Tabla 1. Caracteres incluidos en los índices de selección de razas lecheras en quince países.

Componente	Caracteres representativos
Producción	Producción de leche, grasa y proteína; porcentaje de grasa y proteína.
Vida productiva	Longevidad, tamaño corporal, ubre en general, patas y pezuñas, puntaje final, otros caracteres de conformación, temperamento lechero y calidad de carne.
Salud y reproducción	Salud de la ubre, fertilidad, facilidad de parto, velocidad de ordeño y otros caracteres de salud.

Nota. Adaptada de Miglior et al. (2005).

¹Tabla disponible en el archivo documental de la Revista ACOVEZ según solicitud.

Tabla 2. Énfasis relativo (%)
por componente en índices nacionales de selección Holstein (2003).

País	Índice	Producción (%)	Longevidad (%)	Salud y Reproducción (%)
Australia	APR	67	17	17
Canadá	LPI	57	38	5
Suiza	ISEL	53	31	16
Alemania	RZG	50	40	10
Dinamarca	S-Index	34	29	37
España	ICO	59	38	3
Francia	ISU	50	25	25
Gran Bretaña	PLI	75	20	5
Gran Bretaña	TOP	50	42	8
Irlanda	EBI	69	23	8
Israel	PD01	80	0	20
Italia	PFT	59	31	10
Japón	NTP	75	25	0
Países Bajos	DPS	58	26	16
Nueva Zelanda	BW	66	24	10
EE. UU.	Net Merit	55	25	20
EE. UU.	TPI	54	41	5
Promedio general		59,5	28,0	12,5

Nota. Elaboración propia con datos de Miglior et al. (2005). El énfasis relativo se calcula como el peso económico dividido por la desviación estándar del valor genético de cada carácter, normalizado al 100 % por país.

caracteres de crecimiento (peso al nacimiento y al destete) e indicadores de eficiencia productiva (ganancia de peso y conversión alimenticia), con ejemplos de índices formalmente ponderados en Brahman, Nelore, Blanco Orejinegro y Braunvieh (Montes et al., 2008; Portes et al., 2020; Amaya et al., 2022; Juárez et al., 2016); los estudios de Rosales et al. (2004), Ravagnolo (2021) y Utrera et al. (2021) se citan como referencias contextuales de parámetros genéticos y evaluación genética en carne, sin que presenten un índice combinado con ponderación económica explícita. Para Nelore en Brasil, Portes et al. (2020) desarrollaron indi-

ces en dos sistemas: pastoreo integral y pastoreo con finalización en *feedlot* estimando valores económicos mediante simulación estocástica a partir de derivadas parciales de la función de beneficio, con caracteres como peso de la vaca a los cinco años, peso directo y materno al destete, ganancia diaria posdestete, espesor de grasa subcutánea, área del longissimus dorsi y longevidad.

En Argentina, el catálogo de evaluación genética Angus (Ravagnolo, 2021) reportó Diferencias Esperadas en la Progenie (DEP) individuales para doce caracteres, organizados en categorías

de reproducción-crecimiento y rendimiento-calidad de canal, sin combinarlas en un índice económico agregado; se cita como referencia contextual del estado de la evaluación genética Angus en la región, no como parte del corpus de índices analizados. Para Blanco Orejinegro, Amaya et al. (2022) integraron información genética, fenotípica y económica, estimando pesos de selección (peso a 24 meses, edad al primer parto e intervalo entre partos) a partir de varianzas fenotípicas, componentes principales y un modelo bioeconómico determinista. En México, Juárez et al. (2016) construyeron índices para Braunvieh, recurriendo a valores económicos relativos derivados de parámetros genéticos ante la ausencia de datos socioeconómicos suficientes, limitación que restringió la transferibilidad del índice y que reflejó una preocupación recurrente en la revisión retrospectiva de los objetivos de cría en carne (Valasek, 2023).

3.3. Índices de selección para doble propósito

Los índices para bovinos doble propósito integraron caracteres de producción de leche, crecimiento y reproducción, cuya ponderación varió según el sistema y las condiciones de mercado. Vercesi Filho et al. (2007) estimaron correlaciones genéticas entre caracteres lácteos, de crecimiento y edad al primer parto en hembras mestizas del sistema Mestiço Leiteiro Brasileiro (MLB) mediante REML bajo modelo animal (referencia contextual de parámetros genéticos, no índice formal). En Colombia, ASODOBLE desarrolló el Índice de Vaca (IV), que integró eficiencia productiva (leche y carne) y reproductiva (intervalo entre partos), mediante un factor de ponderación que combina ambos productos (Galeano Rivera, 2010); un estudio posterior sobre la misma línea de tra-

¹Tabla disponible en el archivo documental de la Revista ACOVEZ según solicitud.

bajo estimó su heredabilidad ($h^2 = 0,24$) y repetibilidad (0,31) sin desarrollar una nueva ponderación (Galeano & Manrique, 2010), por lo que ambos registros se citan de forma diferenciada para evitar doble conteo. El programa Girolando reportó diferencias esperadas en la progenie (PTA) individuales por carácter, sin combinarlas en un índice económico (Vinicius et al., 2016; referencia contextual). El estudio de Ruales-España y Manrique (2007) se excluyó del corpus bioeconómico, dado que su índice para ganado Romosinuano empleó ponderaciones derivadas de componentes principales y no ponderaciones económicas (véanse Figura 1 y ¹Tabla S1). Pese a su utilidad como herramientas de clasificación, el desempeño de estos índices dependió en gran medida de la calidad de los registros y de la definición del objetivo de selección en sistemas heterogéneos.

Un hallazgo transversal fue que los caracteres reproductivos, particularmente el intervalo entre partos, y funcionales como la tasa de destete alcanzaron una importancia económica relativa igual o superior a la de los caracteres de producción, pese a su menor heredabilidad, lo que justificó su inclusión explícita y ponderada (Amaya et al., 2020; Costa et al., 2017; Queiroz et al., 2005; Sölkner et al., 2000). La elección de la unidad de referencia del sistema y la estructura de precios locales condicionó de forma determinante la magnitud de los valores económicos (Sölkner et al., 2000; Slavova et al., 2022). La Tabla 3 sintetizó los principales índices bioeconómicos doble propósito y cruzados de Latinoamérica y Europa.

La revisión reveló que la ausencia de índices bioeconómicos de selección en el trópico latinoamericano fue de carácter estructural, más allá del sistema doble

propósito. Estos sistemas enfrentaron cuatro condiciones adversas: (i) falta histórica de registros productivos sistematizados a nivel de predio; (ii) alta diversidad genética derivada del cruzamiento no controlado entre *Bos taurus* y *Bos indicus*; (iii) ausencia de modelos bioeconómicos calibrados con precios y costos locales; y (iv) fragmentación institucional en los programas de mejoramiento. En Colombia, los trabajos de Amaya et al. (2020, 2022) representaron avances significativos, pero se circunscribieron a poblaciones con mayor nivel de registro y genealogía, sin cubrir las poblaciones mestizas predominantes del Caribe y otras regiones del trópico bajo. En comparación con los índices europeos, los estudios latinoamericanos mostraron menor cobertura de caracteres funcionales y un desarrollo más incipiente de los modelos bioeconómicos, reflejando una brecha estructural en

Tabla 3. Síntesis comparativa de índices bioeconómicos doble propósito y cruzados (Latinoamérica y Europa).

Raza / cruce	País	Caracteres en el índice	Método valores económicos	Carácter dominante	Fuente
Nelore	Brasil	GMD predestete, IPP, AOL, GMD posdestete, P450, STAY	Simulación estocástica	GMD en predestete	Portes et al. (2020, 2021)
Hereford/Braford	Brasil	Tasa destete, PD, peso vaca madura, RC	Función de beneficio	TD	Costa et al. (2017)
Simmental DP	Colombia	P8m, EPP, PL 1. ^a lactancia, IEP	Bioeconómico determinista	P8m; IEP	Amaya et al. (2020)
Caracu	Brasil	PLT, EPP, DA, PD, vida productiva	Beneficio anual por vaca	PLT y DA dominantes	Queiroz et al. (2005)
Blanco Orejinegro	Colombia	P24m, EPP, IEP	PCA + determinista	P24m, EPP e IEP (equilibrio)	Amaya et al. (2022); Ramírez Toro et al. (2021)
Alpine Grey	Austria/Italia	Leche, carne, morfología funcional	Índices restringidos	Caracteres funcionales	Baumung et al. (2001); Mancin et al. (2021, 2022)
Simmental DP	Europa Central	Leche, carne, fertilidad, longevidad	Mérito total	Fertilidad	Sölkner et al. (2000); Baumung et al. (2001)

Nota. Elaboración propia con base en los estudios originales citados en la columna Fuente. GMD = ganancia media diaria; IPP = intervalo primer parto; AOL = área ojo de bife; P450 = peso 450 d; STAY = permanencia; EPP = edad primer parto; IEP = intervalo entre partos; P8m/P24m = peso 8/24 meses; PL = producción de leche; PLT = producción total de leche; DA = días abiertos; TD = tasa de destete; PD = peso destete; RC = rendimiento en canal; PCA = componentes principales.

¹Tabla disponible en el archivo documental de la Revista ACOVEZ según solicitud.

Tabla 4. Rangos de heredabilidad (h^2) por grupo de caracteres, y proporción de varianza fenotípica explicada por marcadores moleculares, en índices bioeconómicos bovinos.

Grupo	Caracteres representativos	Rango de h^2 (o de varianza explicada por marcador)	Fuentes
Producción láctea	Leche producida en 305 días, grasa (%), proteína (%)	0,20–0,58	Miglior et al. (2005, 2017)
Producción cárnica	Peso destete y sacrificio, rendimiento en canal, ganancia diaria	0,25–0,55	Koots et al. (1994)
Morfofuncionales	Peso adulto, conformación, aplomos, isquiones, profundidad corporal	0,05–0,46	Miglior (2017); Short & Lawlor (1992)
Marcadores moleculares (var. explicada, no es h^2)	DGAT1, ABCG2, CSN2, CSN3, CAPN1, CAST, MSTN, LEP	0,01–0,65	Grisart (2002); Goddard & Hayes (2009)
Reproductivos	Intervalo entre partos, concepción, días abiertos, edad al primer parto	0,04–0,12	Groen et al. (1997); Koots et al. (1994)

Nota. Elaboración propia. h^2 = heredabilidad en escala de varianza aditiva para los grupos de producción láctea, producción cárnica, morfofuncionales y reproductivos; estos valores de h^2 NO aplican al grupo de marcadores moleculares. En el grupo de marcadores moleculares, los valores corresponden a la proporción de varianza fenotípica explicada por loci de gran efecto (QTL o SNP candidatos) según los estudios citados, y no deben interpretarse como heredabilidad del gen o del marcador; se presentan en una fila separada conceptualmente para evitar esta confusión. Los rangos se incluyen únicamente como referencia histórica para contextualizar la contribución relativa de loci específicos dentro de modelos de selección.

la construcción de índices de selección para los sistemas bovinos de la región.

3.4. Parámetros de heredabilidad de referencia

La Tabla 4 sintetiza los rangos históricos de heredabilidad documentados para los principales grupos de caracteres. Estos valores ofrecieron el referente cuantitativo que justificó la selección en función de la respuesta esperada a la selección directa e indirecta, así como la coherencia metodológica en la construcción de objetivos multicarácter.

4. Discusión

Los resultados permitieron identificar patrones transversales que trascendieron las especificidades de cada raza o sistema. La evolución de los índices estuvo impulsada por tres vectores convergentes: la necesidad económica de integrar costos y rentabilidad en la selección; la presión social y ambiental que demandó sistemas más sostenibles; y la disponibilidad de nue-

vas metodologías de fenotipado y genotipado que hicieron medibles caracteres antes inasequibles (Miglior et al., 2017; Brito et al., 2021; Balasundaram et al., 2023). Esta triple convergencia explicó la transición desde objetivos univariados de producción hacia índices multicarácter bioeconómicos.

4.1. Fundamento cuantitativo de la inclusión de caracteres

Antes de incorporar un carácter fue fundamental evaluar su heredabilidad y su correlación genética con otros caracteres relevantes, dado que estos parámetros determinaron la respuesta a la selección y los efectos indirectos (Hazel et al., 1994; Pryce et al., 2015). El progreso genético esperado se expresó como $\Delta G = i \cdot h^2 \cdot \sigma_P$, donde **ΔG es la respuesta a la selección**, i es la intensidad de selección, h^2 la heredabilidad y σ_P la desviación estándar fenotípica. El mayor progreso se obtuvo cuando **h^2 y σ_P** fueron simultáneamente favorables; caracteres con alta h^2

pero baja σ_P , o con alta σ_P pero baja h^2 , presentaron respuesta limitada (Falconer & Mackay, 1996; Bourdon, 2000). Las correlaciones genéticas condicionaron además la respuesta indirecta sobre otros caracteres del índice, aspecto crítico en programas multicarácter.

4.2. Incorporación de marcadores moleculares

La incorporación de estos marcadores (fragmentos identificables de ADN estadísticamente asociados a la variación de un carácter cuantitativo de interés económico) siguió una trayectoria de tres décadas. En los noventa, la cartografía de loci de caracteres cuantitativos (Quantitative Trait Loci, QTL) permitió identificar regiones asociadas a producción de leche y calidad de carne, con uso limitado por el costo del genotipado (Georges et al., 1995). La selección asistida por marcadores (MAS) integró información molecular para genes de gran efecto como DGAT1, ABCG2 y las caseínas (CSN2, CSN3) (Grisart et al., 2002; Kühn et al., 2004). El cam-

¹Tabla disponible en el archivo documental de la Revista ACOVEZ según solicitud.

bio de paradigma llegó con Meuwissen et al. (2001), que demostraron la viabilidad de estimar valores genéticos a partir de miles de polimorfismos de un solo nucleótido (Single Nucleotide Polymorphisms, SNP) sin identificar QTL individuales, consolidado teóricamente por Goddard & Hayes (2009). Para poblaciones pequeñas como las del Caribe colombiano, una MAS basada en SNP candidatos con efecto funcional documentado sobre producción de leche (DGAT1, ABCG2, CSN2, CSN3), calidad de carne (CAPN1, CAST), desarrollo muscular (MSTN) y eficiencia energética (LEP) podría representar una alternativa metodológica más viable que un enfoque de estudios de asociación del genoma completo (Genome-Wide Association Studies, GWAS), al aprovechar la evidencia sobre QTL de gran efecto sin requerir poblaciones de referencia extensas. No obstante, su pertinencia específica para las poblaciones mestizas del Caribe colombiano requiere validación empírica antes de recomendar su adopción como estrategia de selección.

4.3. Ponderaciones económicas contextualizadas

La construcción de ponderaciones económicas sustentadas en costos e ingresos reales fue la vía para integrar caracteres de producción, funcionalidad y eficiencia en una única herramienta de selección (Hazel et al., 1994; Pryce et al., 2015; Brito et al., 2020). Los modelos bioeconómicos deterministas constituyeron el enfoque más sólido, ya que cuantificaron el cambio en el beneficio neto ante una mejora unitaria en cada carácter manteniendo constantes los demás, facilitando la comparación de caracteres tan diversos como producción de leche, peso al des-

tete o intervalo entre partos. La tasa de destete representó entre 68% y 70% del valor económico total en sistemas vaca-cría, mientras que en sistemas de finalización los caracteres de canal dominaron con hasta 65,8 % (Costa et al., 2017; Portes et al., 2020). Cuando existieron correlaciones antagónicas como entre producción de leche y caracteres cárnicos en razas doble propósito, se recomendaron índices restringidos que fijaron en cero el progreso de los caracteres antagónicos mientras maximizaron la respuesta en los demás (Mancin et al., 2021, 2022).

4.4. Caracteres reproductivos y esquemas multicarácter

Los caracteres reproductivos intervalo entre partos, tasa de concepción y días abiertos presentaron una historia particular: su antagonismo con la producción de leche fue uno de los primeros problemas económicos documentados (Thompson et al., 1983; Groen et al., 1997). El intervalo entre partos alcanzó 35,9 % de la importancia económica relativa en sistemas doble propósito (Amaya et al., 2020). No obstante, en sistemas con información genealógica limitada su inclusión directa no siempre fue viable, porque la ausencia de genealogías formales impidió estimar parámetros confiables para caracteres de expresión tardía, y porque su baja heredabilidad ($h^2 = 0,04-0,12$) limitó la respuesta directa (Koots et al., 1994). La mejora de caracteres productivos y morfofuncionales con correlaciones favorables generó respuestas indirectas sobre la eficiencia reproductiva del hato (Groen et al., 1997; Miglior et al., 2017), lógica que impulsó la transición hacia esquemas multicarácter en los

que las ponderaciones económicas balancearon los compromisos biológicos entre indicadores de productividad y de resiliencia (Maskal et al., 2023).

4.5. Sostenibilidad y horizonte prospectivo

La presión regulatoria y de mercado impulsó caracteres de eficiencia en el uso del alimento (Residual Feed Intake, RFI) y emisiones de gases de efecto invernadero en países con sistemas especializados y amplias poblaciones de referencia (de Haas et al., 2017; Brito et al., 2020). En sistemas doble propósito tropicales, su relevancia se limitó al componente de costos de la función de beneficio $\Pi = R - C$, donde la alimentación constituyó el costo variable de mayor magnitud. Esta relación se capturó mediante los valores económicos marginales derivados del modelo bioeconómico, sin requerir la incorporación explícita del RFI o del metano entérico (CH_4) como caracteres del

índice, dado que las limitaciones de registro y el tamaño reducido de la población de referencia no justificaron caracteres de alta complejidad fenotípica (Slavova et al., 2022).

4.6. Limitaciones de la revisión

Esta revisión presentó limitaciones inherentes a su diseño. La restricción a dos fuentes (Scopus y Google Scholar) pudo omitir literatura indexada en otras bases; la inclusión de literatura gris, aunque necesaria para el contexto tropical, introdujo heterogeneidad en el rigor metodológico de los estudios. No se realizó una evaluación formal de la calidad metodológica ni del riesgo de sesgo de los estudios incluidos, por lo que los hallazgos deben interpretarse como una síntesis narrativa y no como una revisión sistemática con eva-

¹Tabla disponible en el archivo documental de la Revista ACOVEZ según solicitud.

luación crítica formal. Finalmente, una auditoría documental de la matriz de extracción (¹Tabla S1), realizada durante el proceso editorial, depuró el conjunto preliminar de 72 registros y estableció un corpus final de 25 estudios elegibles confirmados, tras identificar 13 registros duplicados y 34 registros que no cumplieron los criterios de elegibilidad (fuentes metodológicas, catálogos institucionales sin ponderación económica o referencias insuficientemente identificadas).

5. Conclusiones

La revisión permitió identificar que la evolución de los índices de selección en bovinos reflejó una transición desde objetivos productivos unidimensionales hacia esquemas de mejoramiento integral que incorporaron caracteres productivos, funcionales, reproductivos, sanitarios y ambientales. Esta transición estuvo impulsada por las demandas del mercado, por la necesidad de integrar costos y rentabilidad en la selección y por una mayor comprensión de las interacciones genéticas entre caracteres.

Los estudios analizados evidenciaron que los caracteres reproductivos y funcionales alcanzaron una importancia económica relativa igual o superior a la de los caracteres de producción, pese a su menor heredabilidad, lo que justificó su inclusión explícita en los índices bioeconómicos. Asimismo, se observó que la magnitud de los valores económicos dependió de la estructura de precios locales y de la unidad de referencia del sistema productivo.

El análisis retrospectivo mostró que los modelos bioeconómicos deterministas constituyeron una alternativa metodológica pertinente para sistemas doble pro-

pósito con disponibilidad limitada de registros, aunque su aplicabilidad dependió de la calibración con datos locales. También se identificó que la selección asistida por marcadores representó una opción potencialmente útil en poblaciones pequeñas cuando existieron SNP candidatos validados, pero su implementación en el Caribe colombiano requirió validación específica.

Finalmente, la revisión evidenció un vacío estructural en el desarrollo de índices bioeconómicos para bovinos doble propósito en el trópico bajo latinoamericano, asociado a la falta de registros productivos sistematizados, la heterogeneidad genética de las poblaciones mestizas y la ausencia de modelos calibrados con costos y precios regionales. Este vacío justificó la necesidad de avanzar en la construcción de índices adaptados a las condiciones del Caribe colombiano.

Referencias

- Agudelo, J. E. (2022). Identificación de un índice como método de selección de animales de alto mérito genético para características de interés económico en un hato Brahman [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Amaya, A., Garrick, D., Martínez, R., & Cerón-Muñoz, M. (2020). Economic values for index improvement of dual-purpose Simmental cattle. *Livestock Science*, 240, 104224. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104224>
- Amaya, A., López Parra, L. C., & Ramírez, J. (2022). Selection indexes to optimise genetic and economic progress in Colombian Blanco Orejinegro cattle. *Livestock Science*, 263, 105015. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.105015>
- Balasundaram, B., Thiruvankadan, A., Murali, N., Muralidharan, J., Cauveri, D., & Saravanan, R. (2023). Importance of genetic evaluation of dairy cattle for functional traits: A review. *Indian Journal of Animal Research*, 57(7), 817–824. <https://doi.org/10.18805/IJAR.B-4340>
- Biggs, D. (1967). Milk analysis with the infrared milk analyzer. *Journal of Dairy Science*, 50(5), 799–803. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(67\)87519-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(67)87519-2)
- Byrne, T. J., Santos, B. F. S., Amer, P. R., Martin-Collado, D., Pryce, J. E., & Axford, M. (2016). New breeding objectives and selection indices for the Australian dairy industry. *Journal of Dairy Science*, 99(10), 8146–8167. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10747><https://doi.org/10.3168/jds.2015-10747>
- Bourdon, R. M. (2000). *Understanding animal breeding* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Brito, L. F., Bedere, N., Douhard, F., Oliveira, H., Arnal, M., & Peñagaricano, F. (2021). Review: Genetic selection of high-yielding dairy cattle toward sustainable far-

- ming systems in a rapidly changing world. *Animal*, 15, 100292. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100292>
- Brito, L. F., Oliveira, H., Houlahan, K., Fonseca, P., Lam, S., & Butty, A. (2020). Genetic mechanisms underlying feed utilization and implementation of genomic selection for improved feed efficiency in dairy cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 100(4), 587–604. <https://doi.org/10.1139/cjas-2019-0193>
- Chegini, A., Shadparvar, A. A., Hossein-Zadeh, N., & Mohammad-Nazari, B. (2019). Genetic and environmental relationships among milk yield, persistency of milk yield, somatic cell count and calving interval in Holstein cows. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 32(2), 81–89. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.v32n2a01>
- Chesnais, J. P., Cooper, T. A., Wiggans, G. R., Sargolzaei, M., Pryce, J. E., & Miglior, F. (2016). Using genomics to enhance selection of novel traits in North American dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 99(3), 2413–2427. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9970>
- Cole, J. B., & VanRaden, P. M. (2018). Symposium review: Possibilities in an age of genomics: The future of selection indices. *Journal of Dairy Science*, 101(4), 3686–3701. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13335>
- Costa, R. B., Lôbo, R. B., Espasandin, A. C., Rorato, P. R. N., Kippert, C. J., & Roso, V. M. (2017). Selection indices for multiple traits in Hereford and Braford beef cattle. *Genetics and Molecular Research*, 16(1). <https://doi.org/10.4238/gmr16019430>
- De Haas, Y., Pszczola, M., Soyeurt, H., Wall, E., & Lassen, J. (2017). Invited review: Phenotypes to genetically reduce greenhouse gas emissions in dairying. *Journal of Dairy Science*, 100(2), 855–870. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11246>
- Dickerson, G. E. (1969). Experimental approaches in utilizing breed resources. *Animal Breeding Abstracts*, 37, 191–202.
- Falconer, D. S., & Mackay, T. F. C. (1996). *Introduction to quantitative genetics* (4th ed.). Longman Scientific & Technical.
- Foster, W. W., Freeman, A. E., Berger, P. J., & Kuck, A. (1989). Association of type traits scored linearly with production and herd life of Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 72(10), 2651–2664. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79406-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79406-6)
- Galeano, A. P., & Manrique, C. (2010). Estimación de parámetros genéticos para características productivas y reproductivas en los sistemas doble propósito del trópico bajo colombiano. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 57(2), 119–131.
- Garrick, D. J., & Fernando, R. L. (2013). Implementing a QTL detection study (GWAS) using genomic prediction methodology. In *Genome-wide association studies and genomic prediction* (pp. 275–298). Humana Press. https://doi.org/10.1007/978-1-62703-447-0_11
- Georges, M., Nielsen, D., Mackinnon, M., Mishra, A., Okimoto, R., Pasquino, A. T., Sargeant, L. S., Sorensen, A., Steele, M. R., Zhao, X., Womack, J. E., & Hoeschele, I. (1995). Mapping quantitative trait loci controlling milk production in dairy cattle by exploiting progeny testing. *Genetics*, 139(2), 907–920. <https://doi.org/10.1093/genetics/139.2.907>
- Goddard, M. E., & Hayes, B. J. (2009). Mapping genes for complex traits in domestic animals and their use in animal improvement.
- Gorjanc, G., Cleveland, M. A., Houston, R. D., & Hickey, J. M. (2015). Potential of genotyping-by-sequencing for genomic selection in livestock populations. *Genetics Selection Evolution*, 47(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s12711-015-0102-z>
- Gowen, J. (1920). Transmission of butter-fat percentage to the first generation. *Journal of Heredity*, 11(8), 365–377. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a102030>
- Grisart, B., Coppieters, W., Famir, F., Karim, L., Ford, C., Berzi, P., Cambisano, N., Mni, M., Reid, S., Simon, P., Spelman, R., Georges, M., & Snell, R. (2002).

¹Tabla disponible en el archivo documental de la Revista ACOVEZ según solicitud.

- Positional candidate cloning of a QTL in dairy cattle: Identification of a missense mutation in the bovine DGAT1 gene with major effect on milk yield and composition. *Genome Research*, 12(2), 222–231. <https://doi.org/10.1101/gr.224202>
- Groen, A. F., Steine, T., Colleau, J. J., Pedersen, J., Pribyl, J., & Reinsch, N. (1997). Economic values in dairy cattle breeding, with special reference to functional traits. *Livestock Production Science*, 49(1), 1–21. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(97\)00041-9](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(97)00041-9)
- Hazel, L. N. (1943). The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*, 28(6), 476–490. <https://doi.org/10.1093/genetics/28.6.476>
- Hazel, L. N., Dickerson, G. E., & Freeman, A. E. (1994). The selection index—Then, now, and for the future. *Journal of Dairy Science*, 77(10), 3236–3251. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77265-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77265-9)
- Henderson, C. R. (1975). Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics*, 31(2), 423–447. <https://doi.org/10.2307/2529430>
- Henryon, M., Liu, H., Berg, P., Su, G., Nielsen, H. M., Gebregiorgis, G. T., & Sørensen, A. C. (2019). Pedigree relationships to control inbreeding in optimum-contribution selection realise more genetic gain than genomic relationships. *Genetics Selection Evolution*, 51(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s12711-019-0475-5>
- Heringsstad, B., Klemetsdal, G., & Steine, T. (2003). Selection responses for clinical mastitis and protein yield in two Norwegian dairy cattle selection experiments. *Journal of Dairy Science*, 86(9), 2990–2999. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73897-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73897-1)
- Jamrozik, J., Koeck, A., Kistemaker, G., & Miglior, F. (2016). Multiple-trait estimates of genetic parameters for metabolic disease traits, fertility disorders, and their predictors in Canadian Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 99(3), 1990–1998. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10505>
- Juárez, A. S., Magaña, J. G., Segura, J. C., Núñez, R., & Estrada, R. (2016). Índices de selección para el mejoramiento productivo de bovinos suizo europeo en México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(7), 1–9. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5918058>
- Koeck, A., Miglior, F., Kelton, D., & Schenkel, F. (2012). Health recording in Canadian Holsteins: Data and genetic parameters. *Journal of Dairy Science*, 95(7), 4099–4108. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-5127>
- Koots, K. R., Gibson, J. P., Smith, C., & Wilton, J. W. (1994). Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability. *Animal Breeding Abstracts*, 62(5), 309–338.
- Kühn, C., Freyer, G., Weikard, R., Goldammer, T., & Schwerin, M. (2004). Detection of QTL for milk performance traits in cattle by application of a specifically developed marker map of BTA11. *Animal Genetics*, 35(3), 218–223. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2052.2004.01134.x>
- Lush, J. L. (1945). *Animal breeding plans* (3rd ed.). Iowa State College Press.
- Mancin, E., Sartori, C., Guzzo, N., Tuliozi, B., & Mantovani, R. (2021). Selection response due to different combination of antagonistic milk, beef, and morphological traits in the Alpine Grey cattle breed. *Animals*, 11(5), Artículo 1340. <https://doi.org/10.3390/ani11051340>
- Mancin, E., Tuliozi, B., Pegolo, S., Sartori, C., & Mantovani, R. (2022). Genome-wide association study of beef traits in local Alpine breed reveals the diversity of the pathways involved and the role of time stratification. *Frontiers in Genetics*, 12, Artículo 746665. <https://doi.org/10.3389/fgene.2021.746665>
- Maskal, J., Pedrosa, V., de Oliveira, H., & Brito, L. (2023). A comprehensive meta-analysis of genetic parameters for resilience and productivity indicator traits in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*, 106(5), 3062–3079. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23668>
- Meuwissen, T. H. E., Hayes, B. J., & Goddard, M. E. (2001). Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. *Genetics*, 157(4), 1819–1829. <https://doi.org/10.1093/genetics/157.4.1819>
- Miglior, F., Fleming, A., Malchiodi, F., Brito, L. F., Martin, P., & Baes, C. F. (2017). A 100-year review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10251–10271. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12968>
- Miglior, F., Muir, B., & Van Doormaal, B. (2005). Selection indices in Holstein cattle of various countries. *Journal of Dairy Science*, 88(3), 1255–1263. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72792-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72792-2)
- Montes, V., Vergara, G., & Prieto, M. (2008). Determinación de un índice de selección para el peso al nacer y al destete en ganado bovino de la raza Brahman. *Revista MVZ Córdoba*, 13(2), 1365–1368. <https://doi.org/10.21897/rmvz.396>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Portes, J. V., Menezes, G. R., MacNeil, M. D., da Silva, L. O., Gondo, A., & Braccini, J. N. (2020). Selection indices for Nellore production systems in the Brazilian Cerrado. *Livestock Science*, 242, 104309. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104309>
- Portes, J. V., de Oliveira Menezes, G., da Silva, L., MacNeil, M., de Abreu, U., & De Lacerda, V. (2021). Selection indexes for Nellore production system in the Brazilian Pantanal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 50, 1–13. <https://doi.org/10.37496/rbz5020200264>
- Pryce, J., Gonzalez-Recio, O., Nieuwhof, G., & Wales, W. (2015). Hot topic: Definition and implementation of a breeding value for feed efficiency in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(10), 7340–7350. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9621>
- Queiroz, S. A., Lôbo, R. B., & Gilbert, R. P. (2005). Índices de seleção econômica para características produtivas de bovinos Caracu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40(2), 169–175. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000200010>
- Ramírez Toro, E., Mourao, G., Martínez Sarmiento, R., & Cerón Muñoz, M. (2021). Genetic selection indices for growth traits in Blanco-Orejinegro cattle. *Translational Animal Science*, 5(3), txab133. <https://doi.org/10.1093/tas/txab133>
- Ravagnolo, O. (2021). Evaluación genética poblacional Aberdeen Angus del Uruguay [Catálogo de padres]. INIA. <https://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/15955/1/catalogo-de-padres-angus-2021.pdf>
- Richardson, G., Folger, A., & Hankinson, C. (1950). Compositional quality of milk. I. The relationship of the solids-not-fat and fat percentages. *Journal of Dairy Science*, 33(3), 135–146. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(50\)91880-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(50)91880-7)
- Rosales, J., Elzo, M., Montaño, M., Vega, V., & Reyes, A. (2004). Parámetros genéticos para pesos al nacimiento y destete en ganado Simmental-Brahman en el subtrópico mexicano. *Técnica Pecuaria en México*, 42(3), 333–346.
- Ruales-España, F. R., & Manrique Perdomo, C. (2007). Uso del análisis de componentes principales para construir un índice tipo producción en ganado Romosinuano (*Bos taurus*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20(2), 124–128. <https://doi.org/10.17533/udea.rccp.324129>
- Short, T. H., & Lawlor, T. J. (1992). Genetic parameters of conformation traits, milk yield, and herd life in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 75(7), 1987–1998. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77958-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77958-3)
- Simianer, H. (2023). Modern challenges in the development and maintenance of selection indices. *Genetics Selection Evolution*, 55(1), 1–19.
- Slavova, P., Wolf, J., Hietala, P., Juga, J., & Wolfová, M. (2022). Economic values for traits included in the breeding objective of Slovak Pinzgauer cattle. *Livestock Science*, 262, Artículo 104978. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104978>
- Sölkner, J., Miesenberger, J., Willam, A., Fürst, C., & Baumung, R. (2000). Total merit indices in dual purpose cattle. *Archives Animal Breeding (Archiv für Tierzucht)*, 43(6), 597–608. <https://doi.org/10.5194/aab-43-597-2000>
- Thompson, J., Pollak, E., & Pellissier, C. (1983). Interrelationships of parturition problems, production of subsequent lactation, reproduction, and age at first calving. *Journal of Dairy Science*, 66(5), 1119–1127. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)81909-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)81909-2)
- Utrera, A., Velázquez, G., Chagoya, R., & Bermúdez, M. (2021). Beef cattle genetic improvement research at the INIFAP: Accomplishments, challenges and perspective. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(Supl. 3), 1–22. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5883>
- Valasek, H. (2023). Investigation of breeding objectives and indexes—in retrospect [Tesis de maestría, University of Nebraska–Lincoln]. <https://digitalcommons.unl.edu/animalscidis/266>
- van Staaveren, N., Rojas de Oliveira, H., Houlahan, K., Weigel, K., White, H., & Baes, C. F. (2024). The Resilient Dairy Genome Project—A general overview of methods and objectives related to feed efficiency and methane emissions. *Journal of Dairy Science*, 107(3), 1510–1522. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22951>
- Vercesi Filho, A. E., Madalena, F. E., Albuquerque, L., Freitas, A. F., Borges, L., & Ferreira, J. (2007). Genetic parameters between milk traits, weight traits and age at first calving in crossbreed dairy cattle (*Bos taurus* × *Bos indicus*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 59(4), 983–990. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352007000400026>
- Vinicius, M., Barbosa, D. G., Marta, S., De Aguiar, M., & Cembranelli, R. (2016). Programa de mejoramiento genético de la raza Girolando: Sumario de toros — resultado de la prueba de progenie. <https://www.girolando.com.br>
- Yáñez, L., Aranguren-Méndez, J., Villasmil-Ontiveros, Y., Rojas, N., Chirinos, Z., & Ordóñez, J. (2006). Modelo bioeconómico de simulación para orientar la definición del objetivo de selección en el sistema doble propósito. *Revista Científica FCV-LUZ*, 16(4), 381–392. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95911650007>
- Wolfová, M., Wolf, J., Kvapilík, J., & Kica, J. (2007). Selection for profit in cattle: I. Economic weights for purebred dairy cattle in the Czech Republic. *Journal of Dairy Science*, 90, 2442–2455. DOI: 10.3168/jds.2006-614.
- Wolfová, M., & Wolf, J. (2013). Strategies for defining traits when calculating economic values for livestock breeding: A review. *Animal*, 7(9), 1401–1413. <https://doi.org/10.1017/S1751731113001018>



Desempeño del sector lechero colombiano durante los años 2022 a 2026 (mayo)

Óscar Cubillos Pedraza,

Jefe de Planeación y Estudios Económicos, FEDEGAN – FNG

E-mail: ocubillos@fedegan.org.co

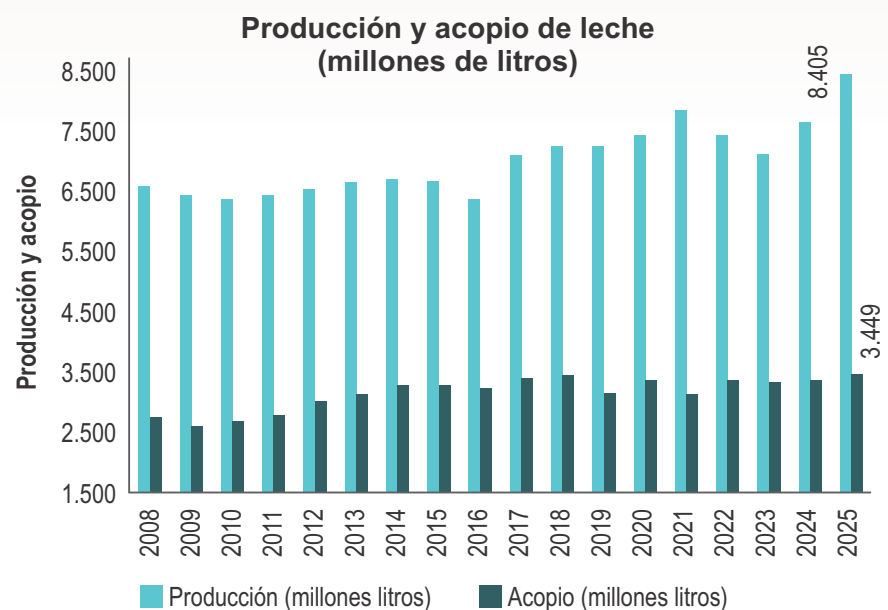
Entre 2022 y 2026, el sector lechero colombiano atravesó dos etapas claramente diferenciadas. Entre 2022 y 2024 predominó un escenario complejo caracterizado por la desaceleración del consumo, la pérdida de poder adquisitivo de los hogares, altos costos de producción y una reducción en los volúmenes de acopio formal. Esta situación generó dificultades para miles de productores, especialmente porque la industria procesadora limitó la compra de leche en algunas regiones ante una menor dinámica del mercado y el aumento de inventarios de productos lácteos. Como resultado, numerosos ganaderos tuvieron que comercializar mayores volúmenes de leche a través de canales informales o destinar parte de la producción a la elaboración artesanal de derivados lácteos.

Sin embargo, a partir de 2025 el sector mostró una importante recuperación. Las mejores condiciones climáticas favorecieron la disponibilidad de pasturas, mejoraron la alimentación del hato y elevaron la productividad por vaca. Al mismo tiempo, la recuperación gradual del con-

sumo de lácteos y una mayor demanda por parte de la industria impulsaron nuevamente el acopio formal. Como resultado, la producción nacional alcanzó un récord histórico de aproximadamente 8.405 millones de litros de leche en 2025, el volumen más alto registrado en las últimas dos décadas y cerca de un 9% superior al observado en 2024.

El comportamiento del acopio formal reflejó esta recuperación.

Después de varios años de estancamiento o retroceso, la industria volvió a incrementar sus compras de leche cruda, alcanzando cerca de 3.449 millones de litros, con un crecimiento cercano al 2,7% frente al año anterior. Este resultado estuvo asociado a la mejora del consumo interno, al fortalecimiento de algunos canales de comercialización y a una mayor articulación entre productores e industria.



Fuente: Según información USP – Cálculos: Oficina de Planeación y Estudios Económicos FEDEGAN – FNG.

No obstante, el acopio formal continuó captando menos de la mitad de la producción nacional, evidenciando que la informalidad sigue siendo uno de los principales desafíos estructurales de la cadena láctea colombiana.

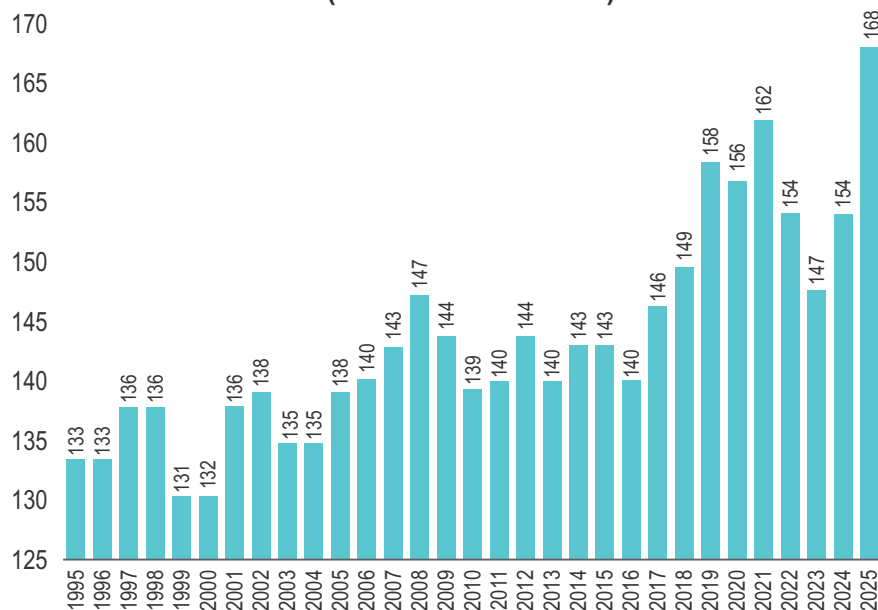
A pesar de los resultados positivos en producción y acopio, el período cerró con importantes retos para el sector. La persistencia de niveles de informalidad cercanos al 45% o 50% de la leche producida, el aumento de las importaciones de leche en polvo y derivados lácteos, y la entrada en vigor de la desgravación arancelaria total para productos lácteos procedentes de Estados Unidos a partir de 2026.

Por ello, aunque el balance productivo del cuatrienio puede calificarse como favorable gracias a la recuperación observada en 2025 y 2026, la sostenibilidad de este crecimiento dependerá de fortalecer el consumo interno, mejorar la competitividad de los productores e industriales y ampliar los canales formales de comercialización nacional e internacional.

Consumo doméstico de leche y derivados lácteos

El consumo de leche y derivados lácteos en Colombia estuvo estrechamente ligado al comportamiento de la economía de los hogares. Los años posteriores a la pandemia estuvieron marcados por un aumento significativo de la inflación, especialmente en alimentos, lo que redujo la capacidad adquisitiva de los consumidores y modificó sus decisiones de compra. En este contexto, muchos hogares ajustaron sus presupuestos, priorizando productos básicos y reduciendo la frecuencia o cantidad de adquisición de algunos lácteos, particularmente aquellos de mayor valor agregado como quesos maduros, yogures y bebidas especializadas.

Consumo aparente de leche (litros/habitante/año)



Fuente: Según información DANE- Cálculos FEDEGÁN.

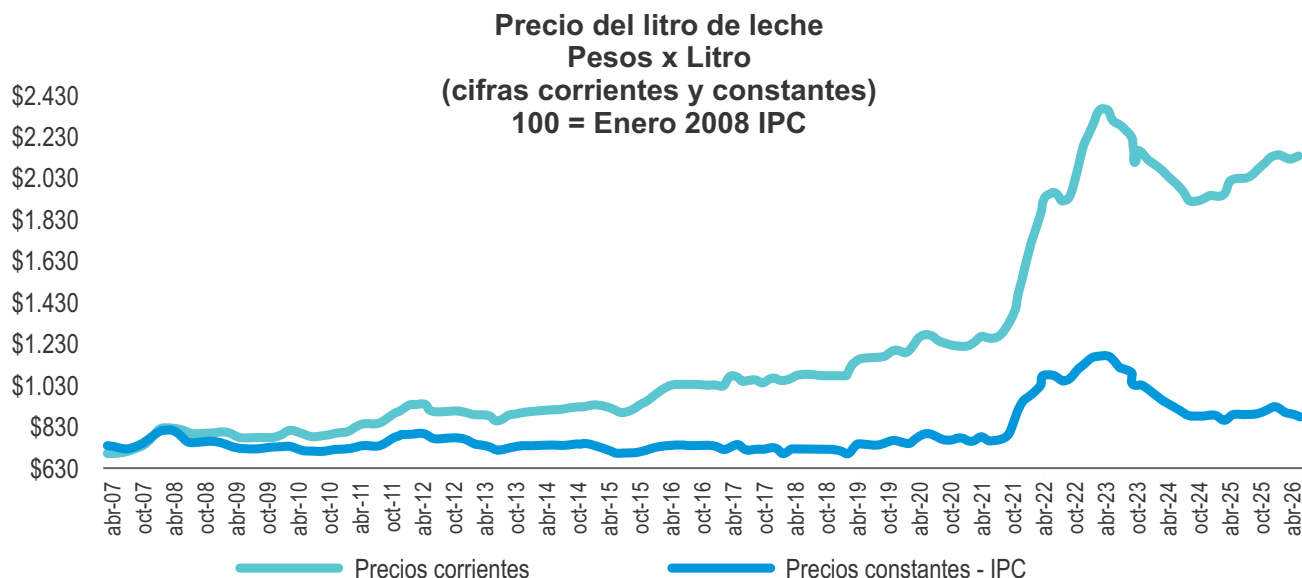
Esta situación tuvo un impacto directo sobre la cadena láctea. Mientras la producción nacional mostraba una tendencia creciente y alcanzaba niveles récord hacia el final del período, el mercado interno no siempre tuvo la capacidad de absorber plenamente ese aumento de la oferta. Como resultado, la industria enfrentó momentos de desaceleración en las ventas y acumulación de inventarios, lo que se tradujo en menores ritmos de acopio formal y en dificultades para trasladar mayores volúmenes de leche desde las fincas hacia los canales industriales.

Otro aspecto relevante fue el cambio en los hábitos de consumo de los colombianos. Ante los altos precios de leche y derivados, muchos consumidores optaron por presentaciones más pequeñas, marcas de menor precio o productos sustitutos. En algunas regiones también se observó una mayor participación de los canales informales de comercialización, donde la leche cruda y ciertos derivados artesanales continuaron teniendo una presencia importante debido a su accesibilidad y cercanía con los consumidores. Esta realidad

refleja que el comportamiento del mercado lácteo colombiano no depende únicamente de la producción, sino también de las condiciones económicas de las familias.

A partir de 2024 y especialmente durante 2025, la moderación de la inflación y una mejora gradual en algunos indicadores económicos favorecieron una recuperación parcial del consumo. La estabilización de los precios permitió una mayor dinámica comercial y contribuyó a que la industria incrementara nuevamente sus compras de leche cruda. Sin embargo, la recuperación fue desigual entre regiones y segmentos de mercado, ya que el poder adquisitivo de los hogares continuó siendo un factor determinante para el crecimiento de la demanda.

Uno de los principales desafíos observados durante el cuatrienio fue la desconexión entre el crecimiento de la producción y la capacidad del mercado interno para absorber mayores volúmenes de leche y derivados. Más que un problema de oferta, el sector enfrentó una limitación asociada al consumo. Por ello, el



Fuente: DANE- Unidad Seguimiento Precios de la Leche – USP – MADR.

fortalecimiento del mercado nacional, la generación de empleo e ingresos para los hogares, el crecimiento económico y la ampliación de los canales de comercialización serán factores tan importantes como el aumento de la productividad para garantizar la sostenibilidad del crecimiento del sector lácteo colombiano.

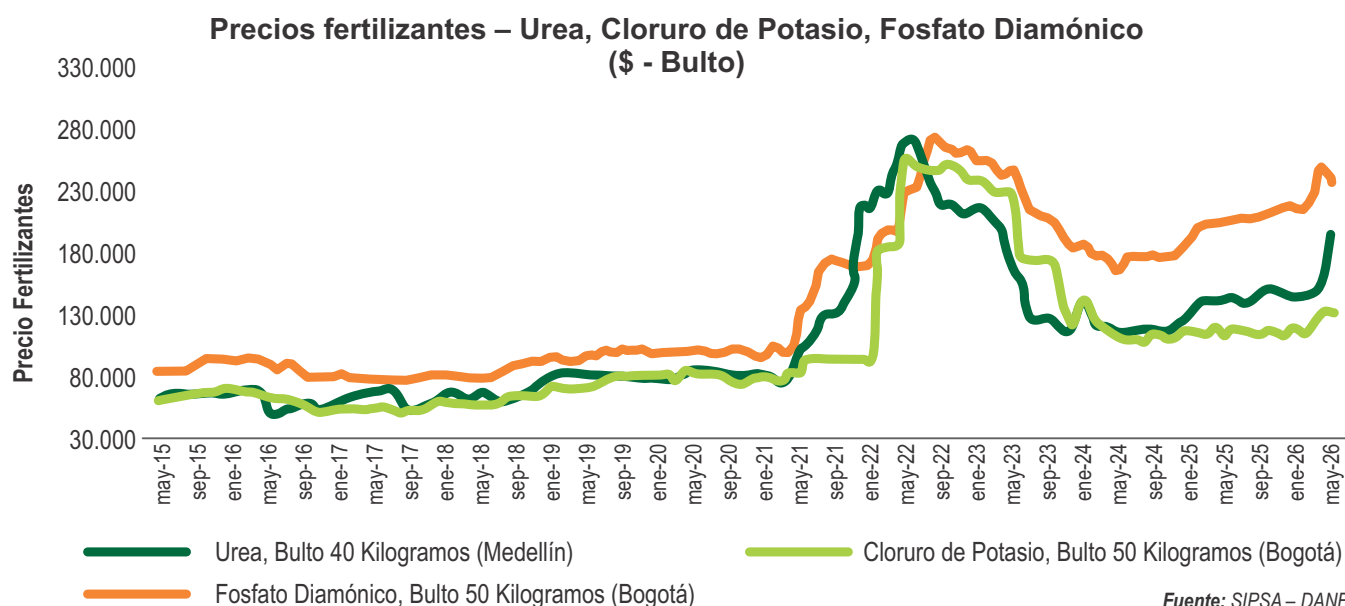
Precios pagados al productor de leche

Entre 2022 y 2026, los precios pagados al productor de leche en Colombia estuvieron influen-

ciados por una combinación de factores relacionados con la oferta nacional, el comportamiento del consumo, los costos de producción y las condiciones de mercado de la industria procesadora. Durante buena parte del período, los ganaderos recibieron precios nominalmente más altos que en años anteriores, impulsados inicialmente por la inflación general de la economía y por los ajustes establecidos dentro del sistema oficial de pago de leche cruda. Sin embargo, estos incrementos no siempre se tradujeron en una mejora

proporcional de la rentabilidad, debido al fuerte aumento de los costos asociados a la actividad productiva, en otras palabras, los precios reales no tuvieron una mejora.

Los primeros años del cuatrienio estuvieron marcados por un incremento significativo en los costos de insumos. Fertilizantes, suplementos alimenticios, sales mineralizadas, medicamentos veterinarios, combustibles y transporte registraron aumentos considerables como consecuencia de las disrupciones logísticas internacionales, la



Fuente: SIPSA – DANE.



* Imagen Banco de imagen Shutterstock

volatilidad de los mercados globales y la depreciación del peso colombiano. Aunque los precios nominales pagados al productor también aumentaron, en muchos casos estos ajustes fueron insuficientes para compensar plenamente el incremento de los costos, especialmente en explotaciones de pequeña y mediana escala.

A partir de 2023 y 2024 se presentó una situación particularmente compleja para numerosos productores. Mientras la producción nacional de leche continuaba creciendo y las condiciones climáticas favorecían la oferta en varias regiones, el consumo interno mostró signos de debilitamiento debido a la pérdida de capacidad adquisitiva de los hogares. Esta combinación generó una acumulación de inventarios en la industria y redujo el ritmo de crecimiento del acopio formal. Como consecuencia, algunas empresas limitaron la recepción de leche o aplicaron descuentos relacionados con calidad, volumen y condiciones de mercado, afectando los ingresos de los productores. En varias cuencas lecheras surgió la percepción de que el precio recibido en finca no reflejaba adecuadamente los costos de producción ni el esfuerzo realizado por los ganaderos para mantener la actividad.

Durante 2025 y 2026 se observó una mejora gradual en el comportamiento del mercado. La

recuperación del consumo, el incremento del acopio formal y una mayor estabilidad económica permitieron una evolución más favorable de los precios nominales al productor. Sin embargo, persistieron diferencias importantes entre regiones, sistemas productivos y tipos de productores. Aquellos que lograron mayores niveles de calidad composicional e higiénica, así como mejores volúmenes de entrega y relaciones comerciales estables con la industria, obtuvieron mejores remuneraciones. Por el contrario, los pequeños productores con menor capacidad de negociación continuaron enfrentando dificultades para capturar plenamente los beneficios de las mejoras observadas en el mercado.

Uno de los aspectos más relevantes del período fue la creciente preocupación por la sostenibilidad económica de la actividad lechera. Aunque los precios nominales mostraron una tendencia ascendente, muchos productores señalaron que la rentabilidad seguía siendo limitada debido a los elevados costos de producción y a la volatilidad del mercado. Esta situación puso en evidencia la necesidad de avanzar hacia sistemas más eficientes y productivos, capaces de reducir costos por litro producido y mejorar los márgenes de rentabilidad. De cara al próximo cuatrienio, el desafío no será únicamente lograr mejores precios para el productor, sino

fortalecer la productividad, la formalización y la competitividad de toda la cadena láctea para garantizar la sostenibilidad económica de quienes dependen de esta actividad.

Precios al consumidor de leche y derivados lácteos

Los precios de la leche y los productos lácteos al consumidor estuvieron entre los alimentos que más contribuyeron a las presiones inflacionarias que experimentaron los hogares colombianos. Durante los primeros años del período 2022 - 2026, el incremento en los costos de producción agropecuaria, el encarecimiento de los insumos importados, el aumento de los combustibles, los mayores costos logísticos y de mano de obra, se trasladaron progresivamente a los precios finales de la leche líquida, los quesos, los yogures, la mantequilla y otros derivados. Como resultado, los consumidores enfrentaron aumentos significativos que afectaron su capacidad de compra y modificaron algunos hábitos de consumo.

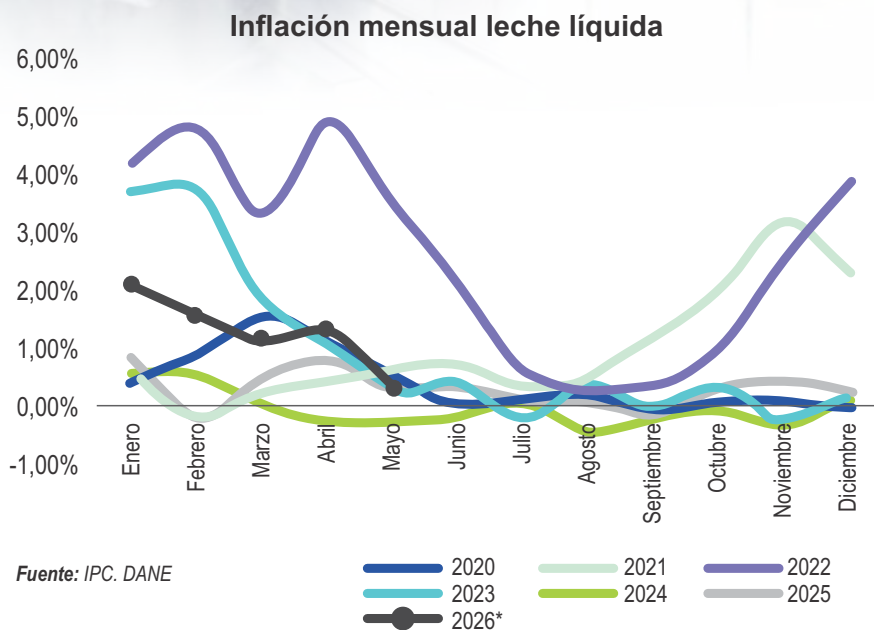
El comportamiento de los precios al consumidor estuvo estrechamente relacionado con la evolución de los costos en toda la cadena láctea. Los aumentos registrados en fertilizantes, concentrados, medicamentos veterinarios, energía, transporte y materiales de empaque impactaron tanto a los productores como a la industria procesadora.



Aunque parte de estos incrementos fueron absorbidos por los distintos eslabones de la cadena, una proporción importante terminó reflejándose en los precios pagados por los hogares. Esta situación fue especialmente evidente entre 2022 y 2023, cuando la inflación alcanzó niveles históricamente elevados.

Las alzas en los precios tuvieron efectos directos sobre la demanda. Muchos consumidores comenzaron a ajustar sus decisiones de compra, optando por presentaciones más pequeñas, marcas de menor precio o sustituyendo algunos derivados lácteos por otros alimentos. En los segmentos de menores ingresos, la reducción del consumo fue más evidente, generando preocupaciones tanto para la industria como para los productores. Esta menor dinámica del mercado interno contribuyó a la acumulación de inventarios en algunos momentos del período y limitó la capacidad de crecimiento del acopio formal de leche.

A partir de 2024 y especialmente durante 2025, la moderación de la inflación permitió una estabilización gradual de los precios al consumidor. Aunque los productos lácteos continuaron siendo más costosos que antes de la pandemia, el ritmo de crecimiento de los precios se redujo significativamente. Esta situación favoreció una recuperación



parcial de la demanda y contribuyó a mejorar las condiciones comerciales de la cadena. La estabilización de los precios también ayudó a reducir las presiones sobre los hogares y permitió una mayor normalización del mercado.

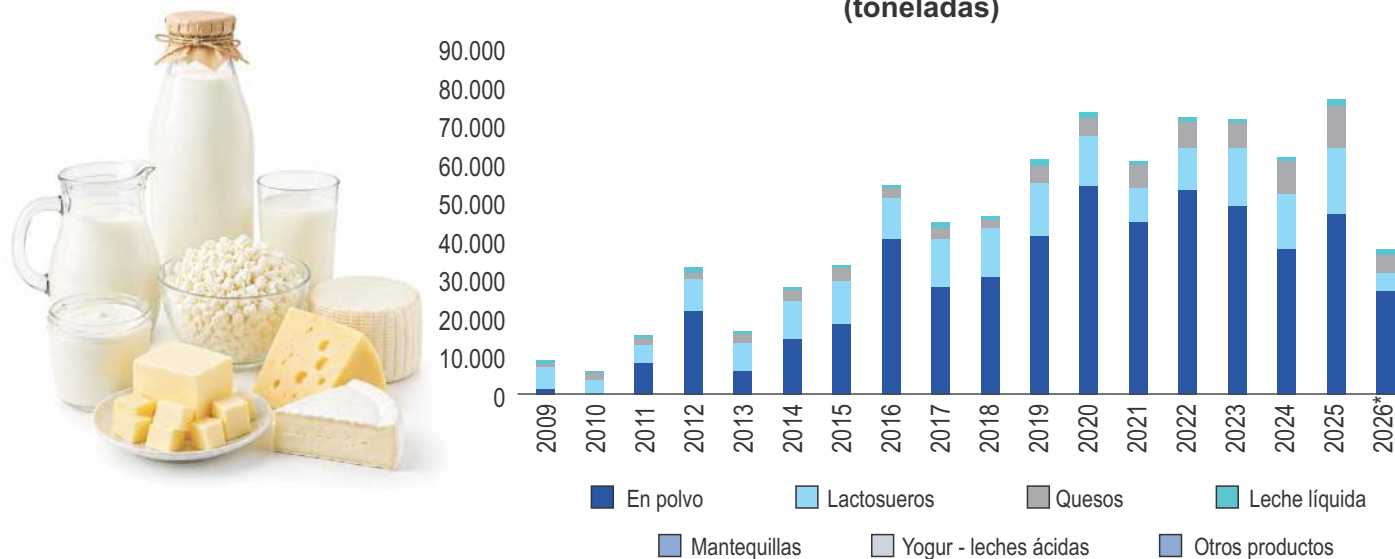
El balance del cuatrienio muestra que uno de los principales desafíos del sector lácteo sigue siendo encontrar un equilibrio entre la remuneración adecuada para el productor y precios accesibles para el consumidor. Cuando los costos aumentan, la cadena enfrenta una tensión permanente entre proteger la rentabilidad de quienes producen la leche y mantener la capacidad de compra de los hogares. Por esta razón, las mejoras futuras en competitividad deberán provenir principal-

mente de aumentos en productividad, eficiencia logística y reducción de costos estructurales, más que de incrementos continuos en los precios finales. Solo así será posible fortalecer simultáneamente la sostenibilidad económica de los productores y el acceso de los consumidores a los productos lácteos.

Importaciones de leche en polvo y derivados lácteos

Las importaciones de leche en polvo y derivados lácteos continuaron siendo uno de los temas más sensibles para la cadena láctea colombiana. Durante este período, el ingreso de productos provenientes principalmente de Estados Unidos, así como de algunos países de América Latina y la Unión Europea, mantuvo una fuerte presencia en el

Importaciones de productos lácteos (toneladas)



Fuente: Elaboró Oficina de Planeación y Estudios Económicos FEDEGÁN-FNG, de acuerdo con información del DANE.
*Corte a abril 2026.

mercado nacional. Para muchos productores nacionales representaron un factor adicional de presión sobre los precios y sobre la capacidad de absorción de la leche producida en el país.

La preocupación del sector se hizo más evidente en los años en que la producción nacional registró buenos resultados. Mientras miles de ganaderos enfrentaban dificultades para comercializar toda su leche o experimentaban reducciones en el ritmo de acopio por parte de la industria, continuaban ingresando volúmenes importantes de leche en polvo y otros derivados importados. Esta situación generó cuestionamientos sobre la necesidad de recurrir a compras externas en momentos en que el país disponía de una amplia oferta interna. Desde la perspectiva de los productores, las importaciones contribuyeron a debilitar el poder de negociación de los ganaderos y a limitar el crecimiento del mercado para la leche nacional.

La industria, por su parte, argumentó que las importaciones constituyen una herramienta necesaria para garantizar el

abastecimiento continuo de ciertas líneas de producción y para responder a las condiciones de competitividad del mercado.

Para la industria, la leche en polvo importada ofrece ventajas relacionadas con almacenamiento, manejo logístico y estabilidad de suministro, especialmente para empresas que producen alimentos procesados, bebidas lácteas y otros derivados. Sin embargo, esta lógica industrial frecuentemente entró en tensión con los intereses de los productores primarios, generando uno de los debates más recurrentes dentro del sector durante el cuatrienio.

Otro elemento que incrementó la preocupación fue la evolución de los acuerdos comerciales vigentes. A medida que avanzó el cronograma de desgravación arancelaria contemplado en el Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos, los productores percibieron un aumento progresivo de la competencia externa. La posibilidad de ingresar leche en polvo proveniente de uno de los mayores productores mundiales, con altos niveles de productividad y amplios apoyos a su

sector agropecuario, generó inquietudes sobre la capacidad de los productores colombianos para competir en igualdad de condiciones. Esta situación fue particularmente relevante en regiones donde los costos de producción son elevados y los márgenes de rentabilidad son reducidos.

El balance del período muestra que las importaciones se consolidaron como un factor estructural dentro del mercado lácteo colombiano y no como un fenómeno coyuntural. Por ello, el principal desafío para los próximos años será aumentar la competitividad de la cadena lechera mediante mejoras en productividad, eficiencia, calidad y formalización. Más que intentar eliminar las importaciones, el reto consiste en fortalecer las condiciones internas para que la leche colombiana pueda competir exitosamente tanto en el mercado doméstico como en escenarios de mayor apertura comercial. La sostenibilidad del sector dependerá en buena medida de su capacidad para enfrentar este entorno cada vez más integrado al comercio internacional.

País de origen	Productos	Toneladas Netas	Valor CIF (Miles US\$)	Participación (Miles US\$)
Estados Unidos	Leche en polvo descremada.	12.843	36.286	53%
	Queso fresco.	1.174	10.646	
	Leche en polvo entera.	2.047	8.056	
	Queso rallado o en polvo.	831	4.699	
	Los demás quesos.	428	3.057	
	Lactosueros.	2.741	2.718	
	Queso fundido.	453	2.361	
	Yogur	51	251	
	Mantequilla	45	153	
	Leche líquida con un contenido de materias grasas inferior o igual al 1% en peso	0,004	0,06	
Chile	Leche en polvo entera.	5.531	20.346	17%
	Mantequilla	165	1.082	
	Leche en polvo descremada.	125	427	
	Leche condensada	93	251	
	Los demás quesos.	7	53	
	Lactosueros.	48	27	
Bolivia	Leche en polvo entera.	2.300	8.545	7%
Argentina	Queso fresco.	625	2.926	6%
	Mantequilla	447	2.797	
	Lactosueros.	766	1.253	
	Los demás quesos.	72	417	
	Leche en polvo entera.	100	356	
	Queso fundido.	34	186	
	Grasa láctea anhidra ("butteroil")	10	69	
Alemania	Los demás quesos.	425	1.498	3%
	Leche en polvo descremada.	275	734	
	Queso fresco.	162	605	
	Lactosueros.	156	425	
	Las demás leches con adición de azúcar.	81	249	
Portugal	Leche en polvo descremada.	1.150	3.219	3%
	Lactosueros.	37	53	
Irlanda	Leche en polvo descremada.	692	1.917	2%
	Lactosueros.	22	59	
	Los demás quesos.	22	54	
Francia	Leche en polvo descremada.	625	1.668	2%
	Lactosueros.	598	822	
	Los demás quesos.	15	208	
	Queso fundido.	13	86	
	Leche en polvo entera.	25	70	
	Queso fresco.	0,3	5	
	Queso de pasta azul	0,2	4	
Otros productos	Otros productos lácteos	2.640	9.193	7%
Total, importaciones productos lácteos		37.871	127.829	100%

Fuente: DANE. *Corte a abril 2026.



Produciendo medicamentos veterinarios
de calidad **para quienes cuidan la vida**



Calidad Garantizada



Ciencia e innovación



Respaldo y confianza



LABORATORIOS
Erma

Autopista Bogotá - Medellín, Km. 7 Celta Trade Park, Edif. 112
Tel: (601) 829 9780 / Fax: (601) 829 9787 / Funza, Cundinamarca, Colombia



www.laboratorioserma.com



Laboratorios Erma



Laboratorioserma



Laboratorios Erma

ACOVEZ frente a la inteligencia artificial: innovación con criterio para el sector pecuario

Carlos Alberto Herrera Heredia

Zootecnista, Magister en Nutrición, especialista en Planificación del Desarrollo.

E-mail: heheca2025@gmail.com

La inteligencia artificial dejó de ser una promesa distante. Su incorporación en la investigación, la educación, el diagnóstico, la gestión de información, la producción animal y la toma de decisiones plantea oportunidades importantes, pero también interrogantes sobre sus límites, riesgos, confiabilidad, implicaciones éticas y regulación. Para la Medicina Veterinaria, la Medicina Veterinaria y Zootecnia y la Zootecnia, el desafío no consiste simplemente en adoptar nuevas herramientas, sino en tener claros los propósitos de su utilización, comprender sus alcances y limitaciones, y evaluarlas críticamente, sin sustituir el conocimiento, el juicio profesional ni la responsabilidad humana.

Ante la velocidad con que estas tecnologías están llegando al ejercicio profesional y a los sistemas productivos, consideramos necesario que ACOVEZ contribuya a orientar esta conversación desde las necesidades y responsabilidades propias de nuestras profesiones.

La Revista ACOVEZ abre un espacio de reflexión, formación y divulgación sobre inteligencia artificial, orientado a examinar

sus aplicaciones y oportunidades, pero también sus riesgos, amenazas, limitaciones e implicaciones éticas y regulatorias para el ejercicio profesional y el sector pecuario.

Con el acompañamiento de diferentes aliados, ACOVEZ promoverá conversatorios, conferencias, cursos, seminarios, diplomados y contenidos especializados sobre herramientas, experiencias y temas de interés para profesionales y productores. Aspiramos a consolidar progresivamente un observatorio de inteligencia artificial aplicada al sector pecuario, una escuela de formación y un puente entre la innovación mundial y las necesidades reales del campo colombiano.

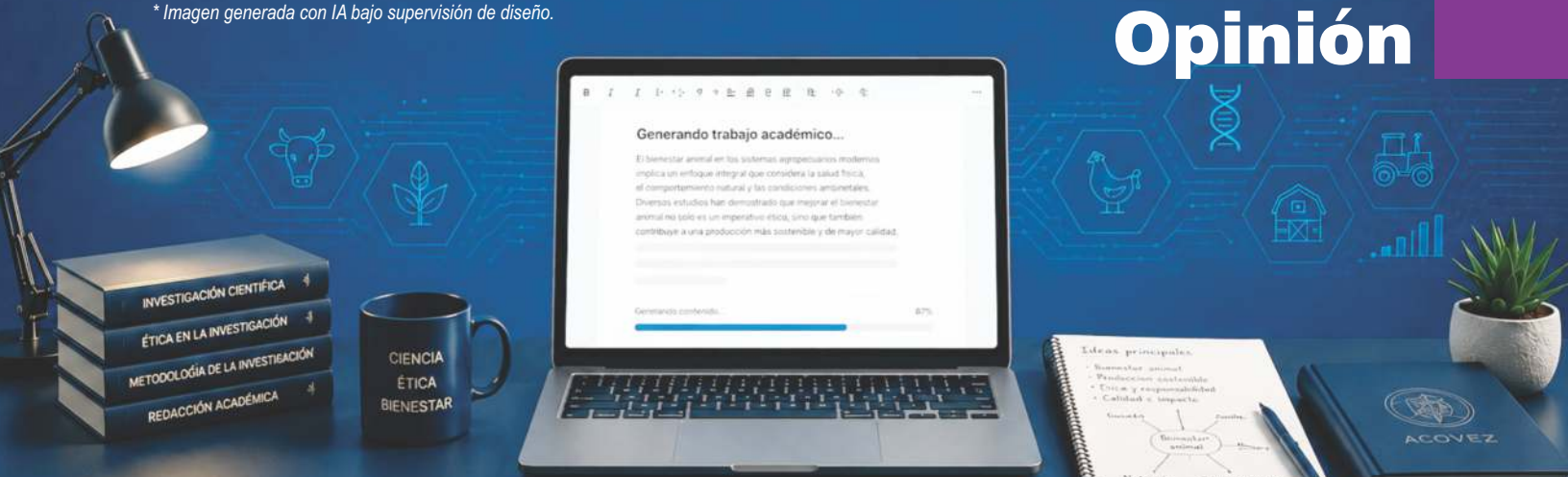
Este espacio no nace para promover indiscriminadamente la inteligencia artificial, sino para comprenderla, ponerla a prueba, discutir sus alcances y contribuir a que su utilización esté al servicio del profesional, del productor, de los animales y de la sociedad.

Iniciamos este recorrido con el artículo de opinión de la doctora María Camila Corredor Londoño:

* Imagen generada con IA bajo supervisión de diseño.

* Imagen generada con IA bajo supervisión de diseño.

Opinión



Trabajos hechos con IA y corregidos con IA. El nuevo panorama de docentes y estudiantes en las ciencias agropecuarias

María Camila Corredor Londoño

*Zootecnista, Magíster en Comportamiento y Bienestar Animal Aplicados
Coordinadora del Diplomado en Comportamiento y Bienestar Animal Aplicados
Universidad de La Salle y Universidad Autónoma de Zacatecas*

E-mail: info@diplomadobienestaranimal.com

Hoy existen plataformas donde circulan bancos de preguntas, exámenes resueltos, guías completas e incluso información detallada sobre universidades, asignaturas y profesores específicos. A esto se suma la inteligencia artificial, que no solo responde, sino que redacta, resume, organiza y hasta "piensa" por el estudiante.

La inteligencia artificial (IA) es una herramienta poderosa y necesaria para desenvolverse en los nuevos escenarios educativos. El problema aparece cuando sustituye, en lugar de complementar, procesos fundamentales del aprendizaje, como leer, escribir, comprender, razonar, recordar y relacionar ideas.

Aquí es donde la discusión deja de centrarse únicamente en los estudiantes. ¿Estamos diseñando nuestras clases y evaluaciones para un mundo que ya no existe? Asignamos trabajos que pueden resolverse fácilmente

con herramientas basadas en IA o con repositorios en línea. Pasamos de evaluar el aprendizaje a evaluar la habilidad de utilizar herramientas externas.

¿Qué ocurre cuando los docentes también delegamos procesos fundamentales de nuestra práctica?

En el intento por responder a las exigencias del tiempo, cada vez es más común delegar en la IA tareas que antes implicaban un ejercicio pedagógico: diseñar preguntas, construir evaluaciones, redactar guías y planear el proceso formativo.

Entonces, al igual que nuestros estudiantes, ¿también estamos perdiendo habilidades docentes por desuso? Cuando una herramienta aparentemente resuelve fácil y rápido, la tentación de delegar es alta. Pero hacerlo de manera constante también debilita esos músculos que sostie-

nen y movilizan la práctica docente.

Y los músculos sin fuerza son fáciles de notar. Aparecen patrones reconocibles en las evaluaciones generadas y estudiantes que, sin necesariamente comprender más, aprenden a identificar estructuras, estilos y lógicas de respuesta.

Cada vez es más frecuente que docentes recurran a la IA para apoyar la corrección de trabajos y elaborar retroalimentaciones. Bien utilizada, puede reducir tiempos y hacer más eficientes tareas repetitivas. Sin embargo, cuando la evaluación también se delega de manera acrítica, el riesgo es que desaparezca uno de los momentos más valiosos del proceso educativo: aquel en el que el docente identifica cómo piensa un estudiante, dónde están sus vacíos, qué argumentos construye y qué necesita para seguir aprendiendo. Si un trabajo es elaborado por una inte-

ligencia artificial y corregido por otra, la pregunta deja de ser únicamente qué aprendió el estudiante y pasa a ser cuál fue, realmente, el papel del proceso educativo.

¿Qué tipo de profesionales queremos formar?

No se trata solo de enseñar a usar las herramientas; muchas ni siquiera requieren habilidades complejas. Necesitamos insistir en desarrollar competencias que trasciendan el uso de las herramientas y pasar de entrenar usuarios eficientes, pero fácilmente reemplazables, a formar profesionales capaces de aportar aquello que la tecnología no puede sustituir.

Lo verdaderamente valioso sigue estando en las capacidades que ninguna herramienta puede desarrollar por nosotros: el criterio, el pensamiento crítico, la comprensión profunda, la capacidad de tomar decisiones en contextos complejos y la ética profesional. Nada de eso se construye en cerebros que no entrenen los músculos de la memoria, el razonamiento lógico y matemático, la lectura crítica, la escritura y el esfuerzo cognitivo sostenido.

La enseñanza no puede ser ni puramente tradicional ni completamente delegada a la tecnología. Tiene que ser intencionada, no como una simple suma de

herramientas, sino como un equilibrio reflexivo que permita entender cuándo y cómo un proceso cognitivo puede delegarse.

En el caso de quienes formamos profesionales del sector agropecuario, esta reflexión adquiere una dimensión aún mayor. No estamos formando únicamente profesionales competentes en lo técnico, sino personas cuyas decisiones influirán en el bienestar de los animales, el bienestar de las personas y el bienestar del medio ambiente. En este contexto, el criterio profesional, la capacidad de análisis y la responsabilidad ética no son un valor agregado, sino la base para tomar decisiones que impactan vidas.

¿Qué vale la pena preservar?

No existe una respuesta definitiva, porque todos somos parte del mismo experimento. Somos una humanidad que intenta comprender cómo convivir con un desarrollo tecnológico que avanza rápidamente. Lo que sí podemos hacer es fortalecer los procesos de aprendizaje, promover espacios de interacción en tiempo real entre docentes y estudiantes, y diseñar estrategias de evaluación que permitan evidenciar lo que cada estudiante realmente comprende, cómo razona y qué es capaz de hacer de manera autónoma.

En la formación de médicos veterinarios, médicos veterinarios

zootecnistas y de zootecnistas, este desafío adquiere una dimensión particular. Ninguna herramienta puede reemplazar la capacidad de observar de forma exhaustiva a un animal, interpretar su comportamiento, integrar hallazgos clínicos, productivos y ambientales, reconocer situaciones que no aparecen en los libros y tomar decisiones éticas frente a seres vivos cuyo bienestar depende del criterio profesional. Tampoco puede sustituir la comunicación con un productor o un tutor, el trabajo interdisciplinario, el liderazgo de equipos o la responsabilidad que implica decidir en escenarios donde rara vez existe una única respuesta correcta.

Pero también es necesario desaturar al docente y liberarlo de cargas administrativas y operativas que terminan desplazando lo más importante de la enseñanza. Necesitamos docentes con tiempo para mantenerse actualizados, repensar su práctica, diseñar experiencias de aprendizaje significativas, acompañar a sus estudiantes y formar profesionales capaces de ejercer un criterio sólido y responsable. Cuidar el bienestar de quienes enseñan también es una inversión en la calidad de la educación, porque un docente con tiempo para reflexionar, aprender y ejercer su labor con equilibrio está en mejores condiciones de inspirar, orientar y formar a las nuevas generaciones.

* Imagen generada con IA bajo supervisión de diseño.



15 tips claves: IA aplicada a la zootecnia en Colombia

Franklin Andrés Valencia Cruz, Zoot,
E-mail: andresval924@gmail.com



1. La IA no reemplaza al zootecnista: lo potencia

La IA es una herramienta de apoyo, no una fórmula mágica. El criterio zootécnico (fase productiva, genética, clima, sanidad) siempre debe guiar los resultados que entregue la IA.

2. Alimenta bien la IA para que te dé buenos resultados

Si los datos de consumo, pesos, mortalidad o conversión alimentaria están mal tomados, la IA va a fallar. En Colombia, el reto no es la tecnología, es la calidad del dato en finca.

3. Ajuste dinámico de raciones según clima

La IA puede ajustar las raciones considerando temperatura, humedad y estrés térmico, algo clave en regiones como el Caribe, Valle del Cauca o los Llanos.

la zootecnia en Colombia

Ejemplo: reducir densidad energética en olas de calor en aves o porcinos.

4. Formulación de raciones con ingredientes locales

IA bien usada permite simular raciones con materias primas regionales (yuca, subproductos de arroz, palmito, sorgo), reduciendo costos sin afectar el desempeño.

5. Predicción de consumo y desperdicio

Con datos históricos, la IA ayuda a prevenir picos de consumo y pérdidas de alimentos, muy útil en galpones avícolas y granjas porcinas.

6. Control de conversión alimenticia en tiempo real

Sensores + IA permiten alertas tempranas cuando la conversión alimenticia se empieza a desviar, antes de que el problema sea grave.

7. IA como asistente técnico 24/7

Un zootecnista puede usar IA como copiloto técnico para:

- Revisar dietas
- Comparar escenarios
- Evaluar cambios sin ensayo-error costoso

8. Integrar sanidad + nutrición

La IA puede cruzar datos de brotes sanitarios y consumo, ayudando a ajustar dietas preventivas (aminoácidos, minerales, energía).

9. Análisis económico de cada ración

No solo "la mejor ración", sino la más rentable.

La IA permite comparar:

- Costo/kg producido
- Margen real
- Impacto del precio del concentrado

10. Detección temprana de estrés o enfermedad

En avicultura y porcicultura, la IA puede analizar:

- Caídas de consumo
- Cambios en patrones de agua
- Variaciones de peso y alertar antes de síntomas visibles.

* Imagen generada con IA bajo supervisión de diseño.



11. Personalización por lote, no por granja

La IA permite pasar de dietas “estándar” a dietas por lote, según edad, genética y desempeño real.

12. Uso de IA sin grandes inversiones

En Colombia, no necesitas robots caros:

- Excel + IA
- Aplicaciones móviles
- Sensores básicos

La clave es el enfoque, no el lujo.

13. IA como herramienta de formación continua

La IA ayuda al zootecnista a actualizarse, comparar literatura, interpretar estudios y aterrizarlos a la realidad productiva local.

14. Decisiones basadas en datos, no en costumbre

“La ración siempre se ha hecho así” ya no es argumento.

La IA respalda decisiones con datos reales de producción, algo clave para profesionalizar el sector.

15. El futuro del zootecnista colombiano es híbrido

El zootecnista que entienda producción + IA será:

- Más eficiente
- Más rentable
- Más competitivo

en porcinos, bovinos y especialmente en avicultura intensiva.

Ejemplos Prácticos

Ejemplo 1

Integración de Inteligencia Artificial para el ajuste dinámico de raciones en pollos de engorde

En la producción avícola intensiva, uno de los principales retos técnicos es mantener una conversión alimenticia óptima frente a variaciones constantes de clima, consumo y estado sanitario. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) se convierte en una herramienta estratégica para el zootecnista.

Un ejemplo práctico de integración de IA consiste en el uso de modelos predictivos que analizan datos diarios de consumo de alimento, ganancia de peso, temperatura ambiental y humedad relativa dentro del galpón. A partir de esta información, la IA genera alertas tempranas cuando detecta desviaciones en el consumo esperado para la edad del ave.

En condiciones típicas de Colombia, donde el estrés térmico es frecuente, la IA puede recomendar ajustes en la densidad energética de la ración, modificando niveles de grasa, aminoácidos digestibles o electrolitos, con el fin de mantener el desempeño productivo sin incrementar costos innecesarios.

El rol del zootecnista es clave: valida las recomendaciones del sistema, interpreta el contexto productivo y toma la decisión final. De esta manera, la IA no sustituye el criterio profesional, sino que lo fortalece, permitiendo decisiones más rápidas, basadas en datos y adaptadas a cada lote.

Ejemplo 2

Uso de Inteligencia Artificial para la detección temprana de problemas productivos en ponedoras comerciales

En sistemas de producción de huevo, pequeñas variaciones en el consumo, postura o peso corporal pueden representar pérdidas económicas significativas si no se detectan a tiempo. La inteligencia artificial permite anticiparse a estos eventos mediante el análisis continuo de datos productivos.

Un caso práctico de aplicación consiste en integrar registros diarios de consumo de alimento, consumo de agua, porcentaje de postura y peso del huevo en un modelo de IA. El sistema identifica patrones normales de comportamiento productivo y emite alertas cuando se presentan cambios atípicos.

Por ejemplo, una disminución progresiva del consumo de alimento acompañada de una caída en el peso del huevo puede indicar estrés térmico, deficiencias nutricionales o problemas sanitarios incipientes. La IA permite detectar estas señales antes de que el impacto sea visible a nivel de producción.

Con esta información, el zootecnista puede ajustar oportunamente la formulación de la dieta, reforzar ciertos micronutrientes o evaluar medidas de manejo, evitando pérdidas mayores. En el contexto colombiano, donde muchas granjas operan con márgenes ajustados, esta aplicación representa una clara ventaja competitiva.

Referencias

- Classen, H. L. (2017). Diet energy and feed intake in chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 233, 13–21. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.03.004>
- Devi, P., Nath, S. K., Barua, B., & Saha, T. (2026). Big data and artificial intelligence in animal nutrition: A new era of precision feeding. *Tropical Animal Health and Production*, 58, 267. <https://doi.org/10.1007/s11250-026-05077-8>
- Kleen, J. L., & Guatteo, R. (2023). Precision livestock farming: What does it contain and what are the perspectives? *Animals*, 13(5), 779. <https://doi.org/10.3390/ani13050779>
- Liu, L., Ren, M., Ren, K., Jin, Y., & Yan, M. (2020). Heat stress impacts on broiler performance: A systematic review and meta-analysis. *Poultry Science*, 99(11), 6205–6211. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.019>
- Rowe, E., Dawkins, M. S., & Gebhardt-Henrich, S. G. (2019). A systematic review of precision livestock farming in the poultry sector: Is technology focussed on improving bird welfare? *Animals*, 9(9), 614. <https://doi.org/10.3390/ani9090614>





Reglamentar para proteger: una reflexión sobre el bienestar animal y el acceso a los medicamentos de control especial

María Cristina Genoy

Médica Veterinaria, Esp en Gerencia de la calidad

E-mail: direccion.acovez@gmail.com

Quienes ejercemos la medicina veterinaria sabemos que detrás de cada cirugía exitosa, de cada paciente que supera una emergencia o de cada procedimiento realizado sin dolor existe un elemento que pocas veces es visible para quienes observan nuestro trabajo desde afuera: la disponibilidad oportuna de los medicamentos adecuados.

Un perro atropellado que llega con múltiples fracturas, un gato feral que necesita ser sedado para poder ser rescatado sin poner en riesgo su vida ni la del equipo que lo atiende, un paciente geriátrico que requiere una cirugía compleja o un animal hospitalizado con dolor intenso tienen algo en común. Todos dependen de que el médico veterinario pueda acceder, de manera legal, responsable y oportuna, a medicamentos que hoy hacen parte del grupo de control especial.

Por esta razón, la reciente implementación de nuevas disposiciones como la resolución 116 de 2026 para el manejo de estos

medicamentos, ha despertado múltiples reflexiones dentro del ejercicio profesional. Como médica veterinaria dedicada a la clínica de pequeños animales, considero importante expresar una preocupación que nace de la práctica diaria y no del rechazo a la regulación.

Quiero dejar claro desde el comienzo que comparto plenamente el propósito de fortalecer el control sobre estos medicamentos. La trazabilidad, el seguimiento y la vigilancia son herramientas indispensables para prevenir su desvío hacia usos ilícitos y proteger la salud pública. Nadie que ejerza responsablemente la medicina veterinaria puede estar en desacuerdo con ese objetivo.

Sin embargo, una regulación no debe evaluarse únicamente por la nobleza de su propósito, sino también por la forma en que se implementa y por las consecuencias que podría generar cuando no logra adaptarse completamente a la realidad del sector que pretende regular.

Mi mayor preocupación no es el incremento de los requisitos administrativos para los profesionales. Mi preocupación son los pacientes.

Los perros y gatos no conocen de resoluciones, trámites o procedimientos administrativos. Ellos únicamente necesitan recibir atención médica cuando la requieren. Si por diferentes circunstancias disminuye la disponibilidad de medicamentos o se reduce el número de profesionales habilitados para utilizarlos, quienes asumirán las consecuencias no serán las instituciones ni los médicos veterinarios. Serán los animales que esperan una atención oportuna y segura.

La medicina veterinaria posee características que la diferencian profundamente de otros modelos de atención en salud y que deberían ser consideradas al momento de diseñar e implementar mecanismos regulatorios.

Un ejemplo evidente es la forma en que se presentan y utilizan los medicamentos.

Mientras en medicina humana gran parte de los medicamentos de control especial se administran bajo un esquema de un vial o una ampolla para un único paciente, en medicina veterinaria la realidad es diferente. Muchos medicamentos se comercializan en frascos multidosis que, por sus características farmacológicas, están diseñados para atender múltiples pacientes de distintas especies, pesos y necesidades clínicas.

La trazabilidad sigue siendo posible y necesaria, pero debe construirse bajo una lógica diferente. Pretender aplicar exactamente los mismos esquemas de control desconociendo estas diferencias puede generar dificultades operativas que no necesariamente mejoran la vigilancia sanitaria.

Algo similar ocurre con la movilidad del ejercicio profesional.

En medicina humana, la atención extrahospitalaria generalmente está soportada por sistemas organizados de ambulancias, articulados con hospitales y clínicas que cuentan con protocolos definidos para el transporte y utilización de medicamentos de control especial.

La medicina veterinaria funciona de otra manera.

Diariamente los médicos veterinarios se desplazan para atender pacientes en consultorios, clínicas, hospitales, hogares, refugios, fundaciones, jornadas de esterilización, programas de bienestar animal y zonas rurales donde los animales no pueden ser trasladados o donde la atención inmediata hace la diferencia entre la vida y la muerte.

No es extraño que un profesional deba desplazarse para rescatar un gato feral que necesita sedación para poder ser manipulado sin causarle lesiones adicionales; atender un perro comunitario gravemente herido; intervenir un animal en condición de

abandono; o brindar atención domiciliaria a pacientes cuya condición clínica impide movilizarlos.

En todos estos escenarios, transportar medicamentos de manera segura y bajo mecanismos de control constituye una necesidad propia del ejercicio profesional y no una excepción.

Estas diferencias no buscan justificar un menor nivel de vigilancia. Por el contrario, evidencian la necesidad de construir herramientas regulatorias específicas para una profesión cuya dinámica es distinta y cuya misión continúa siendo la protección de la vida y el bienestar animal.

También existe otra reflexión que merece atención.

Toda regulación debe analizar no solamente los beneficios que pretende alcanzar, sino también las consecuencias no intencionadas que podría generar.

Si el acceso legal a determinados medicamentos se vuelve excesivamente complejo o económicamente inviable para algunos modelos de ejercicio profesional, podrían presentarse escenarios que ninguno de nosotros desea: disminución de la oferta de servicios, concentración de procedimientos únicamente en instituciones de mayor tamaño, dificultades para la atención domiciliaria, limitaciones para programas de bienestar animal y, en el peor de los casos, la aparición de mercados informales de medicamentos sin la trazabilidad ni las garantías sanitarias que precisamente busca promover la regulación.

Paradójicamente, una norma diseñada para fortalecer el control podría terminar favoreciendo condiciones que debiliten ese mismo objetivo.

Por eso considero que el desafío no consiste en elegir entre controlar o no controlar los medicamentos de especial vigilancia.

El verdadero desafío consiste en encontrar mecanismos que permitan ejercer un control efectivo sin afectar el acceso de los animales a una atención médica segura, oportuna y de calidad.

Durante los últimos meses, diferentes organizaciones gremiales, autoridades sanitarias y profesionales han abierto espacios de diálogo para analizar estas situaciones. Ese camino debe fortalecerse. Las mejores regulaciones son aquellas que se construyen escuchando a quienes diariamente las aplican y comprendiendo las particularidades de cada profesión.

Regular no significa únicamente establecer requisitos. Regular también significa entender la realidad sobre la cual esos requisitos serán implementados.

Como médica veterinaria, deseo que los medicamentos de control especial continúen estando sometidos a mecanismos estrictos de vigilancia. Pero también deseo que cada perro y cada gato que llegue a un consultorio, una clínica, un hospital veterinario o una jornada de bienestar animal encuentre un profesional que cuente con todas las herramientas necesarias para aliviar su dolor, estabilizar una emergencia o realizar un procedimiento con seguridad.

El bienestar animal no depende únicamente del conocimiento del médico veterinario. También depende de que la sociedad garantice que ese conocimiento pueda ejercerse con los medicamentos adecuados, bajo controles efectivos, técnicamente viables y contruidos desde la realidad de la medicina veterinaria.

Ese debería ser el propósito que nos una a todos.

Bibliografía:

Resolución 116 de 2026. Ministerio de Salud. Listados de sustancias y medicamentos de control especial en Colombia.

ACOVEZ realizó su Asamblea General Ordinaria 2026 y eligió nueva Junta Directiva para el periodo 2026-2028

El 26 de marzo de 2026, ACOVEZ realizó su Asamblea General Ordinaria en modalidad presencial y virtual, con participación de asociados de diferentes regiones del país.

Durante la jornada se abordaron el presente y futuro de la Asociación y el fortalecimiento de su papel técnico y consultivo. Asimismo, se eli-

gió la Junta Directiva para el periodo 2026-2028 y se reconoció la gestión de la Junta saliente.

Entre las iniciativas propuestas se destacó la creación de Mesas Técnicas Nacionales, orientadas al análisis de temas de interés nacional y a la construcción de posiciones gremiales con respaldo técnico y científico.



Junta Directiva ACOVEZ

Periodo 2026 - 2028



PRESIDENTE

MV. María Cristina
Genoy Joven



VICEPRESIDENTE

MV. Marcos
Ahumada Velasco



SECRETARIO

MVZ. Ramón
Correa Nieto



TESORERA

Z. María Camila
Corredor Londoño

VOCALES PRINCIPALES



MVZ. Edna Margarita
Pardo Prieto



MV. Andrés David
Gil Sánchez



Z. Luis Eduardo
Londoño



MVZ. Clara Marcela
Rodríguez Moreno



MV. Ricardo Andrés
Roa Castellanos

VOCALES SUPLENTES



MV. Luis Felipe
Garnica Gómez



MV. Mairo Enrique
Urbina Amaris

TE INVITAMOS A VISITAR NUESTRA PÁGINA
WEB PARA CONOCER LOS PERFILES
DE LA NUEVA JUNTA DIRECTIVA ACOVEZ





EL VADEMÉCUM VETERINARIO INTELIGENTE
PARA COLOMBIA

EXCLUSIVO PARA

MÉDICOS VETERINARIOS

Y MVZ



MÁS DE

1.400

PRODUCTOS
VETERINARIOS
DISPONIBLES



Información oficial con
registro ICA vigente



Información técnica
actualizada y confiable



Accede desde
cualquier dispositivo



Genera fórmulas médicas
de manera fácil y rápida



Firma digital y comparte
tus recetas



Disponible incluso
en **modo offline**



REGÍSTRATE

GRATIS



www.vadeaprovet.com

La herramienta creada
para **fortalecer** la práctica
veterinaria en Colombia





Mejores Egresados 2025

En sesión celebrada el 28 de mayo de 2026, la Junta Directiva de ACOVEZ otorgó Mención de Honor a los profesionales postulados por sus respectivas universidades como Mejores Egresados del año 2025, destacando su desempeño y compromiso con la profesión.

Este reconocimiento, establecido mediante el Acuerdo No. 001 de 2026, exalta la excelencia académica, el compromiso ético y las cualidades humanas de quienes culminaron su formación profesional con méritos sobresalientes.

Para ACOVEZ, reconocer a las nuevas generaciones contribuye a fortalecer su acercamiento al gremio y promover su participación en los espacios académicos, científicos y profesionales de la Asociación.

ACOVEZ felicita a los egresados distinguidos y los invita a fortalecer su vínculo con la Asociación, participando en iniciativas que contribuyan al desarrollo de la Medicina Veterinaria, la Medicina Veterinaria y Zootecnia y la Zootecnia en Colombia.

Corporación Universitaria del Huila – CORHUILA
Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Laura Valentina Silva Rojas

Universidad de Córdoba
Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Aura Vanessa Payares Herrera

Universidad de La Salle
Programa de Medicina Veterinaria
Daniel Humberto Rodríguez
Jurado

Programa de Zootecnia
Valentina Cocoma Nova

Universidad de Pamplona
Programa de Medicina Veterinaria
Jonathan Adrián Romero
Hernández

Programa de Zootecnia
Julieth Valeria Bueno García

Fundación Universitaria Agraria de Colombia - UNIAGRARIA

Programa de Medicina Veterinaria
Angie Daniela Parra Sánchez

Programa de Zootecnia
Edwin Gerardo Parra Díaz

Universidad Francisco de Paula Santander
Programa de Zootecnia
Lily Andrea Rivera Torres

Universidad de Antioquia
Programa de Medicina Veterinaria
Hathali de las Mercedes
Sánchez Mata

Programa de Zootecnia
Natalia Giraldo Pérez

Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal – UNISARC
Programa de Medicina Veterinaria
Yeslin Katherine Quijano Pachón

Programa de Zootecnia
Andrés Osorio Hurtado

Fundación Universitaria San Martín
Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Wendy Vanessa Vélez Villegas

Universidad CES
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
María Alejandra Aristizábal
Montoya

Universidad de Cundinamarca – UDEC
Programa de Zootecnia – Ubaté
Leidy Nataly Leguizamón

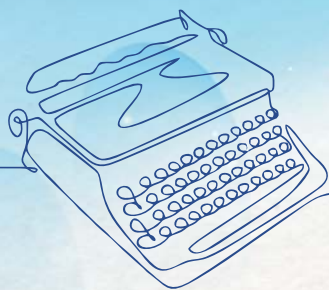
Programa de Zootecnia – Fusagasugá
Lorena Téllez Ayala

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
Programa de Zootecnia
Luis Eduardo Londoño Torres

Universidad Tecnológica de Pereira
Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Manuela Rivera Puerta

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Carmen Cecilia Fernández Pérez

Universidad de la Amazonia
Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Yesica Lorena Almario Cabrera



Instrucciones para los Autores

REVISTA ACOVEZ

Comité Editorial Revista ACOVEZ

Operación y procedimientos del consejo editorial para la publicación de artículos en la Revista ACOVEZ

La Revista ACOVEZ es una publicación institucional de carácter científico y de divulgación académica y gremial. Se publica cada cuatro meses, su financiación es institucional, cuenta con un Comité editorial, presidido por el presidente de la junta directiva de la asociación y con profesionales de la Medicina Veterinaria, Zootecnia y la Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Componentes distribuidos según las siguientes categorías: Editorial • Artículo científico • Resumen de artículo científico • Innovación y desarrollo tecnológico • Revisión de literatura • Caso clínico • Opinión • Divulgación gremial y académica.

Para iniciar el proceso de revisión, los manuscritos deben ser enviados junto con el formulario de declaración para autores debidamente diligenciado y firmado al E-mail: acovezrevista@gmail.com



Para continuar leyendo las instrucciones por favor ir al código QR a continuación:



Pauten con
NOSOTROS

La revista ACOVEZ es el Órgano Científico Divulgativo de la Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios y Zootecnistas, Médicos Veterinarios y de Zootecnistas - ACOVEZ, llegando a más de 10.000 lectores con información actualizada de las ciencias veterinarias y zootécnicas en el país. Contamos con artículos técnicos, científicos y de carácter gremial.

La revista es distribuida a los socios de la Asociación, productores, comercializadores, entidades gubernamentales, académicas y demás organizaciones afines.

Somos la plataforma ideal para que empresas afines al sector pauten sus productos y servicios, a través de las múltiples opciones con las que cuenta la revista, invitamos a seguir aportando al fortalecimiento del sector.

Para conocer las ubicaciones y valores por favor ir al código QR a continuación:





Beneficios Exclusivos para nuestros Asociados

En ACOVEZ, valoramos la excelencia profesional y el compromiso con el crecimiento en los campos de la veterinaria y la zootecnia. Únete a nosotros para formar parte de una comunidad de expertos comprometidos. Afílate hoy y descubre un mundo de posibilidades.



- **Participación Activa:** Voz y voto en la Asamblea General.
- **Visibilidad Profesional:** Destacada presencia en nuestro Portafolio de Servicios.
- **Información Relevante:** Recepción de la Revista ACOVEZ.
- **Difusión de Contenido:** Distribución de información a profesionales autorizados.
- **Publicación Exclusiva:** Oportunidad para que tus miembros publiquen artículos en nuestra revista.
- **Oportunidades Exclusivas:** Acceso a empleos y oportunidades académicas a través del S.O.P.
- **Descuentos Especiales:** En publicaciones en la revista de servicios profesionales, cursos, diplomados, seminarios y congresos de ACOVEZ.
- **Comercialización:** Posibilidad de consignar y vender publicaciones.
- **Uso de Instalaciones:** Acceso a áreas sociales en la sede de ACOVEZ en Bogotá a tarifas reducidas.
- **Proyectos en Alianza:** Desarrollo de proyectos específicos en colaboración con ACOVEZ.
- **Beneficios de Alianzas:** Disfrute de beneficios ofrecidos por nuestras entidades asociadas.

¡Aprovecha estos beneficios exclusivos para fortalecer tu red profesional, avanzar en tu carrera en veterinaria y zootecnia, y ser parte activa del futuro de nuestra profesión!

Visítanos: www.acovez.org

Mayores informes



NUEVA FÓRMULA

Dogourmet

PREMIUM ESPECIAL

PROTEÍNA
ANIMAL
como ingrediente

#1



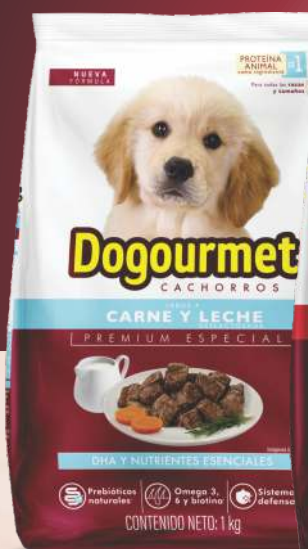
Prebióticos
naturales*



Omega
y biotina*



Tecnología
anti sarro*



*Beneficios para perros saludables (sin afectaciones de salud o de conducta) y con el uso del alimento según las instrucciones y cantidades diarias recomendadas.