



Metodologías óptimas de contabilidad de costos para empresas ganaderas tropicales

Optimal Cost Accounting Methodologies for Tropical Livestock Enterprises

Gerardo Mendoza Delgado

Universidad del Zulia, Doctorado en Ciencias Agrarias, Maracaibo, estado Zulia, Venezuela; correo electrónico: gmandoza@agroinformatica.com.ve.

Recibido: 30-06-2025

Aceptado: 02-08-2025

Publicado: 02-08-2025

Citar: Mendoza Delgado, G. (2025). Metodologías óptimas de contabilidad de costos para empresas ganaderas tropicales. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 10(2), 90–100. <https://doi.org/10.24054/cyta.v10i2.4253>

Ciencia y Tecnología Agropecuaria es una revista publicada por la Universidad de Pamplona bajo la licencia: [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](#) (CC BY-NC-SA 4.0)



RESUMEN

Este artículo analiza las limitaciones de la contabilidad de caja y de la medición a valor razonable exigida por la NIC 41 en empresas ganaderas tropicales, y propone un marco alternativo de contabilidad gerencial basado en el principio de devengo. La metodología se sustentó en una revisión analítica y comparativa de normas internacionales de información financiera, la sistematización de literatura reciente sobre valoración de activos biológicos y un análisis conceptual del ciclo productivo bovino tropical, integrando criterios de clasificación, asignación y capitalización de costos. Los resultados muestran que el valor razonable puede generar alta volatilidad contable cuando no existen mercados activos confiables, mientras que la contabilidad de caja distorsiona la rentabilidad al desalinear costos e ingresos en ciclos biológicos prolongados. Se evidencia además que el costeo por etapas fisiológicas, la capitalización de costos y la incorporación de costos de oportunidad permiten producir métricas más estables y útiles para la gestión interna. La discusión argumenta que rasgos estructurales del trópico como ciclos largos, heterogeneidad productiva, informalidad de mercados y riesgos ambientales debilitan la aplicabilidad metodológica estricta de la NIC 41; por ello, incorporar el costo económico total y el Costo de Producción Ajustado al Riesgo (CPAR) mejora la evaluación de la sostenibilidad financiera y ambiental. En conclusión, se recomienda adoptar sistemas basados en devengo, fortalecer la trazabilidad de costos y emplear metodologías de valoración alternativas cuando el valor razonable no sea fiable.

Palabras clave: evaluación financiera; sistemas productivos; medición contable; sostenibilidad; análisis económico.

ABSTRACT

This article analyzes the limitations of cash-based accounting and the fair value measurement required by IAS 41 in tropical livestock enterprises and proposes an alternative managerial accounting framework based on the accrual principle. The methodology relies on an analytical and comparative review of international financial reporting standards, a systematization of recent literature on biological asset valuation, and a conceptual analysis of the tropical bovine production cycle, integrating criteria for cost classification, allocation, and capitalization. The results show that fair value measurement can generate high accounting volatility when reliable active markets are absent, while cash accounting distorts profitability by misaligning costs and revenues in prolonged biological cycles. Evidence further indicates that stage-based costing, cost capitalization, and the inclusion of opportunity costs produce more stable and management-relevant metrics. The discussion argues that structural characteristics of tropical systems—long production cycles, productive heterogeneity, market informality, and environmental risks—undermine the strict methodological applicability of IAS 41; therefore, incorporating total economic cost and the Risk-Adjusted Cost of Production (RACP) improves the assessment of financial and environmental sustainability. In conclusion, the study recommends adopting accrual-based systems, strengthening cost traceability, and using alternative valuation methods when fair value measurement is not reliable.

Keywords: financial assessment; production systems; valuation methods; environmental accountability; economic performance.

Introducción

La ganadería bovina en América Latina ha experimentado una expansión sostenida durante las últimas décadas, impulsada por el crecimiento de la demanda global de proteína animal, la ampliación de la frontera agropecuaria y la progresiva intensificación de los sistemas productivos. Este proceso ha sido particularmente dinámico en regiones tropicales, donde el aumento del inventario bovino y la diversificación de modelos productivos han superado ampliamente las tasas observadas en zonas templadas (FAO, 2025; Figueroa et al., 2022). Sin embargo, dicho crecimiento se desarrolla en un contexto caracterizado por alta volatilidad de precios, mercados poco transparentes, heterogeneidad tecnológica y elevados riesgos climáticos y sanitarios, lo que plantea desafíos sustantivos para la evaluación económica y la sostenibilidad de las explotaciones ganaderas.

A pesar de este entorno complejo, una proporción significativa de las empresas ganaderas tropicales continúa gestionándose mediante esquemas de contabilidad de caja, los cuales reconocen ingresos y gastos únicamente cuando ocurren los flujos monetarios. Si bien este enfoque resulta funcional para fines fiscales y de control de liquidez, la literatura ha demostrado que genera distorsiones importantes en la medición de la rentabilidad al no alinear los costos con los períodos productivos a los que efectivamente corresponden, especialmente en sistemas con ciclos biológicos prolongados que pueden extenderse entre 24 y 42 meses (Argilés et al., 2011; Campos-Llerena et al., 2025a, 2025b). En consecuencia, la información resultante pierde utilidad para la toma de decisiones estratégicas y la comparación entre alternativas productivas.

De forma paralela, la adopción de la Norma Internacional de Contabilidad NIC 41–Agricultura, que exige la medición de los activos biológicos a valor razonable menos los costos de venta, ha introducido desafíos adicionales en los sistemas ganaderos tropicales. Diversos estudios señalan que la aplicación del valor razonable depende críticamente de la existencia de mercados activos, transparentes y líquidos, condiciones que rara vez se cumplen en la ganadería de pastoreo tropical, donde los precios suelen ser altamente regionalizados y poco estandarizados (Dudycz y Pražnikow, 2020; Marrufo et al., 2021). En ausencia de estos mercados, la medición a valor razonable puede generar volatilidad contable artificial, reduciendo la fiabilidad de los estados financieros y dificultando la evaluación intertemporal del desempeño económico.

Frente a estas limitaciones, ha emergido la necesidad de enfoques alternativos que prioricen la contabilidad gerencial basada en el principio de devengo, la capitalización de costos y la incorporación explícita de los costos económicos totales, incluidos los costos de oportunidad y los riesgos ambientales. En este contexto, el presente artículo tiene como objetivo

proponer un marco metodológico de contabilidad de costos adaptado a las condiciones estructurales de la ganadería tropical, orientado a mejorar la calidad de la información económica para la toma de decisiones, la evaluación de la rentabilidad real y el análisis de la sostenibilidad financiera y ambiental de las empresas ganaderas.

Materiales y métodos

El estudio se desarrolló bajo un diseño cualitativo de carácter analítico–documental, orientado a evaluar críticamente los enfoques de contabilidad de costos aplicables a la ganadería tropical y a proponer un marco metodológico adaptado a sus condiciones estructurales. La investigación no tuvo un componente empírico experimental, sino que se centró en el análisis conceptual y normativo de los sistemas contables utilizados en empresas ganaderas con ciclos biológicos prolongados.

En una primera fase, se realizó una revisión sistemática y comparativa de normas internacionales de información financiera, con énfasis en la NIC 41 (Agricultura), la NIC 16 (Propiedad, planta y equipo) y la NIIF para PYMES, con el objetivo de identificar sus criterios de reconocimiento, medición y valoración de activos biológicos, así como las limitaciones prácticas derivadas de su aplicación en contextos tropicales caracterizados por mercados incompletos y baja transparencia de precios. Esta revisión se complementó con literatura académica reciente sobre valoración de activos biológicos, volatilidad del valor razonable y modelos alternativos de medición.

En una segunda fase, se efectuó un análisis comparativo de los principales métodos de contabilidad agropecuaria, incluyendo contabilidad de caja, contabilidad de devengo, costeo histórico, costeo capitalizado y modelos basados en flujos de efectivo descontados. Dichos enfoques se evaluaron en función de su coherencia con las particularidades biológicas, productivas y económicas de los sistemas ganaderos tropicales, particularmente en lo relativo a la alineación temporal entre costos e ingresos y a la utilidad de la información para la toma de decisiones gerenciales.

Finalmente, los resultados del análisis normativo y conceptual se integraron en un marco metodológico propuesto de contabilidad de costos, basado en la clasificación técnica de costos, la asignación mediante inductores productivos y el costeo capitalizado por etapas fisiológicas del bovino (prenatal, cría, levante y engorde). Este enfoque permite estimar el Costo de Producción Económico y su variante ajustada al riesgo (CPAR), constituyéndose en una herramienta de gestión orientada a mejorar la evaluación de la rentabilidad, la sostenibilidad financiera y la gestión del riesgo en empresas ganaderas tropicales. Si bien el estudio se limita al análisis documental, el marco propuesto ofrece una base conceptual sólida para futuras aplicaciones empíricas y validaciones cuantitativas.

Resultados y discusión

Imperativos estratégicos

La contabilidad de costos efectiva para operaciones ganaderas tropicales requiere un cambio de paradigma, pasando del simple seguimiento del flujo de caja a un análisis económico detallado. Históricamente, la agricultura y la ganadería a menudo se han visto como un "modo de vida", pero la volatilidad moderna del mercado y la necesidad de una gestión rigurosa del riesgo exigen que se administren como un negocio de alto riesgo que requiere registros financieros y de producción robustos. La mejor metodología contable es aquella que prioriza el cálculo interno de un Costo de Producción (CP) altamente preciso y específico para la empresa (Petrescu et al., 2022).

El imperativo del Costo de Producción (CP) preciso en mercados tropicales volátiles

En entornos tropicales dinámicos, la determinación precisa del costo histórico de producción es esencial para una toma de decisiones financieras sólida, proporcionando una base crítica para la viabilidad competitiva. Los datos de CP permiten a la gerencia establecer precios de venta rentables, negociar el alquiler de pastizales de manera efectiva y tomar decisiones informadas con respecto a la compra de insumos como alimentos suplementarios y fertilizantes (Tilman et al., 2023). Además, una comprensión precisa del CP es fundamental para utilizar herramientas de gestión de riesgo financiero, como el seguro de Protección contra Riesgos Ganaderos (Livestock Risk Protection), existente en algunos países, que limita las pérdidas o ayuda a maximizar los precios de venta promedio (Hefley et al., 2025).

El rápido crecimiento observado en los inventarios de ganado y la producción de carne en América Latina durante las últimas dos décadas, superando con creces las tasas de crecimiento en las regiones templadas, es bienvenido desde una perspectiva económica (Williams y Anderson, 2019). Sin embargo, esta expansión introduce desafíos complejos, incluida la necesidad de datos financieros consistentes y de alta calidad para asegurar la inversión y gestionar el rápido cambio.

Distinción entre objetivos de información financiera, contabilidad fiscal y contabilidad gerencial

Para operaciones tropicales sofisticadas, depender de un único sistema contable es insuficiente debido a objetivos de reporte contradictorios. Se requiere un marco de triple o doble propósito, que separe los objetivos de cumplimiento fiscal, toma de decisiones gerenciales e información financiera (para inversores/prestamistas).

La información fiscal a menudo recurre a la base de caja más simple, que reconoce los ingresos y gastos solo cuando se intercambia el efectivo. Si bien es aceptable para informar la

renta imponible en formularios, la contabilidad de caja no logra hacer coincidir con precisión los ingresos y costos con el año en que ocurrió la producción, distorsionando inevitablemente la verdadera rentabilidad en un negocio definido por largos ciclos biológicos.

Para la gestión operativa, el marco de Contabilidad de Devengo (o Acumulación) resulta metodológicamente recomendable. Este método reconoce los ingresos y gastos cuando ocurren, proporcionando una evaluación mucho más precisa de las ganancias o pérdidas al alinear correctamente la producción con los costos. Este sistema de contabilidad de gestión interna debe ser la prioridad para la toma de decisiones estratégicas (Flynn et al., 2016).

Las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF), particularmente la NIC 41, a menudo exigen el Modelo de Valor Razonable (Fair Value) para la presentación de informes financieros. Sin embargo, la aplicación del Valor Razonable puede ser muy poco confiable en muchas naciones tropicales en desarrollo debido a la falta de mercados activos transparentes, fluctuaciones irregulares de precios y procesos de determinación costosos. Por lo tanto, el sistema de contabilidad gerencial, construido sobre una base de devengo con una asignación completa de costos económicos, representa la herramienta estratégica más confiable para el control interno de costos y la competitividad.

En Venezuela se conoce este sistema contable del devengo como Costeo capitalizado a la biomasa, o Capitalización de Costos Ganaderos, que no es más que tratar de asociar los costos invertidos en el rebaño con los ingresos o ventas de las cuales estos costos son responsables.

Clasificación fundacional de costos y presupuestos para fincas tropicales

La elaboración de presupuestos en fincas tropicales requiere una clasificación rigurosa de los costos, los cuales deben entenderse no solo como salidas de efectivo, sino como costos económicos imputables a la producción. En este sentido, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2008) define que los costos agrícolas se clasifican según su relación con el nivel de producción en costos fijos y costos variables.

Los costos fijos son aquellos que no dependen del volumen producido, como impuestos, seguros, intereses sobre activos fijos y la depreciación de tierras, edificios e infraestructura, representando el gasto mínimo necesario para mantener la unidad productiva operativa. Por otro lado, los costos variables fluctúan con el nivel de producción y se subdividen en directos, fácilmente atribuibles a una unidad productiva específica como alimentos, vacunas o servicios veterinarios, e indirectos, que varían con la producción pero se comparten entre actividades, como combustible, mantenimiento de maquinaria, riego y servicios generales. La FAO (2016)

enfatiza además que la depreciación asociada al uso de los activos debe considerarse un costo variable, ya que depende directamente de la intensidad productiva.

Identificación de los principales impulsores del costo

Identificar la magnitud de los costos primarios es primordial. Si bien la alimentación (pastura, heno y alimento suplementario) es un gasto colosal, que a menudo representa casi el 60 por ciento de los gastos de producción y más del 40 por ciento del costo total de producción, frecuentemente se ve eclipsado por el costo de la propiedad del capital.

La categoría de costo más grande en las operaciones ganaderas, particularmente en los sistemas de vaca-becerro, es el costo implícito de poseer los activos biológicos (los propios animales). Para un productor que retiene una novilla para el rebaño de cría, el costo de ese animal es su valor histórico desde el vientre materno hasta la cobertura o “entore”, es decir hasta dos años de costos acumulados, más los costos subsiguientes incurridos para llevarla al parto (Moncaleano-Vega et al., 2024).

Este valor debe cuantificarse y rastrearse en el balance general, sin olvidar el costo de oportunidad de no vender el animal inmediatamente. Para representar con precisión los costos de alimentación, particularmente donde los sistemas de pastoreo rotativo dominan los sistemas forrajeros tropicales, los presupuestos deben basarse en raciones balanceadas precisas y precios exactos para los alimentos utilizados en cada etapa fisiológica del bovino.

Otros gastos críticos incluyen mano de obra, con costos generales que cubren necesidades como agua, electricidad y el mantenimiento de cercas e infraestructura.

Importancia de los costos de oportunidad en el análisis económico de la producción agropecuaria

La evaluación económica rigurosa de los sistemas productivos agropecuarios debe trascender el análisis de los gastos de caja e incorporar los costos de oportunidad, los cuales reflejan el verdadero costo económico asociado a la asignación de los recursos productivos. De acuerdo con la FAO (2016), los costos de oportunidad representan el ingreso que se deja de percibir al no destinar un recurso a su mejor uso alternativo, y su exclusión conduce a una subestimación del costo real de producción.

Uno de los componentes más relevantes es el costo de oportunidad de la tierra, entendido como el valor del alquiler que podría obtenerse si la tierra propia se destinara a otro uso o se arrendara a terceros. En ausencia de la actividad ganadera, la tierra podría venderse o alquilarse y el capital resultante invertirse en alternativas más rentables. La FAO (2016) señala que ignorar este costo puede ocultar ineficiencias económicas, especialmente en regiones tropicales donde tierras altamente productivas compiten con cultivos comerciales de alto valor,

como palma aceitera u otros sistemas agrícolas intensivos, elevando significativamente el costo de oportunidad frente a zonas de menor rentabilidad.

Asimismo, la mano de obra de gestión no remunerada, común en explotaciones familiares, constituye un costo económico que debe ser reconocido. Este se valora con base en el salario que el propietario o los miembros de la familia podrían percibir en empleos equivalentes fuera de la finca. Según Horngren et al. (2018), la omisión de este tipo de costos distorsiona los resultados financieros y puede inducir decisiones incorrectas al sobreestimar la rentabilidad real de la operación.

La inclusión sistemática de estos costos no monetarios es indispensable para estimar el Costo Económico Total de Producción. En muchos sistemas tropicales de pequeña y mediana escala, la actividad puede aparecer ser rentable debido a bajos desembolsos de efectivo; sin embargo, al contabilizar adecuadamente el valor económico de la tierra y de la mano de obra del propietario, se evidencia que con frecuencia operan por debajo de su costo económico real. Incorporar los costos de oportunidad permite, por tanto, realizar comparaciones válidas con empresas que arriendan tierra o emplean gestión profesional, y constituye una base esencial para evaluar la eficiencia, sostenibilidad y competitividad de los sistemas productivos agropecuarios (FAO, 2016).

Implementación del sistema contable y registros de gestión

La profesionalización de la gestión ganadera exige la adopción de sistemas contables que permitan alinear adecuadamente los costos y los ingresos a lo largo del ciclo productivo, especialmente en sistemas tropicales caracterizados por procesos biológicos prolongados. En este contexto, la contabilidad basada en devengo resulta más apropiada que la contabilidad de caja para la toma de decisiones gerenciales.

La principal limitación de la contabilidad de caja radica en su incapacidad para reconocer los costos en el periodo en el que realmente contribuyen a la producción. Insumos adquiridos en un ejercicio fiscal, pero utilizados en ciclos productivos posteriores, generan distorsiones en la medición del desempeño económico. La contabilidad de devengo corrige esta desalineación al reconocer los hechos económicos cuando ocurren, independientemente del momento del pago o cobro, lo que permite estimar con mayor precisión el costo de producción y la rentabilidad del sistema (FAO, 2012; Horngren et al., 2012).

Para empresas ganaderas que requieren un control detallado de inventarios biológicos, cuentas por pagar y por cobrar, y activos productivos, los sistemas de partida doble constituyen el estándar técnico adecuado. Estos sistemas facilitan la elaboración de estados financieros coherentes con los principios contables generalmente aceptados y con los marcos

normativos vigentes, como las NIIF para PYMES o los principios contables nacionales aplicables (IASB, 2023).

Un elemento clave en la implementación del sistema contable es el diseño de un código de cuentas estructurado, que permita diferenciar costos directos, costos indirectos, gastos operativos y costos financieros. La utilización de centros de costos o clases productivas dentro del software contable posibilita la asignación posterior de los costos indirectos a actividades específicas del sistema ganadero, tales como prenatal, crianza, levante o engorde, fortaleciendo el análisis de eficiencia por segmento productivo (Kay et al., 2020).

El cálculo del Costo Unitario Total (CU) y del Costo de Producción (CP) constituye un resultado central del sistema de contabilidad de gestión. Estos indicadores deben integrar, de forma consistente, los costos directos, los costos indirectos incluida la remuneración implícita de la gestión del productor y los costos financieros atribuibles al proceso productivo. Cuando se contabilizan de manera integral, estos costos se concilian directamente con el estado de resultados de la empresa, proporcionando una base sólida para la evaluación económica y la comparación entre alternativas productivas (Barry y Ellinger, 2012).

Desde una perspectiva de gestión interna, es necesario distinguir entre costos contables y requerimientos de flujo de caja. Si bien la depreciación refleja el consumo económico de los activos, los pagos de capital e intereses asociados al financiamiento representan salidas reales de efectivo. Estos flujos pueden utilizarse de manera complementaria para el análisis de liquidez, pero no deben sustituir a la depreciación ni incorporarse como costos en la contabilidad de gestión o fiscal, dada su naturaleza financiera (Kay et al., 2020).

Finalmente, el uso de costos promedio regionales o nacionales resulta insuficiente para evaluar la rentabilidad de explotaciones ganaderas específicas. La evidencia muestra que los costos unitarios disminuyen con el aumento de la escala productiva y varían significativamente según las condiciones ambientales, tecnológicas y de manejo. Por ello, el sistema contable debe generar un costo de producción altamente localizado, expresado por unidad animal, kilogramo producido o res, que refleje fielmente la estructura de costos y la realidad operativa de cada finca (Yang et al., 2022; FAO, 2012).

El desafío de la valoración de activos biológicos: cumplimiento con la NIC 41

La integración de las empresas ganaderas tropicales en cadenas de suministro internacionales y su acceso a financiamiento externo requieren, cada vez con mayor frecuencia, la aplicación o conciliación de la Norma Internacional de Contabilidad NIC 41-Agricultura, la cual regula el reconocimiento y la medición de los activos biológicos. No obstante, su implementación en sistemas ganaderos tropicales presenta desafíos técnicos y conceptuales

que afectan la fiabilidad y utilidad de la información financiera.

La NIC 41 establece que los activos biológicos deben medirse, tanto en su reconocimiento inicial como al cierre de cada periodo contable, al valor razonable menos los costos estimados de venta. Este enfoque busca reflejar de manera más fiel las condiciones de mercado, en contraste con el método tradicional de costo histórico. Sin embargo, la literatura señala que la medición a valor razonable introduce una mayor volatilidad en los estados financieros, particularmente en sectores caracterizados por ciclos biológicos largos y mercados imperfectos, como la ganadería tropical (Aryanto, 2011; Elad, 2004).

Un aspecto clave de la norma es la diferenciación entre activos biológicos consumibles y activos biológicos portadores. Los primeros, destinados a la venta o sacrificio, se mantienen bajo el modelo de valor razonable, mientras que los activos biológicos portadores como vacas y toros de cría maduros se contabilizan conforme a la NIC 16, utilizando el modelo de costo histórico depreciado (Tabla 1). Esta distinción reduce la volatilidad contable del núcleo reproductivo del hato y mejora la estabilidad de la información financiera (IASB, 2023).

No obstante, en los sistemas ganaderos tropicales existe un conjunto significativo de activos biológicos en desarrollo tales como becerros, becerras, novillas y animales en levante que no encajan claramente en ninguna de estas categorías. Estos animales no están disponibles para la venta inmediata ni cumplen aún una función productiva portadora, lo que genera ambigüedad en su clasificación contable. Diversos autores han señalado que esta limitación refleja una adaptación incompleta de la NIC 41 a los sistemas ganaderos extensivos y tropicales, donde los procesos biológicos pueden superar los 36 o 48 meses (Gonçalves et al., 2021).

La aplicación práctica del valor razonable se ve aún más restringida por la ausencia de mercados activos confiables en muchas regiones tropicales. La escasez de información de precios transparente, la intervención administrativa en los mercados y la elevada heterogeneidad productiva reducen la objetividad de las mediciones y aumentan los costos de cumplimiento normativo. En este contexto, la revalorización anual exigida por la NIC 41 puede convertirse en un proceso costoso, subjetivo y de limitada utilidad para la gestión interna (Elad, 2011; FAO, 2018).

Reconociendo estas limitaciones, la propia norma permite el uso de métodos alternativos de medición cuando el valor razonable no puede determinarse de manera fiable sin incurrir en costos o esfuerzos indebidos. Entre estas alternativas, el costo histórico ajustado por depreciación y deterioro ofrece una mayor estabilidad contable, aunque sacrifica representatividad del valor económico en tiempo real.

Asimismo, los modelos de flujo de efectivo descontado (FED) constituyen una opción técnicamente robusta para estimar el valor de los activos biológicos a partir de los beneficios económicos esperados durante su vida productiva, especialmente en ausencia de mercados activos (Damodaran, 2012). La aplicación de la NIC 41 en la ganadería tropical requiere un enfoque pragmático y contextualizado, que

combine el cumplimiento normativo con la generación de información confiable y útil para la gestión. La selección del método de valoración debe responder a las condiciones reales del mercado, al ciclo biológico del sistema productivo y a la capacidad operativa de la empresa, evitando mediciones formales que no representen adecuadamente la realidad económica del hato.

Tabla 1. Criterios de medición de activos biológicos según NIC 41 en contextos tropicales

Criterio de valoración	Requisito NIC 41	Desafío/restricción en contexto tropical	Recomendación si aplica la restricción
Mercado activo	Los precios están disponibles de forma fácil y regular en una bolsa, un distribuidor o un mercado regulado.	Mercados altamente regionalizados; clasificación de animales no estandarizada; transparencia limitada en áreas remotas.	Utilizar precios de mercado de activos similares, ajustados por calidad y ubicación.
Valor razonable	Determinado por el valor razonable menos costos de venta (FVLCTS) al reconocimiento inicial y en cada fecha posterior de informe.	Volatilidad y fluctuación irregular de los precios de las <i>commodities</i> ; alta carga de costo y tiempo para la revalorización anual.	Adoptar métodos de Flujo de Efectivo Descontado (FED) o utilizar el modelo de Costo Histórico, si está permitido por las normas aplicables.
Consumible vs. portador	Distingue entre ganado destinado al sacrificio (activos biológicos consumibles) y ganado de cría (activos biológicos portadores).	Las vacas de cría generan ingresos durante múltiples períodos; la distinción afecta la política de depreciación.	Aplicar NIC 16 (Costo/Depreciación) al ganado de cría (ABP) o realizar seguimiento con Valor Base si el FVLCTS resulta excesivamente complejo para activos consumibles (ABC).

Fuente: (IASB, 2023)

Asignación avanzada de costos y análisis del rendimiento empresarial

Las fincas ganaderas tropicales suelen operar bajo sistemas productivos integrados, en los que coexisten múltiples ciclos como vaca-becerro, levante y engorde dentro de una misma unidad de producción. En este contexto, la medición precisa del rendimiento económico no puede basarse únicamente en costos agregados, sino que requiere metodologías formales de asignación de gastos compartidos, con el fin de evitar distorsiones en la estimación de la rentabilidad de cada segmento productivo (FAO, 2016; Kay et al., 2020).

Asignación de costos indirectos generales y administrativos

Los costos indirectos, que incluyen los gastos generales y administrativos (GA), la propiedad y mantenimiento de maquinaria, así como la mano de obra compartida, suelen representar una proporción significativa del costo total de la finca. En consecuencia, su asignación sistemática resulta indispensable para evitar la sobreestimación del desempeño

económico de determinados ciclos productivos (Horngren et al., 2012).

Un enfoque técnicamente robusto para la asignación de estos costos consiste en identificar el driver de costo más apropiado para cada categoría, atendiendo a la relación causal entre el recurso utilizado y la actividad productiva:

Costos fijos de propiedad (tierra, infraestructura, maquinaria): se asignan de manera más adecuada en función de indicadores de utilización de recursos, tales como el número de hectáreas empleadas por cada ciclo productivo o la proporción del valor total de los activos fijos atribuible a cada actividad. Este criterio permite reflejar de forma más realista el consumo estructural de recursos (FAO, 2016).

Costos variables indirectos (combustible, mantenimiento general, mano de obra de reparación compartida): pueden asignarse utilizando indicadores financieros agregados, como la participación de cada actividad en el margen bruto total. No obstante, una asignación más precisa se logra mediante el Costeo Basado en Actividades (ABC), el cual permite rastrear

el uso efectivo de recursos a través de unidades físicas como horas de maquinaria o jornadas de trabajo dedicadas a tareas específicas, por ejemplo, la producción de forraje destinado a un lote determinado (Horngren et al., 2012; Kaplan y Anderson, 2007).

Desarrollo de presupuestos empresariales por ciclo productivo

Dado que la rentabilidad global de la finca es el resultado agregado del desempeño de sus distintos ciclos productivos, una gestión económica sólida exige la elaboración de presupuestos empresariales independientes para cada etapa del sistema ganadero (Kay et al., 2020).

En el ciclo de crianza, el presupuesto debe centrarse en el costo anual de mantenimiento de la vaca de cría, incorporando los costos de reposición, reproducción y los gastos significativos de alimentación y forraje. Asimismo, resulta fundamental incluir los costos económicos no monetarios, como el costo de oportunidad de la tierra y de la mano de obra del propietario, a fin de reflejar el verdadero costo económico de la actividad (FAO, 2016).

Por su parte, los presupuestos del ciclo de levante están dominados por los costos de alimentación, pero deben considerar también gastos específicos como transporte, sanidad especializada y el costo de capital de los animales, especialmente cuando estos han sido criados o nacidos dentro de la misma unidad productiva.

En el ciclo de engorde, los presupuestos empresariales permiten evaluar la viabilidad de sistemas de engorde basados en pasturas, los cuales han ganado competitividad frente a los corrales de engorde centralizados (feedlots), en un contexto caracterizado por el incremento de los costos de grano y transporte. La validación económica de estos sistemas solo es posible mediante presupuestos específicos que reflejen sus particularidades productivas y de costos (Kay et al., 2020).

Contabilización del ganado de cría comprado versus criado

La determinación de la base de costo del ganado de cría constituye un aspecto crítico del análisis económico y debe aplicarse de forma consistente a lo largo del tiempo. Mientras que el ganado de cría comprado posee una base de costo inmediata, el ganado de cría criado acumula costos progresivamente durante su desarrollo fisiológico.

El método de valor base representa un enfoque simplificado, en el cual se asigna a los animales criados un valor estimado o histórico que refleja el costo de llevarlos hasta la madurez reproductiva. Bajo este método, los gastos incurridos durante la crianza se reconocen como costos operativos del período, y el ganado de cría maduro no se deprecia. Este enfoque resulta especialmente útil para la gestión operativa y la toma de decisiones continuas, siempre que se mantenga consistencia y se utilicen estimaciones conservadoras.

En contraste, el método de absorción del costo total capitaliza todos los costos incurridos durante el proceso de crianza tales como alimentación, mano de obra, sanidad y gastos generales en el valor del activo biológico hasta alcanzar la madurez. En este esquema, los costos se registran transitoriamente en cuentas asociadas a cada etapa fisiológica del animal. En algunos países, como Venezuela, estas cuentas se conocen como centros de costos de la biomasa, correspondientes a las fases prenatal, crianza, levante y engorde (Mendoza, 2007). Este enfoque se alinea de manera más estricta con el principio de acumulación de costos establecido en la NIC 16, aunque implica una mayor complejidad operativa.

Desde una perspectiva gerencial, el método de valor base suele considerarse más práctico y, en algunos contextos, incluso más conveniente desde el punto de vista fiscal. No obstante, el método de absorción del costo total proporciona una representación más precisa del costo económico real, especialmente cuando el objetivo es evaluar la eficiencia productiva y financiera de largo plazo.

Contabilización de gastos de capital e intensificación sostenible

Las estrategias de intensificación sostenible en la ganadería tropical, ampliamente promovidas en América Latina, implican inversiones iniciales significativas de capital (CapEx) en infraestructura productiva, rehabilitación de pastos y mejora genética. Desde la perspectiva contable y de gestión, resulta esencial distinguir entre gastos operativos recurrentes y inversiones de largo plazo que generan beneficios económicos durante varios períodos productivos.

La capitalización de las inversiones procede cuando estas extienden la vida útil de los activos, incrementan de manera sustancial su capacidad productiva o reducen costos unitarios futuros. En este sentido, estudios en sistemas de intensificación sostenible en la Amazonía brasileña estiman inversiones promedio cercanas a US\$1.300 por hectárea, lo que confirma que dichas intervenciones deben tratarse como proyectos de capital y no como gastos corrientes (Strassburg et al., 2014). Estas inversiones deben reconocerse en el balance general y depreciarse o amortizarse de acuerdo con su vida útil esperada, conforme a los marcos contables vigentes.

Tratamiento contable de la rehabilitación de pastos y forrajes

La rehabilitación y mejora de pastizales constituye uno de los pilares de la intensificación sostenible, al incrementar la productividad animal, mejorar la eficiencia del uso del suelo y reducir la presión ambiental. Desde el punto de vista contable, se distinguen dos tratamientos claramente diferenciados:

Capitalización: Las inversiones asociadas a la renovación estructural de pastizales, establecimiento de forrajes mejorados, cercas permanentes, sistemas de drenaje, infraestructura hídrica, electrificación, vías internas,

semilleros forrajeros y otras obras de carácter duradero deben capitalizarse. Estos costos se amortizan durante la vida productiva estimada del activo o del sistema forrajero, reflejando adecuadamente su contribución a la generación de beneficios futuros (FAO, 2012; Kay et al., 2020).

Gasto operativo: Los desembolsos anuales destinados al mantenimiento rutinario de la productividad existente como semillas, fertilizantes, enmiendas, medicamentos, vacunas, suplementos minerales y alimentos de uso inmediato deben reconocerse como gastos del período, dado que no generan beneficios económicos más allá del ciclo productivo corriente.

Integración contable de la mejora genética

La mejora genética es ampliamente reconocida como un determinante clave de la rentabilidad y la sostenibilidad de los sistemas ganaderos tropicales. Los costos asociados a la adquisición de reproductores superiores, semen de alto valor genético o programas de inseminación artificial y transferencia de embriones deben capitalizarse como parte del valor del activo biológico o amortizarse a lo largo del período en el que se esperan los beneficios productivos. Este tratamiento permite reflejar de manera más fiel el impacto económico intertemporal de la inversión genética (Rexroad et al., 2019;).

Evaluación financiera de las decisiones de CapEx

La evaluación de las inversiones en intensificación sostenible no puede limitarse al análisis de flujos de caja de corto plazo. La evidencia muestra que la contabilidad centrada exclusivamente en el efectivo subestima los beneficios económicos de largo plazo derivados de estas estrategias. Por ello, las decisiones de CapEx deben respaldarse mediante modelos de flujo de efectivo descontado, utilizando indicadores como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Diversos estudios confirman que las prácticas de intensificación sostenible resultan financieramente viables y rentables cuando se alcanzan umbrales mínimos de escala productiva, por ejemplo, explotaciones superiores a 400 hectáreas, donde la reducción progresiva de los costos unitarios compensa la elevada inversión inicial (Strassburg et al., 2014). En este marco, la capitalización adecuada del gasto permite alinear la contabilidad con la lógica económica de largo plazo y fortalecer la toma de decisiones estratégicas.

Modelado de riesgos y costos ambientales en operaciones tropicales

Las operaciones ganaderas en ambientes tropicales están expuestas a riesgos climáticos, sanitarios y ambientales significativamente mayores que los sistemas de zonas templadas. Estas fuentes de incertidumbre se traducen en variabilidad productiva y en costos económicos que, si no son cuantificados explícitamente, comprometen la resiliencia financiera y la sostenibilidad de largo plazo de las

explotaciones. En este contexto, el marco de contabilidad de gestión debe evolucionar hacia la incorporación sistemática del riesgo como un componente explícito del costo de producción.

Cuantificación del riesgo climático y meteorológico

Los sistemas ganaderos tropicales presentan una alta vulnerabilidad frente al estrés térmico, la variabilidad en la precipitación y los eventos climáticos extremos. Las condiciones de temperatura y humedad elevadas afectan negativamente el consumo voluntario, la eficiencia alimenticia, la fertilidad y la supervivencia animal, con impactos diferenciados entre genotipos Bos taurus y Bos indicus, siendo estos últimos relativamente más adaptados a condiciones tropicales (Thornton et al., 2015).

Desde una perspectiva económico-contable, estos riesgos deben reflejarse mediante ajustes presupuestarios que anticipen pérdidas productivas esperadas y mayores requerimientos nutricionales y sanitarios. Un elemento central en este proceso es la incorporación de una penalización económica por sobreutilización de los pastizales, la cual representa el costo futuro asociado a la degradación del recurso forrajero cuando se maximizan rendimientos de corto plazo a expensas de la capacidad productiva futura. Este enfoque permite que decisiones clave, como la definición de tasas de carga animal, se basen en el rendimiento sostenible interanual y no en la optimización de una sola temporada (Herrero et al., 2017).

La integración de información climática, como los pronósticos climáticos estacionales de precipitación, en los modelos presupuestarios permite ajustar de manera anticipada la disponibilidad esperada de forraje y redefinir estrategias de manejo, reduciendo la probabilidad de pérdidas económicas y ambientales. Diversos estudios destacan que el uso de datos climáticos en la planificación ganadera mejora la eficiencia del uso del suelo y reduce la exposición al riesgo sistémico (Thornton et al., 2021).

Costos del control de enfermedades: prevención versus pérdidas

Las enfermedades animales constituyen otra fuente crítica de riesgo económico en la ganadería tropical, generando costos a través de la mortalidad, la morbilidad, la reducción del desempeño productivo y los gastos de control. En estos sistemas, la alta prevalencia de enfermedades endémicas y de patologías transmitidas por vectores, cuya incidencia suele incrementarse tras períodos de lluvias intensas, exige un enfoque preventivo sistemático (Perry y Grace, 2009).

Desde el punto de vista de la contabilidad de gestión, los costos de prevención sanitaria, tales como programas de vacunación y control parasitario, deben considerarse gastos recurrentes e indispensables, independientemente de la ocurrencia observable de brotes en un período determinado. La evidencia

económica demuestra que la inclusión de estos costos preventivos en el costo por unidad animal refleja de manera más realista el nivel de inversión necesario para mitigar pérdidas catastróficas y asegurar la continuidad productiva (Poppe et al., 2023).

Hacia el Costo de Producción Ajustado al Riesgo (CPAR)

La integración de penalizaciones por degradación futura de los recursos productivos y de los costos de prevención sanitaria transforma el cálculo tradicional del costo de producción en un Costo de Producción Ajustado al Riesgo (CPAR). Este indicador amplía el enfoque contable convencional al incorporar explícitamente los costos asociados a la gestión del riesgo climático, ambiental y sanitario.

Cubrir el CPAR constituye una condición necesaria para la sostenibilidad económica de la empresa ganadera. Las explotaciones que únicamente cubren sus costos de caja, pero no internalizan los costos asociados al deterioro de sus activos biológicos y físicos como la degradación de los pastizales o el deterioro sanitario del hato, presentan una rentabilidad aparente de corto plazo, pero una trayectoria económica insostenible en el largo plazo (Herrero et al., 2017).

En consecuencia, el modelado explícito del riesgo y de los costos ambientales dentro del sistema contable no solo mejora la calidad de la información financiera, sino que fortalece la toma de decisiones estratégicas y la resiliencia de la ganadería tropical frente a escenarios de creciente incertidumbre climática y sanitaria.

Conclusiones

La evidencia analizada permite concluir que la gestión económica eficiente de las empresas ganaderas tropicales requiere la adopción de un sistema de contabilidad gerencial basado en el principio de devengo, orientado a la toma de decisiones y no exclusivamente al cumplimiento fiscal. Este enfoque posibilita una asignación precisa de los costos a los procesos productivos y una evaluación más realista del desempeño económico.

La incorporación del costo económico total, incluyendo los costos de oportunidad de la tierra y de la mano de obra del propietario, resulta fundamental para estimar la verdadera eficiencia productiva y permitir comparaciones válidas entre sistemas ganaderos con diferentes estructuras de gestión. La omisión de estos costos distorsiona los indicadores económicos y limita la utilidad de la información contable.

Asimismo, se evidencia la necesidad de sustituir los costos promedio por presupuestos específicos por ciclo productivo (prenatal, crianza, levante y engorde), lo cual facilita la identificación de segmentos rentables y críticos del sistema productivo. Esta estrategia permite vincular el volumen físico

de producción con el análisis financiero, fortaleciendo la planeación y el control gerencial.

Las inversiones en procesos de intensificación sostenible deben ser tratadas como activos de largo plazo y evaluadas mediante herramientas financieras como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), permitiendo valorar su impacto sobre la reducción de costos unitarios y la sostenibilidad económica del sistema.

Se concluye también que el cálculo del Costo de Producción Ajustado al Riesgo (CPAR) es indispensable en condiciones tropicales, al incorporar costos asociados a la prevención sanitaria y a la degradación de los recursos productivos, especialmente los pastizales. Este enfoque mejora la gestión del riesgo y contribuye a la sostenibilidad del sistema ganadero.

En relación con la información financiera, la aplicación de la NIC 41 presenta limitaciones en sistemas ganaderos tropicales de ciclos productivos prolongados. En estos contextos, el uso pragmático de modelos alternativos permitidos por la normativa internacional, como el costo histórico o los flujos de efectivo descontados, puede ofrecer información más confiable y útil para la gestión.

Finalmente, se destaca que la contabilidad de gestión del futuro deberá integrar de manera explícita las dimensiones económica, productiva y ambiental, orientándose a la preservación de los recursos naturales y a la sostenibilidad de la ganadería tropical. En este sentido, la contabilidad deja de ser un instrumento meramente tributario para convertirse en una herramienta estratégica de medición, control y toma de decisiones.

Agradecimientos, financiación y conflicto de intereses

Dedicado a todos mis auditores y contadores, compañeros de vida en esta experiencia de 30 años llamada Agrotributos CA y Agroinformatica CA, una idea de valor y coraje apoyando al productor primario en Venezuela desde 1994 a través de la contabilidad y la auditoria.

A mis compañeros de doctorado y a todos mis profesores del doctorado en Ciencias Agrarias en La Universidad de Zulia, que motivan y despiertan cada día.

El autor declara que no existen conflictos de interés en la publicación de este manuscrito.

Referencias

- Agosta, M., Schimmenti, E., Di Franco, C. P., & Asciuto, A. (2025). Agricultural land markets: A systematic literature review on the factors affecting land prices. *Land*, 14(5), 978. <https://doi.org/10.3390/land14050978>
- Argilés, J. M., García-Blandón, J., & Monllau, T. (2011). Fair value versus historical cost-based valuation for biological assets: Predictability of financial information. *Revista de*

- Contabilidad – Spanish Accounting Review*, 14(2), 87-113. [https://doi.org/10.1016/S1138-4891\(11\)70029-2](https://doi.org/10.1016/S1138-4891(11)70029-2)
- Aryanto, Y. H. (2011). *Theoretical failure of IAS 41*. SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1808413>
- Barry, P. J., & Ellinger, P. N. (2012). *Financial management in agriculture* (7th ed.). Pearson.
- Campos-Llerena, L. P., Arias Pérez, M. G., Vayas López, Á. H., & Barreno Córdova, C. A. (2025a). Valuation of biological assets and reasonableness of financial information: A systematic review of empirical evidence in the agricultural sector. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 6(3), 1–15. <https://doi.org/10.51798/sijis.v6i3.1105>
- Campos-Llerena, P., Arias-Pérez, M., Toscano-Morales, C., & Barreno-Córdova, C. (2025b). Biological Assets in Agricultural Accounting: A Systematic Review of the Application of IAS 41. *Journal of Risk and Financial Management*, 18(7), 380. <https://doi.org/10.3390/jrfm18070380>
- Damodaran, A. (2012). *Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset*. 3rd Edition, Wiley, Hoboken.
- Dudycz, T., & Pražníkow, J. (2020). Does the mark-to-model fair value measure make assets impairment noisy? A literature review. *Sustainability*, 12(4), 1504. <https://doi.org/10.3390/su12041504>
- Elad, C. (2004). Fair value accounting in the agricultural sector: Some implications for international accounting harmonization. *European Accounting Review*, 13(4), 621–641. <https://doi.org/10.1080/0963818042000216839>
- Elad, C. (2011). *Implementing fair value accounting in the agricultural sector*. Institute of Chartered Accountants of Scotland. <https://archive.org/details/implementingfair0000elad>.
- FAO. 2025. *Ganadería Sostenible en América Latina y el Caribe*. Santiago. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstream/s/b00b2a0a-6f82-4420-abe0-0ee48b5f3d27/content>
- Figueroa, D., Galicia, L., & Suárez Lastra, M. (2022). Latin American cattle ranching sustainability debate: An approach to social-ecological systems and spatial-temporal scales. *Sustainability*, 14(14), 8924. <https://doi.org/10.3399/su14148924>
- Flynn, S., Moretti, D., & Cavanagh, J. (2016). *Implementing accrual accounting in the public sector* (IMF Technical Notes and Manuals, Vol. 2016, Issue 006). International Monetary Fund. <https://doi.org/10.5089/9781513589466.005>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2008). *Economics for market-oriented farming* (Farm management extension guide No. 1). FAO. <https://www.fao.org/3/i0411e/i0411e.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). *Handbook on agricultural cost of production statistics: Guidelines for data collection, compilation and dissemination*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstream/s/b8bacbd8-83c7-4b4f-adb4-7024d7d6b4f8/content>
- Gonçalves, R., & Teixeira Lopes, P. (2018). *Accounting for biological assets*. Routledge. http://136.175.10.10:8082/ebook/pdf/Accounting_for_Biological_Assets.pdf
- Hefley, J., Millholin, R., & Brown, B. (2025, September). *Livestock risk protection (LRP) insurance*. University of Missouri Extension. <https://extension.missouri.edu/publications/g459>
- Herrero, M., Thornton, P. K., Power, B., Bogard, J. R., Remans, R., Fritz, S., Gerber, J. S., Nelson, G., See, L., Waha, K., Watson, R. A., West, P. C., Samberg, L. H., van de Steeg, J., Stephenson, E., van Wijk, M., & Havlík, P. (2017). Farming and the geography of nutrient production for human use: A transdisciplinary analysis. *The Lancet Planetary Health*, 1(1), e33–e42. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30007-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30007-4)
- Horngren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. V. (2012). *Cost accounting: A managerial emphasis* (14th ed.). Pearson Prentice Hall.
- International Accounting Standards Board. IASB (2023). *IAS 41: Agriculture*. IFRS Foundation. <https://www.ifrs.org/issued-standards/list-of-standards/ias-41-agriculture/>
- Kaplan, R. S., & Anderson, S. R. (2007). *Time-driven activity-based costing: A simpler and more powerful path to higher profits*. Harvard Business School Press. https://www.hbs.edu/ris/Publication%20Files/04-045_d62528d4-7931-4ea1-a205-d9683c639d6e.pdf
- Kay, R. D., Edwards, W. M., & Duffy, P. A. (2020). *Farm management* (9th ed.). McGraw-Hill Education. <https://www.mheducation.com/unitas/highered/sample-chapters/9781260002195.pdf>
- Marrufo García, R. D., & Cano Morales, A. M. (2021). Accounting treatment of biological assets and agricultural products. *Visión de Futuro*, 25(2), 63–80. <https://doi.org/10.36995/j.visiondefuturo.2021.25.02R.002.en>
- Mendoza, D. G. R. (2007). *Contabilidad pecuaria y costos ganaderos*. Librería y Galería Sin Límite. <https://agroinformatica.com.ve/wp-content/uploads/2019/08/contabilidad-pecuaria-por-Gerardo-Mendoza.pdf>
- Moncaleano-Vega, J., Amaya, A., Martínez, C., Burgos-Paz, W., & Cerón-Muñoz, M. (2024). Economic utility of Colombian Romosinuano cattle. *Tropical Animal Health and Production*, 56, Article 217. <https://doi.org/10.1007/s11250-024-04066-z>

- Perry, B., & Grace, D. (2009). The impacts of livestock diseases and their control on growth and development processes that are pro-poor. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1530), 2643–2655. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0097>
- Petrescu, IE., Ignat, R., Constantin, M., Istudor, M. (2022). *Risk Management of Agri-Food Value Chains—Exploring Research Trends from the Web of Science*. In: Dima, A.M., Kelemen, M. (eds) Digitalization and Big Data for Resilience and Economic Intelligence. Springer Proceedings in Business and Economics. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-93286-2_4
- Poppe, K., Vrolijk, H., & Bószlopper, I. (2023). Integration of farm financial accounting and farm management information systems for better sustainability reporting. *Electronics*, 12(6), Article 1485. <https://doi.org/10.3390/electronics12061485>
- Rexroad, C., Valle, J., Matukumalli, L. K., Reecy, J., Bickhart, D., Blackburn, H., Bogges, M., Cheng, H., Clutter, A., Cockett, N., Ernst, C., Fulton, J. E., Liu, J., Lunney, J., Neiberger, H., Purcell, C., Smith, T. P. L., Sonstegard, T., Taylor, J., ... Van Tassell, C. P. (2019). Genome to phenotype: Improving animal health, production, and well-being—A new USDA blueprint for animal genome research 2018–2027. *Frontiers in Genetics*, 10, Article 327. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.00327>
- Strassburg, B. B. N., Latawiec, A. E., Barioni, L. G., Assaad, E. D., Ojima, D. S., Valentim, J. F., et al. (2014). When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. *Global Environmental Change*, 28, 84–97. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.06.001>
- Thornton, P. K., Boone, R. B., & Ramirez-Villegas, J. (2015). *Climate change impacts on livestock* (CCAFS Working Paper No. 120). CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). <https://hdl.handle.net/10568/66474>
- Thornton, P. K., Nelson, G., Mayberry, D., & Herrero, M. (2021). Increases in extreme heat stress in domesticated livestock species during the twenty-first century. *Global Change Biology*, 27(22), 5762–5772. <https://doi.org/10.1111/gcb.15825>
- Tilman, A. R., Vasconcelos, V. V., Akçay, E., & Plotkin, J. B. (2023). The evolution of forecasting for decision-making in dynamic environments. *Collective Intelligence*, 2(4), 1–14. <https://doi.org/10.1177/26339137231221726>
- Williams, G. W., & Anderson, D. P. (2019). Growth of the Latin American livestock industry: Situation and challenges. *Choices*, 34(4), 1–12. <https://www.jstor.org/stable/27098531>
- Yang, G., Ling, L., Zhen, L., Zhang, Y., Xu, X., Zhang, H., & Xu, Y. (2022). Research trends in crop–livestock systems: A bibliometric review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(14), 8563. <https://doi.org/10.3390/ijerph19148563>