



Doi: <https://doi.org/10.70577/asce.v5i3.967>

Recibido: 2026-08-05

Aceptado: 2026-08-25

Publicado: 2026-09-11

Digitalización y productividad de la agroindustria pecuaria en América Latina: evidencia mediante datos panel

Digitalization and productivity in the Latin American livestock agro-industry: evidence from panel data

Autor(s)

Jorge Saúl Sopalo Iza ¹

saulsopaloiza@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-7041-1198>

Investigador Independiente

Quito - Ecuador

Guillermo Arturo Cárdenas Caycedo ²

guillermoacardenasc@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8966-0168>

Universidad de Nariño - Departamento de Salud Animal

Pasto – Colombia

Judith Elizabeth Castro Aguirre ³

Judith.castro2015@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0009-7661-9399>

Investigador Independiente

El Empalme – Ecuador

Evelyn Janina Garcia Arellano ⁴

evelyn.garcia2015@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0008-2056-2226>

Investigador Independiente

El Empalme – Ecuador

Esperanza Del Pilar Varela Bravo ⁵

esperanza.varela2014@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3398-8700>

Investigador Independiente

Buena Fe - Ecuador

Como Citar

Digitalización y productividad de la agroindustria pecuaria en América Latina: evidencia mediante datos panel. (2026). *ASCE MAGAZINE*, 5(3), 2832–2855. <https://doi.org/10.70577/asce.v5i3.967>



Resumen

La agroindustria pecuaria, constituye una actividad estratégica, para la seguridad alimentaria, el desarrollo rural, y la generación de valor en América Latina; sin embargo, el sector enfrenta desafíos relacionados con las brechas tecnológicas, y la necesidad de incrementar la eficiencia productiva. El objetivo fue; analizar la relación entre la digitalización, y la productividad de la agroindustria pecuaria, en América Latina mediante un enfoque de datos panel. Se desarrolló una investigación cuantitativa, explicativa, y longitudinal en Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, México y Perú; la productividad pecuaria, se estimó a partir de la producción de carne bovina, porcina, avícola, y leche cruda; el índice de digitalización, se construyó mediante análisis de componentes principales, con indicadores de acceso a internet, y telefonía móvil; además, se incorporaron variables de control (inventario ganadero, PIB per cápita, y empleo agrícola). Los resultados evidenciaron, una marcada heterogeneidad productiva, económica, y tecnológica, entre los países analizados. Argentina y México, registraron los mayores niveles de productividad, mientras que, Bolivia y Ecuador, presentaron los más bajos; la digitalización mostró una evolución ascendente, en todos los países, y mantuvo una relación positiva, con la productividad; asimismo, el PIB per cápita, presentó una asociación favorable, con el desempeño productivo, mientras que el empleo agrícola mostró una relación negativa. La digitalización, constituye un factor que favorece la modernización, y eficiencia de la agroindustria pecuaria; aunque no explica por sí sola las diferencias productivas, su asociación positiva con la productividad, confirma su relevancia dentro de los procesos de transformación sectorial; además, las condiciones económicas, y el nivel de tecnificación influyen de manera significativa, en los resultados productivos alcanzados por cada país.

Palabras clave: Agroindustria, América Latina, Digitalización, Ganado, Productividad



Abstract

The livestock agro-industry is a strategic activity for food security, rural development, and value creation in Latin America; however, the sector faces challenges related to technological gaps and the need to increase production efficiency. The objective was to analyze the relationship between digitalization and productivity in the Latin American livestock agro-industry using a panel data approach. A quantitative, explanatory, and longitudinal study was conducted covering Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Mexico, and Peru. Livestock productivity was estimated based on the production of beef, pork, poultry, and raw milk, while a digitalization index was constructed using principal component analysis based on indicators of internet and mobile phone access; control variables—livestock inventory, GDP per capita, and agricultural employment—were also included. The results revealed marked productive, economic, and technological heterogeneity among the countries analyzed. Argentina and Mexico recorded the highest levels of productivity, while Bolivia and Ecuador showed the lowest; digitalization trended upward across all countries and maintained a positive relationship with productivity. Likewise, GDP per capita showed a favorable association with productivity performance, whereas agricultural employment showed a negative relationship. Digitalization is a factor that fosters modernization and efficiency in the livestock agro-industry; although it does not explain productivity differences on its own, its positive association with productivity confirms its relevance to sectoral transformation processes. Furthermore, economic conditions and the level of technological adoption significantly influence the productivity outcomes achieved by each country.

Keywords: Agro-industry, Latin America, Digitalization, Livestock, Productivity

Introducción

La agroindustria pecuaria, constituye uno de los pilares estratégicos para la seguridad alimentaria, el empleo rural, y la generación de valor agregado, en América Latina, durante las últimas décadas, el sector ha enfrentado desafíos asociados al crecimiento de la demanda de alimentos, los efectos de la variabilidad climática, la presión sobre los recursos naturales, y la necesidad de mejorar la eficiencia productiva (Sili & Dürr, 2022).

En este escenario, la incorporación de tecnologías digitales, ha dejado de ser una alternativa complementaria, y se ha convertido en un elemento central, para fortalecer la competitividad de los sistemas productivos pecuarios (Dayoub et al., 2024). Diversos estudios señalan que la digitalización, favorece la optimización de procesos, mejora la gestión de la información, y contribuye a una toma de decisiones, más precisa dentro de las cadenas agroalimentarias (Reitano et al., 2025).

La expansión del acceso a internet, la telefonía móvil, los sistemas de monitoreo remoto, y las herramientas basadas en inteligencia artificial, han transformado la manera en que productores, empresas, y actores institucionales, gestionan la producción agropecuaria (Bakar et al., 2023). Este proceso ha dado lugar, a nuevas formas de organización productiva, sustentadas en el uso intensivo de datos, y en la automatización de tareas tradicionalmente ejecutadas de forma manual (Fatima et al., 2022).

Según Rolandi et al. (2021), la digitalización genera impactos económicos, organizacionales, y sociales, que trascienden la simple adopción tecnológica, al modificar las dinámicas productivas, y las relaciones entre los distintos actores del entorno rural. Asimismo, Bertoglio et al. (2021) destacan que la denominada revolución digital agrícola, ha impulsado el desarrollo de soluciones tecnológicas, orientadas a incrementar la productividad, y promover una intensificación sostenible de la producción.

En el ámbito pecuario, los avances tecnológicos, han permitido fortalecer la trazabilidad, mejorar los sistemas de monitoreo animal, y optimizar los procesos de alimentación, manejo sanitario, y control reproductivo (Vlaicu et al., 2024). La ganadería de precisión, emerge, así como una de las expresiones más visibles, de la transformación digital en el sector (Losacco et al., 2025).

De acuerdo con Kaur et al. (2023), la integración de sensores, dispositivos conectados, y plataformas inteligentes, facilita una gestión más eficiente de los recursos, y mejora la capacidad

de respuesta, frente a problemas productivos. De manera similar, Neethirajan (2023) sostiene que, las tecnologías basadas en inteligencia artificial, e internet de las cosas, ofrecen nuevas oportunidades para incrementar la productividad, y sostenibilidad de los sistemas ganaderos, al tiempo que fortalecen los estándares de bienestar animal, y la competitividad internacional.

A pesar de estas ventajas potenciales, la adopción tecnológica en América Latina, continúa mostrando importantes contrastes entre países, y territorios (Galvez & Revinova, 2025). Las diferencias en infraestructura digital, acceso a conectividad, capacidades técnicas, y niveles de inversión, generan brechas que limitan el aprovechamiento pleno de los beneficios, asociados a la transformación digital. McCampbell (2022) advierte que, en los países de ingresos medios, y bajos, la disponibilidad de tecnología, no siempre garantiza su adopción efectiva, debido a restricciones económicas, institucionales, y de capacitación. En la misma línea, Ayim et al. (2022) señalan que, la calidad de la infraestructura tecnológica, y las habilidades digitales, de los usuarios constituyen factores decisivos, para consolidar procesos de innovación dentro del sector agropecuario.

Actualmente se ha documentado, una relación positiva, entre el desarrollo digital, y el desempeño productivo agrícola. Rajkhowa y Baumüller (2024), a partir de evidencia internacional, para economías de distintos niveles de ingreso, concluyen que, la adopción de tecnologías de información, y comunicación se asocia con mejoras en la productividad agrícola, aunque el efecto, depende de factores complementarios como; el capital humano, la disponibilidad de infraestructura, y las condiciones económicas generales. Estos hallazgos sugieren que la digitalización, opera como un mecanismo facilitador del crecimiento productivo, pero sus resultados, pueden variar según las características estructurales de cada territorio.

A pesar del creciente interés académico, por la digitalización agrícola, persiste una limitada evidencia empírica, enfocada específicamente en la agroindustria pecuaria latinoamericana, desde una perspectiva comparativa, y longitudinal (Morán-Santamaría et al., 2026). Gran parte de las investigaciones existentes, se han concentrado en estudios de caso, revisiones conceptuales, o análisis centrados en tecnologías particulares. En consecuencia, aún existe una brecha de conocimiento, sobre la forma en que la digitalización, se relaciona con la productividad pecuaria, en diferentes contextos nacionales, y a través del tiempo.

Frente a este escenario, la presente investigación tiene como objetivo; analizar la relación entre la digitalización, y la productividad de la agroindustria pecuaria, en América Latina mediante un enfoque de datos panel. La incorporación de esta metodología, permite examinar simultáneamente

las diferencias existentes entre países, y la evolución temporal de las variables de interés, contribuyendo a una comprensión, más amplia de los factores que condicionan el desempeño productivo del sector.

Material y métodos

La investigación, adoptó un enfoque cuantitativo, de carácter explicativo, y longitudinal, orientado a examinar la relación, entre la digitalización, y la productividad de la agroindustria pecuaria, en Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, México y Perú. Para ello, se construyó una base de datos panel, con información procedente de fuentes estadísticas internacionales (tabla 1), lo que permitió analizar las diferencias entre países, y su evolución a lo largo del tiempo desde una perspectiva comparativa y dinámica.

Tabla 1. *Características de las variables de estudio*

Variable	Tipo	Fuente
Productividad pecuaria (toneladas)	Dependiente	FAOSTAT
Carne bovina (toneladas)	Componente productivo	FAOSTAT
Carne de pollo (toneladas)	Componente productivo	FAOSTAT
Carne de cerdo (toneladas)	Componente productivo	FAOSTAT
Leche cruda bovina (toneladas)	Componente productivo	FAOSTAT
Ganado (animales)	Control	FAOSTAT
Personas que utilizan Internet (%)	Digitalización	Banco Mundial
Suscripciones móviles (100 hab.)	Digitalización	Banco Mundial
PIB per cápita (US\$)	Control	Banco Mundial
Empleo agrícola (%)	Control	Banco Mundial

La productividad pecuaria, se estimó a partir de la producción de carne bovina, carne de pollo, carne de cerdo, y leche cruda de ganado vacuno, variables que reflejan el desempeño general del sector. Como variable explicativa principal, se desarrolló un índice de digitalización, mediante análisis de componentes principales, integrando indicadores de acceso a internet, y telefonía móvil. Además, se incorporaron variables de control, relacionadas con el inventario ganadero, el PIB per

cápita, y el empleo agrícola, con el fin de considerar factores estructurales, que pueden influir en los niveles de productividad.

El análisis se desarrolló mediante RStudio de forma secuencial, se realizó la caracterización descriptiva de las variables; posteriormente, se analizaron las tendencias temporales, y la distribución de los datos, mediante herramientas gráficas, lo que permitió reconocer patrones de crecimiento, y contrastes productivos, y tecnológicos dentro de la región; finalmente, se evaluaron las relaciones, entre las variables a través de análisis de correlación, y pruebas estadísticas de validación, garantizando la consistencia, y confiabilidad de los resultados obtenidos.

Resultados

En la tabla 2, la productividad pecuaria, presentó una media de 9,50 millones de toneladas, aunque la dispersión observada fue considerable; la desviación estándar superó los 8,5 millones de toneladas, y el rango entre el valor mínimo (887 mil toneladas), y el máximo (26,08 millones de toneladas), revela marcadas diferencias entre los países, y períodos analizados. La asimetría positiva (0,69), sugiere que los valores más elevados, se concentraron en un grupo reducido de observaciones, mientras que, la curtosis negativa, indica una distribución más plana que la normal, sin una acumulación excesiva de casos alrededor de la media.

El índice de digitalización, mostró un comportamiento equilibrado; la media cercana a cero, responde al procedimiento de estandarización empleado para su construcción. La asimetría prácticamente nula (0,11), evidencia una distribución relativamente simétrica, mientras que, la curtosis negativa (-1,42), refleja una dispersión amplia de los niveles de digitalización, entre los países, este patrón indica que, coexistieron contextos con distintos grados de incorporación tecnológica dentro del sector analizado.

La variable asociada al inventario ganadero, registró la mayor heterogeneidad del conjunto de datos; la diferencia entre el mínimo (10,7 millones de animales), y el máximo (713 millones), pone de manifiesto la presencia de fuertes contrastes estructurales, en la actividad pecuaria de la región. La asimetría positiva (1,32) confirma que, algunos países concentraron volúmenes ganaderos muy superiores al promedio regional, situación que podría traducirse, en capacidades productivas diferenciadas.

En el caso del PIB per cápita, la media alcanzó 5.782,56 dólares, con un rango que osciló entre, 852,75 y 13.988,04 dólares; la desviación estándar, relativamente alta evidencia importantes diferencias económicas, entre los países incluidos en el estudio. No obstante, la asimetría moderada (0,63), indica que la distribución, no se encuentra fuertemente sesgada, aunque los mayores niveles de ingreso, tienden a concentrarse en determinados casos.

La participación del empleo agrícola, presentó una media de 21,94 %. Los valores oscilaron entre 7,25 % y 38,31 %, lo que refleja distintas estructuras productivas, y grados de dependencia de las actividades agropecuarias. La asimetría cercana a cero, señala una distribución equilibrada, mientras que la curtosis negativa evidencia que los datos se encuentran relativamente dispersos alrededor de la media.

Respecto a los indicadores, que conforman el índice de digitalización, el acceso a internet registró una media de 36,1 %, con una elevada variabilidad entre observaciones; el amplio rango observado, desde valores cercanos a cero, hasta 89,67 %, pone en evidencia brechas importantes, en la adopción de tecnologías digitales. De forma similar, las suscripciones a telefonía móvil, alcanzaron una media de 70,83 por cada 100 habitantes, con valores máximos de 174,09.

En conjunto, los resultados descriptivos, muestran una región caracterizada por una marcada heterogeneidad productiva, económica y tecnológica.

Tabla 2.

Estadística descriptiva de las variables de estudio

	Media	Desviación estándar	Mediana	Mínimo	Máximo	Asimetría	Curtosis
Productividad	9496988.86	8505195.32	5872705	887221	26078714	0.69	-1.17
Índice Digitalización	0	1	0.01	-1.31	1.76	0.11	-1.42
Ganado	180680134	182584625	129981725	10702430	713014300	1.32	1.26
PIB	5782.56	3546.34	5401.62	852.75	13988.04	0.63	-0.34
Empleo	21.94	9.11	23.48	7.25	38.31	0	-1.38
Internet	36.1	31.34	32.91	0.03	89.67	0.26	-1.52
Móviles	70.83	52.91	84.34	0.09	174.09	0	-1.34

A su vez, en la figura 1, los histogramas muestran una marcada heterogeneidad, entre las variables consideradas. La productividad pecuaria, presenta una concentración importante de observaciones,



en los niveles más bajos, mientras que; un grupo reducido de registros, alcanza valores considerablemente superiores, esta distribución evidencia, diferencias sustanciales, entre países, y periodos, lo que sugiere que, la capacidad productiva del sector pecuario, no se distribuye de manera uniforme en la región.

El comportamiento del inventario ganadero, exhibe un patrón similar; la mayor frecuencia se ubica en los estratos inferiores, seguida de una disminución progresiva hacia valores más elevados. La presencia de observaciones extremas, indica que, algunos países concentran una proporción significativamente mayor de animales, aspecto que podría influir directamente, sobre los niveles de producción observados.

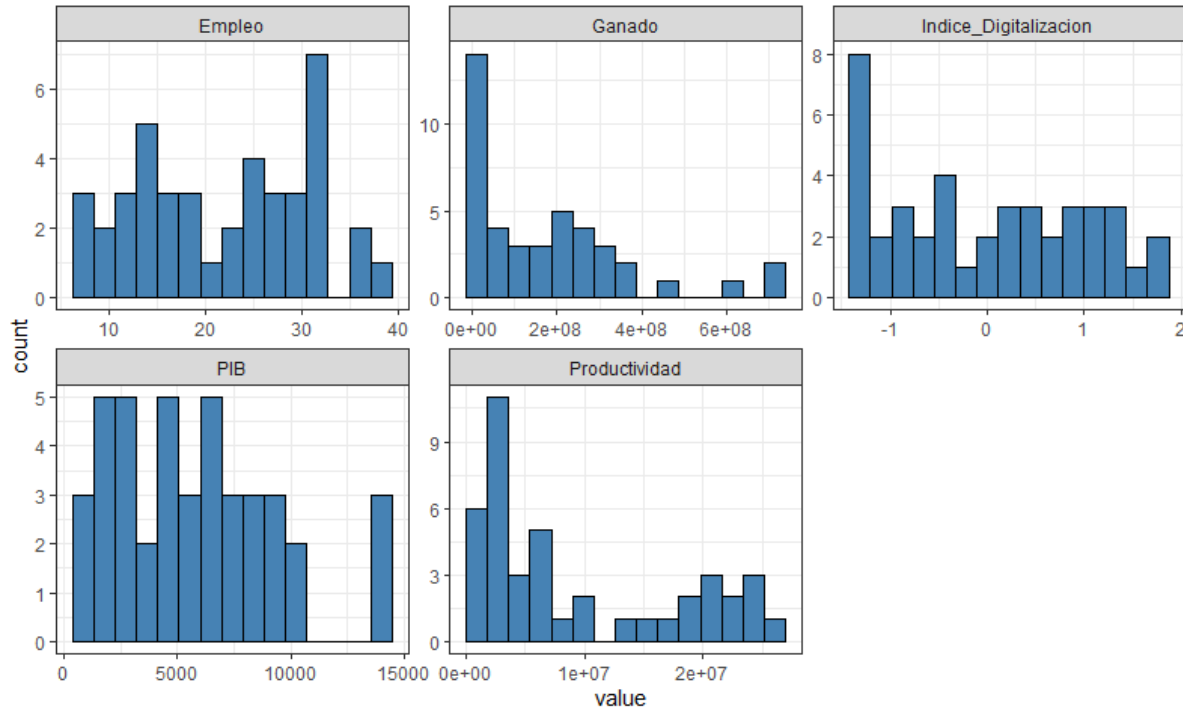
En el caso del índice de digitalización, la distribución resulta más equilibrada. Los datos se extienden, a lo largo de todo el rango de valores, y no muestran una concentración excesiva en un único intervalo, este comportamiento, refleja distintos grados de adopción tecnológica, entre los países estudiados, y confirma la existencia de escenarios digitales, heterogéneos dentro de la región.

El PIB per cápita, presenta una dispersión amplia, con observaciones distribuidas en varios intervalos de ingreso; aunque predominan los valores bajos, y medios, también aparecen registros asociados a economías con mayores niveles de desarrollo. Esta variabilidad, permite inferir diferencias estructurales relevantes, en las condiciones económicas de los países analizados.

La variable empleo agrícola, muestra una distribución relativamente equilibrada, entre los distintos intervalos; no obstante, las mayores frecuencias, se concentran en niveles intermedios, y altos de participación laboral. Este resultado pone de manifiesto que, la importancia relativa del sector agrícola, dentro del mercado de trabajo aún mantiene una presencia significativa, en varios de los países considerados.

Figura 1.

Histogramas descriptivos promedio de las variables de estudio



En la figura 2, la evolución temporal, evidencia trayectorias diferenciadas, entre los países analizados, en términos de productividad pecuaria, Argentina y México, se mantuvieron de forma consistente en los niveles más altos, durante todo el período de estudio. Ambos países mostraron una tendencia ascendente, aunque México presentó el crecimiento más pronunciado, en los años recientes, hasta alcanzar, los valores más elevados del conjunto. Este comportamiento refleja, una mayor escala productiva y una expansión sostenida de la actividad pecuaria.

En un segundo nivel se ubicó Colombia, cuya producción aumentó, de manera gradual a lo largo del tiempo, aunque la distancia respecto a Argentina, y México, permaneció considerable, el crecimiento observado, confirma una evolución favorable del sector. Por su parte, Perú registró una trayectoria ascendente constante, con incrementos progresivos que le permitieron consolidarse, por encima de Bolivia, y Ecuador, hacia el final del período analizado.

Bolivia y Ecuador, mostraron los niveles de producción más reducidos. A pesar de ello, ambas economías, evidenciaron incrementos sostenidos en el tiempo, lo que sugiere, avances en la

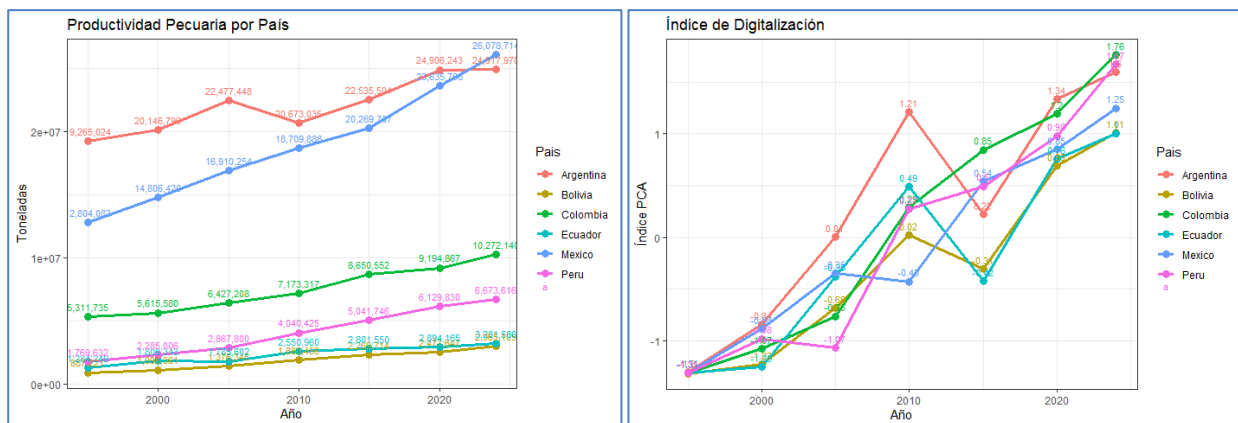
capacidad productiva del sector pecuario, la menor magnitud de sus volúmenes productivos, no impidió una tendencia positiva, especialmente visible, a partir de la segunda mitad del período estudiado.

Respecto al índice de digitalización, todos los países, iniciaron con valores negativos, y posteriormente experimentaron una mejora gradual, este patrón refleja un proceso regional de expansión tecnológica, y mayor acceso, a herramientas digitales. Sin embargo, la velocidad de adopción no fue homogénea. Perú y Argentina, alcanzaron los niveles más altos, al finalizar el período, seguidos por México y Ecuador, mientras que, Bolivia y Colombia, mostraron avances más moderados.

Un aspecto destacable es que, los incrementos en digitalización coincidieron, con una evolución favorable de la productividad, en la mayoría de los países, aunque la figura no permite establecer relaciones causales, sí revela, una convergencia temporal, entre ambas variables. Los países que alcanzaron mayores niveles de digitalización, también exhibieron mejoras productivas sostenidas, situación que respalda, la pertinencia de profundizar el análisis, mediante modelos econométricos capaces de identificar la magnitud, y significancia de dicha asociación.

Figura 2.

Evolución temporal de la productividad pecuaria y el índice de digitalización por país



En la figura 3, la distribución de la productividad pecuaria, revela diferencias notables, entre los países analizados, Argentina y México, concentraron los valores más elevados, con medianas superiores al resto de economías, y una dispersión relativamente amplia, especialmente en el caso

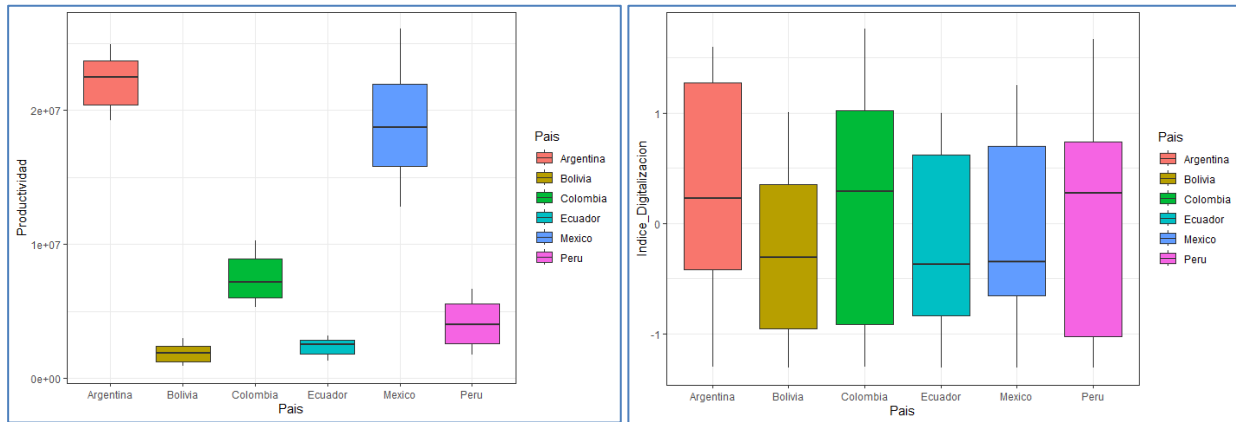


mexicano; este comportamiento sugiere, una mayor capacidad productiva, y una trayectoria más consolidada, dentro de la actividad pecuaria regional. En contraste, Bolivia y Ecuador, registraron los niveles más bajos; mientras que, Colombia y Perú, ocuparon posiciones intermedias, con variaciones reducidas.

La amplitud de las cajas, y la extensión de los rangos, indican que la productividad no evolucionó de manera uniforme. Algunos países exhibieron, una mayor estabilidad a lo largo del tiempo, mientras que, otros presentaron fluctuaciones más marcadas, estas diferencias reflejan contextos productivos heterogéneos, y estructuras pecuarias, con capacidades distintas para expandir su producción.

En cuanto al índice de digitalización (figura 3), la distribución resulta, más equilibrada entre países. Ninguna economía, mostró una ventaja claramente dominante durante todo el período, no obstante, Argentina, Colombia, y Perú, tendieron a presentar valores centrales ligeramente superiores, acompañados por una mayor dispersión, lo que evidencia, procesos de adopción tecnológica más dinámicos. Bolivia, Ecuador y México, mantuvieron distribuciones relativamente similares, aunque con niveles de digitalización, algo más moderados en varios momentos del período analizado.

Un aspecto relevante es que; las brechas observadas en productividad son considerablemente mayores, que las registradas en digitalización. Mientras la adopción tecnológica, presenta diferencias moderadas entre países, la producción pecuaria, muestra contrastes mucho más amplios. Este resultado sugiere que la digitalización, constituye un factor importante dentro del desempeño sectorial, pero no actúa de forma aislada, pues, las condiciones productivas, el tamaño del sector pecuario, y otros elementos estructurales, continúan desempeñando un papel determinante en la magnitud de la producción alcanzada por cada país.

Figura 3.
Distribución de la productividad e índice de digitalización por país


La matriz de correlación (figura 4), revela patrones consistentes, entre las variables analizadas, la productividad pecuaria, presentó una asociación positiva moderada, con el índice de digitalización, lo que sugiere que, los países con mayores niveles de adopción tecnológica, tendieron a registrar desempeños productivos más favorables. Aunque la intensidad de esta relación, no es elevada, la dirección positiva, respalda la idea de que la incorporación de herramientas digitales, puede contribuir al fortalecimiento de las actividades agropecuarias.

La relación más marcada, se observó entre productividad, y PIB; el coeficiente positivo refleja que los contextos económicos más sólidos, suelen estar acompañados por mayores niveles de producción pecuaria, este resultado indica que la disponibilidad de recursos, infraestructura, y capacidad de inversión, puede desempeñar un papel importante en la expansión del sector.

Por el contrario, el empleo agrícola mostró una asociación negativa, y fuerte con la productividad, este comportamiento sugiere que, una mayor dependencia de la mano de obra agrícola, no necesariamente, se traduce en mejores resultados productivos. De hecho, los niveles más altos de productividad, parecen concentrarse en entornos donde predominan procesos más tecnificados, y con mayor incorporación de capital, y tecnología.

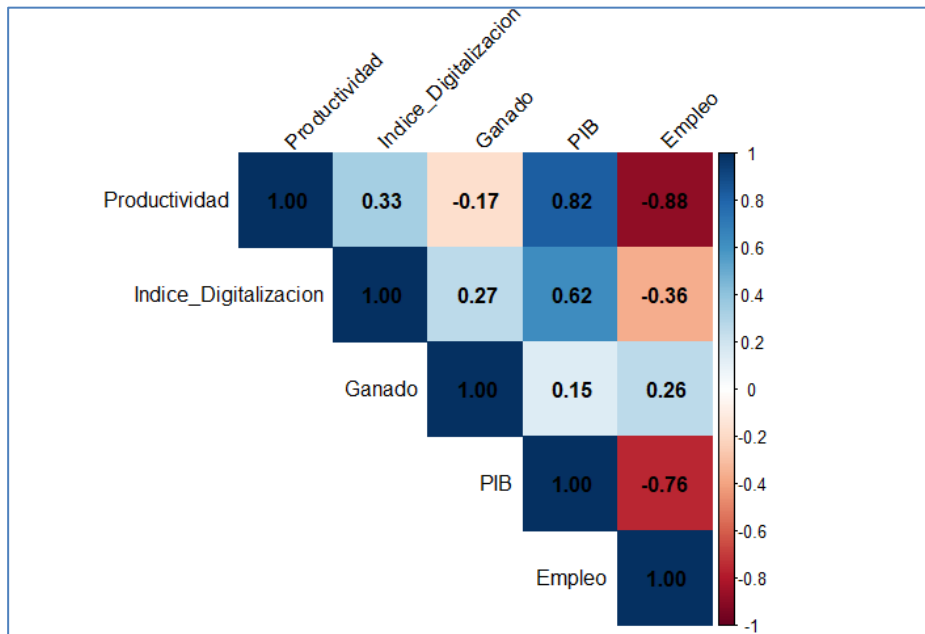
El inventario ganadero exhibió una relación débil, con la productividad y con las demás variables, este hallazgo indica que, el tamaño del hato, por sí solo, no explica de manera suficiente, las diferencias productivas observadas, entre los países. La eficiencia en el uso de los recursos, y las

condiciones económicas, parecen tener una influencia más relevante que la cantidad de animales disponible.

También destaca la asociación positiva, entre digitalización, y PIB, los países con mejores condiciones económicas, tendieron a presentar, mayores niveles de conectividad, y adopción tecnológica, lo que evidencia una interacción estrecha, entre desarrollo económico, y transformación digital; en contraste, la correlación negativa, entre empleo agrícola y PIB, refuerza la existencia de diferencias estructurales, entre economías más modernas, y aquellas con una mayor dependencia de actividades tradicionales.

Figura 4.

Correlación entre las variables evaluadas



La figura 5, muestra dos comportamientos distintos. Por un lado, el gráfico de crecimiento de la productividad, presenta una trayectoria prácticamente plana, para todos los países, sin variaciones apreciables a lo largo del período analizado. Este resultado sugiere que, las tasas de crecimiento calculadas, no reflejan cambios relevantes entre años o, alternatively, que existe una limitada variación en el indicador representada, la estabilidad observada, evidencia que debe interpretarse con cautela, y contrastarse, con los datos originales, antes de extraer conclusiones sobre la dinámica productiva.

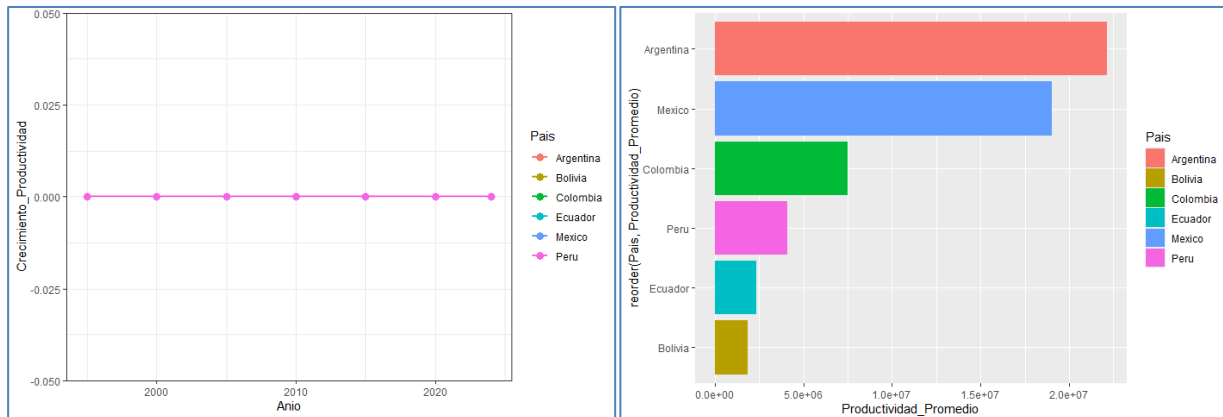
En contraste, la productividad promedio, revela diferencias sustanciales entre los países; Argentina, lidera claramente el conjunto analizado, seguida de México, ambos con niveles de producción muy superiores al resto, esta posición refleja una mayor capacidad productiva, y una estructura pecuaria más desarrollada, en comparación con las demás economías incluidas en el estudio.

Colombia, ocupa una posición intermedia, distante de los dos líderes, pero por encima de Perú, Ecuador y Bolivia. A su vez, Perú presenta un desempeño moderado, mientras que Ecuador y Bolivia, registran los valores promedio más bajos. Estas diferencias, evidencian una marcada heterogeneidad regional, donde la producción pecuaria se concentra en un número reducido de países, con mayor escala de operación.

En términos generales, la figura 5, permite identificar una estructura productiva desigual, dentro de América Latina, mientras algunos países concentran gran parte de la producción pecuaria, otros mantienen niveles considerablemente menores. Esta distribución refuerza la existencia de brechas productivas persistentes, y respalda la necesidad de profundizar el análisis de los factores económicos, tecnológicos y estructurales, que podrían explicar dichas diferencias entre países.

Figura 5.

Crecimiento y productividad promedio



Discusión

Los resultados obtenidos evidencian una marcada heterogeneidad, en la productividad pecuaria entre los países analizados. Argentina y México, concentraron los niveles más altos de producción durante todo el período de estudio, mientras que Bolivia y Ecuador, registraron valores considerablemente menores. Esta diferencia, sugiere la existencia de capacidades productivas

desiguales, asociadas no solo con la disponibilidad de recursos pecuarios, sino también con factores vinculados a infraestructura, acceso tecnológico, y desarrollo económico. En este contexto, la literatura reciente señala que, la transformación digital constituye un elemento, cada vez más relevante, para explicar las brechas de productividad en los sistemas agropecuarios, ya que favorece procesos de monitoreo, automatización y toma de decisiones, basadas en datos (Fuentes-Peñailillo et al., 2024; S. Wang et al., 2025).

La evolución temporal, mostró un crecimiento paralelo, entre la productividad pecuaria, y el índice de digitalización. Aunque esta evidencia descriptiva, no permite establecer una relación causal, sí revela una trayectoria convergente entre ambas variables. Diversos estudios coinciden en que, la incorporación de tecnologías digitales, incrementa la eficiencia operativa, mejora la gestión de recursos, y fortalece la capacidad de respuesta, frente a riesgos productivos (Long et al., 2025; Ren & Zhao, 2025). Vărzaru (2025) sostiene que, la denominada revolución digital agrícola, está transformando progresivamente los sistemas de producción, mediante herramientas asociadas a inteligencia artificial, internet de las cosas, y agricultura de precisión. De igual forma, Bocean (2024) encontró que la expansión de las tecnologías de información y comunicación, mantiene una relación positiva, con la productividad agrícola en distintos contextos geográficos, especialmente cuando existe un entorno institucional y económico, favorable para su adopción.

Otro hallazgo relevante, corresponde a la correlación positiva, observada entre digitalización y productividad. Aunque la intensidad de la asociación fue moderada, la tendencia sugiere que los países con mayores niveles de conectividad, y acceso tecnológico, alcanzan mejores resultados productivos. Esta evidencia coincide, con los planteamientos de W. Wang et al. (2025), quienes destacan que las tecnologías digitales, facilitan el acceso a información estratégica, reducen costos de transacción, y fortalecen los procesos de gestión agrícola. Asimismo, Remondino y Zanin (2022) argumentan que, la digitalización genera impactos económicos significativos, al optimizar el uso de insumos, y mejorar la coordinación dentro de las cadenas agroalimentarias.

La relación positiva entre productividad, y PIB per cápita, refuerza la importancia del contexto económico en el desempeño agropecuario. Los países con mayores niveles de ingreso, tendieron a registrar, una producción pecuaria más elevada, lo que puede interpretarse como, una consecuencia de mejores condiciones de inversión, mayor disponibilidad de infraestructura, y una capacidad superior, para incorporar innovación tecnológica. Este resultado coincide con Liao et al. (2026), quienes identificaron que el impacto de las tecnologías digitales, sobre la productividad, suele

potenciarse en entornos con mayores niveles de capital humano, y desarrollo económico, en consecuencia, la digitalización, parece actuar de manera complementaria a otros factores estructurales, más que como un elemento aislado.

En contraste, el empleo agrícola, presentó una relación negativa con la productividad. Este comportamiento sugiere que, una mayor participación de la fuerza laboral en actividades agrícolas, no necesariamente, se traduce en mayores niveles de producción. Por el contrario, los resultados indican que, los sistemas productivos más eficientes, tienden a apoyarse en procesos tecnificados, y en una utilización más intensiva de tecnología. Esta interpretación guarda coherencia, con la transición descrita por Dayioğlu y Turker (2021), quienes señalan que la agricultura digital, modifica progresivamente, los modelos tradicionales de producción, mediante soluciones tecnológicas que reducen la dependencia de procesos manuales, y favorecen una utilización más eficiente de los recursos disponibles.

Un aspecto particularmente interesante, es la débil asociación observada, entre el tamaño del inventario ganadero, y la productividad. Este resultado sugiere que, la cantidad de animales no constituye, por sí sola, un indicador suficiente, para explicar el desempeño productivo. La literatura reciente sobre ganadería de precisión destaca que el uso de sensores, sistemas inteligentes de monitoreo, y herramientas predictivas, puede incrementar la eficiencia sin necesidad de expandir significativamente, el tamaño de los rebaños (Tangorra et al., 2024; Tedeschi et al., 2026). Neethirajan (2023) sostiene que las tecnologías digitales, permiten optimizar el manejo sanitario, nutricional y reproductivo, de los animales, lo que se traduce en mejoras de productividad, y sostenibilidad.

Las diferencias observadas en la distribución de la digitalización, también merecen atención, aunque todos los países experimentaron avances, la intensidad del proceso fue desigual. Esta situación coincide con los hallazgos reportados por McCampbell (2022), quien identificó que la disponibilidad de infraestructura digital, las capacidades técnicas, y las condiciones institucionales, continúan siendo factores determinantes, para la adopción tecnológica en los países de ingresos medios y bajos. La persistencia de estas brechas, podría limitar la capacidad de algunas economías, para capitalizar plenamente los beneficios asociados a la transformación digital del sector agropecuario.

Conclusiones

La evidencia obtenida confirma que, la agroindustria pecuaria latinoamericana, presenta marcadas diferencias entre países, tanto en términos de productividad, como de desarrollo digital. Argentina y México, concentraron los niveles más elevados de producción, mientras que Bolivia y Ecuador, mostraron desempeños más modestos. Este comportamiento refleja, una estructura regional heterogénea, donde las capacidades productivas, no evolucionan bajo las mismas condiciones económicas y tecnológicas.

El análisis temporal, permitió identificar una tendencia general de crecimiento de la productividad pecuaria, acompañada por una expansión progresiva de la digitalización. Aunque la intensidad de este proceso, varió entre países, los resultados sugieren que, la incorporación de tecnologías digitales, forma parte de la transformación estructural que actualmente experimenta el sector agropecuario en América Latina.

La relación positiva observada, entre digitalización, y productividad, respalda la idea de que el acceso a tecnologías de información, conectividad y herramientas digitales, puede favorecer un entorno más eficiente para la producción pecuaria. Si bien la digitalización, no explica por sí sola las diferencias productivas existentes, los hallazgos indican, que constituye un factor que acompaña y fortalece, los procesos de modernización sectorial.

El PIB per cápita, también mostró una asociación favorable con la productividad, lo que evidencia que, los países con mejores condiciones económicas, poseen mayores oportunidades, para invertir en innovación, infraestructura, y tecnología. Como consecuencia, el crecimiento productivo, parece depender, no solo de los recursos pecuarios disponibles, sino también de la capacidad de cada economía, para generar entornos propicios para la adopción tecnológica.

Por otra parte, la relación negativa entre empleo agrícola, y productividad, sugiere que los sistemas más productivos, tienden a sustentarse en esquemas con mayor nivel de tecnificación, y eficiencia operativa. Este resultado pone de manifiesto que, el aumento de la producción no necesariamente requiere una mayor participación de mano de obra, sino una utilización más estratégica de los recursos disponibles.

Finalmente, el inventario ganadero, presentó una asociación limitada con la productividad. Este hallazgo indica que, el tamaño del hato no constituye un determinante suficiente del desempeño productivo. La eficiencia de los procesos, la incorporación tecnológica, y el contexto económico,



parecen ejercer una influencia, más relevante sobre los resultados alcanzados por la agroindustria pecuaria.

En investigaciones futuras, resultaría pertinente incluir un mayor número de países, y períodos de observación, así como aplicar modelos dinámicos que permitan evaluar los efectos de largo plazo, de la digitalización, sobre la productividad pecuaria. Este enfoque contribuiría a comprender con mayor profundidad, los mecanismos que explican la transformación digital del sector, y su impacto sobre la competitividad agroindustrial en América Latina.

Referencias Bibliográficas

- Ayim, C., Kassahun, A., Addison, C., & Tekinerdogan, B. (2022). Adoption of ICT innovations in the agriculture sector in Africa: A review of the literature. *Agriculture & Food Security*, 11(1), 22. <https://doi.org/10.1186/s40066-022-00364-7>
- Bakar, K. B. A., Zuhra, F. T., Isyaku, B., & Sulaiman, S. B. (2023). A Review on the Immediate Advancement of the Internet of Things in Wireless Telecommunications. *IEEE Access*, 11, 21020-21048. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3250466>
- Bertoglio, R., Corbo, C., Renga, F. M., & Matteucci, M. (2021). The Digital Agricultural Revolution: A Bibliometric Analysis Literature Review. *IEEE Access*, 9, 134762-134782. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3115258>
- Bocean, C. G. (2024). A Cross-Sectional Analysis of the Relationship between Digital Technology Use and Agricultural Productivity in EU Countries. *Agriculture*, 14(4), 519. <https://doi.org/10.3390/agriculture14040519>
- Dayioğlu, M. A., & Turker, U. (2021). Digital Transformation for Sustainable Future - Agriculture 4.0: A review. *Tarım Bilimleri Dergisi*. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.986431>



- Dayoub, M., Shnaigat, S., Tarawneh, R., Al-Yacoub, A., Al-Barakeh, F., & Al-Najjar, K. (2024). Enhancing Animal Production through Smart Agriculture: Possibilities, Hurdles, Resolutions, and Advantages. *Ruminants*, 4(1), 22-46. <https://doi.org/10.3390/ruminants4010003>
- Fatima, Z., Tanveer, M. H., Waseemullah, Zardari, S., Naz, L. F., Khadim, H., Ahmed, N., & Tahir, M. (2022). Production Plant and Warehouse Automation with IoT and Industry 5.0. *Applied Sciences*, 12(4), 2053. <https://doi.org/10.3390/app12042053>
- Fuentes-Peñailillo, F., Gutter, K., Vega, R., & Silva, G. C. (2024). Transformative Technologies in Digital Agriculture: Leveraging Internet of Things, Remote Sensing, and Artificial Intelligence for Smart Crop Management. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 13(4), 39. <https://doi.org/10.3390/jsan13040039>
- Galvez, D. P. C., & Revinova, S. (2025). Assessing Digital Technology Development in Latin American Countries: Challenges, Drivers, and Future Directions. *Digital*, 5(2), 20. <https://doi.org/10.3390/digital5020020>
- Kaur, U., Malacco, V. M. R., Bai, H., Price, T. P., Datta, A., Xin, L., Sen, S., Nawrocki, R. A., Chiu, G., Sundaram, S., Min, B.-C., Daniels, K. M., White, R. R., Donkin, S. S., Brito, L. F., & Voyles, R. M. (2023). Invited review: Integration of technologies and systems for precision animal agriculture—a case study on precision dairy farming. *Journal of Animal Science*, 101, skad206. <https://doi.org/10.1093/jas/skad206>
- Liao, S., Yang, C., & Zhang, Y. (2026). The Positive Impact of the Digital Economy on the Coordinated Development of the Rural Economy–Environment: Evidence from China. *Agriculture*, 16(3), 322. <https://doi.org/10.3390/agriculture16030322>



-
- Long, H., Zhang, H., Wu, T., & Han, J. (2025). The Effect of Resource Restructuring on Supply Chain Resilience in the Context of Digital Transformation. *Systems*, 13(5), 324. <https://doi.org/10.3390/systems13050324>
- Losacco, C., Pugliese, G., Forte, L., Tufarelli, V., Maggiolino, A., & De Palo, P. (2025). Digital Transition as a Driver for Sustainable Tailor-Made Farm Management: An Up-to-Date Overview on Precision Livestock Farming. *Agriculture*, 15(13), 1383. <https://doi.org/10.3390/agriculture15131383>
- McCampbell. (2022). *Agricultural digitalization and automation in low- and middle-income countries: Evidence from ten case studies*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc2914en>
- Morán-Santamaría, R. O., Llonto-Caicedo, Y., Vela-Meléndez, L., Chura-Lucar, R. G. A., Arias-Gonzales, H. P., Neyra-Panta, M. J., Castilla-Jibaja, L., Chombo-Jaco, J. A., Silva-Guevara, J. E., Llanos-Vásquez, A. D. N., Cúneo-Fernández, F. E., Paredes-Olano, D. M. D. J., Pisco-Cueva, A. M., Jiménez-Garay, O. D., & Gonzales-Alvarado, A. C. (2026). Agro-Exports and Economic Growth: A Case Study of Lambayeque, Peru (2010–2023). *Sustainability*, 18(3), 1326. <https://doi.org/10.3390/su18031326>
- Neethirajan, S. (2023). Artificial Intelligence and Sensor Technologies in Dairy Livestock Export: Charting a Digital Transformation. *Sensors*, 23(16), 7045. <https://doi.org/10.3390/s23167045>
- Rajkhowa, P., & Baumüller, H. (2024). Assessing the potential of ICT to increase land and labour productivity in agriculture: Global and regional perspectives. *Journal of Agricultural Economics*, 75(2), 477-503. <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12566>



-
- Reitano, M., Segovia, M. S., & Nayga, R. M. (2025). A systematic review on the impact of Artificial Intelligence in the agri-food supply chain. *Food Policy*, 137, 102983. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2025.102983>
- Remondino, M., & Zanin, A. (2022). Logistics and Agri-Food: Digitization to Increase Competitive Advantage and Sustainability. Literature Review and the Case of Italy. *Sustainability*, 14(2), 787. <https://doi.org/10.3390/su14020787>
- Ren, X., & Zhao, N. (2025). The risk management of customized product supply chains based on digital twin technology. *International Journal of Production Research*, 63(24), 10490-10516. <https://doi.org/10.1080/00207543.2025.2552293>
- Rolandi, S., Brunori, G., Bacco, M., & Scotti, I. (2021). The Digitalization of Agriculture and Rural Areas: Towards a Taxonomy of the Impacts. *Sustainability*, 13(9), 5172. <https://doi.org/10.3390/su13095172>
- Sili, M., & Dürr, J. (2022). Bioeconomic Entrepreneurship and Key Factors of Development: Lessons from Argentina. *Sustainability*, 14(4), 2447. <https://doi.org/10.3390/su14042447>
- Tangorra, F. M., Buoio, E., Calcante, A., Bassi, A., & Costa, A. (2024). Internet of Things (IoT): Sensors Application in Dairy Cattle Farming. *Animals*, 14(21), 3071. <https://doi.org/10.3390/ani14213071>
- Tedeschi, L. O., Guarnido-Lopez, P., Menendez Iii, H. M., & Seo, S. (2026). – Invited Review – Advancing precision livestock farming: Integrating artificial intelligence and emerging technologies for sustainable livestock management. *Animal Bioscience*, 39(4), 250289. <https://doi.org/10.5713/ab.25.0289>



-
- Vărzaru, A. A. (2025). Digital Revolution in Agriculture: Using Predictive Models to Enhance Agricultural Performance Through Digital Technology. *Agriculture*, 15(3), 258. <https://doi.org/10.3390/agriculture15030258>
- Vlaicu, P. A., Gras, M. A., Untea, A. E., Lefter, N. A., & Rotar, M. C. (2024). Advancing Livestock Technology: Intelligent Systemization for Enhanced Productivity, Welfare, and Sustainability. *AgriEngineering*, 6(2), 1479-1496. <https://doi.org/10.3390/agriengineering6020084>
- Wang, S., Yang, Y., Yin, H., Zhao, J., Wang, T., Yang, X., Ren, J., & Yin, C. (2025). Towards Digital Transformation of Agriculture for Sustainable Development in China: Experience and Lessons Learned. *Sustainability*, 17(8), 3756. <https://doi.org/10.3390/su17083756>
- Wang, W., Li, Z., & Meng, Q. (2025). Digital Transformation Drivers, Technologies, and Pathways in Agricultural Product Supply Chains: A Comprehensive Literature Review. *Applied Sciences*, 15(19), 10487. <https://doi.org/10.3390/app151910487>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.