

Aplicación del test Apgar en lechones: relevancia productiva y perspectivas en la evaluación neonatal porcina

The use of the Apgar test in piglets: its significance for production and prospects for neonatal assessment in pigs

Aplicação do teste de Apgar em leitões: relevância produtiva e perspectivas na avaliação neonatal suína

Cruz Concha Daniel Ismael¹
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López
daniel.cruz.0220@espam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0005-1507-5915>




Luzuriaga Muñoz Melissa Mishell²
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López
melissa.luzuriaga.0220@espam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0008-6798-6106>



Alcívar Martínez Marco Antonio³
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López
marco.alcivar@espam.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0003-7292-6099>



 DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v7/n1/1542>

Como citar:

Cruz Concha, D. I., Luzuriaga Muñoz, M. M., & Alcívar Martínez, M. A. (2026). *Aplicación del test Apgar en lechones: relevancia productiva y perspectivas en la evaluación neonatal porcina*. *Código Científico Revista de Investigación*. 7(1), 858-887.

Recibido: 08/03/2026

Aceptado: 04/04/2026

Publicado: 30/06/2026

Resumen

La alta mortalidad de lechones en los primeros días posparto afecta la supervivencia y el desempeño productivo, el test Apgar permite identificar tempranamente lechones en riesgo y guiar intervenciones iniciales para mejorar su desarrollo. La investigación mantuvo el objetivo de analizar la aplicación del test Apgar en la evaluación de la viabilidad neonatal en lechones. Se desplegó una investigación documental de enfoque descriptivo, apoyada de los métodos deductivo y analítico. La búsqueda de información se realizó en repositorios bibliográficos, aplicando la técnica de análisis documental de artículos de alto impacto, en donde se incluyó artículos científicos en español, inglés y portugués publicados entre 2015 y 2025, cada fuente fue evaluada críticamente en cuanto a solidez teórica, coherencia y pertinencia temática, la evidencia recopilada se procesó de manera descriptiva y se organizó en ejes temáticos dentro de un marco conceptual. Se recogieron los datos e información representadas en tablas conceptuales y registradas en las referencias generales. Los resultados muestran que el índice Apgar porcino permite evaluar integralmente el estado funcional del neonato, identificar lechones en riesgo fisiológico o metabólico y anticipar necesidades de intervención temprana, lo que facilita la planificación de estrategias de manejo orientadas a mejorar la supervivencia y el desempeño productivo. Se concluye que el test Apgar porcino trasciende la evaluación de vitalidad, al constituirse en una herramienta clave para vincular el estado neonatal con la transferencia de inmunidad pasiva y la adaptación temprana, permitiendo priorizar lechones que requieren atención específica y fortalecer estrategias de manejo adaptativo en las primeras horas de vida.

Palabras clave: Evaluación neonatal porcina, vitalidad neonatal, supervivencia temprana, transferencia de inmunidad pasiva, manejo neonatal.

Abstract

High piglet mortality in the first few days after birth affects survival and productive performance. The Apgar score allows for the early identification of at-risk piglets and guides initial interventions to improve their development. This research aimed to analyze the application of the Apgar score in evaluating neonatal viability in piglets. A descriptive, documentary research approach was employed, supported by deductive and analytical methods. Information was gathered from bibliographic repositories using a documentary analysis technique focused on high-impact articles. Scientific articles in Spanish, English, and Portuguese published between 2015 and 2025 were included. Each source was critically evaluated for theoretical rigor, coherence, and thematic relevance. The collected evidence was processed descriptively and organized into thematic axes within a conceptual framework. Data and information were compiled and presented in conceptual tables and recorded in the general references. The results show that the porcine Apgar score allows for a comprehensive assessment of the neonate's functional status, identification of piglets at physiological or metabolic risk, and anticipation of the need for early intervention. This facilitates the planning of management strategies aimed at improving survival and productive performance. It is concluded that the porcine Apgar test transcends the evaluation of vitality, becoming a key tool for linking neonatal status with the transfer of passive immunity and early adaptation. This allows for prioritizing piglets that require specific attention and strengthening adaptive management strategies in the first hours of life.

Keywords: Neonatal assessment of piglets, neonatal vitality, early survival, transfer of passive immunity, neonatal management.

Resumo

A alta mortalidade de leitões nos primeiros dias de vida afeta a sobrevivência e o desempenho produtivo. O índice de Apgar permite a identificação precoce de leitões em risco e orienta intervenções iniciais para melhorar seu desenvolvimento. Esta pesquisa teve como objetivo analisar a aplicação do índice de Apgar na avaliação da viabilidade neonatal em leitões. Foi empregada uma abordagem descritiva e documental, apoiada por métodos dedutivos e analíticos. As informações foram coletadas de bases de dados bibliográficas utilizando uma técnica de análise documental focada em artigos de alto impacto. Foram incluídos artigos científicos em espanhol, inglês e português, publicados entre 2015 e 2025. Cada fonte foi avaliada criticamente quanto ao rigor teórico, coerência e relevância temática. As evidências coletadas foram processadas descritivamente e organizadas em eixos temáticos dentro de uma estrutura conceitual. Os dados e informações foram compilados e apresentados em tabelas conceituais e registrados nas referências gerais. Os resultados mostram que o índice de Apgar suíno permite uma avaliação abrangente do estado funcional do neonato, a identificação de leitões em risco fisiológico ou metabólico e a antecipação da necessidade de intervenção precoce. Isso facilita o planejamento de estratégias de manejo voltadas para a melhoria da sobrevivência e do desempenho produtivo. Conclui-se que o teste de Apgar suíno transcende a avaliação da vitalidade, tornando-se uma ferramenta fundamental para relacionar o estado neonatal com a transferência de imunidade passiva e a adaptação precoce. Isso permite priorizar os leitões que necessitam de atenção específica e fortalecer as estratégias de manejo adaptativo nas primeiras horas de vida.

Palavras-chave: Avaliação neonatal suína, vitalidade neonatal, sobrevivência precoce, transferência de imunidade passiva, manejo neonatal.

Introducción

La producción porcina ha experimentado una evolución significativa a nivel global, gracias a mejoras en el manejo y la genética, sin embargo, la elevada mortalidad neonatal sigue siendo uno de los retos más críticos, con un impacto directo en la rentabilidad de las granjas (Tucker et al., 2021; Valdés et al., 2022; Bienboire et al., 2023). Se estima que entre el 15% y el 25% de los lechones nacidos vivos mueren antes del destete, ocurriendo el 80% de estas defunciones en las primeras 72 horas de vida debido a fallos en la adaptación fisiológica inmediata (Tucker et al., 2022; Valdés et al., 2022; Farmer y Edwards, 2022)

A pesar de los avances, la literatura científica coincide en que la supervivencia depende críticamente de las estrategias implementadas en los primeros minutos post parto para reducir las pérdidas por hipotermia y asfixia (Diehl et al., 2022; Brasil et al., 2023; Bienboire et al., 2023). Existe una contradicción relevante en los sistemas de producción modernos respecto a la evaluación del neonato, mientras que tradicionalmente se ha priorizado el peso al nacimiento como único indicador, la evidencia actual sugiere que la duración del parto y el orden de nacimiento son factores más determinantes de la hipoxia y la rotura prematura del cordón umbilical (Crespo y Gadea, 2021; Tucker et al., 2021; Brasil et al., 2023).

Al comparar estos factores, se analiza que el incremento de la prolificidad en las líneas genéticas actuales genera camadas tan numerosas que el peso pierde precisión frente a la viabilidad (Brito et al., 2023). Esta realidad muestra que es necesario utilizar instrumentos de diagnóstico funcionales que posibiliten evaluar el estado del lechón más allá de su tamaño corporal (Farmer y Edwards, 2022; Valdés et al., 2022).

El test de Apgar, que ha sido adaptado desde la medicina humana a la especie porcina, se muestra como un método fiable y estandarizado para determinar la viabilidad mediante el análisis de indicadores tales como los reflejos, el empeño respiratorio, la frecuencia del corazón y la coloración cutánea (Farmer y Edwards, 2022; Almeida et al., 2023). Este índice, no solo contribuye a detectar lechones en riesgo, sino que también posibilita una toma de decisiones eficaz para garantizar el encalostramiento temprano, elemento fundamental para la supervivencia postnatal (Ehrhardt et al., 2023; Caetano et al., 2024; Szabó et al., 2025).

Para los autores Prado-Carpio, E. C., et al. (2025), quienes emiten la siguiente reflexión, “Un objetivo bien formulado debe ser específico, alcanzable y alineado con el nivel de profundidad exigido por el tipo de producción académica” ... , Con base en esta problemática, el objetivo del presente estudio fue analizar la aplicación del test Apgar en la evaluación de la

viabilidad neonatal en lechones, abordando sus fundamentos fisiológicos y su adaptación en la especie porcina. Asimismo, se buscó fundamentar la literatura científica sobre el uso del test Apgar para mejorar el bienestar y la productividad. En este contexto, se plantea la siguiente hipótesis teórica:

H1: El índice Apgar porcino constituye un indicador integral de la vitalidad neonatal, al reflejar de manera conjunta alteraciones fisiológicas, metabólicas y conductuales asociadas al compromiso hipóxico intraparto.

H0: El índice Apgar porcino no constituye un indicador integral de la vitalidad neonatal, al reflejar de manera conjunta alteraciones fisiológicas, metabólicas y conductuales asociadas al compromiso hipóxico intraparto

Esta investigación plantea una delimitación importante que se traduce en interrogantes para el direccionamiento preliminar, estas preguntas de investigación se formulan de la siguiente manera ¿La variable peso en el nacimiento del neonato porcino es la única razón de la mortalidad? Por otro lado, es importante determinar si ¿Hay otros factores que influyen en el nacimiento del neonato porcino y terminan en mortalidad?

Metodología

Para la ejecución de esta investigación se han aplicado los métodos Analítico – deductivo, en vista que dichos métodos presentan las prestaciones idóneas para sintetizar la bibliografía disponible, tal como aduce los autores (Rodríguez & Pérez, 2017, p. 14), El método analítico consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. Dicha particularidad permitió analizar las variables que influyen en el neonatoporcino y con ello identificar otros factores influyentes, por otro lado la metodología deductiva, textualmente ilustra que “el método

deductivo extrae una conclusión particular a partir de premisas generales. Es el razonamiento que establece que, si las premisas son ciertas, la conclusión también lo será" (Bernal, 2016, p. 59), esta particularidad sirvió para resolver la delimitación de las preguntas de investigación planteadas.

Respecto a la técnica de investigación utilizada se establece que el análisis documental es la principal fuente de aplicabilidad, en este sentido permitió recopilar el estado del arte, el marco conceptual y marco teórico.

El estudio se desarrolló bajo un enfoque no experimental y de carácter documental, enmarcado en una revisión narrativa de la literatura científica, sustentada en la recopilación, análisis e integración de información previamente publicada. Desde una perspectiva cualitativa, esta es la razón por la cual no se ha utilizado estadística de ningún tipo, en consecuencia, se orientó a examinar los fundamentos fisiológicos, metabólicos y conductuales asociados a la viabilidad neonatal en lechones, así como la aplicación del índice Apgar en sistemas de producción porcina.

El estudio adoptó un alcance descriptivo, lo que permitió organizar, interpretar y sintetizar la evidencia disponible, con el fin de ofrecer una visión integral del estado funcional neonatal porcino, asimismo, se emplearon los métodos analítico, deductivo y documental para la revisión, interpretación y tratamiento de la información de la información científica recopilada.

La estrategia de búsqueda bibliográfica se estructuró de manera sistemática con el fin de identificar literatura científica relevante publicada en español, inglés y portugués, garantizando una cobertura amplia del tema, la investigación se realizó en bases de datos indexadas, entre ellas Web of Science, Scopus, Google Académico, SciELO, ScienceDirect y Veterinary Source.

Para la recuperación de la información se emplearon combinaciones de palabras clave mediante operadores booleanos (AND, OR), utilizando en inglés los términos: (“Apgar score” OR “Apgar test”) AND (“neonatal viability” OR “newborn survival”) AND (“piglets” OR “newborn pigs”). De forma suplementaria, se incorporaron términos equivalentes en español y portugués relacionados con la viabilidad neonatal, el test de Apgar y los parámetros fisiológicos en lechones.

Como criterios de inclusión, se adoptaron artículos científicos publicados en idioma español, inglés y portugués entre los años 2015 y 2025, de manera excepcional, se consideraron investigaciones previas que aportaran fundamentos teóricos relevantes para la comprensión de la viabilidad neonatal. Se incluyeron estudios enfocados en la evaluación de la vitalidad en lechones recién nacidos, particularmente aquellos que emplearon el índice de Apgar u otros indicadores fisiológicos, metabólicos o conductuales, así como investigaciones relacionadas con la supervivencia neonatal, la adaptación al nacimiento y los factores perinatales asociados.

Como criterios de exclusión, se descartaron publicaciones que no correspondieran a la especie porcina o que abordaran temáticas ajenas a la viabilidad neonatal, asimismo, se excluyeron documentos sin rigor científico, estudios con información insuficiente para su análisis y aquellos que no presentaran resultados relevantes en relación con los objetivos de la investigación.

Durante la fase de revisión bibliográfica se identificaron un total de 123 artículos, de los cuales 63 cumplieron con los criterios de inclusión establecidos y fueron considerados para el desarrollo del análisis narrativo. Se excluyeron documentos como tesis, disertaciones, informes técnicos y otras fuentes sin respaldo científico verificable, con el propósito de garantizar la solidez académica del estudio. Pese a que no se aplicó un cribado o esquema formal de evaluación metodológica, se empleó una valoración crítica de cada fuente,

atendiendo a su consistencia teórica, claridad expositiva y pertinencia en función del objetivo de la investigación.

La evidencia científica recopilada se organizó a treves de seis ejes temáticos que direccionaron el desarrollo de la narrativa planteada. En primera instancia se examinó la dinámica de la transición cardiorrespiratoria en el neonato porcino y las alteraciones derivadas de la hipoxia intraparto. Así mismo se investigaron los fundamentos funcionales que sustentan la operacionalización del estado vital a través del índice Apgar porcino. Posteriormente, se analizó la relación entre este índice y los biomarcadores asociados al estrés hipóxico y al equilibrio metabólico.

En un cuarto eje, se abordó su capacidad predictiva en relación con la supervivencia neonatal temprana. Conjuntamente se exploró la interacción entre la vitalidad del lechón, la transferencia de inmunidad pasiva y la eficiencia en la ingestión de calostro. Finalmente, se consideró la aplicación del índice Apgar dentro de protocolos de intervención orientados al bienestar y manejo neonatal en sistemas de producción porcina.

Resultados

Dinámica de la transición cardiorrespiratoria neonatal y disrupción hipóxica intraparto en lechones.

La transición del medio intrauterino al extrauterino en el lechón constituye un proceso fisiológico crítico, este se caracteriza por la rápida reorganización de los sistemas cardiorrespiratorio y metabólico en el animal ((Michel & Lowe, 2017; Macdonald et al., 2020). Hooper et al. (2019) y Diehl et al. (2022) señalan que, durante el desarrollo fetal, el intercambio gaseoso depende únicamente de la placenta, no obstante, al momento del nacimiento, se requiere la activación inmediata de la respiración pulmonar, la expansión alveolar y la

redistribución del flujo sanguíneo, con el cierre funcional de los cortocircuitos fetales y el establecimiento de una circulación independiente (Schrauben et al., 2021; Macdonald et al., 2020). Este proceso demanda una adecuada oxigenación tisular y una eficiente regulación neurofisiológica (Diehl et al., 2022).

En condiciones normales, la estimulación mecánica y térmica asociada al parto desencadena la activación del centro respiratorio, promoviendo la ventilación pulmonar efectiva (O'Reilly et al., 2023). No obstante, en sistemas porcinos intensivos, factores como la prolongación del parto, la elevada prolificidad y la compresión del cordón umbilical incrementan la probabilidad de asfixia intraparto (Langendijk & Plush, 2019; Zhao et al., 2022). Esta condición conduce a un estado de hipoxia e hipercapnia, acompañado de acidosis metabólica y respiratoria, lo que compromete la función celular y la viabilidad del neonato (Remzsó et al., 2020).

La disrupción hipóxica afecta directamente la dinámica cardiorrespiratoria, generando patrones respiratorios irregulares o ausentes, disminución de la frecuencia cardíaca y alteraciones en la perfusión periférica (Soraci et al., 2020). A nivel del sistema nervioso central, la hipoxia limita la excitabilidad neuronal, reduciendo la respuesta a estímulos y el tono muscular (Schulz et al., 2011; De Mello et al., 2021). Estas alteraciones se manifiestan clínicamente en lechones con baja vitalidad, caracterizados por debilidad, escasa movilidad y dificultad para iniciar conductas esenciales como la búsqueda de la ubre (Villanueva et al., 2023).

El incremento de la prolificidad en cerdas maternas ha generado camadas que superan el número de mamas funcionales, aumentando la competencia por calostro y leche entre neonatos (Geiping et al., 2022; Valdez et al., 2025). Esta situación reduce el espacio uterino disponible y la eficiencia placentaria por feto, estableciendo una correlación negativa entre el

número de nacidos y el peso promedio al nacimiento (Antonczyk et al., 2024). La limitación energética prenatal predispone a puntuaciones bajas en el test de Apgar, dado que el neonato carece de sustratos metabólicos necesarios para iniciar una respuesta motora adecuada (Bienboire et al., 2023; Schodl et al., 2019; Tucker et al., 2021).

Adicionalmente, la hipoxia perinatal interfiere con la termorregulación neonatal, debido a la limitada capacidad del lechón para generar calor y a la rápida pérdida térmica tras el nacimiento (Villanueva et al., 2023; Gómez et al., 2022). La combinación de hipoxia e hipotermia exagera el compromiso metabólico, incrementando la utilización de reservas energéticas y reduciendo la disponibilidad de glucosa (Jarratt et al., 2023; Uddin et al., 2022). Esto agrava el estado de debilidad general y disminuye la capacidad de sobrevivir en las primeras horas de vida (Pol et al., 2021).

El neonato porcino enfrenta un desafío homeotérmico crítico debido a su limitada grasa corporal y ausencia de tejido adiposo pardo funcional (Farmer & Edwards, 2022; Amdi et al., 2023; Bienboire et al., 2023). Los lechones de bajo peso o con restricción del crecimiento intrauterino (RCIU) presentan mayor superficie relativa y rápida pérdida de calor (Tucker et al., 2022; Farmer & Edwards, 2022), lo que agota sus reservas de glucógeno hepático en menos de 12 a 16 horas y compromete los reflejos de succión, elevando el riesgo de aplastamiento y mortalidad (Valdés et al., 2022)

En este contexto, la dinámica de la transición neonatal no solo determina la supervivencia inmediata, sino que establece las bases fisiológicas para el desempeño posterior (Steenhorst et al., 2022). La severidad y duración del compromiso hipóxico condicionan la magnitud de las alteraciones funcionales, generando variabilidad en la capacidad adaptativa entre individuos dentro de una misma camada (Diehl et al., 2022). Esta heterogeneidad

representa un factor crítico en sistemas de producción intensiva, donde la eficiencia depende de la supervivencia y uniformidad de los lechones (Lickfett et al., 2025).

Operacionalización del estado vital neonatal: fundamentos funcionales del índice

Apgar porcino

La valoración del estado vital neonatal en lechones ha avanzado hacia la implementación de sistemas de puntuación que permiten traducir respuestas fisiológicas complejas en indicadores clínicos observables y cuantificables (Schodl et al., 2019; Uddin et al., 2022). En este contexto, el índice Apgar porcino se posiciona como una herramienta funcional diseñada para operacionalizar la vitalidad neonatal mediante la integración de parámetros como la actividad respiratoria, la frecuencia cardíaca, el tono neuromuscular, la coloración tisular y la respuesta a estímulos (Probo & Veronesi, 2022; Bienboire et al., 2023). Estos componentes según Islas et al. (2025) reflejan de manera integrada el estado hemodinámico, metabólico y neurológico del neonato, permitiendo una aproximación clínica estructurada a su condición fisiológica.

La evaluación de la viabilidad neonatal ha evolucionado hacia metodologías estandarizadas (Bienboire et al., 2023; Salazar, 2018), inspiradas en el test original de Virginia Apgar (1952) (Almeida et al., 2023; Simon et al., 2024; Gesteiro et al., 2019). Adaptado a porcinos, el índice Apgar cuantifica el vigor neonatal mediante parámetros cardiorrespiratorios, neuromusculares y de respuesta a estímulos (Farmer & Edwards, 2022; Valdés et al., 2022; Chiclla et al., 2021; Shabanov et al., 2023; Thorup et al., 2023), permitiendo identificar lechones en riesgo y priorizar intervenciones de soporte como estimulación respiratoria, secado y asistencia en la ingesta de calostro (Bienboire et al., 2023; Tucker et al., 2021).

De acuerdo con Revermann et al. (2018) y Maksimov et al. (2022) el índice Apgar en sistemas porcinos ha sido adaptado para incorporar variables específicas del comportamiento

y la fisiología del lechón, incluyendo la latencia al inicio de la respiración, la actividad motora espontánea y el acceso temprano a la ubre. Estos elementos permiten no solo evaluar la condición clínica inmediata, sino también inferir la funcionalidad biológica del lechón neonato en términos de supervivencia y competitividad dentro de la camada (Schodl et al., 2019; Islas et al., 2025).

Esta adaptación responde a la necesidad de disponer de herramientas sensibles y aplicables en condiciones de campo, donde la valoración rápida y estandarizada es determinante para la toma de decisiones (Uddin et al., 2022). Desde el enfoque funcional, el índice Apgar trasciende su carácter descriptivo para constituirse como un sistema de clasificación del estado neonatal, la asignación de puntuaciones a cada parámetro estratifica a los lechones según su grado de compromiso fisiológico (Mota et al., 2018; Revermann et al., 2018). Esto resulta clave para la priorización de intervenciones dirigidas, tales como la estimulación respiratoria, el secado inmediato y la asistencia en la ingesta de calostro, optimizando así la viabilidad del neonato (Uddin et al., 2022; Quesnel et al., 2023).

Adicionalmente, la validez del índice Apgar en lechones se sustenta en su capacidad para relacionarse con indicadores fisiológicos subyacentes, particularmente aquellos asociados al estado de oxigenación y al equilibrio metabólico (Mota et al., 2018; Islas et al., 2025). Los estudios de Trujillo et al. (2013); Uddin et al. (2022) y Bracco et al. (2024) han documentado que lechones con puntuaciones reducidas presentan alteraciones en biomarcadores como lactato, glucosa y equilibrio ácido-base, los cuales reflejan el grado de hipoxia y el compromiso energético al nacimiento.

Por otra parte, el valor del índice Apgar no se limita a una evaluación puntual, sino que se extiende a su potencial como indicador dinámico del estado neonatal (Revermann et al., 2018). En general, este permite la operacionalización del estado vital neonatal en donde se

integran dimensiones clínicas, fisiológicas y comportamentales en un único marco evaluativo, consolidándose como un instrumento clave para la caracterización temprana del neonato (Revermann et al., 2018; Schodl et al., 2019 y Uddin et al., 2022).

Asociación del índice Apgar con biomarcadores de estrés hipóxico y homeostasis metabólica.

La utilidad del índice Apgar porcino trasciende la evaluación clínica observable al revelar una estrecha asociación con biomarcadores que reflejan el estado fisiológico interno del lechón al nacimiento, particularmente aquellos vinculados con el estrés hipóxico y la regulación metabólica (Kuligowski et al., 2017; Vannucchi et al., 2018). En este sentido, las variaciones en el puntaje no solo describen la vitalidad externa del neonato, sino que se corresponden con alteraciones bioquímicas que permiten inferir el grado de compromiso fisiológico subyacente (Bracco et al., 2024).

Dentro de estos indicadores, el lactato sanguíneo emerge como un marcador clave del metabolismo anaerobio, cuya elevación refleja la intensidad de la hipoxia experimentada durante el proceso de parto (Uddin et al., 2022). Así, lechones con puntajes reducidos en el índice Apgar tienden a presentar concentraciones elevadas de lactato, evidenciando una transición metabólica forzada hacia vías no oxidativas y, consecuentemente, un estado energético limitado (Iribarren et al., 2022; Mota et al., 2022). Esta condición, según lo descrito por Trujillo (2011) y Skappak (2013), se acompaña de alteraciones en el equilibrio ácido-base, donde la acidosis metabólica constituye una manifestación directa de la acumulación de metabolitos ácidos y de la incapacidad del organismo para restablecer la homeostasis en condiciones de déficit de oxígeno.

En esta misma línea, el estado energético neonatal se ve reflejado en los niveles de glucosa, los cuales tienden a disminuir en lechones con menor vitalidad como resultado del

rápido agotamiento de reservas y de una limitada eficiencia en la movilización de sustratos energéticos (Devillers et al., 2011; Quesnel et al., 2023). Esta situación se ve intensificada por la demora en el acceso al calostro, restringiendo la reposición energética y comprometiendo la recuperación metabólica en las primeras horas postparto (Theil et al., 2014).

Las evidencias descritas respaldan la correspondencia entre el índice Apgar y los biomarcadores fisiológicos, consolidándolo como un indicador funcional del estado del neonato, al reflejar de manera indirecta las alteraciones metabólicas y de oxigenación subyacentes. En esta línea, Bienboire et al. (2023) y Sadeghi et al. (2023) señalan que su aplicación en condiciones de campo no solo facilita una evaluación rápida y objetiva de la vitalidad, sino que también permite inferir el grado de hipoxia, el estado del balance energético y la capacidad adaptativa del lechón en las primeras horas de vida.

Capacidad predictiva del índice Apgar sobre la supervivencia neonatal temprana

La capacidad predictiva del índice Apgar en lechones se sustenta en su aptitud para capturar, de manera temprana, el estado funcional del neonato y su capacidad de respuesta frente a las exigencias del entorno postnatal (Revermann et al., 2018; Maksimov et al., 2022). Este puntaje obtenido al nacimiento no se limita a una valoración estática, sino que adquiere un carácter pronóstico al anticipar la probabilidad de supervivencia durante las primeras horas de vida, periodo crítico en el que se concentran las mayores pérdidas neonatales (Shah et al., 2021; Barreto et al., 2021).

Desde esta perspectiva, la asociación entre puntuaciones reducidas del índice Apgar y una mayor mortalidad neonatal temprana ha sido consistentemente documentada por Veronesi (2016), Mota et al. (2018), Revermann et al. (2018) y Hibarú et al. (2022), quienes coinciden en que este índice actúa como un integrador de múltiples dimensiones funcionales que condicionan el desenlace del neonato. Más allá de reflejar una condición inicial, su valor radica

en identificar limitaciones en la capacidad adaptativa, las cuales se manifiestan en una menor eficiencia para sostener funciones vitales y responder a las demandas del medio extrauterino (Bienboire et al., 2023).

Esta relación adquiere particular relevancia al considerar su expresión a nivel conductual, donde los lechones con menor vitalidad presentan retrasos en la incorporación, menor actividad locomotora y dificultades para acceder oportunamente a la ubre (Maksimov et al., 2022). Tales limitaciones no solo afectan la ingesta de calostro, sino que generan un efecto cascada sobre la disponibilidad energética y la adquisición de inmunidad pasiva, configurando un escenario de mayor vulnerabilidad durante los primeros días de vida (Theil et al., 2014; Quesnel et al., 2023).

En términos operativos, la utilidad del índice Apgar trasciende su función descriptiva al permitir la estratificación de los lechones según su riesgo de mortalidad, lo que introduce un componente operativo relevante en la toma de decisiones (Islas et al., 2025). No obstante, su capacidad predictiva debe interpretarse en interacción con otros factores inherentes al sistema productivo, evitando una visión aislada del neonato y reconociendo la naturaleza multifactorial de la supervivencia en esta etapa (Muns et al., 2013; Revermann et al., 2018; Uddin et al., 2022 y Islas et al., 2025).

Interacción entre vitalidad neonatal, transferencia de inmunidad pasiva y eficiencia en la ingestión de calostro

Para Uddin et al. (2022); Vodolazska et al. (2023); y Quesnel et al. (2023), la interacción entre la vitalidad neonatal y la eficiencia en la ingestión de calostro constituye un eje crítico en la determinación de la supervivencia y estabilidad fisiológica del lechón durante las primeras horas de vida. La condición funcional evaluada al nacimiento no solo define la capacidad inmediata de respuesta del neonato, sino que condiciona su aptitud para iniciar conductas

esenciales orientadas a la obtención de nutrientes y factores inmunológicos (Jenkins & Flowers, 2023; Adi et al., 2025).

Bajo esta premisa, Uddin et al. (2022), Vodolazska et al. (2023) y Quesnel et al. (2023) señalan lechones con mayor vitalidad presentan una incorporación más rápida, mayor actividad locomotora y una interacción más efectiva con el entorno, lo que favorece el acceso temprano a la ubre. Este comportamiento resulta determinante, dado que la ingestión oportuna de calostro constituye la principal vía de adquisición de inmunidad pasiva en porcinos, en ausencia de transferencia placentaria significativa de inmunoglobulinas (Theil et al., 2014).

En contraste, los lechones con baja vitalidad presentan retrasos en la incorporación y una menor capacidad de desplazamiento (Oliviero, 2022). Esta restricción genera un impacto directo sobre la transferencia de anticuerpos, comprometiendo la competencia inmunológica del neonato y aumentando su susceptibilidad a agentes patógenos en un periodo de alta vulnerabilidad (Dividich et al., 2017; Vodolazska et al. 2023). A su vez, la ingesta insuficiente de calostro limita el aporte energético inicial, lo que agrava el estado de debilidad y establece un círculo de desventaja fisiológica difícil de revertir en ausencia de intervención (Maciag et al., 2022).

Durante las primeras horas posparto, la relación entre la vitalidad neonatal, la ingestión de calostro y la transferencia de inmunidad pasiva se configura como un proceso dinámico condicionado por la competencia intra - camada y la disponibilidad de recursos (Peltoniemi et al., 2020; Charneca et al., 2021). Pequeñas diferencias en la vitalidad al nacimiento pueden amplificarse rápidamente, generando divergencias significativas en la capacidad de adaptación y supervivencia entre individuos de una misma camada (Quesnel et al., 2023; Langendijk, 2025).

En este sentido, la evidencia científica sostiene que la eficiencia en la ingestión de calostro no solo determina la adquisición de inmunidad pasiva y la estabilidad metabólica en las primeras horas de vida, sino que también establece las bases del desempeño productivo posterior. Luise et al. (2026) y Huber (2025) señalan que los lechones que logran una ingesta adecuada presentan una mayor disponibilidad energética y una mejor capacidad de adaptación, condiciones que se traducen en una ventaja competitiva durante la lactancia. En consecuencia, las diferencias observadas en la vitalidad neonatal pueden extender sus efectos más allá del periodo inmediato, influyendo en la cinética de crecimiento y en la uniformidad de la camada a lo largo de la fase lactante (De Mello et al., 2021; Bienboire et al., 2023).

Implementación del índice Apgar en protocolos de intervención y bienestar neonatal porcino

En sistemas de producción porcina, el índice Apgar se integra como una herramienta operativa del manejo neonatal inmediato, orientada a estandarizar la evaluación del neonato y dirigir la intervención en tiempo real (Apgar, 1966; Sadeghi et al., 2023). Su aplicación no se limita a la valoración del estado del lechón, sino que forma parte de una secuencia estructurada de acciones que se ejecutan de manera sistemática durante el periodo perinatal (Revermann et al., 2018; Probo & Veronesi, 2022).

Operativamente, el índice se incorpora como un punto inicial de clasificación dentro del protocolo de atención al nacimiento, permitiendo organizar a los lechones según su condición funcional y definir rutas de manejo diferenciadas (Schodl et al., 2019; Maksimov et al., 2022). Mota et al. (2018) y Revermann et al. (2018) señalan que esta clasificación facilita la priorización de intervenciones en escenarios de alta prolificidad, donde la atención simultánea de múltiples neonatos exige criterios claros para la asignación eficiente del tiempo y los recursos disponibles.

En lechones con menor vitalidad, las acciones se orientan a restablecer funciones básicas mediante medidas inmediatas de soporte, como la estimulación para inducir la respiración, la reducción de la pérdida de calor y el aseguramiento del acceso temprano al calostro, aquellos con condición intermedia se establece vigilancia y apoyo selectivo; mientras que los individuos sin alteraciones evidentes siguen el manejo convencional (Farmer & Edwards, 2021; Ventura et al., 2024).

Este esquema de intervención permite estandarizar la respuesta, además, a disminuir la variabilidad en el manejo entre operarios, promoviendo prácticas más consistentes y alineadas con criterios de atención temprana (Mota et al., 2018; Revermann et al., 2018). No obstante, su efectividad depende de su articulación con otros componentes del sistema de manejo, incluyendo la capacitación del personal, la definición clara de procedimientos y la disponibilidad de condiciones adecuadas para la ejecución de las intervenciones (Schodl et al., 2019).

Con el objeto de identificar y ejemplificar de forma integral, se presenta un inventario de las conclusiones más importantes de investigaciones y autores más relevantes.

Tabla 1

Consolidado de criterios de las 10 conclusiones más importantes para la investigación

ITEM	CONCLUSION	AUTOR (S)
1	La transición del medio intrauterino al extrauterino en el lechón constituye un proceso fisiológico crítico, este se caracteriza por la rápida reorganización de los sistemas cardiorrespiratorio y metabólico en el animal.	Michel & Lowe, 2017; Macdonald et al., 2020
2	Durante el desarrollo fetal, el intercambio gaseoso depende únicamente de la placenta, no obstante, al momento del nacimiento, se requiere la activación inmediata de la respiración pulmonar, la expansión alveolar y la redistribución del flujo sanguíneo, con el cierre funcional de los cortocircuitos fetales y el establecimiento de una circulación independiente.	Hooper et al. (2019) y Diehl et al. (2022)
3	Al momento del nacimiento, se requiere la activación inmediata de la respiración pulmonar, la expansión alveolar y la redistribución del flujo sanguíneo, con el cierre funcional de los cortocircuitos fetales y el establecimiento de una circulación independiente.	Schrauben et al., 2021; Macdonald et al., 2020

4	En sistemas porcinos intensivos, factores como la prolongación del parto, la elevada prolificidad y la compresión del cordón umbilical incrementan la probabilidad de asfixia intraparto.	Langendijk & Plush, 2019; Zhao et al., 2022
5	La limitación energética prenatal predispone a puntuaciones bajas en el test de Apgar, dado que el neonato carece de sustratos metabólicos necesarios para iniciar una respuesta motora adecuada.	Bienboire et al., 2023; Schodl et al., 2019; Tucker et al., 2021
6	La combinación de hipoxia e hipotermia exacerba el compromiso metabólico, incrementando la utilización de reservas energéticas y reduciendo la disponibilidad de glucosa.	Jarratt et al., 2023; Uddin et al., 2022
7	El neonato porcino enfrenta un desafío homeotérmico crítico debido a su limitada grasa corporal y ausencia de tejido adiposo pardo funcional.	Farmer & Edwards, 2022; Amdi et al., 2023; Bienboire et al., 2023
8	La vitalidad neonatal mediante la integración de parámetros como la actividad respiratoria, la frecuencia cardíaca, el tono neuromuscular, la coloración tisular y la respuesta a estímulos.	Probo & Veronesi, 2022; Bienboire et al., 2023
9	El índice Apgar cuantifica el vigor neonatal mediante parámetros cardiorrespiratorios, neuromusculares y de respuesta a estímulos ... lechones en riesgo y priorizar intervenciones de soporte como estimulación respiratoria, secado y asistencia en la ingesta de calostro.	Farmer & Edwards, 2022; Valdés et al., 2022; Chiclla et al., 2021; Shabanov et al., 2023; Thorup et al., 2023 Bienboire et al., 2023; Tucker et al., 2021
10	Apgar permite la operacionalización del estado vital neonatal en donde se integran dimensiones clínicas, fisiológicas y comportamentales en un único marco evaluativo, consolidándose como un instrumento clave para la caracterización temprana del neonato.	Revermann et al., 2018; Schodl et al., 2019 y Uddin et al., 2022

Nota. Inventario de conclusiones de estudios de autores referentes al tema

Discusión

Los resultados expresados determinan que la vitalidad neonatal del lechón es un proceso que articula aspectos fisiológicos, metabólicos y conductuales que determinan la adaptación del cerdo en el medio extrauterino (Tucker et al., 2022; Lickfett et al., 2025). Dentro de este contexto, la transición cardiorrespiratoria y la magnitud del compromiso hipóxico intraparto condicionan y configuran el estado funcional inicial del neonato, sobre el cual se despliegan las respuestas adaptativas posteriores del lechón. Esta noción coincide con lo planteado por Revermann et al. (2018) y Uddin et al. (2022), quienes señalan que la variabilidad en la vitalidad neonatal refleja diferencias en la eficiencia de los mecanismos de adaptación temprana, con implicancias directas sobre la supervivencia.

La hipoxia intraparto surge como un factor central en la disrupción del proceso neonatal incidiendo simultáneamente en la función cardiorrespiratoria, el equilibrio ácido-base y la

actividad neuromuscular (Langendijk & Plush, 2019; Van Den Bosch et al., 2023). Si bien los efectos de la hipoxia han sido ampliamente documentados en condiciones experimentales (Schulz et al., 2011; De Mello et al., 2021; Gómez et al., 2022; Villanueva et al., 2023), en sistemas productivos intensivos su impacto se acentúa, debido a que factores como la prolongación del parto y la alta prolificidad aumentan la frecuencia de eventos hipóxicos durante el nacimiento (Ward et al., 2019; Sheffield et al., 2024).

En esta línea, la respuesta del lechón neonato frente a la hipoxia no depende únicamente de su intensidad, sino también de su capacidad para restablecer la homeostasis en un entorno competitivo (Gill, & Cheung, 2015; Sakamoto et al., 2026). Asimismo, este componente adaptativo ha sido señalado en otros modelos de asfixia neonatal, donde la resiliencia cardiovascular y metabólica se reconoce como un determinante clave de la supervivencia (Wagner et al., 2021; Stenersen et al., 2023).

La variabilidad observada en la capacidad de respuesta del neonato frente al desafío hipóxico, no solo evidencia las diferencias en el estado inicial del lechón, sino que también refleja la necesidad de herramientas que integren estos parámetros fisiológicos en una evaluación integral del estado funcional neonatal, en este sentido el índice Apgar porcino no solo es herramienta descriptiva, sino se representa como sistema funcional capaz de integrar múltiples dimensiones del estado neonatal en un indicador único (Probo & Veronesi, 2022; Bienboire et al., 2023; Shabanov et al., 2023; Thorup et al., 2023).

A diferencia de una evaluación clínica aislada, su valor reside en determinar de forma simultánea la respuesta cardiorrespiratoria, neuromuscular, y conductual del lechón, lo que permite tener una aproximación concisa de la condición del neonato, esta capacidad respalda lo propuesto por Revermann et al. (2018); Mota et al. (2018); Maksimov et al. (2022) y Bienboire et al. (2023), quienes destacan que la utilidad del índice Apgar trasciende la

observación clínica al constituirse como un marcador indirecto del estado metabólico y del grado de compromiso hipóxico.

La correlación entre el índice Apgar y los biomarcadores de estrés hipóxico y de homeostasis metabólica (Kuligowski et al., 2017; Vannucchi et al., 2018) respalda su validez como indicador funcional del estado neonatal. En particular, su asociación con el lactato y el equilibrio ácido-base sugiere que las puntuaciones del Apgar reflejan no solo manifestaciones externas de vitalidad, sino también alteraciones metabólicas subyacentes (Mota et al., 2018; Bienboire et al., 2023). Este patrón es consistente con lo descrito por Trujillo-Ortega et al. (2007) y Schulz et al. (2011) para condiciones de hipoxia neonatal, en las que la acumulación de metabolitos anaerobios y la acidosis metabólica se reconocen como factores limitantes en la recuperación postnatal.

En términos productivos y operativos, el empleo del índice Apgar en protocolos de manejo neonatal de producciones porcinas, permite traducir la complejidad fisiológica de este proceso en decisiones prácticas orientadas a la supervivencia de las camadas (Schodl et al., 2019; Maksimov et al., 2022). Bajo esta lógica operativa, la clasificación funcional de los lechones mejora la asignación de intervenciones diferenciadas según su condición funcional, particularmente en sistemas de alta prolificidad donde la limitación de recursos exige criterios de priorización.

En general, el índice Apgar porcino se consolida como una herramienta clínica de estandarización del manejo de camadas en la producción porcina, reduciendo la variabilidad asociada al manejo neonatal y contribuyendo a una mayor consistencia en la eficiencia productiva. Sin embargo, es importante reconocer que su capacidad para predecir resultados productivos y sanitarios depende de su integración con otros componentes del sistema

productivo, incluyendo las condiciones ambientales, el manejo de la camada y la capacitación del personal.

Conclusiones

H1: El índice Apgar porcino constituye un indicador integral de la vitalidad neonatal, al reflejar de manera conjunta alteraciones fisiológicas, metabólicas y conductuales asociadas al compromiso hipóxico intraparto. La evidencia revisada, respalda la hipótesis de investigación, demostrando que el test Apgar porcino se constituye como un indicador integral de la vitalidad neonatal, al manifestar de manera conjunta alteraciones fisiológicas, metabólicas y conductuales asociadas al compromiso hipóxico intraparto, lo que permite segregar distintos niveles de adaptación en lechones recién nacido.

¿La variable peso en el nacimiento del neonato porcino es la única razón de la mortalidad? Con el mismo argumento se determina que hay varias razones de la mortalidad de neonatos porcinos.

¿Hay otros factores que influyen en el nacimiento del neonato porcino y terminan en mortalidad? La respuesta es si hay alteraciones fisiológicas, metabólicas y conductuales asociadas al compromiso hipóxico intraparto, lo que permite segregar distintos niveles de adaptación en lechones recién nacido.

En relación al objetivo planteado, el análisis desarrollado sustenta la aplicabilidad del test de Apgar en la evaluación de la viabilidad neonatal en lechones, al proporcionar una valoración funcional temprana que permite identificar lechones comprometidos y orientar estrategias de manejo neonatal en condiciones productivas.

El índice Apgar porcino permite anticipar la capacidad de ingestión de calostro y detectar alteraciones fisiológicas y metabólicas tempranas que podrían comprometer el

desarrollo y la supervivencia de los lechones. De esta manera, se posiciona como una herramienta estratégica para diseñar protocolos de intervención individualizados que optimicen el bienestar y la eficiencia productiva en las primeras horas de vida del cerdo.

Referencias bibliográficas

- Adi, Y., Kirkwood, R., & Tummaruk, P. (2025). Newborn traits influencing piglet mortality within the first day and between days 1 and 7 after birth in highly prolific sows in tropical environments. *Theriogenology*, 246, 117551. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2025.117551>
- Almeida, F., De Almeida, J., De Alkmim, T., Ferreira, J., Riveros, J., Shinkawa, A., Cardoso, L., Pires, D., & Fernandes, S. (2023). Restrição intrauterina de crescimento: conhecendo seus efeitos sobre o plantel de reprodução. *Revista Brasileira De Reprodução Animal*, 47(2), 327–333. <https://doi.org/10.21451/1809-3000.rbra2023.048>
- Apgar, V. (1966). The Newborn (APGAR) scoring System: Reflections and advice. *Pediatric Clinics of North America*, 13(3), 645–650. [https://doi.org/10.1016/s0031-3955\(16\)31874-0](https://doi.org/10.1016/s0031-3955(16)31874-0)
- Barreto, J., Pertile, S., De Almeida, F., Patelli, T., Nascimento, S., Lorenzetti, E., & Da Cunha Filho, L. (2021). Prediction of vitality and survival of newborn lambs using a modified Apgar score. *Applied Animal Behaviour Science*, 238, 105281. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105281>
- Bernal, C. A. (2016). *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (4.ª ed.). Pearson Educación.
- Bienboire, C., Muns, R., Marcet, M., Gazzano, A., Villanueva, D., Martínez, J., Domínguez-Oliva, A., Lezama, K., Casas, A., & Mota, D. (2023). Vitality in newborn farm animals: adverse factors, physiological responses, pharmacological therapies, and physical methods to increase neonate vigor. *Animals*, 13(9), 1542. <https://doi.org/10.3390/ani13091542>
- Brasil, B., Santos, L., Zanin, G., Mellagi, A., Bortolozzo, F., & Ulguim, R. (2023). Comportamento de mamada em leitegadas com leitões excedentes ao número funcional de tetos. <https://www.conferencebr.com/conteudo/arquivo/anais-sinsui-2023---final-1698071470.pdf>
- Brito, E., Guisado, S., & Barrero, D. (2023). Factores de riesgo relacionados con el bajo peso al nacer. *Multimed*, 27, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-48182023000100031&lng=es&tlng=es

- Caetano, F., Sousa, C., Bragança, J., Gomes, M., & Miranda, P. (2024). Relação entre o escore de apgar adequadamente aplicado na sala de parto e o prognóstico do recém nascido: uma revisão abrangente. *Revista Foco*, 17(7). <https://doi.org/10.54751/revistafoco.ed.esp-001>
- Charneca, R., Nunes, J., Freitas, A., & Dividich, J. (2021). Effect of litter birth weight standardization before first suckling on colostrum intake, passive immunization, pre-weaning survival, and growth of the piglets. *Animal*, 15(4), 100184. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100184>
- Crespo, S., & Gadea, J. (2021). Relación entre el peso al nacimiento de los lechones de cerdas hiperprolíficas y los parámetros productivos y económicos en los cerdos de engorde. *ITEA*, 117(2), 173–190. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.022>
- De Mello, L., Parisotto, E., De Andrade, E., Maldonado, M., & Silva, I. (2021). Characterization of oxidative stress in animal model of neonatal hypoxia. *Acta Cirúrgica Brasileira*, 36(11), e361108. <https://doi.org/10.1590/acb361108>
- Devillers, N., Dividich, J., & Prunier, A. (2011). Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. *Animal*, 5(10), 1605–1612. <https://doi.org/10.1017/s175173111100067x>
- Diehl, B., Oster, M., Vernunft, A., Wimmers, K., & Bostedt, H. (2022). Intrinsic challenges of neonatal adaptation in swine. *Archives Animal Breeding/Archiv Für Tierzucht*, 65(4), 427–438. <https://doi.org/10.5194/aab-65-427-2022>
- Dividich, J., Charneca, R., & Thomas, F. (2017). Relationship between birth order, birth weight, colostrum intake, acquisition of passive immunity and pre-weaning mortality of piglets. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 15(2), e0603. <https://doi.org/10.5424/sjar/2017152-9921>
- Ehrhardt, H., Aubert, A., Ådén, U., Draper, E., Gudmundsdottir, A., Varendi, H., Weber, T., Zemlin, M., Maier, R. F., Zeitlin, J., Group, E., Lebeer, J., Reempts, P. van, Bruneel, E., Cloet, E., Oostra, A., Ortibus, E., Sarrechia, I., Boerch, K., ... Seppänen, A.-V. (2023). Apgar Score and Neurodevelopmental Outcomes at Age 5 Years in Infants Born Extremely Preterm. *JAMA Network Open*, 6(9), e2332413–e2332413. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.32413>
- Farmer, C., & Edwards, S. (2021). Review: Improving the performance of neonatal piglets. *Animal*, 16, 100350. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100350>
- Gill, R., Bigam, D., & Cheung, P. (2015). Physiologic aspects of the piglet as a model of neonatal hypoxia and reoxygenation. In *Neuromethods*, 159–170. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2709-8_11
- Gómez, J., Pereira, A., Wang, D., Villanueva, D., Domínguez, A., Mora, P., Hernández, I., Martínez, J., Casas, A., Olmos, A., Ramírez, R., Verduzco, A., Hernández, A., Torres, F., & Mota, D. (2022). Thermoregulation mechanisms and perspectives for validating

- thermal windows in pigs with hypothermia and hyperthermia: An overview. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 1023294. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1023294>
- Hibaru, V., Pereira, K., Da Mata, K., Lopes, M., Alfonso, A., De Souza, F., Chiacchio, S., Tsunemi, M., De Araújo, L., & Lourenço, M. (2022). Topics in the routine assessment of newborn kitten vitality: Apgar score, reflexes and complementary assessments. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 24(6), e34–e42. <https://doi.org/10.1177/1098612x221081404>
- Hooper, S., Roberts, C., Dekker, J., & Pas, A. (2019). Issues in cardiopulmonary transition at birth. *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*, 24(6), 101033. <https://doi.org/10.1016/j.siny.2019.101033>
- Huber, L. (2025). Review: Feeding strategies to meet the dynamic lysine and energy requirements of gestating and lactating sows. *Animal*, 101574. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2025.101574>
- Iribarren, I., Hilario, E., Álvarez, A., & Alonso-Alconada, D. (2022). Fallo multiorgánico neonatal tras asfixia perinatal. *Anales De Pediatría*, 97(4), 280.e1-280.e8. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2022.08.006>
- Islas, P., Bonilla, H., Roldán, P., De La Cruz, L., Limón, O., Jiménez, C., & Orozco, H. (2025). Thiamine pyrophosphate effects on newborn piglets as a measure of vitality and survival indicators. *Animals*, 15(5), 619. <https://doi.org/10.3390/ani15050619>
- Jarratt, L., James, S., Kirkwood, R., & Nowland, T. (2023). Effects of caffeine and glucose supplementation at birth on piglet Pre-Weaning growth, thermoregulation, and survival. *Animals*, 13(3), 435. <https://doi.org/10.3390/ani13030435>
- Jenkins, A., & Flowers, W. (2023). 63 Biological and management factors affecting colostrum intake and Pre-Weaning survival in piglets. *Journal of Animal Science*, 101(Supplement_2), 29–30. <https://doi.org/10.1093/jas/skad341.033>
- Kuligowski, J., Solberg, R., Sánchez, Á., Pankratov, L., Parra, A., Quintás, G., Saugstad, O., & Vento, M. (2017). Plasma metabolite score correlates with Hypoxia time in a newly born piglet model for asphyxia. *Redox Biology*, 12, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2017.02.002>
- Langendijk, P. (2025). Importance and control of colostrum intake in the neonate pig, a review. *Reproduction in Domestic Animals*, 60(5), e70077. <https://doi.org/10.1111/rda.70077>
- Langendijk, P., & Plush, K. (2019). Parturition and Its Relationship with Stillbirths and Asphyxiated Piglets. *Animals*, 9(11), 885. <https://doi.org/10.3390/ani9110885>
- Lickfett, H., Oster, M., Vernunft, A., Reyer, H., Muráni, E., Görs, S., Metges, C. C., Bostedt, H., & Wimmers, K. (2025). Impact of parturition induction, farrowing environment and birth weight class on endocrine and metabolic plasma parameters related to piglet vitality. *BMC Veterinary Research*, 21(1), 406. <https://doi.org/10.1186/s12917-025-04845-2>

- Luise, D., Bencivenni, S., Zurru, A., Serra, A., Laghi, L., Correa, F., Palumbo, F., & Trevisi, P. (2026). Modulation of the nutritional, metabolomic and microRNA profile of colostrum and piglet performance via a high-energy, high-lysine transition diet in sows. *Journal of Animal Science and Biotechnology/Journal of Animal Science and Biotechnology*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s40104-026-01355-5>
- Macdonald, A., Colenbrande, B., & Van, V. C. (2020). Physiology and endocrinology of the foetus in late gestation. *Bioscientifica Proceedings*. <https://doi.org/10.1530/biosciproc.11.0018>
- Maciag, S., Bellaver, F., Bombassaro, G., Haach, V., Morés, M. a. Z., Baron, L. F., Coldebella, A., & Bastos, A. P. (2022). On the influence of the source of porcine colostrum in the development of early immune ontogeny in piglets. *Scientific Reports*, 12(1), 15630. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-20082-1>
- Maksimov, V., Fedotov, S., Lebedev, N., & Koryazova, M. (2022). Ethology and assessment of the physiological and somatic status of newborn piglets in industrial conditions. *Genetics and Breeding of Animals*, 3, 55–61. <https://doi.org/10.31043/2410-2733-2022-3-55-61>
- Michel, A., & Lowe, N. K. (2017). The successful immediate neonatal transition to extrauterine life. *Biological Research for Nursing*, 19(3), 287–294. <https://doi.org/10.1177/1099800416685178>
- Mota, D., López, A., Martínez, J., Muns, R., Villanueva, D., Mora, P., González, M., Olmos, A., & Ramírez, R. (2018). Is vitality assessment important in neonatal animals? *CABI Reviews*, 1–13. <https://doi.org/10.1079/pavsnnr201813036>
- Mota, D., Villanueva, D., Solimano, A., Muns, R., Ibarra, D., & Mota, A. (2022). Pathophysiology of perinatal asphyxia in humans and animal models. *Biomedicines*, 10(2), 347. <https://doi.org/10.3390/biomedicines10020347>
- Muns, R., Manzanilla, E., Sol, C., Manteca, X., & Gasa, J. (2013). Piglet behavior as a measure of vitality and its influence on piglet survival and growth during lactation. *Journal of Animal Science*, 91(4), 1838–1843. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5501>
- O'Reilly, M., Lee, T., Cheung, P., & Schmölzer, G. (2023). Comparison of hemodynamic effects of chest compression delivered via machine or human in asphyxiated piglets. *Pediatric Research*, 95(1), 156–159. <https://doi.org/10.1038/s41390-023-02827-4>
- Oliviero, C. (2022). Offspring of hyper prolific sows: Immunity, birthweight, and heterogeneous litters. *Molecular Reproduction and Development*, 90(7), 580–584. <https://doi.org/10.1002/mrd.23572>
- Prado-Carpio, E. C., Pinargote-Pinargote, H. M., Serrano-Valdiviezo, M. P., Minaya-Macías, M.M., & Navarrete-Almeida, M. S. (2025). Guía para la escritura académica y la divulgación de conocimientos. Editorial Erevna Ciencia Ediciones, Ecuador. <https://doi.org/10.70171/dwjsjb71>

- Peltoniemi, O., Yun, J., Björkman, S., & Han, T. (2020). Coping with large litters: the management of neonatal piglets and sow reproduction. *Journal of Animal Science and Technology*, 63(1), 1–15. <https://doi.org/10.5187/jast.2021.e3>
- Pol, K., Tolosa, A., Bautista, R., Willard, N., Gates, R., Shull, C., Brown, C., Alencar, S., Lents, C., & Ellis, M. (2021). Effects of drying and providing supplemental oxygen to piglets at birth on rectal temperature over the first 24 h after birth. *Translational Animal Science*, 5(3), txab095. <https://doi.org/10.1093/tas/txab095>
- Probo, M., & Veronesi, M. C. (2022). Clinical scoring systems in the newborn calf: An overview. *Animals*, 12(21), 3013. <https://doi.org/10.3390/ani12213013>
- Quesnel, H., Resmond, R., Merlot, E., Père, M., Gondret, F., & Louveau, I. (2023). Physiological traits of newborn piglets associated with colostrum intake, neonatal survival and preweaning growth. *Animal*, 17(6), 100843. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100843>
- Remzsó, G., Németh, J., Varga, V., Kovács, V., Tóth-Szüki, V., Kaila, K., Voipio, J., & Domoki, F. (2020). Brain interstitial pH changes in the subacute phase of hypoxic-ischemic encephalopathy in newborn pigs. *PLoS ONE*, 15(5), e0233851. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233851>
- Revermann, R., Winckler, C., Fuerst-Waltl, B., Leeb, C., & Pfeiffer, C. (2018). Assessment of viability of new born piglets using an adjusted APGAR score. *Journal of Central European Agriculture*, 19(4), 829–833. <https://doi.org/10.5513/jcea01/19.4.2332>
- Rodríguez, A., & Pérez, O. (2017). *Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento*. Editorial Universidad de Guayaquil
- Sadeghi, E., Kappers, C., Chiumento, A., Derks, M., & Havinga, P. (2023). Improving piglets health and well-being: A review of piglets health indicators and related sensing technologies. *Smart Agricultural Technology*, 5, 100246. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100246>
- Sakamoto, K., Nakamura, S., Tsuchiya, T., Mitsuie, T., Nakao, Y., Htun, Y., Yokota, T., Inoue, K., Inoue, E., Wakabayashi, T., Morimoto, A., Koyano, K., Konishi, Y., Iwase, T., Horii, T., & Kusaka, T. (2026). Association between hydrogen gas inhalation and cardiac output in an asphyxiated piglet model. *Scientific Reports*, 16(1), 5262. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-35115-2>
- Schodl, K., Revermann, R., Winckler, C., Fuerst-Waltl, B., Leeb, C., Willam, A., Knapp, P., & Pfeiffer, C. (2019). Assessment of piglet vitality by Farmers—Validation of a scoring scheme and estimation of associated genetic parameters. *Animals*, 9(6), 317. <https://doi.org/10.3390/ani9060317>
- Schrauben, E., Darby, J., Berry, M., Saini, B., Quinn, M., Holman, S., Bradshaw, E., Lock, M., Perumal, S., Cho, S., Aujla, T., Seed, M., Macgowan, C., & Morrison, J. (2021). Open or closed: Changes in ductus arteriosus flow patterns at birth using 4D flow MRI in

- newborn piglets. *Physiological Reports*, 9(17), e14999. <https://doi.org/10.14814/phy2.14999>
- Schulz, S., Reulecke, S., Eiselt, M., Schwab, K., Witte, H., Walter, B., Bauer, R., & Voss, A. (2011). Quantification of compensatory processes of postnatal hypoxia in newborn piglets applying short-term nonlinear dynamics analysis. *BioMedical Engineering OnLine*, 10(1), 88. <https://doi.org/10.1186/1475-925x-10-88>
- Shah, P., Norman, M., Rusconi, F., Kusuda, S., Reichman, B., Battin, M., Bassler, D., Modi, N., Hakansson, S., Yang, J., Lee, S. K., Helenius, K., Vento, M., Lehtonen, L., Adams, M., Isayama, T., Lui, K., & Gagliardi, L. (2021). Five-minute Apgar score and outcomes in neonates of 24–28 weeks' gestation. *Archives of Disease in Childhood Fetal & Neonatal*, 107(4), 437–446. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2021-322230>
- Sheffield, S., McClellan, K., & Levesque, C. (2024). 86 Assessment of sow hemoglobin concentration and its impact on farrowing duration. *Journal of Animal Science*, 102(Supplement_2), 242–243. <https://doi.org/10.1093/jas/skae102.276>
- Skappak, C., Regush, S., Cheung, P., & Adamko, D. J. (2013). Identifying hypoxia in a newborn piglet model using urinary NMR metabolomic profiling. *PLoS ONE*, 8(5), e65035. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0065035>
- Soraci, A., Decundo, J., Dieguez, S., Martinez, G., Romanelli, A., Gaudio, D. P., Paggi, M. F., & Amanto, F. (2020). Practical oxygen therapy for newborn piglets. *New Zealand Veterinary Journal*, 68(6), 331–339. <https://doi.org/10.1080/00480169.2020.1778580>
- Steenhorst, J., Hirsch, A., Verzijl, A., Wielopolski, P., De Wijs-Meijler, D., Duncker, D., Reiss, I., & Merkus, D. (2022). Exercise and hypoxia unmask pulmonary vascular disease and right ventricular dysfunction in a 10- to 12-week-old swine model of neonatal oxidative injury. *The Journal of Physiology*, 600(17), 3931–3950. <https://doi.org/10.1113/jp282906>
- Stenersen, E., Olsen, A., Melheim, M., Solberg, R., Dannevig, I., Schmölzer, G., Cheung, P., Nakstad, B., Saugstad, O., Rønnestad, A., & Solevåg, A. (2023). A Piglet Perinatal Asphyxia Model to Study Cardiac Injury and Hemodynamics after Cardiac Arrest, Resuscitation, and the Return of Spontaneous Circulation. *Journal of Visualized Experiments*, 191. <https://doi.org/10.3791/64788>
- Szabó, C., Ortega, A., V., Lugata, J., Czeglédi, L., Csernus, B., Gulyás, G., Kovács, B., Pál, K., Pusztahelyi, T., Kasza, R., Czakó, G., & Horváth, M. (2025). Factors Affecting the Ig Content of Sow's Colostrum: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Agriculture*, Vol. 15, 15(6). <https://doi.org/10.3390/agriculture15060641>
- Theil, P., Lauridsen, C., & Quesnel, H. (2014). Neonatal piglet survival: impact of sow nutrition around parturition on fetal glycogen deposition and production and composition of colostrum and transient milk. *Animal*, 8(7), 1021–1030. <https://doi.org/10.1017/s1751731114000950>

- Trujillo, M., Mota, D., Juárez, O., Villanueva, D., Roldan, P., Becerril, M., Hernández-González, R., Mora, P., Alonso, M., Rosales, A., Martínez, R., & Ramírez, R. (2011). Porcine neonates failing vitality score: physio-metabolic profile and latency to the first teat contact. *Czech Journal of Animal Science*, 56(11), 499–508. <https://doi.org/10.17221/3839-cjas>
- Tucker, B., Petrovski, K., Craig, J., Morrison, R., Smits, R., & Kirkwood, R. (2022). Piglet morphology: ¿Indicators of neonatal viability? *Animals*, 12(5), 658. <https://doi.org/10.3390/ani12050658>
- Uddin, M., Hasan, S., Peltoniemi, O., & Oliviero, C. (2022). The effect of piglet vitality, birth order, and blood lactate on the piglet growth performances and preweaning survival. *Porcine Health Management*, 8(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s40813-022-00299-2>
- Van Den Bosch, M., Soede, N., Kemp, B., & Van Den Brand, H. (2023). Sow Nutrition, Uterine Contractions, and Placental Blood Flow during the Peri-Partum Period and Short-Term Effects on Offspring: A Review. *Animals*, 13(5), 910. <https://doi.org/10.3390/ani13050910>
- Vannucchi, C., Silva, L., Lúcio, C., & Veiga, G. (2018). Oxidative stress and acid–base balance during the transition period of neonatal Holstein calves submitted to different calving times and obstetric assistance. *Journal of Dairy Science*, 102(2), 1542–1550. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14754>
- Ventura, C., Dyshliuk, N., Dmytriyeva, O., Nordsten, M., Haugaard, M., Christiansen, L., Thymann, T., Sangild, P., & Pankratova, S. (2024). Enteral plasma supports brain repair in newborn pigs after birth asphyxia. *Brain Behavior and Immunity*, 119, 693–708. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2024.04.032>
- Veronesi, M. (2016). Assessment of canine neonatal viability—the Apgar score. *Reproduction in Domestic Animals*, 51(S1), 46–50. <https://doi.org/10.1111/rda.12787>
- Villanueva, D., Ghezzi, M., Mora, P., Hernández, I., Olmos, A., Casas, A., Lezama, K., Domínguez, A., Rodríguez, D., & Marcet, M. (2023). Caffeine Administration in Piglets with Low Birthweight and Low Vitality Scores, and Its Effect on Physiological Blood Profile, Acid–Base Balance, Gas Exchange, and Infrared Thermal Response. *Animals*, 13(22), 3491. <https://doi.org/10.3390/ani13223491>
- Vodolazska, D., Feyera, T., & Lauridsen, C. (2023). The impact of birth weight, birth order, birth asphyxia, and colostrum intake per se on growth and immunity of the suckling piglets. *Scientific Reports*, 13(1), 8057. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-35277-3>
- Wagner, M., Cheung, P., Yaskina, M., Lee, T., Vieth, V. A., O'Reilly, M., & Schmölzer, G. M. (2021). Return of spontaneous circulation depends on cardiac rhythm during neonatal cardiac arrest in asphyxiated newborn animals. *Frontiers in Pediatrics*, 9, 641132. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.641132>

Ward, S., Kirkwood, R., & Plush, K. (2019). Effects of oxytocin and carbetocin on farrowing performance. *Animal Reproduction Science*, 205, 88–93. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2019.04.007>

Zhao, W., Artai, O., Iqbal, Y., Le, H., DiGiacomo, K., Leury, B., Fothergill, L., Furness, J., Liu, F., Green, M., Finger, B., Navarro, M., Roura, E., D'Souza, D., Dunshea, Plush, K., & Cottrell, J. (2022). Heat stress of gilts around farrowing causes oxygen insufficiency in the umbilical cord and reduces piglet survival. *Animal*, 16(11), 100668. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100668>