






Artículo de divulgación

# Factores que influyen en la ganancia de peso de los lechones

## *Factors influencing weight gain in piglets*

Miguel Paul Conde-Hinojosa <sup>1</sup> , Yolanda Osorio-Marín <sup>2</sup> , Canuto Muñoz-García <sup>3</sup> , Nelly Cedillo-Galindo <sup>1</sup> , Fernando Copado-Bueno <sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Zootecnia, Carretera Federal México-Texcoco km 38.5, Universidad Autónoma Chapingo, El Cooperativo, México. C.P. 56230.

<sup>2</sup> Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, Unidad Académica Metztlán, Av. Tepeyacapa, Metztlán, Hidalgo, C.P. 43350.

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 1, km 3 Carretera Nacional Altamirano-Iguala. Frente al 34 Batallón de Infantería. Col. Querenditas; Cd. Altamirano, Guerrero, C.P. 40660.

\* Autor para correspondencia: [condepaul70@gmail.com](mailto:condepaul70@gmail.com)

**Recibido:**

31/01/2025

**Aceptado:**

16/10/2025

**Publicado:**

18/12/2025

**RESUMEN**

La ganancia de peso en lechones es un proceso multifactorial que determina la eficiencia productiva en la industria porcina. Este artículo analiza los factores principales que intervienen en el desarrollo de los lechones, enfatizando la importancia de una aproximación holista. La genética tiene un rol imprescindible en razas comerciales como Pietrain, Duroc, Yorkshire y Landrace, desarrolladas para mejorar las características de crecimiento. Los requerimientos nutricionales son importantes para este propósito. En este artículo se enfatiza en la importancia del calostro, la leche materna y las dietas especializadas que cubran las necesidades concretas de proteínas, energía y micronutrientes. La salud intestinal también representa un factor determinante, pues la microbiota participa de manera importante en el desarrollo del sistema inmunológico y en la eficiencia del aprovechamiento de los alimentos.

El manejo sanitario preventivo, que incluye control de enfermedades como diarreas, infecciones respiratorias y parasitosis, es básico. Las condiciones ambientales: temperatura, ventilación y humedad, además del diseño de instalaciones, tienen un impacto directo en el bienestar y crecimiento de los lechones. Los aspectos sociales y de jerarquía también son determinantes en su desarrollo desde etapas tempranas. El peso al nacimiento, el acceso a recursos como la leche materna y el manejo durante el destete, son elementos importantes que pueden determinar el rendimiento futuro. En conclusión, se destaca la necesidad de un enfoque holístico que integre genética, nutrición, sanidad, ambiente y manejo social para lograr una producción porcina eficiente y sostenible.

**Palabras clave:** Lechones, nutrición porcina, bienestar animal, mejoramiento genético.

**ABSTRACT**

Weight Gain in Piglets: A Multifactorial Process Determining Productive Efficiency in the Porcine Industry. Weight gain in piglets is a multifactorial process that determines productive efficiency in the porcine industry. This article analyzes the primary factors influencing piglet development, emphasizing the importance of a holistic approach. Genetics plays an indispensable role, with commercial breeds like Pietrain, Duroc, Yorkshire, and Landrace developed to improve growth characteristics. Nutritional requirements are critical, highlighting the importance of colostrum, maternal milk, and



specialized diets that meet specific protein, energy, and micronutrient needs. Intestinal health is equally determinant, with the microbiota being crucial for immunological system development and feed efficiency. Preventive health management, including disease control for diarrheas, respiratory infections, and parasitic conditions, is fundamental. Environmental conditions, temperature, ventilation, humidity, and facility design directly impact piglet welfare and growth. Social and hierarchical aspects are also essential, with social structure establishment from early stages mediating development. Birth weight, access to resources like maternal milk, and management during weaning are important elements that can determine future performance. In conclusion, the study underscores the need for a holistic approach integrating genetics, nutrition, health, environment, and social management to achieve efficient and sustainable porcine production.

**Keywords:** Piglets, porcine nutrition, animal welfare, genetic improvement.

## INTRODUCCIÓN

La ganancia de peso es uno de los indicadores más importantes en la producción porcina debido a que está relacionada con la eficiencia productiva y la rentabilidad de las unidades de producción porcina (Cardil et al., 2023). Un crecimiento adecuado desde los primeros días de vida del lechón asegura un mejor desempeño en etapas posteriores, por lo que esto interviene en la rentabilidad de la granja (Rendón del Águila et al., 2017). Los lechones que alcanzan un peso óptimo al destete suelen ser más eficientes en la conversión alimenticia, tienen menos problemas de salud y un mejor desempeño durante la engorda (Choudhury et al., 2021).

La ganancia de peso es un cimiento de la producción porcina, determina la velocidad de desarrollo hacia el peso de mercado y el retorno de inversión (T. Tang et al., 2022). En el contexto actual de márgenes reducidos por la volatilidad de precios de alimento y competencia global, el crecimiento es primordial para la viabilidad económica (Telles et al., 2016). Los lechones con crecimiento superior temprano no solo alcanzan antes el peso comercial, sino que requieren menor inversión en recursos -alimento, mano de obra, medicamentos e instalaciones- por kilogramo producido, generando eficiencia integral que trasciende al cálculo de kilogramos diarios (García-Aguirre et al., 2019). La conversión alimenticia, que mide la relación entre consumo de alimento y ganancia de peso, es un parámetro útil para evaluar la eficiencia productiva. Este indicador refleja la capacidad del animal para transformar nutrientes en crecimiento muscular y ayuda a determinar la

rentabilidad. La ganancia de peso temprana influye significativamente en la conversión alimenticia posterior (Chantziaras et al., 2020).

El crecimiento de los lechones es el resultado de la interacción de múltiples factores, entre los que destacan: la genética, la nutrición, la salud, el manejo y el ambiente (He et al., 2016). Cada uno de ellos puede influir de manera positiva o negativa, dependiendo de cómo sean manejados en la práctica. Comprender los factores que influyen en la ganancia de peso de los lechones es elemental para optimizar los sistemas de producción (Fablet et al., 2018). En el presente artículo se analizan los factores que intervienen en el desarrollo de los lechones (Figura 1) y, además, se destaca su importancia y se comparten estrategias que pueden realizarse para mejorar la producción animal.



**Figura 1.** Factores que influyen en la ganancia de peso de los lechones.

## FACTORES GENÉTICOS

La genética es un elemento de suma importancia para la ganancia de peso en los lechones (Douglas et al., 2015); interviene en el potencial de crecimiento mediante mecanismos que regulan algunos procesos metabólicos,

incluyendo la síntesis proteica, el desarrollo muscular y óseo y la regulación hormonal (Pérez-Montarelo et al., 2014). Durante los últimos años, el mejoramiento genético se ha utilizado en la industria porcina en programas de selección genómica y en el uso de marcadores moleculares. Estas herramientas biotecnológicas han favorecido el descubrimiento de genes relacionados al crecimiento, lo que ha permitido desarrollar líneas genéticas con mejores características productivas (Whitworth et al., 2022).

Las principales razas comerciales en el mundo como la Pietrain, Duroc, Yorkshire y Landrace (Alderson, 2021) han sido desarrolladas para mejorar la ganancia de peso y eficiencia alimenticia. Cada una contribuye con características específicas: Pietrain destaca por el desarrollo muscular y bajo contenido de grasa (Carvalho et al., 2016), Duroc por su crecimiento rápido y buena calidad de carne (dos Santos et al., 2023), mientras que Yorkshire y Landrace contribuyen con habilidades maternas y buenas ganancias diarias de peso (Zebua et al., 2017).

La heredabilidad de las características relacionadas con el crecimiento varía (Kang et al., 2012). De acuerdo con lo que encontraron Chimonyo y Dzama, (2007) en cerdos de la raza Mukota, la ganancia diaria de peso tiene una heredabilidad de 0.15 entre el nacimiento y el destete y de 0.27 entre el destete y las 12 semanas de vida; mientras que la conversión alimenticia tiene valores medio-altos ( $h=0.31$ ) (Homma et al., 2021) y la composición corporal tiene una heredabilidad alta ( $h=0.34$ ) (Johnson y Nugent, 2003). Esta gran variabilidad en la heredabilidad interviene en la efectividad de los programas de mejoramiento genético y en la velocidad con que se pueden lograr avances en cada característica (Pérez-Enciso et al., 2017). El potencial genético solo se expresa plenamente cuando interactúa con condiciones ambientales óptimas. Esto incluye una nutrición balanceada adaptada al potencial genético del animal, a condiciones ambientales controladas, a un manejo sanitario preventivo y al bienestar animal (Connolly, 2022).

En la actualidad, los avances en genética molecular han cambiado los métodos de selección, lo que permite la identificación de QTLs (regiones del genoma que se asocian con características cuantitativas) relacionados con la ganancia de peso y facilitando la implementación

de programas de mejoramiento precisos en las unidades de producción (Piórkowska & Ropka-Molik, 2024). Complementariamente, las tecnologías emergentes en genética como la edición génica y los análisis genómicos están abriendo nuevas posibilidades para mejorar la eficiencia en la ganancia de peso, proporcionando herramientas más sofisticadas para el desarrollo de programas de mejoramiento genético de próxima generación (Cohen, 2024).

Las perspectivas en este ámbito son promisorias gracias a la implementación de las tecnologías de edición génica (Preisinger et al., 2023). Los nuevos avances en genética porcina continúan hacia una mayor integración de datos genómicos con información productiva, lo que permite realizar una selección más eficiente (Fu et al., 2024). La comprensión de la genética y su aplicación es imprescindible para perfeccionar la producción porcina. El éxito en la ganancia de peso de los lechones depende de la selección de líneas genéticas adecuadas y de su integración con las prácticas de manejo que permitan la expresión de su potencial (Kušec et al., 2024).

El éxito reside en la capacidad de integrar los avances genéticos con prácticas de manejo sostenibles y eficientes, para asegurar una producción porcina que sea rentable y ambientalmente responsable.

## **REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES ESPECIALES**

El manejo nutricional es importante en la ganancia de peso de los lechones, siendo esta la base para la expresión del potencial genético y el desarrollo durante las primeras etapas de vida de los lechones (Whittemore et al., 2001). El conocimiento de los requerimientos nutricionales en cada etapa fisiológica, junto con la implementación de estrategias alimenticias, es básico para lograr los objetivos productivos deseados en las granjas (Solà-Oriol y Gasa, 2017). Durante la lactancia, la nutrición del lechón está intrínsecamente ligada a la calidad y cantidad de leche materna. El calostro, es la primera secreción mamaria post-parto y está compuesto por inmunoglobulinas, factores de crecimiento, proteínas, vitaminas, minerales y energía de alta digestibilidad (Quesnel y Farmer, 2019). Es muy importante asegurar que cada lechón consuma al menos 200-600 g de calostro en las primeras 12 horas de su vida, ya que esto le



proporcionará protección inmunológica y nutrientes para su desarrollo (Pérez, 2009).

La leche subsecuente, con un contenido aproximado de 20 % de materia seca, 30 % de proteína y 40 % de grasa, es el alimento perfecto para los lechones durante sus primeras semanas de vida (Park, 2022; Chisoro et al., 2023). Aunque la capacidad de producción láctea de la cerda puede ser un elemento limitante, máxime en camadas que superan los 12 lechones. En estos casos, es necesario implementar estrategias complementarias (Grahofer y Plush, 2023), por ejemplo, el uso de sustitutos lácteos, con composición similar a la leche materna (proteína láctea, lactosa y grasa emulsificada), puede ser la solución. Estos deben ser proporcionados en pequeñas cantidades durante varias veces al día para mejorar su aprovechamiento y minimizar problemas digestivos (Kobek-Kjeldager et al., 2021).

## **ALIMENTACIÓN AL DESTETE**

La transición a alimento sólido constituye un período que requiere atención especial. El proceso de destete, regularmente se realiza entre los 21 y 28 días de edad, debe manejarse con una estrategia de alimentación fase por fase (Colson et al., 2006) que incluya preiniciadores formulados considerando su composición nutricional, palatabilidad y digestibilidad (González-Solé et al., 2024). Se recomienda la inclusión de ingredientes como plasma porcino (2-4 %) (Balan et al., 2021), proteína de papa (3-5 %) (Parra Alarcón et al., 2022), concentrados de proteína de soya (5-7 %) (Vasconcelos et al., 2017) y productos lácteos (15-20%) que han dado buenos resultados en cuanto a consumo y aprovechamiento.

Los requerimientos nutricionales varían según la edad y el potencial genético (Fraga et al., 2015). Para lechones en fase de destete (6-12 kg), se recomienda una dieta con 20-22 % de proteína cruda, con atención especial a los aminoácidos limitantes: lisina (1.5%), metionina+cistina (0.9%), treonina (0.9%) y triptófano (0.28 %) (Paul et al., 2007). La incorporación de aditivos ha cambiado la nutrición moderna de lechones (Radzikowski y Milczarek, 2021). Se recomienda incluir probióticos, especialmente cepas de *Lactobacillus* que contribuyen a mantener una microbiota intestinal saludable (Yang et al., 2015). Igualmente, los prebióticos como manano-oligosacáridos (0.1-0.2 %) y beta-glucanos (0.05-0.1 %), favorecen el desarrollo de bacterias benéficas (Anjos et

al., 2019). Las enzimas exógenas (fitasas, carbohidrasas, proteasas) mejoran la digestibilidad de nutrientes y reducen factores antinutricionales. Los ácidos orgánicos (fórmico, propiónico, butírico) en concentraciones de 0.2-0.5 % actúan como promotores de la salud intestinal (Valente Junior et al., 2024).

El manejo del agua regularmente es subestimado en la producción animal, pero es importante para mejorar el consumo de alimento y la ganancia de peso. Los lechones deben tener acceso a agua limpia y fresca que debe tener un pH entre 6.0-7.0 y niveles de minerales controlados. El consumo de agua en lechones destetados puede variar entre 0.7-1.0 litros por día, y debe ir aumentando proporcionalmente en las fases siguientes, dependiendo de la época del año (Little et al., 2022). La implementación de programas de monitoreo nutricional, que incluyen la evaluación periódica de consumo de alimento, rechazo y ganancia de peso, permite realizar ajustes en las estrategias de alimentación (Alves et al., 2022).

## **SALUD INTESTINAL Y MICROBIOTA**

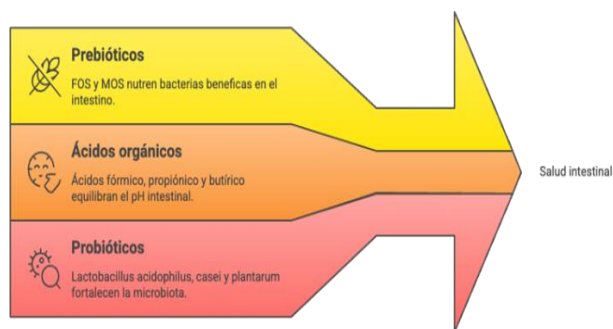
La microbiota intestinal es un ecosistema microbiano que coloniza el tracto digestivo y evoluciona durante las primeras semanas de vida del lechón. Inicialmente, la microbiota contiene bacterias aerobias y anaerobias facultativas como *Escherichia coli* y *Streptococcus* spp y gradualmente se diversifica para incluir poblaciones de *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* y otras especies benéficas. Esta sucesión microbiana natural es necesaria para el desarrollo de un sistema digestivo saludable y eficiente (Patil et al., 2020). La salud intestinal y la microbiota, forman un ecosistema que va más allá de la simple digestión y absorción de nutrientes, mismos que repercuten en la ganancia de peso de los lechones (Guevarra et al., 2019). El tracto gastrointestinal del lechón interviene en el crecimiento, el desarrollo inmunológico y la eficiencia alimenticia; esta última está ligada a la composición y funcionalidad de la microbiota intestinal, instituyendo una relación simbiótica que determina la capacidad del animal para extraer y utilizar los nutrientes de la dieta (Peng et al., 2021). Una microbiota equilibrada y diversa mejora los procesos digestivos mediante la producción de enzimas, lo que facilita la degradación de polisacáridos complejos, la síntesis de vitaminas del complejo B y K, y la producción de ácidos grasos de cadena corta que sirven como fuente



energética adicional para los enterocitos (Jiang et al., 2024).

Los intestinos representan una línea de defensa contra patógenos y sustancias nocivas. Normalmente el sistema inmunológico intestinal de los cerdos alcanza un nivel de madurez adecuada hasta las 7 semanas de edad. En la actualidad, los lechones suelen destetarse a las 3-4 semanas de edad, cuando la barrera inmunológica intestinal no está madura, lo que da lugar a una mayor susceptibilidad a enfermedades digestivas (X. Tang et al., 2022a). Cualquier alteración en esta barrera desencadena una cascada inflamatoria que compromete la absorción de nutrientes y, consiguientemente, disminuye la ganancia de peso (Spreeuwenberg et al., 2001).

Un momento crítico para la salud intestinal es el período de destete (X. Tang et al., 2022b). Los cambios en la alimentación, en combinación con el estrés social y ambiental, pueden provocar alteraciones en la composición de la microbiota, un fenómeno conocido como disbiosis, que se caracteriza por una reducción en la diversidad microbiana y un aumento en la población de patógenos potenciales, lo que puede provocar diarreas post-destete, reducción en el consumo de alimento y menor ganancia de peso (Gresse et al., 2017).



**Figura 2.** Estrategias para mantener la salud intestinal.

En la actualidad se han diseñado estrategias encaminadas a mantener la salud intestinal que incluyen el uso de prebióticos (Figura 2), particularmente los fructo-oligosacáridos (FOS) y los manano-oligosacáridos (MOS) que actúan como sustratos selectivos para bacterias benéficas y pueden reducir la colonización del intestino por patógenos (Liu et al., 2023). Los ácidos orgánicos, específicamente la combinación de ácido

fórmico, propiónico y butírico, favorecen el manejo de la salud intestinal (Xu et al., 2020).

## MANEJO SANITARIO

El manejo sanitario de los lechones es importante para la ganancia de peso (Scollo et al., 2023). La implementación de programas sanitarios preventivos es necesaria para mejorar el potencial productivo, considerando que cualquier desafío sanitario puede comprometer el crecimiento y desarrollo de los animales (Harlow et al., 2024). Las enfermedades que afectan a los lechones durante las primeras semanas de vida constituyen uno de los retos de la producción porcina. Las diarreas, causadas por diversos agentes patógenos como *Escherichia coli* enterotoxigénica, *Clostridium perfringens* tipo A y C, rotavirus y coronavirus, pueden provocar pérdidas por mortalidad y también por retrasos permanentes en el crecimiento (Zhou et al., 2024).

Otro factor a tener en cuenta es el complejo respiratorio porcino, ya que las infecciones respiratorias pueden provocar pérdidas financieras de hasta 11.53 euros por cada 100 Kg de carne (Przyborowska et al., 2024).

Igualmente, las parasitosis, internas y externas afectan el desarrollo de los lechones. La coccidiosis por *Isoospora suis* puede causar diarreas severas en lechones de 7-14 días de edad (Jankowska-Mąkosa et al., 2023) mientras que las infestaciones por *Ascaris suum* comprometen la eficiencia alimenticia y el crecimiento. El control parasitario debe realizarse con programas que consideren el ciclo biológico de los parásitos y las condiciones ambientales de la granja (López y Martinson, 2017).

Por otro lado, la anemia ferropriva sigue siendo un desafío para los productores (Knight y Dilger, 2018). Los lechones nacen con reservas limitadas de hierro (aproximadamente 50 mg), y la leche materna aporta cantidades insuficientes de este mineral (1.4-2.6 mg/día y se requieren 7-16 mg/día). La suplementación con hierro dextrano (200 mg) entre los días 2-4 de vida es básica, por lo que la suplementación oral con quelatos de hierro está ganando popularidad por ser menos invasivas (Szudzik et al., 2018). La bioseguridad es la prime línea de defensa en el control sanitario (Alarcón et al., 2021). En la Figura 3 se puede observar los elementos que debe incluir un programa adecuado de bioseguridad.



**Figura 3.** Medidas de bioseguridad recomendadas

Para el monitoreo sanitario (Figura 4) se requiere la implementación de sistemas de vigilancia activa y pasiva que consideren: mortalidad pre-destete (<10 %); incidencia de diarreas (<5 % semanal); tasa de tratamientos individuales (<3 % semanal); ganancia diaria de peso (>250g/día post-destete) y conversión alimenticia (<1.5 en pre-destete).



**Figura 4.** Sistemas de monitoreo sanitario activo y pasivo

Se debe integrar el concepto de salud única (One Health) en los programas sanitarios, considerando la interrelación entre la salud animal, humana y ambiental (Peltoniemi et al., 2023). Esto requiere reducir el uso de antibióticos, implementar sistemas de trazabilidad sanitaria, monitoreo de resistencia antimicrobiana y capacitación continua del personal (Zira et al., 2022). La dimensión ambiental del enfoque One Health en la

producción porcina abarca múltiples aspectos que van desde la gestión de residuos hasta la conservación de recursos naturales. La implementación del enfoque One Health requiere sistemas de información que permitan la trazabilidad integral desde la producción primaria hasta el consumidor final (Ceruti et al., 2025).

## AMBIENTE Y BIENESTAR ANIMAL

La interacción entre factores ambientales y el bienestar animal determina la eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes, y modula el desarrollo fisiológico general del animal (Racewicz et al., 2021). El control de la temperatura es uno de los aspectos más importantes en el manejo ambiental de lechones (Baker, 2004). Los lechones neonatos tienen una capacidad termorreguladora y reservas energéticas limitadas, ya que requieren un ambiente controlado térmicamente que evoluciona según su edad: 32-34 °C en la primera semana, con reducciones graduales de 2 °C por semana hasta alcanzar los 24-26 °C al destete (Herpin et al., 2002), sin olvidar que la zona termoneutral de los cerdos varía de acuerdo a su edad y en los lechones se encuentra entre los 30-34°C (Mayorga et al., 2018). La implementación de sistemas de calefacción permite crear microambientes diferenciados que mejoran el confort térmico, sin perder eficiencia energética (Gómez-Prado et al., 2022).

La ventilación influye en la creación de un ambiente adecuado. Un buen sistema de ventilación debe mantener niveles de gases nocivos por debajo de los límites críticos permitidos: amoníaco (<10 ppm), dióxido de carbono (<3000 ppm) y sulfuro de hidrógeno (<0.5 ppm) (Buoi et al., 2023; Hu et al., 2023). La velocidad del aire a nivel de los lechones debe controlarse y mantenerse por debajo de 0.2 m/s para evitar el estrés por frío, pero también se debe asegurar una renovación de aire suficiente (0.5-2 m<sup>3</sup> / hora / kg de peso vivo) (H. Wang et al., 2022).

La humedad relativa es otro factor que debe controlarse y mantenerse entre 60-65 % para garantizar el confort térmico y reducir el riesgo de enfermedades respiratorias (Li et al., 2023). Niveles superiores al 70% favorecen el crecimiento de patógenos y aumentan la sensación de frío, mientras que valores menores al 40 % irritan las vías respiratorias y aumentan la susceptibilidad a infecciones (Huynh et al., 2005).

El diseño de las instalaciones es importante para el desarrollo de los lechones. Las recomendaciones para maternidad son 6-7 m<sup>2</sup> por cerda y su camada y para post-destete temprano hasta 20 Kg (0.20-0.30 m<sup>2</sup>) por lechón (Rzezniczek et al., 2015). Los sistemas de alojamiento deben incluir elementos de enriquecimiento ambiental que permitan la expresión de comportamientos naturales (Godyń et al., 2019). La provisión de materiales manipulables reduce el estrés y los comportamientos anormales (Grandin, 2023). El diseño de los pisos merece atención especial considerando su impacto en la salud podal. Las superficies deben proporcionar suficiente tracción, además de mantener un nivel adecuado de abrasividad que evite el desgaste excesivo de las pezuñas. La implementación de áreas diferenciadas con distintos tipos de pisos (slots parciales, áreas sólidas con cama) puede mejorar el confort y la higiene en las granjas (Kil Bride et al., 2009).

## **FACTORES SOCIALES Y JERARQUÍA**

Las primeras horas y días de vida de un lechón son elementales para su desarrollo y ganancia de peso a lo largo de su ciclo de vida. El manejo durante este periodo puede tener un impacto duradero en la salud y crecimiento de los animales, por lo que se deben implementar prácticas que aseguren su bienestar y maximicen su potencial de desarrollo (Costa Do Nascimento et al., 2019).

El peso al nacer es un indicador del futuro desempeño de los lechones (Rendón del Águila et al., 2017). Los lechones que nacen con un peso adecuado (>1.2 kg) (Ferrari et al., 2014) tienen más probabilidades de sobrevivir ya que cuentan con mayores reservas energéticas para enfrentar los retos iniciales de la vida (Thomas et al., 2018). Un lechón con peso bajo al nacimiento tiene más probabilidades de experimentar dificultades en las primeras horas de vida, tales como problemas para amamantar, hipotermia o debilidad, esto puede retrasar su crecimiento y aumentar el riesgo de muerte (Wang et al., 2016). El balance energético y proteico en la alimentación de las cerdas durante la gestación y la condición corporal de la cerda junto con factores genéticos pueden influir en el peso de los lechones al nacimiento (Lanferdini et al., 2018).

La naturaleza gregaria de los cerdos y su tendencia innata a establecer estructuras sociales hacen que estos

factores tomen importancia en la producción (Fels et al., 2014). El establecimiento de jerarquías comienza desde etapas tempranas en la vida de los lechones, el cual se manifiesta inicialmente en la competencia por el acceso a las tetas maternas (da Fonseca de Oliveira et al., 2023).

Durante la lactancia, los lechones establecen un "orden de tetas" que influye en su desarrollo; aquéllos que acceden a las tetas anteriores (que producen más leche) suelen tener mayores tasas de crecimiento. Esta experiencia social tiene alcances duraderos en el comportamiento y desarrollo posteriores (Puppe et al., 2008).

La uniformización de camadas es una forma de manejo que mejora la homogeneidad de los lechones en cuanto a tamaño y peso, principalmente en camadas grandes. La uniformización consiste en equilibrar a los lechones de una misma camada para que todos tengan un acceso similar a la madre y al calostro, asegurando así iguales oportunidades de crecimiento (Charneca et al., 2021). Para lograrlo, se reubican los lechones dentro de las primeras 24 horas de vida, trasladando a los más pequeños o a los que presentan mayores dificultades para mamar hacia jaulas donde haya menos competencia o donde las cerdas produzcan más leche (Sell-Kubiak, 2021). El tamaño de camada recomendado debe ser de 14-16 para multíparas y 12-14 para primíparas (Foxcroft et al., 2006).

Posteriormente, el momento del destete representa una etapa importante en términos de dinámica social (Van Kerschaver et al., 2023). La separación de la madre y la mezcla con lechones desconocidos desencadena procesos de establecimiento de nuevas jerarquías que pueden crear estrés. Durante este período, se observan comportamientos agonísticos que pueden durar entre 24-72 horas, hasta que se establece un nuevo orden social. La intensidad y duración de estas interacciones pueden afectar negativamente la ganancia de peso (Bøe, 1991; Winters et al., 2023).

Se recomienda formar de grupos uniformes en cuanto a peso y tamaño (variación máxima del 10-15 %); la edad recomendada entre grupos no debe exceder la diferencia máxima de 5-7 días (Figura 5). La optimización del espacio social en cuanto a densidad de población adecuada (0.30-0.35 m<sup>2</sup>/lechón post-destete) y el enriquecimiento ambiental, debe ser con materiales manipulables que promuevan la exploración social y



elementos que faciliten la expresión de comportamientos naturales.

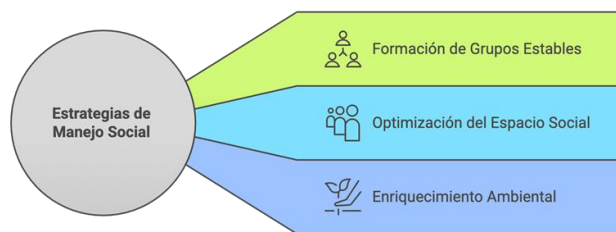


Figura 5. Estrategias de manejo social

## CONCLUSIÓN

La ganancia de peso en lechones es un proceso multifactorial complejo que determina la eficiencia productiva y la rentabilidad de los sistemas de producción de porcinos. El análisis integral de los factores involucrados revela la necesidad de adoptar enfoques holísticos que trasciendan la consideración aislada de variables individuales. Los avances en genética molecular, como la identificación de QTLs relacionados con la ganancia de peso y las tecnologías de edición génica, han revolucionado los métodos de selección tradicionales. Sin embargo, la expresión del potencial genético depende de la implementación de estrategias nutricionales que consideren los requerimientos de cada etapa fisiológica. La transición del calostro a la alimentación sólida, junto con la formulación de dietas que incorporen ingredientes funcionales como plasma porcino, proteína de papa y concentrados de soya, son elementos que ayudan a optimizar el aprovechamiento del potencial genético.

La complejidad de los factores que influyen en la ganancia de peso de lechones, demanda un cambio paradigmático hacia sistemas de producción más sofisticados e integrados. La implementación exitosa de estas estrategias requiere no solo conocimiento técnico especializado, sino también la capacidad de integrar múltiples disciplinas en un enfoque coherente y sostenible.

Las perspectivas futuras apuntan hacia una mayor personalización de los protocolos de manejo basado en tecnologías digitales, análisis de big data y sistemas de monitoreo en tiempo real que permitan ajustes dinámicos de las estrategias de producción. La industria porcina del futuro deberá equilibrar eficientemente la

productividad económica con la sostenibilidad ambiental y la responsabilidad social, estableciendo nuevos estándares de excelencia productiva.

La ganancia de peso en lechones, por tanto, debe entenderse no como un resultado aislado, sino como la manifestación visible de la integración exitosa de múltiples factores interconectados que, cuando son manejados de manera holística y basada en evidencia científica, pueden generar sistemas de producción altamente eficientes, sostenibles y responsables.

## Agradecimientos

A COMECyT por la cátedra otorgada al primer autor de este documento en el marco del programa de investigadores (ESYCA2023-1957).

## Literatura citada

- Alarcón, L.V., Allepuz, A., Mateu, E. (2021). Biosecurity in pig farms: a review. *Porc. Health Manag.* 7, 5. <https://doi.org/10.1186/s40813-020-00181-z>
- Alderson, E. (2021). Pietrain pig. <https://doi.org/10.1079/cabicompndium.69868>
- Alves, L.K.S., Gameiro, A.H., Schinckel, A.P., Garbossa, C.A.P. (2022). Development of a Swine Production Cost Calculation Model. *Animals* 12, 2229. <https://doi.org/10.3390/ani12172229>
- Anjos, Claudia Moreira dos, Gois, F.D., Anjos, Carolina Moreira dos, Rocha, V. de S., Castro, D.E. de S. e, Allaman, I.B., Silva, F.L., Carvalho, P.L. de O., Meneghetti, C., Costa, L.B. (2019). Effects of dietary beta-glucans, glucomannans and mannan oligosaccharides or chlorohydroxyquinoline on the performance, diarrhea, hematological parameters, organ weight and intestinal health of weanling pigs. *Livest. Sci.* 223, 39–46. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.02.018>
- Baker, J. (2004). Effective environmental temperature. *J. Swine Health Prod.* 12, 140–143. <https://doi.org/10.54846/jshap/391>
- Balan, P., Staincliffe, M., Moughan, P.J. (2021). Effects of spray-dried animal plasma on the growth performance of weaned piglets—A review. *J. Anim.*

- Physiol. Anim. Nutr. 105, 699–714.  
<https://doi.org/10.1111/jpn.13435>
- Bøe, K., (1991). The process of weaning in pigs: when the sow decides. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 30, 47–59.  
[https://doi.org/10.1016/0168-1591\(91\)90084-B](https://doi.org/10.1016/0168-1591(91)90084-B)
- Buoio, E., Cialini, C., Costa, A. (2023). Air Quality Assessment in Pig Farming: The Italian Classyfarm. *Anim. Open Access J. MDPI* 13, 2297.  
<https://doi.org/10.3390/ani13142297>
- Cardil, A., Gallizo, J.L., Salvador, M. (2023). Factors that affect profitability in the Spanish pig farming industry. *Span. J. Agric. Res.* 21, e0106.  
<https://doi.org/10.5424/sjar/2023213-19828>
- Carvalho, P.L.D.O., Vasconcelos, E.S.D., Ansolin, R.D., Lorscheiter, K.A., Chambo, P.C.D.S., Carvalho, S.T., Santana, A.L.A., Oliveira, A.D.C., Genova, J.L. (2016). Performance and carcass traits of different commercial pig lines. *Semina Ciênc. Agrár.* 37, 3317.  
<https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n5p3317>
- Charneca, R., Nunes, J.T., Freitas, A., Le 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, 100184.  
<https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100184>
- Chimonyo, M., Dzama, K. (2007). Estimation of genetic parameters for growth performance and carcass traits in Mukota pigs. *Animal* 1, 317–323.  
<https://doi.org/10.1017/S1751731107661849>
- Chisoro, P., Krogh, U., Theil, P.K., Eskildsen, M. (2023). Characteristics of sows' milk and piglet nutrient utilization during a 28-d lactation period. *J. Anim. Sci.* 101, skad261.  
<https://doi.org/10.1093/jas/skad261>
- Choudhury, R., Middelkoop, A., de Souza, J.G., van Veen, L.A., Gerrits, W.J.J., Kemp, B., Bolhuis, J.E., Kleerebezem, M. (2021). Impact of early-life feeding on local intestinal microbiota and digestive system development in piglets. *Sci. Rep.* 11, 4213.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-83756-2>
- Cohen, J. (2024). Poised to be first widely consumed gene-edited animals, virus-resistant pigs trot toward market. <https://doi.org/10.1126/science.zt8zk3c>
- Colson, V., Orgeur, P., Foury, A., Mormède, P. (2006). Consequences of weaning piglets at 21 and 28 days on growth, behaviour and hormonal responses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 98, 70–88.  
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2005.08.014>
- Connolly, A.J. (2022). 86 Reaching Genetic Potential in Pigs: 10 Disruptive Digital Technologies. *J. Anim. Sci.* 100, 206. <https://doi.org/10.1093/jas/skac064.349>
- Costa Do Nascimento, L.E., Gomide, A.P.C., Souza E Souza, S.D., Do Nascimento, L.M., Mascarenhas, L.B. (2019). Swine growth physiology. *Amaz. J. Plant Res.* 3, 369–382.  
<https://doi.org/10.26545/ajpr.2019.b00046x>
- da Fonseca de Oliveira, A.C., Webber, S.H., Ramayo-Caldas, Y., Dalmau, A., Costa, L.B. (2023). Hierarchy Establishment in Growing Finishing Pigs: Impacts on Behavior, Growth Performance, and Physiological Parameters. *Animals* 13, 292.  
<https://doi.org/10.3390/ani13020292>
- dos Santos, J.C.R., Norenberg, A., Correia, B., Irgang, R., Bianchi, I., Moreira, F., de Oliveira Júnior, J.M., Nörnberg, J.L., Peripolli, V. (2023). Evaluation of different percentages of Duroc genes and gender on growth, carcass and meat quality traits for pigs. *Meat Sci.* 205, 109314.  
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109314>
- Douglas, S.L., Szyszka, O., Stoddart, K., Edwards, S.A., Kyriazakis, I. (2015). Animal and management factors influencing grower and finisher pig performance and efficiency in European systems: a meta-analysis. *Animal* 9, 1210–1220.  
<https://doi.org/10.1017/S1751731115000269>
- Fablet, C., Rose, N., Grasland, B., Robert, N., Lewandowski, E., Gosselin, M. (2018). Factors associated with the growing-finishing performances of swine herds: an exploratory study on serological and herd level indicators. *Porc. Health Manag.* 4, 6.  
<https://doi.org/10.1186/s40813-018-0082-9>
- Fels, M., Hartung, J., Hoy, S. (2014). Social hierarchy formation in piglets mixed in different group compositions after weaning. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 152, 17–22.  
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2014.01.003>



- Ferrari, C.V., Sbardella, P.E., Bernardi, M.L., Coutinho, M.L., Vaz, I.S., Wentz, I., Bortolozzo, F.P. (2014). Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. *Prev. Vet. Med.* 114, 259–266. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.02.013>
- Fraga, B.N., Lovatto, P.A., Rorato, P.R.N., Oliveira, V. de, Rossi, C.A.R., Lehnen, C.R. (2015). Modeling performance and nutritional requirements of pigs lots during growth and finishing. *Ciênc. Rural* 45, 1841–1847. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141389>
- Fu, B., Ma, H., Huo, X., Zhu, Y., Liu, D. (2024). CRISPR Technology Acts as a Dual-Purpose Tool in Pig Breeding: Enhancing Both Agricultural Productivity and Biomedical Applications. *Biomolecules* 14, 1409. <https://doi.org/10.3390/biom14111409>
- Godyń, D., Nowicki, J., Herbut, P. (2019). Effects of Environmental Enrichment on Pig Welfare—A Review. *Anim. Open Access J. MDPI* 9, 383. <https://doi.org/10.3390/ani9060383>
- Gómez-Prado, J., Pereira, A.M.F., Wang, D., Villanueva-García, D., Domínguez-Oliva, A., Mora-Medina, P., Hernández-Avalos, I., Martínez-Burnes, J., Casas-Alvarado, A., Olmos-Hernández, A., Ramírez-Necochea, R., Verduzco-Mendoza, A., Hernández, A., Torres, F., Mota-Rojas, D. (2022). Thermoregulation mechanisms and perspectives for validating thermal windows in pigs with hypothermia and hyperthermia: An overview. *Front. Vet. Sci.* 9, 1023294. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1023294>
- González-Solé, F., Solà-Oriol, D., Villagómez Estrada, S., Muns, R., Pérez, J.F. (2024). Effect of Longer Pre-Starter Diet Allowance on Post-Weaning Performance of Lightweight Piglets. *Animals* 14, 3471. <https://doi.org/10.3390/ani14233471>
- Grahofer, A., Plush, K. (2023). Lactation in swine: review article. *Anim. Front. Rev. Mag. Anim. Agric.* 13, 112–118. <https://doi.org/10.1093/af/vfad020>
- Grandin, T. (2023). A Practical Approach to Providing Environmental Enrichment to Pigs and Broiler Chickens Housed in Intensive Systems. *Animals* 13, 2372. <https://doi.org/10.3390/ani13142372>
- Gresse, R., Chaucheyras-Durand, F., Fleury, M.A., Van de Wiele, T., Forano, E., Blanquet-Diot, S. (2017). Gut Microbiota Dysbiosis in Postweaning Piglets: Understanding the Keys to Health. *Trends Microbiol.* 25, 851–873. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2017.05.004>
- Guevarra, R.B., Lee, J.H., Lee, S.H., Seok, M.-J., Kim, D.W., Kang, B.N., Johnson, T.J., Isaacson, R.E., Kim, H.B. (2019). Piglet gut microbial shifts early in life: causes and effects. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 10, 1. <https://doi.org/10.1186/s40104-018-0308-3>
- Harlow, M., Torremorell, M., Rademacher, C.J., Gebhardt, J., Holck, T., Linhares, L.C.M., Main, R.G., Trevisan, G. (2024). Biosecurity Insights from the United States Swine Health Improvement Plan: Analyzing Data to Enhance Industry Practices. *Animals* 14, 1134. <https://doi.org/10.3390/ani14071134>
- He, Y., Deen, J., Shurson, G.C., Wang, L., Chen, C., Keisler, D.H., Li, Y.Z. (2016). Identifying factors contributing to slow growth in pigs. *J. Anim. Sci.* 94, 2103–2116. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-0005>
- Herpin, P., Damon, M., Le Dividich, J. (2002). Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. *Livest. Prod. Sci., Peri- and Post-Natal Mortality in the Pig* 78, 25–45. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00183-5](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00183-5)
- Homma, C., Hirose, K., Ito, T., Kamikawa, M., Toma, S., Nikaido, S., Satoh, M., Uemoto, Y. (2021). Estimation of genetic parameter for feed efficiency and resilience traits in three pig breeds. *Animal* 15, 100384. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100384>
- Hu, Z., Yang, Q., Tao, Y., Shi, L., Tu, J., Wang, Y. (2023). A review of ventilation and cooling systems for large-scale pig farms. *Sustain. Cities Soc.* 89, 104372. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104372>
- Huynh, T.T.T., Aarnink, A.J.A., Verstegen, M.W.A., Gerrits, W.J.J., Heetkamp, M.J.W., Kemp, B., Canh, T.T. (2005). Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative



- humidities. *J. Anim. Sci.* 83, 1385–1396. <https://doi.org/10.2527/2005.8361385x>
- Johnson, Z.B., Nugent, R.A. (2003). Heritability of body length and measures of body density and their relationship to backfat thickness and loin muscle area in swine. *J. Anim. Sci.* 81, 1943–1949. <https://doi.org/10.2527/2003.8181943x>
- Kang, H.-S., Nam, K.-C., Kim, K.-T., Na, C.-S., Seo, K.-S. (2012). Estimation of Heritability and Genetic Parameter for Growth and Body Traits of Pig. *J. Anim. Sci. Technol.* 54, 83–87. <https://doi.org/10.5187/JAST.2012.54.2.83>
- KilBride, A., Gillman, C., Ossent, P., Green, L. (2009). Impact of flooring on the health and welfare of pigs. In *Pract.* 31, 390–395. <https://doi.org/10.1136/inpract.31.8.390>
- Knight, L.C., Dilger, R.N. (2018). Longitudinal Effects of Iron Deficiency Anemia and Subsequent Repletion on Blood Parameters and the Rate and Composition of Growth in Pigs. *Nutrients* 10, 632. <https://doi.org/10.3390/nu10050632>
- Kobek-Kjeldager, C., Moustsen, V.A., Pedersen, L.J., Theil, P.K. (2021). Impact of litter size, supplementary milk replacer and housing on the body composition of piglets from hyper-prolific sows at weaning. *Animal* 15, 100007. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100007>
- Kušec, G., Kušec, I.D., Gvozdanović, K., Kušec, G., Kušec, I.D., Gvozdanović, K. (2024). Perspective Chapter: Tracing the Growth of the Domestic Pig, in: *Tracing the Domestic Pig*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.114370>
- Li, Haopu, Li, Haoming, Li, B., Shao, J., Song, Y., Liu, Z. (2023). Smart Temperature and Humidity Control in Pig House by Improved Three-Way K-Means. *Agriculture* 13, 2020. <https://doi.org/10.3390/agriculture13102020>
- Little, S.B., Browning, G.F., Woodward, A.P., Billman-Jacobe, H. (2022). Water consumption and wastage behaviour in pigs: implications for antimicrobial administration and stewardship. *Animal* 16, 100586. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100586>
- Liu, N., Shen, H., Zhang, F., Liu, X., Xiao, Q., Jiang, Q., Tan, B., Ma, X. (2023). Applications and prospects of functional oligosaccharides in pig nutrition: A review. *Anim. Nutr.* 13, 206–215. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.02.002>
- López, A., Martinson, S.A. (2017). Respiratory System, Mediastinum, and Pleurae, in: Zachary, J.F. (Ed.), *Pathologic Basis of Veterinary Disease* (Sixth Edition). Mosby, pp. 471–560.e1. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-35775-3.00009-6>
- Park, Y.W. (2022). Milks of Other Domesticated Mammals (Pigs, Yaks, Reindeer, etc), in: McSweeney, P.L.H., McNamara, J.P. (Eds.), *Encyclopedia of Dairy Sciences* (Third Edition). Academic Press, Oxford, pp. 664–675. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818766-1.00090-8>
- Parra Alarcón, E.A., Hijuitl Valeriano, T.D.J., Mariscal Landín, G., Reis De Souza, T.C. (2022). Concentrado de proteína de papa: una posible alternativa al uso de antibióticos en las dietas para lechones destetados. Revisión. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 13, 510–524. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i2.5980>
- Patil, Y., Gooneratne, R., Ju, X.-H. (2020). Interactions between host and gut microbiota in domestic pigs: a review. *Gut Microbes* 11, 310–334. <https://doi.org/10.1080/19490976.2019.1690363>
- Paul, S.S., Mandal, A.B., Chatterjee, P.N., Bhar, R., Pathak, N.N. (2007). Determination of nutrient requirements for growth and maintenance of growing pigs under tropical condition. *Animal* 1, 269–282. <https://doi.org/10.1017/S1751731107284228>
- Peltoniemi, O., Tanskanen, T., Kareskoski, M. (2023). One Health challenges for pig reproduction. *Mol. Reprod. Dev.* 90, 420–435. <https://doi.org/10.1002/mrd.23666>
- Peng, J., Tang, Y., Huang, Y. (2021). Gut health: The results of microbial and mucosal immune interactions in pigs. *Anim. Nutr.* 7, 282–294. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.01.001>
- Pérez, F.A. (2009). Prácticas de manejo del lechón en maternidad: estrategias para mejorar su sobrevivencia y aumentar la productividad - Management practices for the piglet in. *Rev. Electrónica Vet.* 11.



- Pérez-Enciso, M., de los Campos, G., Hudson, N., Kijas, J., Reverter, A. (2017). The ‘heritability’ of domestication and its functional partitioning in the pig. *Heredity* 118, 160–168. <https://doi.org/10.1038/hdy.2016.78>
- Pérez-Montarelo, D., Madsen, O., Alves, E., Rodríguez, M.C., Folch, J.M., Noguera, J.L., Groenen, M.A.M., Fernández, A.I. (2014). Identification of genes regulating growth and fatness traits in pig through hypothalamic transcriptome analysis. *Physiol. Genomics* 46, 195–206. <https://doi.org/10.1152/physiolgenomics.00151.2013>
- Piórkowska, K., Ropka-Molik, K. (2024). Trends and Prospects in Pig Genomics and Genetics. *Genes* 15, 1292. <https://doi.org/10.3390/genes15101292>
- Preisinger, D., Winogrodzki, T., Klinger, B., Schnieke, A., Rieblinger, B. (2023). Genome Editing in Pigs. *Methods Mol. Biol. Clifton NJ* 2631, 393–417. [https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2990-1\\_19](https://doi.org/10.1007/978-1-0716-2990-1_19)
- Przyborowska, P., Lewko-Wojtowicz, R., Cybulski, P., Maes, D., Tobolski, D. (2024). Impact of porcine respiratory disease complex on carcass weight and meatiness: quantitative insights from a mixed-model analysis. *BMC Vet. Res.* 20, 554. <https://doi.org/10.1186/s12917-024-04410-3>
- Puppe, B., Langbein, J., Bauer, J., Hoy, S. (2008). A comparative view on social hierarchy formation at different stages of pig production using sociometric measures. *Livest. Sci.* 113, 155–162. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.03.004>
- Quesnel, H., Farmer, C. (2019). Review: nutritional and endocrine control of colostrogenesis in swine. *Animal* 13, s26–s34. <https://doi.org/10.1017/S1751731118003555>
- Racewicz, P., Ludwiczak, A., Skrzypczak, E., Składanowska-Baryza, J., Biesiada, H., Nowak, T., Nowaczewski, S., Zaborowicz, M., Stanisław, M., Ślósarz, P. (2021). Welfare Health and Productivity in Commercial Pig Herds. *Anim. Open Access J. MDPI* 11, 1176. <https://doi.org/10.3390/ani11041176>
- Radzikowski, D., Milczarek, A. (2021). Selected feed additives used in pig nutrition. *J. Cent. Eur. Agric.* 22, 54–65. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.1.2927>
- Rendón del Águila, J.U., Martínez-Gamba, R.G., Herradora Lozano, M.A., Alonso-Spilsbury, M., Rendón del Águila, J.U., Martínez-Gamba, R.G., Herradora Lozano, M.A., Alonso-Spilsbury, M. (2017). Efecto del peso al nacer, tamaño de camada y posición en la ubre sobre el crecimiento de cerdos durante la lactancia y engorda. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 8, 75–81. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4317>
- Rzeczniczek, M., Gygas, L., Wechsler, B., Weber, R. (2015). Comparison of the behaviour of piglets raised in an artificial rearing system or reared by the sow. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 165, 57–65. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.01.009>
- Scollo, A., Perrucci, A., Stella, M.C., Ferrari, P., Robino, P., Nebbia, P. (2023). Biosecurity and Hygiene Procedures in Pig Farms: Effects of a Tailor-Made Approach as Monitored by Environmental Samples. *Animals* 13, 1262. <https://doi.org/10.3390/ani13071262>
- Sell-Kubiak, E. (2021). Selection for litter size and litter birthweight in Large White pigs: Maximum, mean and variability of reproduction traits. *Animal* 15, 100352. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100352>
- Solà-Oriol, D., Gasa, J. (2017). Feeding strategies in pig production: Sows and their piglets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, “Modulation of feed Intake in pigs and chickens” and “Feed ingredients, additives and technologies for a healthy gut in pigs” 233, 34–52. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.07.018>
- Spreeuwenberg, M.A.M., Verdonk, J.M.A.J., Gaskins, H.R., Verstegen, M.W.A. (2001). Small Intestine Epithelial Barrier Function Is Compromised in Pigs with Low Feed Intake at Weaning. *J. Nutr.* 131, 1520–1527. <https://doi.org/10.1093/jn/131.5.1520>
- Stuart, B.P., Gosser, H.S., Allen, C.B., Bedell, D.M. (1982). Coccidiosis in swine: dose and age response to *Isospora suis*. *Can. J. Comp. Med.* 46, 317–320.
- Szudzik, M., Starzyński, R.R., Jończy, A., Mazgaj, R., Lenartowicz, M., Lipiński, P. (2018). Iron Supplementation in Suckling Piglets: An Ostensibly Easy Therapy of Neonatal Iron Deficiency Anemia.



- Pharmaceuticals 11, 128.  
<https://doi.org/10.3390/ph11040128>
- Tang, X., Xiong, K., Fang, R., Li, M. (2022a). Weaning stress and intestinal health of piglets: A review. *Front. Immunol.* 13, 1042778.  
<https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.1042778>
- Tang, X., Xiong, K., Fang, R., Li, M. (2022b). Weaning stress and intestinal health of piglets: A review. *Front. Immunol.* 13, 1042778.  
<https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.1042778>
- Thomas, L.L., Goodband, R.D., Tokach, M.D., Dritz, S.S., Woodworth, J.C., DeRouchey, J.M. (2018). Partitioning components of maternal growth to determine efficiency of feed use in gestating sows 1,2. *J. Anim. Sci.* 96, 4313–4326.  
<https://doi.org/10.1093/jas/sky219>
- Valente Junior, D.T., Genova, J.L., Kim, S.W., Saraiva, A., Rocha, G.C. (2024). Carbohydrases and Phytase in Poultry and Pig Nutrition: A Review beyond the Nutrients and Energy Matrix. *Anim. Open Access J. MDPI* 14, 226. <https://doi.org/10.3390/ani14020226>
- Van Kerschaver, C., Turpin, D., Michiels, J., Pluske, J. (2023). Reducing Weaning Stress in Piglets by Pre-Weaning Socialization and Gradual Separation from the Sow: A Review. *Animals* 13, 1644.  
<https://doi.org/10.3390/ani13101644>
- Vasconcelos, L., Mello, H., Stringhini, J., Andrade, M., Cysneiros, C., Arnhold, E., Mascarenhas, A., Resende, M., Xavier, H. (2017). Use of Soy Protein Concentrate in Pre-Starter and Starter Diets for Broilers. *Rev. Bras. Ciênc. Avícola* 19, 1–8.  
<https://doi.org/10.1590/1806-9061-2015-0029>
- Wang, H., Liu, J., Wu, Z., Feng, G., Shen, Z., Wang, M. (2022). Airflow characteristics of attachment ventilation in a nursery pig house under heating mode. *Biosyst. Eng.* 224, 346–360.  
<https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2022.10.018>
- Wang, X., Liu, X., Deng, D., Yu, M., Li, X., 2016. Genetic determinants of pig birth weight variability. *BMC Genet.* 17, 15. <https://doi.org/10.1186/s12863-015-0309-6>
- Whittemore, C.T., Green, D.M., Schofield, C.P. (2001). Nutrition management of growing pigs. *BSAP Occas. Publ.* 28, 89–95.  
<https://doi.org/10.1017/S1463981500041030>
- Whitworth, K.M., Green, J.A., Redel, B.K., Geisert, R.D., Lee, K., Telugu, B.P., Wells, K.D., Prather, R.S. (2022). Improvements in pig agriculture through gene editing. *CABI Agric. Biosci.* 3, 41.  
<https://doi.org/10.1186/s43170-022-00111-9>
- Winters, J.F.M., Foldager, L., Pedersen, L.J. (2023). Postweaning growth and feeding behaviour in pigs: effect of heavier hybrid and weaning intact litters in farrowing pens for loose-housed sows. *Animal* 17, 100688.  
<https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100688>
- Xu, Y., Lahaye, L., He, Z., Zhang, J., Yang, C., Piao, X. (2020). Micro-encapsulated essential oils and organic acids combination improves intestinal barrier function, inflammatory responses and microbiota of weaned piglets challenged with enterotoxigenic *Escherichia coli* F4 (K88+). *Anim. Nutr.* 6, 269–277.  
<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.04.004>
- Yang, F., Hou, C., Zeng, X., Qiao, S. (2015). The Use of Lactic Acid Bacteria as a Probiotic in Swine Diets. *Pathogens* 4, 34–45.  
<https://doi.org/10.3390/pathogens4010034>
- Zebua, C.K.N., Muladno, M., Siagian, P.H., 2017. Comparative performance of Landrace, Yorkshire and Duroc breeds of swine. *J. Indones. Trop. Anim. Agric.* 42, 147.  
<https://doi.org/10.14710/jitaa.42.3.147-152>
- Zhou, X., Liang, J., Xiong, X., Yin, Y. (2024). Amino acids in piglet diarrhea: Effects, mechanisms and insights. *Anim. Nutr.* 16, 267–274.  
<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.07.009>
- Zira, S., Rööös, E., Ivarsson, E., Friman, J., Møller, H., Samsonstuen, S., Olsen, H.F., Rydhmer, L. (2022). An assessment of scenarios for future pig production using a One Health approach. *Livest. Sci.* 260, 104929.  
<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104929>

**Aviso legal/Nota del editor:** Las declaraciones, opiniones y datos contenidos en todas las publicaciones son exclusivamente de los autores y colaboradores, y no de



Agraria ni de sus editores. Agraria y sus editores no se responsabilizan de ningún daño a personas o bienes que resulte de las ideas, métodos, instrucciones o productos mencionados en el contenido.

