Posibles causas de edemas y hematomas en porcinos en etapa de finalización

Trabajo de grado para optar por el título de Médica Veterinaria

Juliana Espinosa Santafé

Luz Marina Roldán Aristizabal
Médica Veterinaria Zootecnista, Magister en Innovación en Agronegocios.

Corporación Universitaria Lasallista
Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias
Medicina Veterinaria
Caldas, Antioquia
2026

Agradecimiento

El desarrollo y culminación de este trabajo de grado representa una etapa fundamental en mi formación profesional como Médica Veterinaria, un proceso que no habría sido posible sin el apoyo incondicional, la guía y la confianza de las personas e instituciones que me acompañaron en este camino. En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, quienes han sido mi fuente inagotable de inspiración, ejemplo constante de esfuerzo y el pilar fundamental que sostuvo cada paso de mi proceso, gracias por brindarme su amor incondicional y los innumerables sacrificios que me hicieron posible alcanzar este logro académico. De igual manera, dedico un reconocimiento muy especial a mi asesora de grado Luz Marina Roldán, cuya orientación, rigor académico, paciencia y valiosos aportes fueron determinantes para estructurar y guiar con éxito esta investigación. Asimismo, extiendo mi gratitud a la empresa por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad, y de manera especial al equipo de las granjas, por facilitarme la realización del trabajo de campo y colaborar de forma directa en la recolección de la información para evaluar las variables críticas. Finalmente, agradezco a todas las personas que, con sus consejos, palabras de aliento y colaboración, contribuyeron de diversas maneras a que este proyecto llegara a su feliz término, marcando un acontecimiento definitivo en mi carrera.

Resumen

El presente estudio se desarrolló con el objetivo principal de determinar el origen de un daño tisular en las granjas de ceba de una empresa, abordando la problemática de edemas y hematomas que comprometen la fascia y músculos recto y oblicuo abdominal de algunas canales porcinas desde el año 2020. Para cumplir con este objetivo, la metodología se estructuró mediante visitas y auditorías sistemáticas en las granjas seleccionadas de las 2 fincas evaluadas, empleando un diario de campo para registrar de manera continua las variables del entorno de la ceba, tales como el estado de los slats, paredes, pasillos, corralerías, cárcamos, sistema de ambientación, ventilación y condiciones de manejo. Asimismo, se evaluaron aspectos sanitarios asociados a ciertos signos respiratorios, caudofagia y necrosis de las orejas, contrastando los hallazgos con la verificación de las mortalidades del día para aislar la causa raíz de las lesiones en la etapa de finalización, sin incluir análisis de frecuencia ni la infraestructura de comederos y bebederos. Los resultados evidencian que las deficiencias operativas y estructurales pueden generar lesiones directas en la fascia y en los músculos recto y oblicuo abdominal, afectando de manera severa cortes comerciales de alto valor como la panceta y la tocineta, y ocasionando pérdidas económicas estimadas en $19.990 pesos por kilogramo diariamente debido a los decomisos en la planta de beneficio. Se concluye que la identificación precisa del origen de estas miopatías en campo provee a la empresa de un criterio técnico para establecer acciones correctivas inmediatas, optimizar los procesos de finalización y mitigar el impacto financiero en la cadena de producción.

Palabras clave: edemas, hematomas, producción primaria, fascia, etapa de finalización.

Abstract

This study aimed to determine the origin of tissue damage in fattening farms, addressing the issue of edemas and hematomas affecting the fascia and the rectus and oblique abdominal muscles in some swine carcasses since 2020. The methodology was structured through systematic audits and visits across selected farms from two evaluated production units, using a field diary to continuously record environmental variables such as the condition of slats, walls, corridors, pits, ventilation, and handling conditions. Additionally, sanitary aspects related to respiratory signs, tail-biting, and ear necrosis were assessed by contrasting findings with daily mortality records to isolate the root cause during the finishing stage, excluding frequency analysis and feeder/waterer infrastructure. Results show that operational and structural deficiencies generate direct injuries to the fascia and abdominal muscles, severely affecting high-value commercial cuts like pork belly and bacon, and causing economic losses estimated at $19,990 pesos per kilogram daily due to condemnations at the slaughterhouse. It is concluded that the precise identification of the origin of these myopathies in the field provides the company with technical criteria to establish immediate corrective actions, optimize finishing processes, and mitigate the financial impact on the production chain.

Keywords: edema, hematomas, primary production, fascia, rectus abdominis muscle, oblique abdominis muscle, finishing pigs.

Tabla de contenido

AGRADECIMIENTO **2**

RESUMEN **3**

ABSTRACT **4**

GLOSARIO **9**

INTRODUCCIÓN **10**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **12**

JUSTIFICACIÓN **14**

OBJETIVOS **16**

Objetivo general 16

Objetivos específicos 16

ALCANCE Y LIMITACIONES **17**

Alcance de la investigación 17

Limitaciones de la investigación 18

MARCO TEÓRICO **20**

Definiciones generales 20

Edema *20*

Causas y mecanismos del edema *20*

Hematoma *21*

Causas y mecanismos de los hematomas *22*

Manejo productivo de cerdos en la etapa de ceba *23*

Tipos de sistemas de ambientación en la ceba *25*

Sistemas de ambiente abierto o no controlado (Naturales) *25*

Sistemas de ambiente controlado o confinado (Forzados/Mecánicos) *26*

Enfermedades donde se generan edemas y hematomas en cerdos en etapa de finalización .. *26*

METODOLOGÍA **30**

Población y muestreo 30

Inspección en granja 30

Instalaciones 30

Organización de las granjas 31

Finca 1 ..... *31*

Finca 2 ..... *32*

Salud Animal 32

Mortalidad 33

Inspección externa 33

Inspección interna 33

Cronograma de actividades 34

RESULTADOS **37**

Caracterización de la información y las unidades analizadas 37

Análisis integrado y síntesis de los principales hallazgos 46

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **48**

Conclusiones 48

Recomendaciones 50

REFERENCIAS **51**

Índice de tablas

Tabla 1 37

Tabla 2 38

Tabla 3 39

Tabla 4 39

Tabla 5 41

Tabla 6 43

Tabla 7 44

Índice de figuras

Figura 1 27

Figura 2. Alteraciones morfológicas relacionadas con deficiencias de bienestar animal durante la estabulación..... 28

Figura 3. Guia de necropsia 33

Figura 4.Cronograma del periodo completo en que se ejecutó la investigación. 34

Figura 5. Instrumento de recolección de información (diario de campo) aplicado en las visitas a granja..... 36

Figura 6. 41

Glosario

Absceso: acumulación localizada de líquido purulento en los tejidos orgánicos, resultado de un proceso inflamatorio o infeccioso.

Canal: cuerpo de un animal desangrado y eviscerado, acondicionado para su comercialización y procesamiento industrial.

Cárcamo: canal o zanja subterránea ubicada bajo los pisos de los alojamientos para la evacuación de excretas y residuos líquidos.

Decomiso: retiro y destrucción oficial de productos alimenticios por no cumplir con los estándares sanitarios requeridos para el consumo humano.

Edema: acumulación excesiva de líquido seroso en los espacios intercelulares y tejidos del cuerpo.

Fascia: membrana o lámina de tejido conectivo fibroso que envuelve los músculos y otros órganos internos.

Hematoma: acumulación de sangre coagulada o extravasada en los tejidos blandos, generalmente causada por un golpe o traumatismo.

Miopatía: enfermedad o trastorno funcional y estructural del tejido muscular esquelético.

Producción primaria: fase inicial de la cadena agropecuaria dedicada a la cría, engorde y manejo de animales en la granja.

Slats: pisos emparrillados o ranurados que permiten el drenaje de las excretas de los animales hacia los sistemas subterráneos.

Introducción

La producción de carne porcina representa un pilar fundamental dentro de la industria agropecuaria, donde la eficiencia en la producción primaria y la calidad de la canal son determinantes para la competitividad del sector. No obstante, las operaciones pecuarias se enfrentan de manera constante a desafíos técnicos que comprometen tanto la rentabilidad como los estándares comerciales. Específicamente, una planta de beneficio ha registrado una problemática persistente asociada a la recurrencia de edemas y hematomas que pueden presentar una extensión unilateral desde el área inguinal hasta la quinta costilla, comprometiendo de forma severa la fascia y los músculos recto y oblicuo abdominal.

Estas alteraciones tisulares no solo afectan la integridad estructural del músculo, sino que impactan de manera directa cortes de mayor valor comercial, tales como la panceta y la tocineta, obligando a realizar decomisos que generan pérdidas económicas importantes diariamente. La aparición de estas lesiones en la canal suele estar vinculada a múltiples factores del entorno de engorde, tales como la infraestructura de los alojamientos, las rutinas operativas del personal, el manejo de las densidades y las condiciones sanitarias durante la etapa de finalización.

Para dar respuesta a este desafío, la presente investigación se concentra de lleno en la producción primaria, implementando un diseño metodológico fundamentado en visitas y auditorías sistemáticas en campo, específicamente se eligieron dos fincas, cada una pertenecía a un núcleo diferente de la organización (las cuales tomarán el nombre: Finca 1 y Finca 2). Mediante el uso de un diario de campo, se evalúan de forma continua variables críticas como el estado de infraestructura de las granjas y signos sanitarios de relevancia.

En este sentido, el objetivo general de este estudio es identificar los principales factores de riesgo físicos y de manejo involucrados en la aparición de edemas y hematomas en cerdos durante la fase de finalización, con el fin de establecer medidas preventivas que mitiguen la presencia de dichas lesiones en canales porcinas. Para alcanzar esta meta, la investigación plantea objetivos específicos orientados a auditar y registrar de forma continua las condiciones de infraestructura y

manejo operativo en los lotes seleccionados de las Fincas 1 y 2, analizar la relación entre las variables críticas del entorno de engorde y la presentación de miopatías, contrastar la información de campo con la verificación del estado de las mortalidades para aislar el origen operativo del daño tisular, y proveer a la compañía de un criterio técnico fundamentado que permita anticiparse a los problemas de calidad de canal y optimizar la gestión preventiva en la producción primaria.

Finalmente, para guiar al lector a través del desarrollo metodológico y analítico, el presente documento se encuentra organizado en diversas secciones. En primer lugar, se expone la justificación, detallando la relevancia económica y técnica de la problemática. Posteriormente, se establecen el alcance y las limitaciones del estudio, delimitando con precisión temporal, espacial y temática el trabajo en campo dentro de las Fincas 1 y 2, y reconociendo los factores condicionantes del entorno operativo. A partir de esta fundamentación, el documento despliega el desglose técnico orientado a la mejora de los procesos de engorde y finalización en la cadena porcina.

Planteamiento del problema

La carne de cerdo mantiene un crecimiento constante en el mercado global, impulsado por la demanda de proteína animal de alta calidad. Para responder a esta exigencia, la porcicultura intensiva ha incorporado avances tecnológicos, selección genética y mejoras en la infraestructura. Este nivel de intensificación, sumado a las exigencias normativas y de mercado, ha transformado la visión del bienestar animal, dejando de abordarse como una postura teórica o un compromiso ético para convertirse en un parámetro técnico determinante en la calidad final del producto. Históricamente, la industria se ha enfocado en satisfacer el componente biológico de este concepto: formulación y ajuste de dietas, control ambiental, diseño de instalaciones y aplicación de esquemas sanitarios preventivos. Sin embargo, en sistemas de gran escala, garantizar la salud resulta insuficiente si no se controlan variables operativas de campo. Factores como el manejo diario, la densidad por corral, el mantenimiento de las instalaciones y el comportamiento del personal en la granja desempeñan un papel decisivo en la integridad física del lote.

Dentro del ciclo productivo porcino, la etapa de ceba o finalización representa la fase de mayor vulnerabilidad biomecánica para el animal. Durante este periodo, los cerdos alcanzan su máximo peso y volumen corporal, lo que incrementa sustancialmente la carga sobre el sistema locomotor y la susceptibilidad de los tejidos musculares y vasculares ante traumas o fricciones mecánicas. En este punto de la producción, las condiciones de alojamiento y las rutinas de movilización dejan de ser simples aspectos de manejo para convertirse en determinantes críticos de la integridad tisular.

A pesar de los avances en la tecnificación del sector, siguen presentándose retos que afectan la producción. En ese contexto, desde el año 2020 en el área de beneficio del frigorífico donde se procesan los animales provenientes de las Fincas 1 y 2, se registra sistemáticamente la aparición de lesiones compatibles con edemas y hematomas en cerdos que llegan al beneficio, estas alteraciones se caracterizan por comprometer las fascias y los músculos de la pared abdominal (recto abdominal y oblicuo abdominal). Dicha problemática adquiere alta relevancia debido al severo impacto económico y operativo que representa para la empresa, pues al tratarse de la región abdominal e inguinal, zonas que corresponden a cortes de alto valor comercial dentro del desposte, la presencia de extravasaciones sanguíneas, fluidos serosos o compromiso tisular, obliga al equipo de calidad a realizar recortes profundos o decomisos totales, lo que se traduce en pérdidas

financieras por mermas en el rendimiento, depreciación del producto y menor eficiencia en la línea de beneficio.

Según Maxie (2016) y Zimmerman et al. (2019) la fragilidad capilar y las miopatías vasculares se asocian a deficiencias nutricionales de antioxidantes biológicos (como la vitamina E o el selenio); sin embargo, los análisis de las dietas evaluadas de lotes anteriores descartan este tipo de desbalances metabólicos. Esta evidencia traslada de forma directa la etiología del problema hacia otros factores como: mecánicos, estructurales y operacionales posiblemente originados dentro de las granjas de ceba o durante el transporte.

Las granjas de ceba de las Fincas 1 y 2 manejan habitualmente densidades poblacionales elevadas de animales en fase de finalización. La interacción diaria con pisos deteriorados o resbaladizos, corralerías dañadas, comederos mal dimensionados, pasillos de arreo estrechos o rampas con diseño inadecuado actúan como factor de riesgo permanente para traumas por fricción o impacto. Asimismo, el factor humano resulta decisivo: prácticas de arreo agresivo, movilización apresurada o sobrepoblación durante el manejo en pasillos desencadenan conductas de pánico y pisotones entre los cerdos, generando microtraumas musculares profundos.

Por otro lado, aunque los antecedentes, estudios y trabajos de investigación previos de la empresa evidenciaron la presencia de dichas lesiones e intentaron solucionarlos mediante medidas correctivas como la mitigación de la densidad y la reparación de pisos dañados, la problemática persiste en la actualidad. Esto deja en evidencia una brecha significativa ya que se han tomado acciones puntuales, pero sigue faltando caracterizar a fondo la causalidad intragranja y correlacionar sistemáticamente todas las variables físicas y operativas presentes en los sitios de origen. Como resultado, se mantiene un vacío diagnóstico donde el daño solo se hace evidente en el frigorífico cuando el animal ya ha sido procesado, lo que impide determinar con precisión qué factores estructurales o de manejo operario siguen desencadenando la lesión.

Actualmente no se dispone de un modelo de evaluación cuantitativo en granjas que permita asociar el tipo, severidad y localización anatómica del edema o hematoma con los factores de riesgo específicos presentes en las granjas de ceba. La falta de este diagnóstico desde la raíz dificulta la implementación de medidas correctoras en la fase primaria de producción, perpetuando el ciclo de decomisos en la planta de beneficio.

Justificación

La presente investigación se fundamenta en la necesidad de resolver una problemática de calidad detectada en canales desde el año 2020 en la planta de beneficio donde se procesan los animales provenientes de las Fincas 1 y 2. La recurrencia de edemas y hematomas que pueden presentar una extensión unilateral desde el área inguinal hasta la quinta costilla, comprometiendo la fascia y los músculos recto y oblicuo abdominal, constituye un desafío técnico de alto impacto. Estas alteraciones no solo afectan la integridad estructural del tejido muscular, sino que impactan directamente cortes de mayor valor comercial, tales como la panceta y la tocineta, obligando a realizar decomisos que representan una pérdida económica de $19.990 pesos por kilogramo diariamente. La relevancia de este estudio trasciende el ámbito operativo de la empresa, pues aborda una brecha en el conocimiento sobre la etiología específica de las miopatías en cerdos en etapa de finalización, conectando de forma directa la presentación de la lesión con las variables de origen en campo.

A diferencia de los diagnósticos anteriores, que abarcaban de forma general la granja, transporte y planta de beneficio, este proyecto se concentra de lleno en la producción primaria. El vacío en el conocimiento radica en que los análisis anteriores no lograban correlacionar la presentación de la lesión con las variables operativas y estructurales de la granja. Para abordar esta problemática, la investigación propone un enfoque analítico fundamentado en el control y evaluación de las condiciones internas de los sitios de origen. Al focalizar el estudio en los lotes provenientes de las granjas de ceba de la compañía, la meta de esta investigación es determinar el origen del daño tisular en campo y establecer medidas para mitigar los factores de riesgo directamente en la fuente.

Para lograr este propósito, el diseño metodológico contempló visitas y auditorías de las rutinas de operarios y del estado de la infraestructura en las Fincas 1 y 2. Esto permitió registrar, mediante un diario de campo, variables críticas como el estado de los slats, paredes, pasillos, corralerías y cárcamos, además del ambiente controlado, la ventilación, las densidades, la edad de producción de los animales, la condición sanitaria (presencia de tos, estornudos, caudofagia, necrosis de las orejas y causas de muerte) y los puntos de presión o fricción física a los que se expusieron los animales en crecimiento. Este seguimiento detallado en la Finca 1 (granjas: 5, 7 y 8) y Finca 2 (granjas:13, 17, 18 y 19) permitió contrastar la información recolectada y verificar la

ausencia de lesiones en las mortalidades de campo a diferencia de diagnósticos previos donde sí se reportaba la presencia lesiones en dichos animales, evidenciando que el problema en esta ocasión responde a dinámicas distintas durante la etapa de finalización.

Asimismo, este proyecto se justifica por su contribución directa al bienestar animal y a la eficiencia productiva. Al trascender la simple revisión de bajas en los galpones y profundizar en el control de las condiciones del entorno, el estudio proporciona a la empresa información técnica y objetiva para identificar factores de riesgo, orientar la toma de decisiones y anticiparse a posibles problemas en la calidad de las canales. De este modo, al trasladar el foco preventivo y de confort hacia la dinámica de las Fincas 1 y 2, el proyecto consolida un modelo de gestión enfocado en la mejora continua de los procesos de engorde y finalización, asegurando un impacto favorable tanto en los estándares operativos de la compañía como en la competitividad en el sector porcícola.

Objetivos

Objetivo general

Identificar los principales factores de riesgos físicos y de manejo involucrados con la aparición de edemas y hematomas en cerdos durante la fase de finalización.

Objetivos específicos

- Diferenciar la naturaleza de las lesiones detectadas, caracterizándolas según su apariencia macroscópica para distinguir entre traumas mecánicos, procesos inflamatorios o infecciosos.

- Asociar la ubicación anatómica de las lesiones con la infraestructura del corral, para identificar los puntos críticos de impacto, fricción o presión en los cerdos.

- Relacionar las prácticas de manejo del personal con la distribución de las lesiones, para precisar las acciones operativas que incrementan el riesgo de su presentación.

Alcance y limitaciones

Alcance de la investigación

El presente estudio comprende una investigación de carácter descriptivo y correlacional, orientada de manera exclusiva a la identificación, análisis y control de los factores de riesgo en la producción primaria que inciden en la aparición de edemas y hematomas en cerdos en fase de finalización.

- Delimitación temporal: el proyecto se ejecuta durante los meses: junio, julio y agosto del año 2026, abarcando el periodo de seguimiento operativo, la implementación del diario de campo y la recolección sistemática de información durante la ejecución de las auditorías en las granjas.

- Delimitación espacial: el alcance se restringe estrictamente a la infraestructura y los lotes activos de producción en la Finca 1 (granjas 5, 7 y 8) y en la Finca 2 (granjas 13, 17, 18 y 19).

- Delimitación temática: el análisis comprende la evaluación detallada de las condiciones de infraestructura (slats, paredes, pasillos, corralerías y cárcamos), el manejo operativo, las rutinas cotidianas de los operarios, el ambiente controlado, la ventilación, las densidades poblacionales, la condición sanitaria (presencia de tos, estornudos, caudofagia y necrosis de las orejas) y la verificación de lesiones en las mortalidades de campo.

- Exclusiones: quedan expresamente excluidos de este alcance los procesos de cría y pre-ceba, así como cualquier seguimiento o intervención en las etapas de transporte, recepción o procesos en la planta de beneficio. El foco es exclusivo en la dinámica interna de las granjas de ceba

Limitaciones de la investigación

Durante el desarrollo de la investigación en campo, se identificaron factores condicionantes que podrían influir en el alcance y la interpretación de los resultados:

- Variabilidad ambiental estacional: las condiciones climáticas particulares de la región durante el periodo de ejecución pueden generar variaciones puntuales en el comportamiento de la ventilación y el ambiente controlado dentro de los galpones; factores que, aunque registrados, no son susceptibles de manipulación experimental.

- Factor humano en registros operativos: la ejecución de las labores diarias no es completamente homogénea, ya que todos los operarios trabajan de manera diferente y cuentan con criterios o estilos distintos al interactuar con los animales y manipular la infraestructura, lo que introduce una variabilidad en el manejo cotidiano de los lotes.

- Dinámica de mortalidades: la ventana de observación para la verificación de lesiones en las mortalidades estuvo limitada estrictamente a la frecuencia, viabilidad y disponibilidad de casos presentados de forma natural en los lotes activos durante el periodo de evaluación en 2026, lo que implica que el estudio no busca análisis de frecuencia estadística, sino la identificación cualitativa del origen de la lesión.

- Limitantes de infraestructura y fluctuaciones de densidad: la construcción de las granjas marcada por diferencias específicas en la distribución de los galpones y el número de corrales condiciona directamente la distribución espacial. Sumado a esto, las densidades poblacionales, aunque se encuentran planificadas, pueden sufrir modificaciones o ajustes debido a eventos extraordinarios que alteran de forma puntual el espacio disponible por animal dentro de dichos espacios.

- Variabilidad en la edad de producción de los lotes: la edad de los animales evaluados no siempre fue la misma al momento del seguimiento, lo que representa una diferencia en el

tiempo de exposición a las variables de infraestructura y manejo dentro de la etapa de finalización

Marco teórico

Definiciones generales

Edema

Se define como la acumulación anormal y excesiva de líquido en el espacio intersticial (el espacio que rodea a las células dentro de los tejidos) o en las cavidades del cuerpo. No es una enfermedad por sí misma, sino el resultado visible de un desequilibrio en la distribución de los fluidos corporales. Desde la perspectiva de su origen celular y fisicoquímico, este material soluble se divide en (Zachary, 2017):

- Trasudado: es un líquido transparente y acuoso, bajo en proteínas y sin células inflamatorias. Se produce por problemas puramente físicos de la circulación, como fallas en la presión sanguínea.

- Exudado: líquido turbio espeso o turbio, con un alto contenido de proteínas y restos de leucocitos. Se presenta como respuesta directa a una inflamación o una herida que daña los vasos sanguíneos (McGavin & Zachary, 2017).

Causas y mecanismos del edema

Para que el cuerpo funcione correctamente, el agua se mantiene dentro de los vasos sanguíneos gracias a un equilibrio de presiones (conocido como las Fuerzas de Starling). El edema se produce de forma invariable cuando este equilibrio se rompe debido a una de estas cuatro causas (Zachary, 2017):

1. Aumento de la presión hidrostática: ocurre cuando hay un incremento tensional dentro de la luz vascular provocado por obstrucciones mecánicas en el retorno venoso, congestión

pasiva local o incrementos sistémicos del volumen circulatorio, ejerce una fuerza hidrodinámica que expele el agua plasmática hacia el intersticio celular.

2. Disminución de la presión oncótica: la reducción cuantitativa de las proteínas circulantes hipoproteinemia, especialmente hipoalbuminemia, disminuye la fuerza osmótica que retiene el agua dentro del compartimento intravascular. Al atenuarse este gradiente de succión, el fluido migra libremente hacia los tejidos. Este fenómeno se asocia etiológicamente a trastornos de desnutrición, insuficiencia hepática por la falla en la síntesis proteica, enteropatías por mala absorción o glomerulopatías por pérdida de albúmina por vía renal (McGavin & Zachary, 2017).

3. Aumento de la permeabilidad vascular: diversos factores químicos, físicos o biológicos inducen la retracción o necrosis de las células endoteliales, ensanchando las uniones intercelulares (fenestraciones). Esto anula la selectividad de la membrana basal, permitiendo la libre extravasación hacia el espacio intersticial tanto de la fracción acuosa como de macromoléculas proteicas de gran peso molecular, consolidando un edema de tipo exudativo (Zimmermann et al., 2019).

4. Obstrucción linfática: la compresión mecánica, obstrucción o destrucción de las vías linfáticas impide la remoción fisiológica del remanente hídrico macromolecular del intersticio, induciendo una acumulación localizada y progresiva (linfedema) (McGavin & Zachary, 2017).

Hematoma

Se define como una acumulación macroscópica de sangre confinada, delimitada, retenida en el interior de un plano muscular, fascia, tejido subcutáneo o una cavidad orgánica. Su origen fisiopatológico deriva obligatoriamente de un proceso previo de hemorragia, en el cual los componentes de la volemia completa (eritrocitos, leucocitos, plaquetas y plasma) escapan del circuito cerrado (Zachary, 2017).

A diferencia de una extravasación sanguínea difusa o sufusión, el hematoma compacta el fluido de forma localizada, forzando la creación de un espacio virtual en el parénquima afectado.

De acuerdo con la naturaleza de la alteración del vaso sanguíneo que desencadena la hemorragia inicial, se clasifica en (Zimmermann et al., 2019).

- Hematoma por disrupción parietal (rexis): provocado por una solución de continuidad o ruptura física y macroscópica de las túnicas celulares del vaso.

- Hematoma por permeabilidad celular (diapédesis): secundario al tránsito forzado de eritrocitos a través de un endotelio estructuralmente continuo, pero cuyas uniones estrechas se han dilatado o vuelto porosas debido a estímulos bioquímicos o hipoxia celular (McGavin & Zachary, 2017).

Causas y mecanismos de los hematomas

La aparición de un hematoma requiere la confluencia de una pérdida de la integridad estructural microvascular y una acumulación local persistente de sangre. Los mecanismos fundamentales involucran (Zimmermann et al., 2019):

- Traumatismos mecánicos dinámicos: es la principal causa. La aplicación de fuerzas externas de compresión, tracción o cizallamiento supera el límite de elasticidad y resistencia biomecánica de los vasos sanguíneos, induciendo una rotura de la pared vascular y la inmediata acumulación del fluido en el plano celular disociado por el impacto (Zimmermann et al., 2019).
- Hipoxia y congestión historiológica: la privación prolongada de oxígeno o el estancamiento circulatorio crónico alteran la respiración celular y el metabolismo energético del endotelio. Esto debilita la matriz extracelular de la membrana basal capilar, incrementando la fragilidad vascular y predisponiendo a la formación de hematomas ante presiones físicas mínimas (McGavin & Zachary, 2017).

- Fragilidad capilar inducida por xenobióticos y toxinas: la presencia en el torrente sanguíneo de metabolitos fúngicos (micotoxinas), endotoxinas bacterianas o compuestos químicos específicos ejerce un efecto citotóxico directo sobre las células endoteliales. Estas sustancias inducen peroxidación lipídica en las membranas endoteliales o inhiben la

síntesis de colágeno estructural, inhabilitando la capacidad del vaso para soportar la presión hemodinámica natural (Zimmermann et al., 2019).

- Disfunciones coagulativas y de la hemostasia: alteraciones cuantitativas o cualitativas en las plaquetas como trombocitopenia, deficiencias en la biosíntesis hepática de los factores de la cascada de coagulación o interferencias químicas por compuestos anticoagulantes impiden que el organismo selle las micro lesiones cotidianas. Esto perpetúa el sangrado inicial y transforma traumas mecánicos insignificantes en hematomas extensos (McGavin & Zachary, 2017; Zimmermann et al., 2019).

Manejo productivo de cerdos en la etapa de ceba

La etapa de ceba, engorde o finalización constituye la fase culminante dentro del sistema de producción porcina intensiva (Garzón Albarracín, s.f.). Su objetivo principal es maximizar la tasa de crecimiento diario y el desarrollo muscular de los animales hasta llevarlos al peso óptimo de comercialización para el beneficio en la planta de beneficio (Ortiz Salazar, s.f.).

Para comprender su estructura técnica, esta fase se divide metodológicamente en subetapas que reflejan el crecimiento progresivo y los cambios metabólicos del animal:

Levante (inicio de ceba):

Edad aproximada: Desde los 70 hasta los 112 días de vida (aproximadamente entre la semana 10 y la 15 de edad) (Pié Orpí, 2020; Zootecnia del Campo, s.f.).

Rango de peso: comprende generalmente desde los 28 hasta los 50 o 65 kilogramos de peso vivo (Zootecnia del Campo, s.f.; Ortiz Salazar, s.f.).

Densidad recomendada en pisos tipo slats: de acuerdo con el Manual de Bienestar Animal Porcino (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2020), el área libre mínima requerida por animal se ajusta según la subetapa de peso:

- 30 a 50 kg: 0,40 m^2/animal.
- 50 a 65 kg: 0,55 m^2/animal.

Lo que ocurre: los cerdos ingresan provenientes del precebos. En esta fase se adaptan a las instalaciones de engorde, superan el estrés social derivado de la mezcla de corrales y experimentan

un acelerado desarrollo esquelético y de masa muscular magra. Las demandas nutricionales se enfocan en dietas ricas en proteína digestible para consolidar su estructura corporal (Zootecnia del Campo, s.f.)

Comportamiento y riesgo: al inicio de esta fase, establecen jerarquías sociales mediante interacciones y peleas frecuentes. Al poseer una masa corporal menor, el riesgo de lesiones severas por fricción estructural es reducido, aunque el estrés social por la jerarquización es elevado (MAPA, 2010).

Engorde (desarrollo):

Edad aproximada: desde los 112 hasta los 133 días de vida (semanas 15 a 21-22 de vida) (Pié Orpí, 2020).

Rango de peso: abarca desde los 65 hasta los 85 0 100 kilogramos de peso vivo (Zootecnia del Campo, s.f.; Ortiz Salazar, s.f.)

Densidad recomendada en pisos tipo slats: de acuerdo con el Manual de Bienestar Animal Porcino (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2020), el área libre mínima requerida por animal se ajusta según la subetapa de peso:

- 65 a 85 kg: 0,55 m^2/animal.
- 85 a 100 kg: 0,65 m^2/animal (corresponde al rango regulado de 85 a 110 kg).

Lo que ocurre: los cerdos transitan por una etapa de alta eficiencia anabólica donde la ganancia de peso diario (GPD) alcanza sus valores más elevados, requiriendo un mayor consumo diario de alimento (Zootecnia del Campo, s.f.). Se incrementa notablemente el volumen corporal y la masa muscular.

Comportamiento y riesgo: con el acelerado crecimiento muscular y el incremento del volumen corporal se reduce proporcionalmente el espacio libre disponible por animal en el corral y eleva la interacción física y la competencia dentro del grupo. Los animales ocupan una mayor proporción de la superficie, lo que disminuye las zonas libres de descanso y eleva la frecuencia de roces constantes contra los tabiques y comederos (MAPA, 2010)

Finalización:

Edad aproximada: desde los 133 hasta los 154 o más días de vida (alrededor de las 24 semanas de edad) (Pié Orpí, 2020).

Rango de peso: comprende desde los 85 o 100 hasta los 110-120 kilogramos o más, según las exigencias del mercado y la industria cárnica (Zootecnia del Campo, s.f.; Pié Orpí, 2020).

Densidad recomendada en pisos tipo slats: de acuerdo con el Manual de Bienestar Animal Porcino (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2020), el área libre mínima requerida por animal se establece según el rango de peso final alcanzado:

- 85 a 110 kg: 0,65 m²/animal.
- Más de 110 kg: 1,00 m²/animal.

Lo que ocurre: corresponde al tramo final previo al envío a la planta de beneficio (Pié Orpí, 2020). En esta fase, el metabolismo del cerdo prioriza el depósito de tejido adiposo y la consolidación final de la canal.

Comportamiento y riesgo: representa la fase más crítica respecto a la densidad. Los cerdos, con su máximo volumen corporal, disponen del menor espacio relativo por metro cuadrado. Esta alta restricción espacial propicia el hacinamiento pasivo, amontonamientos al descansar, dificultad para realizar movimientos coordinados (como levantarse o echarse) y una mayor exposición a contusiones contra los pisos emparrillados y estructuras metálicas, desencadenando los procesos de daño tisular (PIC, 2022).

Tipos de sistemas de ambientación en la ceba

Los sistemas de ambientación en las granjas porcinas se clasifican principalmente según el grado de intervención tecnológica y el control del microclima dentro de la instalación (Mendoza & Silva, 2021). Una adecuada gestión de estos sistemas es clave para evitar alteraciones en el comportamiento de los animales que deriven en lesiones físicas (PIC, 2022).

Sistemas de ambiente abierto o no controlado (Naturales)

Descripción: son instalaciones abiertas que dependen de la corriente de aire natural y de la radiación ambiental. La regulación de la temperatura y la renovación de gases se realiza mediante el accionamiento de cortinas laterales (de manejo manual o automático) (Restrepo et al., 2019)

Características en la ceba:

- Están expuestos directamente a las fluctuaciones ambientales de la región (cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche, corrientes de aire o exceso de calor).

- El confort del cerdo depende de la buena orientación del galpón y del manejo oportuno de las cortinas.

Implicación en el bienestar y las lesiones: con la exposición a los cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche o exceso de calor, los cerdos experimentan estrés térmico. Esto altera su conducta de descanso, provocando amontonamientos excesivos (huddling) en busca de calor o dispersión forzada por calor, lo que incrementa la presión estática prolongada sobre la región ventral contra el suelo y el riesgo de contusiones y edemas (Smith & Taylor, 2020).

Sistemas de ambiente controlado o confinado (Forzados/Mecánicos)

Descripción: corresponden a galpones cerrados o confinados donde las variables ambientales como temperatura, humedad relativa, velocidad del aire y concentración de gases como el amoníaco, se regulan de manera artificial y continua mediante equipos electromecánicos (Mendoza & Silva, 2021). Dependiendo de la distribución del flujo de aire, se dividen en:

- Ventilación transversal o lateral: el aire ingresa por cortinas o entradas laterales y es expulsado por extractores ubicados en la pared opuesta (Restrepo et al., 2019).
- Ventilación tipo túnel: sistema de alta densidad donde el aire fresco entra por un extremo del galpón (frecuentemente a través de paneles húmedos o cooling cells) y es extraído por una batería de grandes ventiladores en el extremo opuesto, generando una corriente lineal de enfriamiento (Cardenas, 2021).
- Ventilación cenital: el aire se extrae verticalmente a través de chimeneas en el techo, optimizando la renovación sin corrientes directas a nivel de suelo (Restrepo et al., 2019).

Implicación en el bienestar y las lesiones: un buen manejo de este tipo de ambiente, permite mantener el galpón dentro de la zona de termoneutralidad, los animales logran una distribución más homogénea, ordenada y tranquila en el corral al momento de tumbarse. Esto reduce significativamente el amontonamiento desordenado y minimiza los traumatismos mecánicos y la formación de edemas por compresión estática (Spilsbury, 2019; PIC, 2022)

Enfermedades donde se generan edemas y hematomas en cerdos en etapa de finalización

Figura 1

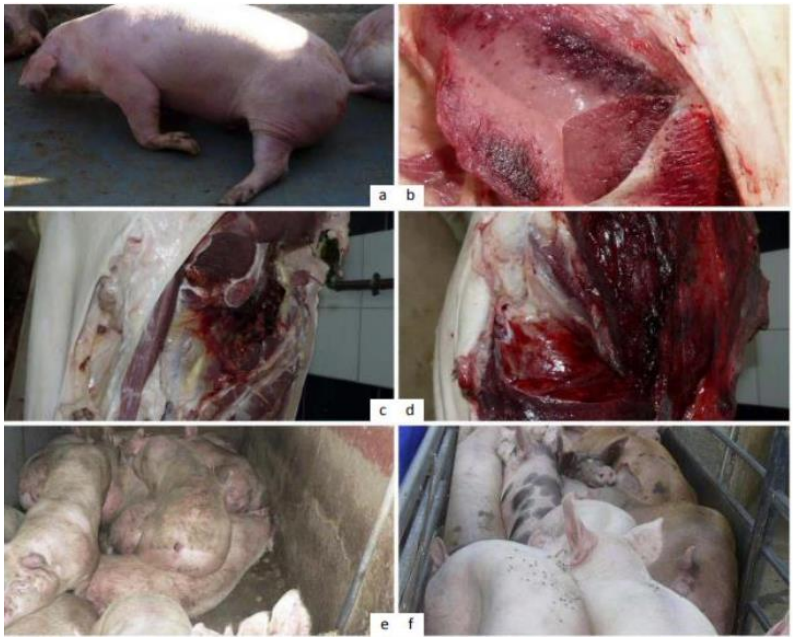
ENFERMEDAD	CAUSA	LESIONES MACRO
Miopatía nutricional	• Deficiencia de vitamina E y/o selenio • Interacción de plata, cobre, cadmio, cobalto, vanadio, telurio y zinc con el selenio	Hemorragias epicardica /miocardica con hidropericárdio; hepatosis dietética; menos común, rayas arenosas de color blanco pálido en el músculo
Lesiones traumáticas musculares (laceración, contusión, desgarro, heridas penetrantes)	• Traumatismo externo • Rotura muscular o desgarro fascia	Dependiente de fuerza aplicada, fractura huesos adyacentes, grado de hemorragia, lesión de vasos sanguíneos y nervios motores. • La hemorragia es indicativa de trauma antemortem. Los bordes redondeados son indicativos de cronicidad.
Clostridium spp	Malas técnicas de inyección y/o trauma.	La lesión característica es la necrosis muscular, con diversos grados de edema, hemorragia y producción de gas.
Síndrome de estrés porcino (PSS/PSE/DFD)	Defecto del gen receptores de rianodina	• Musculo PSE (pálido, blando y exudativo). • Rigidez muscular, enrojecimiento de la piel, pirexia, rigor rápido, acidosis láctica, hipertermia maligna.
Hemorragias por aturdimiento en el sacrificio		Petequias y hemorragias musculares en canales en el momento del sacrificio.
Hemorragias: PPA, PPC	PPA, PPC	Hemorragias focales en el músculo.
Toxicidad del gosipol	• sustancia polifenólica pigmentada de color amarillo presente en las semillas de algodón (Gossypium spp.)	Las lesiones están presentes en varios órganos, incluidos el corazón, los músculos esqueléticos, el hígado y los pulmones, la muerte se debe a insuficiencia cardíaca, que provoca la acumulación de líquido en las cavidades corporales
Toxicidad por ionóforos	• Monensina, lasalocid, salinomicina, narasina y maduramicina • Los efectos tóxicos se potencian con la adición de tiamulina, triacetiloleandomicina o sulfonamidas.	• músculo esquelético puede carecer de rigor normal y pueden verse rayas pálidas mal definidas tanto en el miocardio como en el músculo esquelético • alta incidencia de lesiones miocárdicas.
Toxicidad por plantas toxicas y toxinas vegetales	• cereales contaminados con semillas de Cassia occidentalis o C. obtusifolia	• palidez mal definida de gran parte de la masa muscular
Condiciones inmunomediadas	• anticuerpos circulantes dirigidos contra componentes fibra muscular, linfocitos T citotóxicos que infiltran o depósito de complejos inmunes	• La enfermedad muscular inmunomediada se caracteriza por infiltración intersticial y perivascular de linfocitos y/o células plasmáticas
Miositis supurativa (abscesos)	• infección bacteriana hematógena • inoculación (herida penetrante, inyección contaminada, laceración) • extensión de estructuras adyacentes (articulaciones, vainas tendinosas. o ganglios linfáticos)	La etapa inicial consiste en celulitis local, mal definida. Después de esto puede producirse la curación con un mínimo de cicatrización, o puede procederse a la formación de un absceso típico con un centro licuado, una membrana piógena y una vaina fibrosa externa
Granuloma estafilocócico	• infección persistente y de bajo grado por Staphylococcus aureus	• las heridas de castración y las glándulas mamarias son los sitios más comunes. • comienza como microabsceso alrededor de una pequeña colonia de organismos y progresa rápidamente. • El granuloma completamente formado es una masa dura, nodular, de color blanco grisáceo, de tejido fibroso denso, cavitado irregularmente por pequeños abscesos. • Contienen una pequeña cantidad de pus espeso de color amarillo anaranjado
Miositis Viral	• Encefalomielitis porcina • Circovirus porcino • Fiebre aftosa • enfermedad de Akabane	• Las lesiones macroscópicas pueden ser visibles o no y si están presentes, son focos o rayas pequeñas y mal definidas. • Las lesiones musculares inducidas por virus son infartos secundarios a vasculitis, o necrosis multifocal, presumiblemente debido a un efecto directo del virus sobre las miofibras

Nota: Porkcolombia 2024: www.porkcolombia.co

Problemas de Infraestructura.

Según (Spilsbury M.2022) la bursitis, es una lesión común en cerdos criados en sistemas con pisos duros y sin camas, se caracteriza por la inflamación de las bursas cerca de las articulaciones debido a la presión constante y el impacto contra el suelo. Esta condición se agrava a medida que los cerdos crecen y ganan peso, especialmente en animales de mayor tamaño que pasan más tiempo acostados. Instalaciones mal diseñadas o deterioradas, como pisos con separaciones grandes entre slats o superficies duras, aumentan el riesgo de bursitis, que afecta principalmente las patas traseras. Estudios han demostrado una mayor prevalencia de esta condición en cerdos alojados en condiciones de bajo confort.

Figura 2. Alteraciones morfológicas relacionadas con deficiencias de bienestar animal durante la estabulación



(Smith & Taylor, s.f.)

Nota. El diagrama detalla el "descarnamiento" por suelo resbaladizo (a), las consecuencias musculares (b, c, d) y el impacto de la densidad excesiva en corrales (e) y mangas de conducción (f). Tomado de Smith y Taylor (s.f.)

Por consiguiente, las deficiencias en las condiciones de estabulación, específicamente los pisos resbaladizos, provocan el desprendimiento del tejido muscular del hueso (descarnamiento). Este evento traumático somete al animal a estrés físico, dañando los planos subcutáneos y propiciando la aparición de edemas y hematomas derivados de la acumulación de líquidos y la hemorragia local. Paralelamente, una alta densidad animal en los corrales y mangas incrementa la fricción y la agresividad intragrupal; esto somete a los cerdos a contusiones y sobrepresión constante, consolidando un escenario propicio para la aparición de estas patologías de origen mecánico.

Vulnerabilidad biomecánica y anatómica de la región ventral en el desarrollo del daño tisular

La formación de los edemas y hematomas en la zona ventral de los cerdos durante la etapa de finalización no responde a un evento aislado, sino a la convergencia crítica entre factores zootécnicos, ambientales y una marcada vulnerabilidad anatómica estructural. A diferencia de las extremidades o la región dorsal, las cuales cuentan con protección esquelética o densas coberturas tendinosas, la pared abdominal carece de un soporte óseo rígido que amortigüe las cargas físicas externas.

En consecuencia, cuando los animales alcanzan el tramo final del engorde y se enfrentan a una restricción severa del espacio vital, combinada con fallas en los sistemas de ambientación que inducen amontonamientos masivos, esta zona blanda se convierte en el principal receptor de las presiones mecánicas estáticas y de las fuerzas de cizallamiento generadas contra los pisos emparrillados y las estructuras del corral. Esta compresión prolongada sobre los planos musculares específicamente en los músculos de la región ventral como el músculo recto y oblicuo abdominal, altera de manera directa la hemodinámica capilar y supera la resistencia elástica de los tejidos, desencadenando tanto la extravasación de líquido hacia el intersticio como la ruptura vascular localizada que consolida las lesiones de interés productivo y patológico (Smith & Taylor, 2020; Spilsbury, 2019; Zimmermann et al., 2019).

Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque descriptivo, observacional y de corte transversal en la etapa de ceba. El diseño se orientó a diferenciar la etiopatogenia y determinar los factores de riesgo de infraestructura y manejo asociados a la presencia de edemas y hematomas ventrales en cerdos en etapa de finalización, excluyendo explícitamente procesos infecciosos focalizados como abscesos o patologías articulares como artritis.

Población y muestreo

La investigación se realiza en dos fincas de ceba: 1 y 2, con cerdos en edades comprendidas entre las 13 y 14 semanas de producción. Específicamente, el seguimiento se hizo a la Finca 1, los lotes, 96 de granja 5, 97 de granja 7 y una parte del 98 de granja 8, así como a la Finca 2 los lotes 948 de granja 13, 949 de granja 19, 952 de granja 18 y 955 de granja 17. Para este ejercicio, se estableció un plan de trabajo de seis semanas, desarrollado en los periodos del 18 de junio al 23 de julio. Este plan consistió en la inspección de la infraestructura de las granjas, el examen físico a los cerdos en pie y la inspección de la mortalidad del día.

Inspección en granja

El propósito de las visitas a las granjas fue orientar la búsqueda hacia asociar la ubicación anatómica de las lesiones con la infraestructura de los corrales, para identificar los puntos críticos de impacto, fricción o presión en los cerdos. Para ello, se observaron las condiciones de alojamiento tales como la infraestructura, las prácticas de manejo animal y la condición sanitaria del lote, lo que permitió identificar variables críticas y factores de riesgo predisponentes en la presentación de edemas y hematomas.

Instalaciones

Para llevar a cabo esta evaluación, se inspeccionó el 100% de los corrales existentes en la granja, examinando de manera exhaustiva el estado de los pisos (slats) paredes, pasillos, cárcamos, la densidad de población en la corralería y los factores de riesgo asociados al entorno como los sistemas de ambientación y el manejo operativo. El propósito fundamental de esta revisión sistemática fue:

1. **Identificar deficiencias e irregularidades en la infraestructura:** constituye un parámetro crítico de evaluación, dado que los cerdos pueden ser susceptibles a sufrir las lesiones cuando los pisos (*slats*) paredes o pasillos presentan deterioro, superficies excesivamente ásperas o bordes cortopunzantes. Estas condiciones físicas deficientes favorecen resbalones, caídas e impactos mecánicos directos que desencadenan la extravasación de líquidos (edemas) y la ruptura vascular subcutánea (hematomas).
2. **Evaluar las condiciones de alojamiento y densidad en la corralería:** con el fin de dar respuesta al tercer objetivo específico, esta fase de la investigación se orientó a la evaluación observacional de las prácticas de manejo animal y las dinámicas de espacio en corral, lo que facilitó la identificación de las maniobras operativas críticas y su correlación con la presentación y distribución de hallazgos traumáticos en los animales evaluados en vivo.

Organización de las granjas

Finca 1

Cuenta con 8 granjas, de las cuales se seleccionaron tres para el estudio. Las granjas de la 1 a 7 disponen de piso en sistema full slat, excepto la granja 8, que es experimental y cuenta con sistema de charca, piso de concreto y slats parciales de plástico. Además, las granjas están organizadas con control ambiental de la siguiente manera:

- Granjas 1, 3, 4 y 5: son climatizadas y cuentan con un sistema de ventilación tipo túnel con extractores Maximus.
- Granjas 2, 6, 7 y 8: no son climatizadas, pero como sistema de ventilación cuentan con ventiladores.

Organización de galpones y corrales de las granjas visitadas.

- **Granja 5:** 2 galpones, con 64 corrales en cada galpón.
- **Granja 7:** 4 galpones con 32 corrales en cada galpón.
- **Granja 8:** 4 galpones con 32 corrales en cada galpón.

Finca 2

Cuenta con 19 granjas, de las cuales se seleccionaron cuatro para el estudio, las cuales cuentan todas con piso full slat.

Las granjas están organizadas con control ambiental de la siguiente manera:

- Granja 1: ventilación natural.

- Granjas 2 hasta la 13: ventilación tipo túnel con extractores Choretronics.

- Granjas 14 y 15: ventilación tipo túnel con extractores Choretronics y variadores de velocidad.
- Granjas 16 y 17: ventilación tipo túnel con extractores Skov.

- Granjas 18 y 19: ventilación tipo túnel con extractores sistema Maximus

Organización de galpones y corrales de las granjas visitadas.

- **Granja 13:** 2 galpones con 56 corrales por cada galpón.
- **Granja19:** 2 galpones con 64 corrales por cada galpón.
- **Granja17:** 2 galpones con 64 corrales por cada galpón.
- **Granja 18:** 2 galpones con 64 corrales por cada galpón.

Salud Animal

El tamaño de la muestra se fijó bajo un enfoque analítico y comparativo, estableciendo una proporción balanceada de 1:1. Se seleccionó un total de 770 animales que representan el 33,9% de la población total evaluada: 2.269 animales beneficiados, divididos equitativamente en 385 cerdos

expuestos a factores de riesgo (como alta densidad o pisos deteriorados) y 385 animales de control procedentes de corrales con condiciones óptimas. Este trabajo de campo se desarrolló a lo largo de siete visitas técnicas, distribuidas en tres ingresos a la Finca 1 y cuatro a la Finca 2 en donde se realizaron inspecciones de salud y búsqueda de signos clínicos como: tos, estornudos, necrosis de las orejas, heridas en miembros, cojeras, caudofagias y visualización de traumas.

Mortalidad

Como estrategia metodológica para dar respuesta al primer objetivo, se evaluó el 100 % de las mortalidades que registraban un lapso no mayor a seis horas de deceso, realizando la inspección anatomopatológica en búsqueda de lesiones compatibles con edema y hematoma.

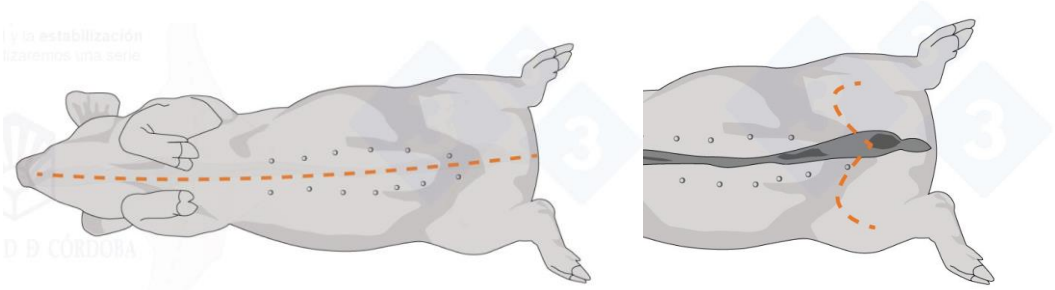
Inspección externa

Se inicia con la inspección de la piel, revisando su continuidad, coloración, elasticidad, consistencia y apariencia general.

Inspección interna.

El protocolo inica colocando el cadáver en posición decúbito dorsal, se traza una línea medial imaginaria desde la cavidad torácica hasta la sínfisis púbica para realizar la incisión principal: en los machos se circunscribe el pene y prepucio, mientras que en las hembra el corte continúa directamente por la línea media ventral. Posteriormente, se realiza un corte transversal en el tórax y líneas laterales a cada costado de modo que se pueda retirar la piel de la región ventral. Finalmente se hacen incisiones exploratorias en la musculatura para verificar la presencia o ausencia de edemas y hematomas.

Figura 3. Guia de necropsia



Nota. La imagen muestra la guía utilizada para el abordaje en la revisión de hallazgos en campo. Tomado de "Manual de necropsia: Necropsia de un lechón en decúbito supino", por L. Carrasco et al., 2024, 333 LATAM (https://www.3tres3.com/latam/articulos/manual-de-necropsia-necropsia-de-un-lechon-en-decubito-supino_17060/). Derechos reservados.

Cronograma de actividades

Para la ejecución del proyecto y el cumplimiento de las etapas metodológicas en campo, se estableció un cronograma de trabajo estructurado por semanas, el cual contempló las visitas técnicas de auditoría a las granjas, los periodos de vacío sanitario y las fases dedicadas al desarrollo y depuración del diario de campo, tal como se detalla a continuación:

Figura 4.Cronograma del periodo completo en que se ejecutó la investigación.

SEMANA	FECHA	FINCA	GRANJA
25	18/06/26	FINCA 2	13
25	19/06/26	VACÍO SANITARIO 24 H	
26	24/06/26	FINCA 1	5
26	25/06/26	FINCA 2	19
26	26/06/26	DESARROLLO DIARIO DE CAMPO	
27	2/07/26	FINCA 1	7
27	02-03/07/26	DESARROLLO DIARIO DE CAMPO	
28	06-07/07/2026	DESARROLLO DIARIO DE CAMPO	
28	8/07/26	FINCA 1	8
28	10/07/26	FINCA 2	18
29	13-17/07/2026	DESARROLLO DIARIO DE CAMPO	
30	23/07/26	FINCA 2	17

Nota. Durante el desarrollo de la actividad, el tiempo de visita entre granjas no es una variable constante, ya que solo se visitaba las granjas que estaban sacando cerdo gordo a planta de beneficio y este orden estaba sujeto a cambios desde el área comercial. Elaboración propia.

Para la recolección sistemática de la información durante las visitas a las granjas de ceba que se encontraban en despacho de cerdo gordo a planta de beneficio, se diseñó e implementó un instrumento de registro estructurado. Este diario de campo permitió documentar de manera estandarizada las variables operativas, de infraestructura (estado de slats, cárcamos, paredes y pasillos), sistemas de ambientación, estado de salud general, así como los registros de inspección de mortalidad y los hallazgos anatomopatológicos específicos en la región ventral de los animales evaluados, tal como se muestra a continuación:

Figura 5. Instrumento de recolección de información (diario de campo) aplicado en las visitas a granja

Sensación térmica	Slats	Cárcamos	Paredes	Pasillos	Condición sanitaria	# muertos x muerte súbita	Mortalidades	Notas
No se pudo medir	101 corrales: novedades	✓	✓	✓	Tos (abundante) caudofagia (poca) no necrosis de las orejas o estomudos	No reportan	4 de 7	Revisión de mortalidad: se envidenciaron la mayoría de linfonodos inguinales superficiales reactivos. Solamente se presentó edema y hematoma en ambos lados en un animal que tenía fractura y cuyo motivo de sacrificio estaba relacionado con los hallazgos, en las demás mortalidades se hace énfasis en el área ventral e inguinal con disección de los músculos recto y oblicuo abdominal sin hallazgos compatibles con edemas y hematomas.
Se intensificó a las 10 am. Extractores (80-100%)	104 corrales: sin novedades. 20 corrales: novedades	Novedades en ambos galpones	✓	✓	Tos (poca) Caudofagia (escasa) no necrosis de las orejas o estomudos	Reportan uno: el día 22 del mismo mes	4 de 6	Novedades en la densidad. Revisión de mortalidad (solamente se pudo revisar esa cantidad de animales por el grado de descomposición) se encontraban la mayoría de linfonodos inguinales superficiales reactivos, se observó hematoma superficial en el áea inguinal al lado derecho, solamente enwq un animal, pero este no llegaba hasta las fascias y músculos recto y oblicuo abdominal.
Rangos normales, aumento en 2/3 partes del galpón (extractores disiparon)	90 corrales sin novedades, 22 corrales: con novedades importantes	✓	✓	✓	Tos (poca)/ Estomudos y caudofagia (escasos) no necrosis de orejas	No reportan	8	La visita se realizó en semana 13 de pxn de los cerdos, donde las condiciones sanitarias eran óptimas al igual que las condiciones de infraestructura, no se realizó la revisión de la mortalidad porque no estaban aptas para la revision
Termostatos: temperatura dentro de los rangos	Buen estado casi todo: 103 corrales, no habían slats dañados que representaran riesgo de heridas:25	✓	✓	✓	Tos (poca) Estomudos y caudofagia (escasos) no necrosis de orejas	No reportan	2 de 7	Revisión de mortalidad: se evidención algunos linfonodos inguinales superficiales reactivos: aumentados de tamaño y congestionados. Ninguno presentó edemas o hematomas en musculos recto y oblicuo abdominal y pierna (se hace énfasis en la revisión el área inguinal, haciendo disección en los músculos recto y oblicuo abdominal)
Rangos normales hasta las 11 am, luego la Tº aumentó y los extratores presentaban novedad	En el galpón 1: 64 corrales sin novedades, galpón 2: novedades importantes: 16 corrales	Galpón 1: sin novedad, galpón 2: novedades	✓	Novedades por embarque	Tos (aumento NH3) caudofagia (escasa) no estomudos o necrosis de las orejas	Reportan que de 2-3 por día desde el lunes 6 de julio	1 de 9	Novedades con la densidad. Aumento de mortalidad y muertes súbita, se evidencian algunos linfonodos inguinales superficiales reactivos: aumentados de tamaño y congestionados (se hizo énfasis en la revisión del área inguinal, haciendo disección de los músculos oblicuo y recto abdominal)
Dentro de los rangos normales	Excelente estado todos: 128 corrales	✓	✓	Novedades en galpón 1	Tos (escasa) no necrosis de las orejas, caudofagia, estomudos	No reportan	2	No se hizo revisión de mortalidad por grado de descomposición. Los signos como tos y estomdos se ven disminuidos, novedades con galpón experimental.
Novedades con sensores del galpón 1 y 2 h	90 corrales sin novedades, 22 corrales: con novedades importantes	Ambos corrales con novedades	✓	✓	Tos (aumento NH3) caudofagia (escasa) no estomudos o necrosis de las orejas	No reportan	1/6 por estado de descomposición	Novedad con la densidad; la condición sanitaria óptima con signos de tos escasa . Revisión de la mortalidad, se observan llinfonodos inguinales superfiales reactivos: algunos congestionados, se hace revisón solo del lado derecho por cambios postmortem (livor mortis) no presentó edemas o hematomas, se hizo énfasis en la revisión del área inguinal, haciendo disección de los músculos

Nota. Este formato se aplicó de manera estandarizada en la totalidad de las auditorías. La sección final de observaciones se destinó exclusivamente para compilar las incidencias y novedades particulares de cada jornada. Elaboración propia.

Resultados

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos durante las visitas técnicas efectuadas en las fincas de ceba seleccionadas. La información analizada procede de cuatro fuentes complementarias: la inspección directa de la infraestructura de los corrales, la observación de los animales en pie, el registro de las condiciones sanitarias y ambientales y la revisión anatomopatológica de las mortalidades que se encontraron en condiciones adecuadas para su evaluación. La integración de estas fuentes permitió describir el contexto en el que permanecieron los cerdos durante la fase de finalización y reconocer la presencia de condiciones potencialmente relacionadas con traumatismos, fricción, presión o alteraciones inflamatorias.

La presentación de los hallazgos sigue el orden de los objetivos específicos. En primer lugar, se caracteriza la naturaleza de las lesiones identificadas mediante inspección externa e interna, diferenciando los hallazgos superficiales de aquellos que comprometieron planos profundos. En segundo lugar, se contrastan la ubicación anatómica de los hallazgos y las condiciones de los slats, cárcamos, paredes y pasillos. En tercer lugar, se describen las novedades operativas y de manejo registradas durante las jornadas, junto con las condiciones de densidad, ventilación y sanidad que pudieron actuar como elementos concurrentes. Finalmente, se realiza un análisis integrado para establecer cuáles resultados se encuentran directamente demostrados y cuáles corresponden únicamente a interpretaciones plausibles derivadas del contexto observado.

El análisis fue predominantemente descriptivo y cualitativo. Los porcentajes incluidos se calcularon solamente cuando los registros permitieron establecer un numerador y un denominador verificables. No se realizaron inferencias causales ni pruebas de asociación estadística, dado que la aparición de lesiones fue nula en los 770 animales examinados en pie y muy limitada en las mortalidades disponibles. En concordancia con la delimitación del estudio, todos los resultados corresponden exclusivamente a observaciones realizadas dentro de las granjas.

Caracterización de la información y las unidades analizadas

Tabla 1

Distribución de las visitas técnicas y unidades análisis

Finca	Granja	Lote	Galpones × corrales	Densidad	Piso	Ventilación
Finca 2	13	948	2 × 56	55	Full slat	Choretronics
Finca 1	5	96	2 × 64	48	Full slat	Maximus
Finca 2	19	949	2 × 64	50–53	Full slat	Maximus
Finca 1	7	97	4 × 32	46	Full slat	Ventiladores
Finca 1	8	Parte del 98	4 × 32	46	Mixto	Ventiladores
Finca 2	18	952	2 × 64	55	Full slat	Maximus
Finca 2	17	955	2 × 64	50	Full slat	Skov

Nota. Información recapitulada en el diario de campo y los registros de las visitas técnicas. Elaboración propia.

La distribución permitió observar unidades con diferencias en el tipo de piso, la cantidad de galpones, el número de corrales y el sistema de ambientación. Por tanto, la información no procede de una única configuración productiva, sino de siete escenarios de alojamiento. Esta variabilidad favoreció una descripción amplia de los factores presentes, aunque también limitó la comparación directa entre granjas, debido a que no todas compartían las mismas condiciones físicas y ambientales.

Las siete granjas reunían 880 corrales detallados en la **Tabla 1** y **Tabla 2**. Durante las visitas se observó una disponibilidad inferior a 1 m² por animal frente al criterio mínimo de 1 m² considerado en el estudio, con presencia de animales de aproximadamente 140 kg. El dato demuestra una disponibilidad espacial reducida, aunque no permite concluir que esta condición haya provocado lesiones, pues los animales examinados en pie permanecieron sin alteraciones compatibles con edema o hematoma.

Tabla 2

Finca 1	# Galpones	# Corrales/ Galpón	Densidad/ Corral

Granja 5	2	64	48
Granja 7	4	32	46
Granja 8	4	32	46

Nota: En el dato de densidad se indica solamente el número de animales que estaban alojados por corral, sin tener en cuenta la capacidad por corral según el espacio disponible. (lo recomendado según la norma para animales de >100 kg es 0.88m^2- 1 m^2/ animal)

Tabla 3

Finca 2	# Galpones	# Corrales/ Galpón	Densidad/ Corral
Granja 13	2	56	55
Granja 19	2	64	50-53
Granja 18	2	64	55
Granja 17	2	64	50

Nota. En el dato de densidad se indica solamente el número de animales que estaban alojados por corral, sin tener en cuenta la capacidad por corral según el espacio disponible. (lo recomendado según la norma para animales de >100 kg es 0.88m^2- 1 m^2/ animal)

La inspección sanitaria incluyó 770 animales, distribuidos en 385 expuestos y 385 controles detallados en la **Tabla 4**. Se consideraron expuestos aquellos que cumplían uno o más factores de riesgo, como densidad elevada para el espacio disponible o irregularidades estructurales y ambientales. Ningún animal de los dos grupos presentó lesiones; por tanto, la frecuencia observada fue de 0 % y no fue posible estimar una asociación entre exposición y daño tisular.

Tabla 4

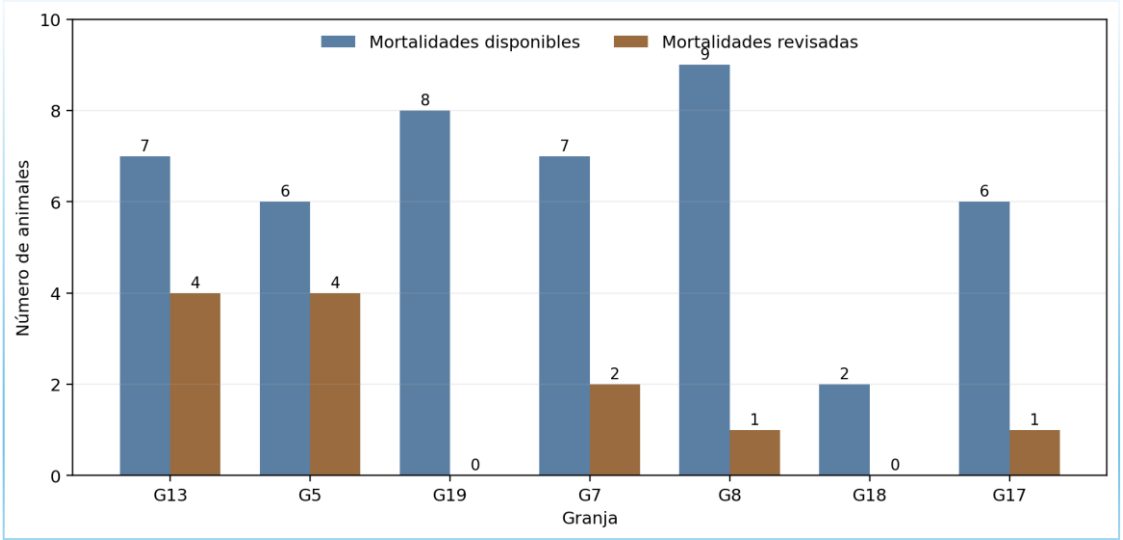
Cobertura de la evaluación y presencia de lesiones.

Unidad de observación	Evaluados/registrados	Sin lesión	Con lesión	Proporción con lesión
Animales expuestos	385	385	0	0,00%
Animales control	385	385	0	0,00%
Mortalidades disponibles	45	—	—	—
Mortalidades revisadas	12	10	2	16,7 %*

Nota. *La proporción se refiere exclusivamente a las 12 mortalidades revisadas y no representa la prevalencia de las granjas ni de los lotes. Elaboración propia.

Se registraron 45 mortalidades, pero únicamente 12 estaban en condiciones adecuadas para aplicar el protocolo, equivalente a una cobertura del 26,7 %. Las 33 restantes no se examinaron principalmente por descomposición. Las mayores coberturas se alcanzaron en las granjas 5 y 13; en las granjas 19 y 18 no fue posible revisar ninguna mortalidad. Por ello, la falta de hallazgos en estas dos unidades no puede interpretarse como ausencia comprobada de lesiones, como puede evidenciarse en la **Figura 6**.

Figura 6.



Nota. Información recopilada por datos del diario de campo. Elaboración propia.

El primer objetivo buscó diferenciar las lesiones según su apariencia macroscópica y distinguir entre eventos traumáticos y procesos inflamatorios o infecciosos. Como se sintetiza en la **Tabla 5**, la evaluación consideró localización, lateralidad, profundidad y compromiso de la fascia y de los músculos recto y oblicuo abdominal, evidente en la.

Tabla 5

Caracterización macroscópica de las mortalidades revisadas.

Unidad	Revisadas	Con lesión	Naturaleza	Localización y profundidad	Hallazgo concurrente
F2-G13	4	1	Edema y hematoma bilateral profundo	Región ventral e inguinal; fascia y músculos abdominales	Fractura concomitante
F1-G5	4	1	Hematoma superficial unilateral derecho	Región inguinal; sin extensión a fascia ni músculos	Trauma localizado plausible

F1-G7	2	0	Ausencia	Región inguinal y músculos sin lesión	Linfonodos reactivos
F1-G8	1	0	Ausencia	Región inguinal y músculos sin lesión	Linfonodos reactivos
F2-G17	1	0	Ausencia	Región inguinal y músculos sin lesión	Cambios post mortem
Total	12	2	Dos hallazgos puntuales	Uno profundo y uno superficial	Diez animales sin lesión

Elaboración propia.

En dos de las 12 mortalidades revisadas se identificaron alteraciones, correspondientes al 16,7 % de los casos efectivamente examinados. En la granja 13 se encontró edema y hematoma bilateral con compromiso de fascia y músculos recto y oblicuo abdominal. El animal presentaba además una fractura y el motivo de sacrificio estuvo relacionado con este hallazgo, lo que constituye el indicio macroscópico más consistente con un evento traumático. El registro no permitió determinar el momento ni el mecanismo exacto del daño.

En la granja 5 se observó un hematoma superficial en el área inguinal derecha, sin extensión a la fascia ni a los músculos abdominales. Su carácter unilateral y limitado a planos superficiales lo diferencia del caso profundo de la granja 13. Los diez animales restantes no presentaron edema ni hematoma. Aunque en varios se observaron linfonodos inguinales reactivos, ya sea aumentados de tamaño o congestionados, estos cambios no coincidieron con lesión muscular y, por tanto, no sustentaron un origen infeccioso común.

El segundo objetivo contrastó la región corporal afectada con el estado de slats, cárcamos, paredes y pasillos. Los slats concentraron la mayor variabilidad. Se registraron novedades importantes en las granjas 5, 19, 8 y 17; la granja 18 reportó sus 128 corrales en excelente estado. En la granja 7 se consignaron 25 corrales con irregularidades que no representaban riesgo de

heridas. Para la granja 13 se registraron 101 corrales con “novedades”, sin detalle suficiente para clasificar su gravedad o calcular una proporción (véase la **Tabla 6**).

Tabla 6

Correspondencia descriptive entre infraestructura y hallazgos

Unidad	Slats	Cárcamos	Pasillos	Hallazgo anatómico
F2-G13	Slats con novedades sin desglose	Sin novedad	Sin novedad	Edema y hematoma bilateral profundo
F1-G5	104 sin novedad; 20 con novedad	Novedades en ambos galpones	Sin novedad	Hematoma inguinal superficial
F2-G19	90 sin novedad; 22 con novedad importante	Sin novedad	Sin novedad	Sin revisión de mortalidades
F1-G7	103 adecuados; 25 irregularidades sin riesgo de herida	Sin novedad	Sin novedad	Sin edema ni hematoma
F1-G8	64 adecuados y 16 con novedad importante según registro	Novedad en galpón 2	Novedad por embarque	Sin edema ni hematoma
F2-G18	128 en excelente estado	Sin novedad	Novedad en galpón 1	Sin revisión de mortalidades
F2-G17	90 sin novedad; 22 con novedad importante	Novedades en ambos galpones	Sin novedad	Sin edema ni hematoma

Nota. Las paredes se registraron sin novedades en las siete visitas. Se conserva la descripción original cuando el diario no especificó el alcance de una novedad Elaboración propia.

Los cárcamos presentaron observaciones en las granjas 5, 8 y 17, y los pasillos en las granjas 8 y 18; en la granja 8 la novedad estuvo asociada con el embarque. Las paredes permanecieron sin novedades en todas las visitas. De esta manera, los puntos físicos potenciales no se distribuyeron uniformemente y los slats surgieron como el componente que requería mayor vigilancia.

Los dos hallazgos anatómicos coincidieron con jornadas donde existían novedades estructurales. Sin embargo, también hubo granjas con alteraciones en slats, cárcamos o pasillos y ausencia de lesión, incluidos los animales clasificados como expuestos. La ubicación inguinal y ventral es compatible con contacto contra superficies bajas, bordes o desniveles, pero no se registró el evento exacto ni una marca que vinculara cada lesión con una estructura determinada.

El tercer objetivo examinó las novedades operativas que podían relacionarse con la distribución de las lesiones. Como se consolida en la **Tabla 7**, y debido a que el diario no cuantificó cada interacción del personal con los animales, por lo que se analizaron únicamente los registros disponibles sobre embarque, densidad, ventilación, sensores, temperatura, calidad percibida del aire y mortalidad súbita.

Tabla 7

Novedades operativas, ambientales y sanitarias

Unidad	Ambientación	Condición sanitaria	Correspondencia con lesiones
F2-G13	No se midió sensación térmica	Tos abundante y caudofagia alta	Sin práctica concreta asociada a la lesión
F1-G5	Extractores 80–100 % desde las 10:00	Tos y caudofagia escasas	Sin práctica concreta asociada a la lesión

F2-G19	Extractores activos en dos terceras partes	Tos, estornudos y caudofagia escasos	Sin revisión de mortalidades
F1-G7	Termostatos dentro de rangos	Tos, estornudos y caudofagia escasos	Sin lesión
F1-G8	Aumento de temperatura, novedades en extractores y NH3 percibido	Tos; dos a tres mortalidades diarias reportadas	Novedad en pasillo durante embarque; sin lesión
F2-G18	Condiciones dentro de rangos	Tos escasa, estornudos y caudofagia	Sin revisión de mortalidades
F2-G17	Novedades en sensores y NH3 percibido	Tos y caudofagia escasa	Sin lesión

***Nota*.** Las intensidades son categorías cualitativas del diario de campo y no se transformaron en mediciones numéricas. Elaboración propia**.**

Las condiciones ambientales fueron variables. En la granja 5 se intensificó la ambientación; en la granja 8 aumentó la temperatura después de las 11:00, se presentaron novedades en extractores y se percibió aumento de amoníaco; en la granja 17 hubo novedades con sensores y también amoníaco percibido. Estos eventos no coincidieron de manera constante con lesiones. De hecho, las mortalidades revisadas en las granjas 8 y 17 no presentaron edema ni hematoma.

La tos se registró en las siete visitas y fue abundante en la granja 13. La caudofagia apareció con diferente intensidad, mientras que los estornudos fueron ocasionales y no se observó necrosis de orejas. Tales signos evidenciaron condiciones sanitarias que requerían seguimiento, pero no mostraron una correspondencia uniforme con el daño abdominal. Del mismo modo, la novedad de embarque de la granja 8 no estuvo acompañada de lesión en el animal revisado.

En los 385 animales expuestos y los 385 controles la frecuencia de lesiones fue idéntica: 0 %. Por ello, las prácticas y condiciones observadas no predijeron la aparición del daño durante el seguimiento.

Análisis integrado y síntesis de los principales hallazgos

La integración de los resultados evidencia una diferencia entre la presencia de factores de riesgo y la ocurrencia comprobada de lesiones. Se documentaron irregularidades estructurales, espacio inferior a 1 m² por animal, pesos cercanos a 140 kg, variaciones de temperatura, novedades en sistemas de ventilación y signos sanitarios. Pese a ello, ninguno de los 770 animales en pie presentó edema o hematoma. Por tanto, el fenómeno no se manifestó de forma generalizada en los lotes evaluados.

La evidencia anatomopatológica se concentró en dos casos heterogéneos entre 12 mortalidades revisadas, se permitieron diferenciar dos lesiones puntuales: una profunda bilateral asociada con fractura y una superficial unilateral sin compromiso muscular. Solo uno reprodujo el patrón profundo de interés y estuvo acompañado por fractura; el otro fue superficial y unilateral. La clasificación por profundidad, lateralidad y lesiones concomitantes permitió reconocer que una denominación común podía reunir daños de distinta magnitud y posiblemente de distinto mecanismo.

La infraestructura mostró coincidencias, pero no un patrón constante. Las granjas con lesiones tenían novedades estructurales, aunque otras unidades con condiciones semejantes no presentaron daño, los slats concentraron la mayor cantidad de novedades, seguidos por cárcamos y pasillos. La densidad reducida con una disponibilidad inferior a 1 m^2/ animal y el peso elevado aumentan plausiblemente el contacto entre animales y estructuras; sin embargo, en este estudio funcionaron como criterios técnicos preventivos y no como causas demostradas. Las novedades de manejo, ventilación, sensores, temperatura y amoníaco tampoco explicaron por sí solas la distribución de los casos.

Los signos respiratorios, la caudofagia y la reactividad de linfonodos describieron desafíos concurrentes, pero no se relacionaron de forma estable con la lesión abdominal ni con un origen infeccioso común. En cambio, la fractura del caso profundo constituyó la evidencia más directa de

trauma. Así, los datos favorecen una explicación traumática para ese caso particular, sin permitir su generalización a todas las granjas o mortalidades.

La principal limitación analítica fue la cobertura de las mortalidades: 12 de 45 casos, equivalente al 26,7 %. La proporción de 16,7 % con algún hallazgo describe únicamente los animales revisados y no constituye una estimación de prevalencia. A pesar de esta restricción, el seguimiento permitió priorizar la inspección de slats y cárcamos, el control del espacio disponible, la verificación de pasillos de embarque y la vigilancia de los sistemas de ventilación y sensores.

En conjunto, el estudio avanzó en el cumplimiento del objetivo general al identificar los factores físicos y operativos que deben mantenerse bajo vigilancia y diferenciar la evidencia directa de los riesgos potenciales. El caso profundo mostró un componente traumático, pero no fue posible establecer una causa única ni generalizar el hallazgo. La información obtenida proporciona una base técnica para fortalecer la detección temprana y la gestión preventiva dentro de las granjas de finalización.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- En respuesta al primer objetivo, la evaluación anatomopatológica de las mortalidades (n=12) permitió diferenciar dos patrones tisulares de diferente magnitud y significancia clínica: una lesión profunda y bilateral con edema y hematoma en la fascia y músculos abdominales, y un hematoma superficial circunscrito al plano subcutáneo inguinal. En particular, la presencia de una fractura ósea en el espécimen con daño muscular profundo constituye la evidencia macroscópica directa de un evento traumático agudo como factor desencadenante; por tanto, aunque estos resultados favorecen una interpretación etiológica de origen traumático para los hallazgos identificados, la evidencia no demuestra que todos los eventos compartan un mismo mecanismo ni permite generalizar su frecuencia a la totalidad de las mortalidades evaluadas.

- La ausencia de extravasación o inflamación muscular en los animales que presentaron linfonodos inguinales superficiales reactivos confirma que la respuesta nodal correspondió a un hallazgo inflamatorio independiente. Esto permite descartar un patrón infeccioso primario o sistémico (como abscesos o procesos bacterianos) como causa de los edemas profundos de la pared abdominal.

- El estudio demuestra que la denominación genérica de "edema ventral" abarca entidades patológicas heterogéneas. La diferenciación entre el compromiso subcutáneo y el muscular reorienta las decisiones sanitarias, permitiendo descartar tratamientos farmacológicos para este evento y enfocarse en la corrección de infraestructura y factores de riesgo físico.

- En lo correspondiente al segundo objetivo, la localización ventral e inguinal de las lesiones mostró congruencia anatómica directa con zonas de fricción, apoyo estático e impacto sobre el piso, lo que permitió identificar los slats, los cárcamos y pasillos como puntos potenciales de daño mecánico sin aislar una estructura causal única. Si bien los slats y cárcamos concentraron la mayor cantidad de irregularidades físicas en las granjas, la coexistencia de pisos deteriorados en lotes sin daños tisular demuestra que estas fallas actuaron como factores de riesgo y no como causas deterministas lineales.

- En respuesta al tercer objetivo, el análisis de las prácticas de manejo, densidad y monitoreo operativo permitió identificar factores preventivamente relevantes, aunque sin evidenciar una práctica específica del personal que explicara la distribución de las lesiones. Si bien se observó una disponibilidad espacial reducida (< 1 m^2/animal) en interacción con cerdos de peso elevado (>140 kg) al final de la etapa de finalización, sumada a variaciones térmicas, la frecuencia de edemas o hematomas en los 770 cerdos inspeccionados en pie fue del 0 %, esto demuestra que la exposición a dichas condiciones no generó manifestaciones clínicas externas detectables durante el monitoreo.

- La cobertura de necropsias (26,7 %; 12 de 45 mortalidades) debido al rápido avance de la autólisis de los cadáveres en campo constituye una limitación para estimar la prevalencia poblacional total. Sin embargo, los datos aportan un diagnóstico descriptivo sólido que resuelve la hipótesis etiológica principal del proyecto.

- El proyecto fue concluyente al resolver la hipótesis etiológica en la fase de finalización, demostrando que los edemas y hematomas profundos corresponden a un origen traumático mecánico y no a procesos infecciosos sistémicos. La frecuencia de 0 % en animales en pie no indica la ausencia del problema, sino la limitación de la inspección clínica externa para detectar patologías profundas en la pared abdominal, las cuales siguen siendo visibles durante el faenado o el desposte en la planta de beneficio.

Recomendaciones

- Diseñar e implementar un programa de mantenimiento correctivo para reparar o sustituir los slats dañados y bordes que presenten desgaste, aristas filosas o desniveles, además de gestionar un sistema más eficiente para el vacío de los cárcamos. Al ser la superficie de descanso y contacto directo, la adecuación del piso es la medida física primaria para mitigar el riesgo de trauma mecánico ventral.

- Ajustar los esquemas de alojamiento para asegurar una disponibilidad de espacio cercana al criterio técnico (0,88- 1 m^2/animal) durante las últimas semanas de la etapa de finalización sobre todo en lotes con cerdos pesados (>140 kg) ya que son la población más susceptible.

- Desarrollar estudios longitudinales con un protocolo de muestreo intensivo de necropsias para evaluar tasas de prevalencia exacta en las granjas. Asimismo, se recomienda ampliar la evaluación hacia las etapas de transporte y planta de beneficio para determinar si existen factores desencadenantes de origen reciente que se sumen a los riesgos de la ceba en fase de finalización.

- Diseñar una fase de seguimiento complementaria que evalúe de manera sistemática las etapas de embarque, densidad durante el transporte, tiempos de traslado y espera en corrales de presacrificio, correlacionando estas variables con la tasa de decomisos por edema o hematoma ventral registrados en la canal durante el faenado en la planta de beneficio. Esta evaluación de la cadena posgranja permitirá precisar la contribución de los traumatismos mecánicos de origen reciente en la presentación final de las lesiones y darle continuidad a la investigación.

Referencias

McGavin, M. D. & Zachary, J. F. (2017*). Pathologic basis of veterinary disease* (6ª ed.). Elsevier.

Cardenas, J. A. (2021). *Diseño y evaluación de sistemas de ventilación túnel en granjas de engorde porcino*. Revista de Ingeniería Zootécnica y Producción Agropecuaria, 14(2), 45-58.

Carrasco, L., et al. (2024, 29 de julio). *Manual de necropsia: Necropsia de un lechón en decúbito supino*. 333 LATAM, la página del Cerdo. https://www.3tres3.com/latam/articulos/manual-de-necropsia-necropsia-de-un-lechon-en-decubito-supino_17060/

Garzón Albarracín, V. (s.f.). *Sistema de producción porcino. Biblioteca Digital Agropecuaria de Colombia* (AGROSAVIA).

Gonzales Gonzales, T. C. (2024). *Proyecto de investigación pasantía en sanidad agropecuaria Aliar S.A.* [Trabajo de grado / Informe de pasantía]. (Universidad del Tolima).

McGavin, M. D. & Zachary, J. F. (2017). *Pathologic basis of veterinary disease* (6ª ed.). Elsevier.

Mendoza, R., & Silva, L. (2021). *Manual de construcciones e instalaciones porcinas: Climatología y confort animal.* Universidad Nacional Agraria.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). (2010). *Sistemas de alojamiento y manejo en porcino. Dossier Tècnic*, núm. 18, 15-19. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_DT%2FDT_2007_18_15_19.pdf

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020, 3 de junio). Resolución 000136 de 2020: *Por la cual se adopta el Manual de Condiciones de Bienestar Animal propias de cada una de las especies de producción en el Sector Agropecuario para las especies Équidas, Porcinas,*

Ovinas y Caprinas. Diario Oficial No. 51.334. https://compilacionmsf.ica.gov.co:4443/compilacion/docs/resolucion_min agricultura_0136_2020.htm

Ortiz Salazar, J. A. (s.f.). *Levante y Engorde de Cerdos*. Documento técnico veterinario. Scribd.

PIC. (2022). *El bienestar animal un aliado en la sanidad y productividad de las granjas. PIC Technical Road*, 26-41. https://www.pic.com/wp-content/uploads/sites/3/2022/07/BIENESTAR-ANIMAL-ROAD-1.pdf

Pié Orpí, J. (2020). *Mejora la eficiencia en fases de engorde y acabado en producción porcina. Vet Veterinaria Digital*. https://www.veterinariadigital.com/articulos/mejora-de-la-eficiencia-en-fases-de-engorde-y-acabado-en-porcicina/

Restrepo, J. D., Osorio, J. H., & Echeverri, J. (2019). *Efecto del ambiente térmico sobre el comportamiento y los parámetros productivos en cerdos de engorde. Archivos de Zootecnia*, 68(262), 245-252.

Rotecna. (2018). *Tendencias en alojamiento para engordes: Separadores de plástico. Blog Rotecna*. https://www.rotecna.com/blog/tendencias-en-alojamiento-para-engordes/

Smith, H. E., & Taylor, M. R. (2020). *Pathology of the pig: Traumatic injuries and carcass quality impacts. Veterinary Pathology Journal*, 57(3), 312-325.

Spilsbury, J. (2019*). Environmental flooring and its effect on hock and belly lesions in finishing swine. Livestock Science*, 221, 45-52.

Zimmermann, J. J., Karriker, L. A., Ramirez, A., Schwartz, K. J. & Stevenson, G. W. (2019). Diseases of swine (11ª ed.). Wiley-Blackwel

Zootecnia del Campo. (s.f.). *Calculadora de alimento para cerdos por etapa.* https://zootecniadelcampos.com/calculadora-alimento-cerdos/