

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	06-03-2025	C
	Dependencia	Aprobado		Pág.
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA		SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(52)

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Diego Quintero Vega		
FACULTAD	Ciencias Agrarias y del Ambiente		
PLAN DE ESTUDIOS	Zootecnia		
DIRECTOR	Naudin Alejandro Hurtado Lugo		
CODIRECTOR (si aplica)	No aplica		
TÍTULO DE LA TESIS	Impacto de la tecnología de cama profunda en el manejo y salud porcina en Colombia.		
TITULO EN INGLES	Impact of deep litter technology on swine management and health in Colombia.		
RESUMEN			
Este estudio analiza el método de cama profunda en fincas porcinas, una práctica que emplea materiales orgánicos como lecho para mejorar el bienestar animal. Se evalúan sus efectos en la producción y reproducción porcina, así como en la reducción de costos, el aprovechamiento de residuos agrícolas y el impacto ambiental, también se abordan sus ventajas, desafíos y la importancia de un manejo adecuado para asegurar su eficiencia y rentabilidad en pequeñas y medianas granjas.			
RESUMEN EN INGLES			
This study analyzes the deep litter method in pig farms, a practice that uses organic materials as bedding to improve animal welfare. It evaluates its effects on pig production and reproduction, as well as on cost reduction, agricultural waste utilization, and environmental impact. It also addresses its advantages, challenges, and the importance of proper management to ensure its efficiency and profitability on small and medium-sized farms.			
PALABRAS CLAVES	Sostenibilidad, residuos, bienestar, eficiencia, conversión		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Sustainability, waste, well-being, efficiency, conversion		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 51	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:

Impacto de la tecnología de cama profunda en el manejo y salud porcina en Colombia.

Diego Quintero Vega

Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander

Ocaña

Zootecnia

PhD. Naudin Alejandro Hurtado Lugo

03 de Marzo del 2025

Índice

Resumen.....	6
Abstract	7
Introducción	8
Capítulo 1. Metodología.....	9
Capítulo 2. Efectos de la tecnología de cama profunda en el bienestar y la salud de los cerdos .	12
2.1. Concepto de bienestar animal en producción porcina.....	12
2.2. Cama profunda en sistemas porcinos	14
2.3. Bienestar y la salud de los cerdos con cama profunda	19
Capítulo 3. Desempeño productivo y económico de los sistemas porcinos que implementan la tecnología de cama profunda.....	21
3.1. Desempeño productivo peso al nacer y ganancia de peso con cama profunda	21
3.2. Desempeño reproductivo manejando cama profunda.....	25
3.3. Estudio económico sobre la implementación de cama profunda con cascarilla de arroz vs instalaciones comunes	26
Capítulo 4. Ventajas, limitantes y desafíos que resultan de la adopción de la práctica de cama profunda en granjas porcinas	28
4.1. Ventajas de cama profunda en sistemas porcinos	28
4.2. Desventajas y limitantes de la cama profunda en sistemas porcinos.....	31
Capítulo 5: Recomendaciones de técnicas para optimizar la implementación de la tecnología de cama profunda en sistemas porcinos.	34
5.1. Tamaño del galpón y su densidad.....	34
5.1.1. Estructura tipo túnel (Hoop structures).....	34

	3
5.1.2. Estructura tipo galpón sin divisiones (large pen).....	35
5.2. Cama.....	35
5.2.1. Manejo de la cama	36
5.3. Ventilación.....	37
5.4. Manejo de agua y alimentación	37
6. Consideraciones relevantes	38
7. Conclusiones	40
Referencias	41

Lista de tablas

Tabla 1. Los principios y criterios que fundamentan los protocolos de evaluación del proyecto proyecto Welfare Quality.....	13
Tabla 2. Distintos tipos de materiales para la cama y las cantidades necesarias por animal y por ciclo en machos y hembras).	15
Tabla 3. Comparación de ambiente y el rendimiento a nivel físico nutricional y social en sistemas porcinos.	20
Tabla 4. Concepto de implementación y gastos operativos de cama profunda vs instalaciones comunes.....	26
Tabla 5. Contraste de reducción de GEI por sistema de cama profunda.....	28
Tabla 6. Categoría de las ventajas de utilizar cama profunda porcina	30
Tabla 7. Descripción de los limitantes de un sistema de cama profunda en cerdos.....	33

Lista de figuras

Figura 1. Numero de citas bibliográficas por año	10
Figura 2. Numero de referentes bibliográficos buscados en Idioma español-ingles.....	11
Figura 3. Número de páginas visitas	11
Figura 4. Características principales de un sistema de cama profunda en cerdos.....	16
Figura 5. Diseño de cama profunda en cerdos método de doble casilla para cambio de sustrato y proceso de fermentación.....	17
Figura 6. Evidencia de cama profunda en paja seca	18
Figura 7. Pesos de los lechones al nacer (PN), al destete (PD).....	22
Figura 8. Ganancia de peso en lechones con diferentes sistemas de alojamiento.	23

Resumen

Este estudio se centra en el método de cama profunda en fincas porcinas, una práctica que utiliza materiales orgánicos como viruta de madera, heno, cascarilla de arroz o de café como lecho para los cerdos, que permite la creación de un ambiente cómodo y seco para los animales, promoviendo su bienestar al reducir el estrés y las enfermedades. Este trabajo profundiza en la tecnología de cama profunda en sistemas porcinos, evaluando su impacto en la producción y reproducción de los cerdos, así como su capacidad de optimizar recursos, comprimir costos operativos y reformar la conversión alimenticia, lo que aumenta la rentabilidad en pequeñas y medianas granjas. Además, se analizaron las ventajas y desafíos de esta práctica, incluyendo la disminución sobre el impacto ambiental y la utilización de residuos agrícolas, junto con la necesidad de un adecuado manejo de la cama y disponibilidad de materiales. Finalmente, se destaca que el uso de materiales adecuados, un manejo eficiente del ambiente y la adopción de buenas prácticas en la disposición y renovación de la cama son factores clave para lograr un balance costo-beneficio exitoso en la implementación de esta tecnología.

Palabras calves: Sostenibilidad, residuos, bienestar, eficiencia, conversión

Abstract

This study focuses on the deep litter method in pig farms, a practice that uses organic materials such as wood shavings, hay, rice husks, or coffee grounds as bedding for pigs. This practice creates a comfortable, dry environment for the animals, promoting their well-being by reducing stress and disease. This study delves into deep litter technology in pig systems, evaluating its impact on pig production and reproduction, as well as its ability to optimize resources, reduce operating costs, and improve feed conversion, thereby increasing profitability on small and medium-sized farms. The advantages and challenges of this practice were also analyzed, including the reduction of environmental impact and the use of agricultural waste, along with the need for proper litter management and material availability. Finally, it is highlighted that the use of appropriate materials, efficient environmental management, and the adoption of good practices in litter disposal and renewal are key factors in achieving a successful cost-benefit balance in the implementation of this technology.

Keywords: Sustainability, Waste, Well-being, Efficiency, Conversion

Introducción

En la actualidad, la producción animal se enfrenta a la necesidad de adoptar sistemas que promuevan la sostenibilidad, la eficiencia y el respeto por el bienestar de los animales, convirtiéndose en un eje clave dentro del debate agropecuario global (Bautista & Jorge, 2020). En el caso colombiano, la porcicultura constituye una actividad económica fundamental, especialmente para los pequeños y medianos productores, quienes deben afrontar retos relacionados con el tratamiento de residuos, los altos costos operativos y las condiciones sanitarias de los animales (Magrí, 2020). Frente a estas dificultades, la tecnología de cama profunda surge como una solución innovadora que modifica el enfoque tradicional de la cría porcina, mediante el empleo de materiales biodegradables como viruta, paja o cascarilla de arroz, que contribuyen a crear un entorno más higiénico, cómodo y adecuado para los cerdos (Sánchez, 2022). El objetivo de esta monografía es ofrecer una perspectiva amplia sobre los efectos del uso de la cama profunda en sistemas porcinos, abordando su incidencia en el bienestar de los animales, el rendimiento productivo y económico, así como su rol en la mitigación del impacto ambiental, y se examina cómo esta técnica ha sido implementada en distintos contextos, qué beneficios concretos genera y qué factores limitan su adopción eficiente (Angulo, et al., 2018).

A partir de este enfoque, la presente monografía se propone responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el impacto de la tecnología de cama profunda en el manejo productivo, la salud y el bienestar de los cerdos en sistemas porcinos colombianos? Para ello, se realiza una revisión bibliográfica exhaustiva que busca comprender no solo los beneficios de esta práctica, sino también sus limitaciones, condiciones óptimas de implementación y pertinencia en el contexto colombiano.

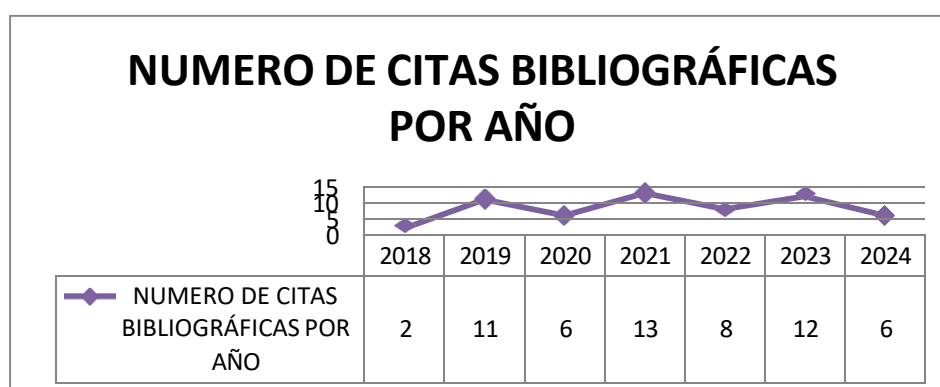
Capítulo 1. Metodología

Este estudio bibliográfico se centró el impacto de la tecnología de cama profunda en la salud y el bienestar de los cerdos, así como en su rendimiento productivo y económico, con estrategias para mejorar la implementación de esta tecnología en Colombia; mediante una revisión de literatura de investigaciones previas, donde se busca destacar casos el bienestar animal de la mano de una buena rentabilidad económica, con el propósito de ofrecer un amplio marco de referentes que se puedan ser utilizados en el futuro para mejorar y promover la sostenibilidad porcina. El presente trabajo pretende que al ser monografía evidencie de manera directa sobre investigaciones realizadas por autores desde el año 2019 hasta la actualidad, 2024, que permitirá analizar de manera crítica los avances, los impactos positivos y los desafíos pendientes en las prácticas porcinas sostenibles, con enfoque en el bienestar animal, de este modo, se podrá desarrollar una comprensión completa de la gestión y los desafíos asociados a la adaptación a nuevas tecnologías y prácticas en la producción porcina. La monografía se realizó bajo los siguientes objetivos, con un objetivo general, Identificar el impacto de la tecnología de cama profunda en el manejo productivo, la salud y el bienestar porcino en Colombia y tres objetivos específicos, Analizar los efectos de la tecnología de cama profunda en el bienestar y la salud de los cerdos, Estudiar el desempeño productivo y económico de los sistemas porcinos que implementan la tecnología de cama profunda y Proponer recomendaciones técnicas para optimizar la implementación de la tecnología de cama profunda en Colombia. La monografía se efectuó mediante la búsqueda, recopilación, organización, interpretación y análisis de información relacionada en los buscadores con los siguientes conceptos tanto en español como en inglés, cama profunda en sistema porcino, ventajas y desventajas de la cama profunda, clase de sustrato para cama profunda en cerdos, capacidad y diseño del sistema de cama profunda en

cerdos, que nos permitió acceder a información bibliográfica donde se incluyó datos científicos e estudios de, artículos, revistas y repositorios universitarios en idioma español e inglés, entre los periodos del 2018 hasta la actualidad 2024, donde el año más referenciado es el 2021 y el 2023 con un puto máximo de 13 referencias demostrado en la *figura 1* con un total de 58 referencias 46 en español y 12 en inglés como se evidencia en la *figura 2*, dando como prioridad a documentos recientes (especialmente en temas científicos o del medio ambiente), se registraron 14 fuentes de búsqueda cada una categorizada en la *figura 3*, mediante un proceso de recopilación, organización y estructuración de la información con el propósito de presentar un panorama claro y fundamentado sobre la temática abordada, para ello, se utilizaron fuentes confiables, incluyendo la base de datos de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFPSO) y Google Académico, garantizando la calidad y rigor académico de los contenidos consultados, posteriormente, el documento final fue elaborado siguiendo los lineamientos de citación, referencias y estructuración establecidos por las normas APA, en conformidad con los estándares exigidos por la UFPSO.

Figura 1

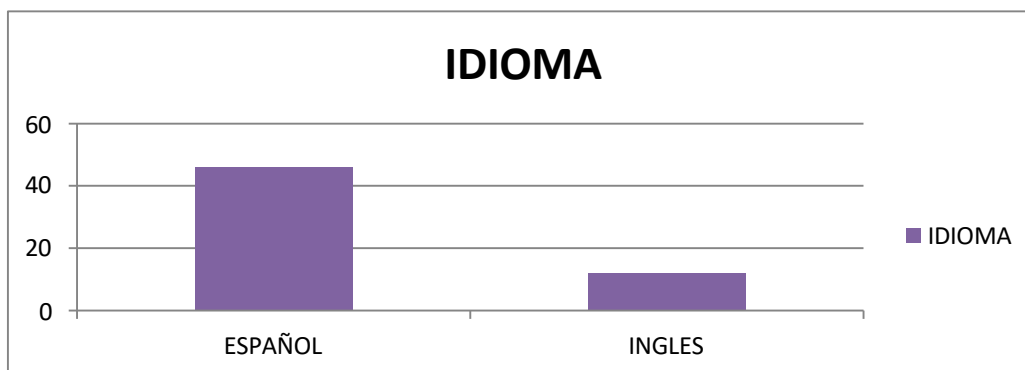
Numero de citas bibliográficas por año



Nota. Se obtuvieron un número de 58 citas bibliográficas representadas por mayoritario los periodos del 2021 y el 2023, y el año menos buscado el 2018.

Figura 2

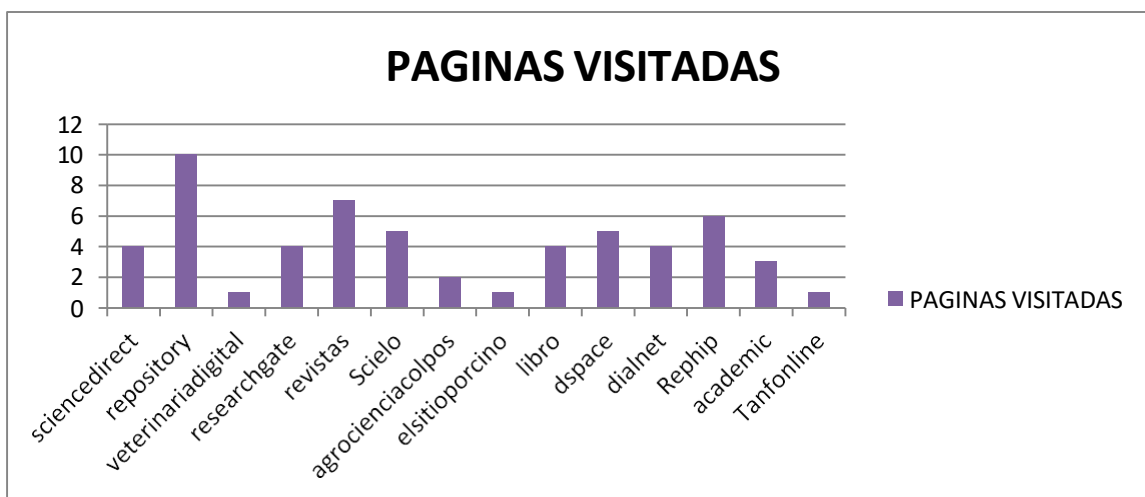
Numero de referentes bibliográficos buscados en Idioma español-ingles



Nota. En la monografía se implementó el idioma ingles con un número de referentes de 12 el restante que es el 46 en español.

Figura 3

Número de páginas visitas



Nota. Se utilizaron 14 paginas donde la más generada fue repositorio y revista.

Capítulo 2. Efectos de la tecnología de cama profunda en el bienestar y la salud de los cerdos

2.1. Concepto de bienestar animal en producción porcina

Para Hidalgo, et al. (2018), el bienestar animal es un concepto científico en permanente transformación, estrechamente relacionado con los principios morales y éticos modernos, asimismo, representa un aspecto esencial en los sistemas de producción animal, aunque su naturaleza es cambiante, sigue siendo el fundamento de las normativas en los países desarrollados, donde se enfatiza la importancia de asegurar un trato digno y respetuoso a los animales destinados al consumo humano.

El autor Chica Cruz, (2023), se sostiene que el bienestar animal está directamente ligado a la calidad y seguridad de los alimentos, además de conllevar importantes implicaciones éticas en la producción pecuaria, particularmente en sistemas de alta exigencia como la industria porcina, ya que es un aspecto que ha generado un creciente interés global por garantizar una vida adecuada para los animales ya que nos determina calidad en el producto final.

Según Sánchez, (2022), en los países en desarrollo, las preocupaciones sobre el bienestar humano suelen prevalecer sobre el bienestar animal en la porcicultura, en Colombia, la Resolución 2640 de 2007 del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) regula las condiciones sanitarias y de inocuidad en la producción primaria de cerdos destinadas al sacrificio y consumo humano, normativa que establece, de forma general, ciertos requisitos mínimos respecto al espacio en los alojamientos y el transporte de los animales.

Para limitar, bienestar animal, Ortiz Galvis, (2023), en su concepto determina que es necesario abordar la concepción que se tiene sobre el tema, para el autor la concepción sigue siendo objeto de amplio debate, y que existen tantas definiciones como autores han abordado el asunto, lo que lleva a tener en cuenta dentro de un sistema es conocer los principios generales del bienestar animal que está relacionado con 10 principios impuestos por la OIE, junto con las 5 libertades que son estar libres de hambre y sed, temor, estrés, incomodidades físicas o térmicas, dolor, heridas o enfermedades, y de la posibilidad de manifestar su comportamiento natural, y finalmente tener presente los protocolos que nos dice la THE WELFARE QUALITY PROJECT

Tabla 1

Los principios y criterios que fundamentan los protocolos de evaluación del proyecto proyecto Welfare Quality

PRINCIPIOS DE BIENESTAR	CRITERIOS DE BIENESTAR
BUENA ALIMENTACIÓN	Ausencia de hambre prolongada
	Ausencia de sed prolongada
ALOJAMIENTO ADECUADO	Comodidad con respecto al descanso
	Confort térmico
	Facilidad de movimiento
BUENA SALUD	Ausencia de heridas
	Ausencia de enfermedades
	Ausencia de dolor inducido por procedimientos de manejo
COMPORTAMIENTO ADECUADO	Expresión de comportamientos sociales
	Expresión de otros comprometiendo
	Buena relación humano animal
	Estado emocional positivo

Nota. Se debe reconocer como importante los principios de bienestar animal ya que con ello le brindamos confort al animal y en su respuesta nos generara rentabilidad. (Ortiz Galvis, 2023).

2.2. Cama profunda en sistemas porcinos

En la década de 1970, en China y Hong Kong, se desarrolló el sistema de cama profunda como una solución para reducir el impacto ambiental de la cría porcina y mejorar el bienestar de los animales, este sistema comenzó a implementarse en Europa en los años 80 y, en las últimas décadas, ha sido perfeccionado en los países tropicales, demostrando su efectividad durante todo el año, especialmente en climas templados (Rodríguez Moreira & Zambrano Bravo, 2023).

En la porcicultura, existen diversas formas de aplicar el bienestar animal, pero una de las más lógicas es crear un entorno más adecuado que permita a los cerdos expresar fácilmente su comportamiento natural, lo cual resulta fundamental para mejorar la productividad (Sánchez, 2022)

Se afirma por los autores López Vera & Macías García, (2023), el sistema de cama profunda consiste en la crianza de cerdos para sacrificio en espacios reutilizados, como antiguos galpones avícolas, bodegas y establos, o en edificaciones nuevas elaboradas con materiales económicos y de origen local. El mismo autor especifica que dentro de los corrales, se crea una cama suave utilizando un sustrato orgánico con una profundidad que varía entre 30 y 60 centímetros. Según Rodríguez Moreira & Zambrano Bravo, (2023) Los materiales más utilizados para la cama incluyen heno, cascarilla de arroz o café, hojas de maíz, bagazo de caña o una mezcla de estos componentes.

Tabla 2

Distintos tipos de materiales para la cama y las cantidades necesarias por animal y por ciclo en machos y hembras

MATERIAL USADO	KG/CERDO	MATERIAL USADO	KG/HEMBRA
RASTROJO DE MAÍZ	45	RASTROJO DE MAÍZ	300
PAJA DE CEBADA	54	PAJA DE CEBADA	360
PAJA DE AVENA	40	PAJA DE AVENA	380
PAJA DE TRIGO	50	PAJA DE TRIGO	450
VIRUTA DE PINO	56	VIRUTA DE PINO	450

Nota. Se especifica la materia prima con sus cantidades requeridas según el peso ya sea macho o hembra en sistemas porcinos. (Sánchez, 2022).

Con el objetivo de mantener seca la superficie del corral, se incorpora material de forma periódica, aplicando 7 kilogramos por cerdo cada semana a lo largo de todo el ciclo de levante y ceba del lote., según lo indica Magrí, (2020). En cuanto al bienestar animal, Gonzales Agurto, (2021), sostiene que el destino de estas camas es crear un base que permita a los cerdos elegir y modificar su propio microambiente, facilitando la expresión de su comportamiento natura, donde se puede evidenciar que al final del ciclo del lote de cerdos, el material de la cama puede compostarse junto con otros materiales vegetales en instalaciones de la granja destinadas a este propósito, con el fin de utilizarlo como abono orgánico en la agricultura.

Figura 4

Características principales de un sistema de cama profunda en cerdos

Características	Descripciones
Tipo de infraestructura	De acuerdo a las posibilidades del productor
Animales que ingresan	Lechones de destete a 25 kg
Densidad y tamaño de los lotes	1.2-1.4 m ² por cerdo
Sanidad Animal	Sistema todo adentro y todo afuera.
Tipo de cama	Cascarilla de arroz, trigo, cebada y aserrín
Uso de la cama	Una sola vez y compostear
Bebedero y comedero	1-1 comedero y chupón de 10 a 15 animales
Alimentación	A libre acceso de preferencia
Ventilación	Cortinas laterales manuales o automáticas

Nota. La cama profunda reemplaza el concreto por una capa de 60 cm de materiales orgánicos como cascarilla de arroz, paja o viruta de pino, lo que permite reutilizar estructuras existentes y reducir costos. (Cedeño Álava & Palacios Vera, 2023).

Según estudios de los autores Cedeño Álava & Palacios Vera, (2023), en relación a la *figura 4* este método de cama profunda es más económico y ecológico que los tradicionales, ya que aprovecha materiales reciclables y elimina la necesidad de construir sistemas de drenaje de cemento, y ofrece beneficios térmicos, manteniendo temperaturas internas superiores a la ambiente, lo que mejora el confort de los cerdos y su eficiencia productiva.

Lo anterior se afirma por los estudios hechos por Rodríguez, (2019), quien midió la temperatura de la cama en 6 puntos desemejantes y a 3 fondos, en las zonas con mayor humedad, a partir de los 15 cm de hondo, la temperatura alcanzó los 40 °C, mientras que a los 45 cm osciló entre 20-25 °C. En ambos casos, la temperatura del ambiente no superaba los 5 °C, este aislamiento térmico y la generación de calor adicional ayudan a modificar la Temperatura Crítica Inferior (TCI) de los cerdos, acercándola a su rango de confort térmico

Se recomienda por los autores Hurtado, et al. (2021), Que los galpones tengan una longitud de entre 12 y 14 metros y no superen los 10 metros de ancho, para garantizar una ventilación natural eficiente sin necesidad de sistemas artificiales, se sugiere mantener una densidad poblacional de al menos 1,1 metros cuadrados por animal, sin embargo, el intervalo óptimo para lograr mejores resultados zootécnicos se sitúa entre 1,4 y 1,5 metros cuadrados por animal.

Figura 5

Diseño de cama profunda en cerdos método de doble casilla para cambio de sustrato y proceso de fermentación



Nota. Se observa un diseño de cama profunda en un sistema porcino reutilizado donde se hace una división para el fácil manejo del sustrato. (Hurtado, et al., 2021).

El sustrato de cáscara de cacahuete como se observa en la *figura 4* con olote picado es ideal para la cama profunda, ya que, al estar seco, no presenta humedad significativos, estos materiales son muy económicos, pues son considerados desechos para los productores tienen como ventaja que no retienen humedad cerca de los bebederos y son fácilmente removidos y trompeados por los cerdos, lo que también les proporciona confort (Hurtado, et al., 2021). Para De Cerdos, (2022), en en su evaluación, el grupo de cerdos que utilizó este sustrato solo presentó diarrea en una ocasión, y el estrés fue mínimo, ya que tuvieron un descanso adecuado.

La cama profunda con forraje Chaiwang, et al., (2021), en su estudio le presentó más complicaciones durante la engorda de los cerdos, ya que al entrar en contacto con las heces y orina, el forraje comenzó a fermentar, generando altas temperaturas que afectaron a los cerdos, ya que durante la etapa de crecimiento regulan mejor su temperatura corporal y el calor excesivo les causó agitación, lo que llevó a la necesidad de cambiar el sustrato tres veces durante la engorda, lo que genera más costos de operación y materia prima y además, los cerdos presentaron diarrea en dos ocasiones y se observó un notable desperdicio de alimento durante la etapa inicial. La cama profunda de paja para Riedel, et al. (2023), es un sustrato adecuado, ya que no retiene excesiva humedad ni presenta fermentación al entrar en contacto con las heces, y su cambio se da dos veces durante la engorda, y es el sustrato más utilizado en este sistema debido a su disponibilidad en diversas zonas del país, el autor recomienda usar 10 pacas de paja seca, ya que así en su estudio los cerdos tuvieron diarrea en dos ocasiones y el estrés fue mínimo, sin peleas constantes.

Figura 6

Evidencia de cama profunda en paja seca



Nota. Tecnología de cama profunda en un sistema porcino con materia prima paja, con estructura de granja reutilizable. (Hurtado, et al., 2021).

2.3. Bienestar y la salud de los cerdos con cama profunda

Las instalaciones con cama profunda ha emergido como práctica innovadora, especialmente en la porcicultura, al proporcionar un entorno más natural y cómodo para los cerdos, este sistema, que consiste en el uso de un sustrato orgánico en el suelo de los corrales, tiene el potencial de mejorar significativamente el bienestar de los animales, ya que les ofrecerle una superficie más suave, controlar la humedad y regular la temperatura, se fomenta la expresión de comportamientos naturales, y se reducen las lesiones y se minimizan los riesgos de enfermedades, en este contexto, es crucial entender los efectos de la cama profunda en los cerdos, ya que puede influir directamente en su confort, productividad y calidad de vida (Amaral, et al., 2021).

El bienestar y la salud Bravo Zambrano & Ponce Cedeño, (2023), la define que dentro de un sistema intensivo de cerdos se tiene que relacionar y generar significativamente a la hora de nosotros generar ganancia, bajo el anterior concepto el autor recomienda buscar medidas que logremos mejorar las ganancias mezclando el bienestar y la salud del cerdo y esto lo logramos con el uso del sistema de cama profunda, este método, que emplea un sustrato orgánico como paja, cascarilla o materiales similares, ofrece varios beneficios clave para los animales.

Carrillo Cencia, (2022), en su estudio dice que al mantener el corral seco y cómodo, se reduce el riesgo de enfermedades relacionadas con la humedad, como infecciones en la piel o problemas respiratorios que son enfermedades más comunes en sistemas porcinos, además, la cama profunda permite a los cerdos expresar comportamientos naturales como excavar o descansar de manera más adecuada, lo que disminuye el estrés y mejora su bienestar psicológico.

Para González-Rodríguez & Reyes-Chapman, (2023), como parámetro de salud la regulación de la temperatura también es un beneficio importante, ya que el sustrato actúa como aislante térmico, protegiendo a los cerdos de temperaturas extremas y ayudando a mantener un ambiente más confortable, y el autor explica la importancia de entender que no todo sustrato es de beneficio para el animal por ende se debe estudiar y entender benéficos y contras que nos puedan traer el sustrato y el uso adecuado de cama profunda también ya que a partir de ello vamos a notar que se reduce la frecuencia de lesiones, como las causadas por caídas o el contacto con superficies duras, que no solo favorece la salud física de los cerdos, sino que también promueve su bienestar emocional, contribuyendo a una producción más eficiente y saludable.

Tabla 3

Comparación de ambiente y el rendimiento a nivel físico nutricional y social en sistemas porcinos

<u>Ambiente</u>	<u>Físico</u>		<u>Nutricional</u>	<u>Social</u>	
	Control de confort térmico	Inversión	Manejo de la alimentación	Manejo individual de la cerda	Comportamiento natural de la cerda
Campo con pastura	pobre	muy baja	difícil	difícil	máximo
Cama profunda y comederos en jaulas	bueno	media	moderado	moderado	moderado
Jaulas en confinamiento	muy bueno	alta	fácil	fácil	mínimo

Nota. Se establecen tres ambientes campo con pastura, cama profunda y comederos de jaulas, y jaulas en confinamiento, las tres se evaluaron su reacción en cerdos en parámetros físicos, nutricionales y sociales, donde por confort de bienestar animal y reducción de economía se considera como mejor la cama profunda y comederos en jaulas. (González-Rodríguez & Reyes-Chapman, 2023).

Capítulo 3. Desempeño productivo y económico de los sistemas porcinos que implementan la tecnología de cama profunda.

3.1. Desempeño productivo peso al nacer y ganancia de peso con cama profunda

En estudios de Pérez, et al. (2022), evaluaron el desempeño productivo de 135 lechones destetados de los cuales 63 son machos y 72 hembras, con un peso de 6.5 kg/vivo, alojados en tres sistemas: T1 (cama profunda con cascarilla de arroz), T2 (sistema mixto con piso plástico en los primeros 21 días y cama profunda en los siguientes 21 días) y T3 (piso plástico).

Se evaluaron variables como el peso inicial y final, la ganancia diaria promedio, la ingesta de alimento, la conversión alimenticia y la eficiencia en la utilización del alimento. (Pérez, et al., 2022). Los resultados se mostraron distintos y a favor de los tratamientos T1 y T3, con mejores ganancias de peso, conversión alimentaria y eficiencia en comparación con el sistema mixto (T2), que presentó menor ganancia de peso (Pérez, et al., 2022).

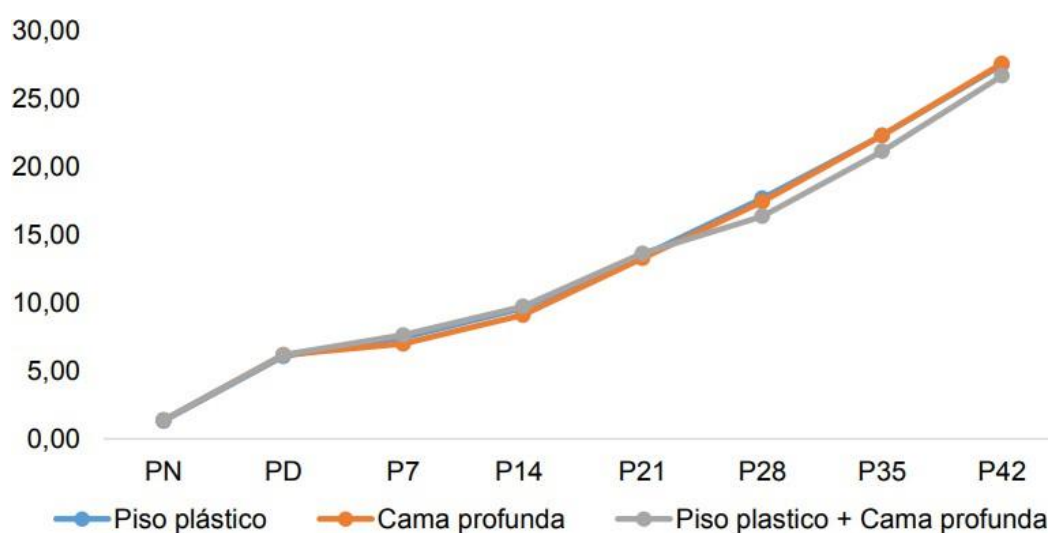
Los hallazgos sugieren que el sistema de cama profunda puede aplicarse en la fase de crecimiento de los cerdos sin afectar de manera negativa los indicadores productivos y económicos en relación con los sistemas tradicionales. (Pérez, et al., 2022).

El autor Leon Leon, (2021), relaciona que la mejora de la rentabilidad económica en Colombia con su estudio sugiere que el uso de sistemas de cama profunda podría mejorar la eficiencia de la producción porcina sin sacrificar el rendimiento de los animales, es decir manejando un contexto como el de Colombia, donde los costos de producción son un factor clave para la rentabilidad, adoptar tecnologías más económicas, como la cama profunda, puede representar una opción atractiva para los productores.

El autor explica que el hecho de que los lechones alojados en cama profunda no presentaran una disminución en los parámetros productivos comparados con los sistemas convencionales, son sistemas de bajos costo, disponibilidad local de materiales como la cascarilla de arroz, reducción de costos operativos, mejorando la rentabilidad y demostrando el factor costo benéfico de calidad y cuidamos el medio ambiente (Leon Leon, 2021).

Figura 7

Pesos de los lechones al nacer (PN), al destete (PD)



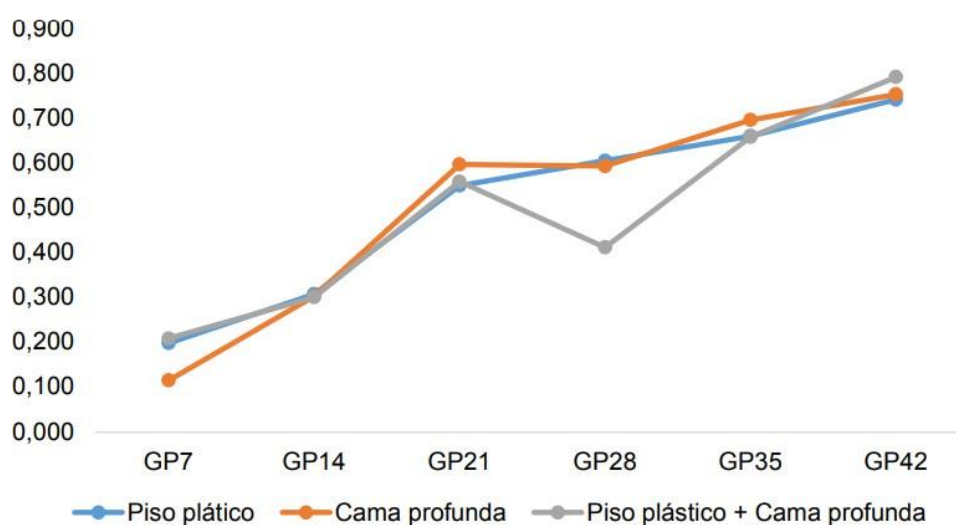
Nota. Se muestran los pesos de los lechones al nacer (PN), al destete (PD), a los 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días en tres sistemas de alojamiento diferentes plástico, cama profunda y piso plástico + cama profunda evaluados, y se observó un crecimiento similar de los lechones en piso plástico y en cama profunda, y en sistema mixto, hubo una disminución notable del peso en los animales. (Angulo, et al., 2018).

Los resultados obtenidos en la *figura 6* coinciden con los reportados por León, et al. (2019), quienes observaron mayores ganancias de peso y una mejor conversión alimentaria en sistemas de cama profunda en comparación con sistemas de piso de cemento y plástico.

Por otro lado, Antonio, et al. (2021), encontraron menores ganancias de peso y una mayor conversión alimentaria en lechones en etapa de iniciación en sistemas de cama profunda, cuando se compararon con sistemas de campo, cemento y plástico, lo que difiere de los resultados obtenidos en la *figura 6* lo que concluye que las condiciones locales en la aplicación de diferentes sistemas de alojamiento son efectivos, ya que, en términos económicos, la elección del sistema más eficiente podría impactar directamente en la rentabilidad de la producción, optimizando el uso de recursos y mejorando la eficiencia alimentaria.

Figura 8

Ganancia de peso en lechones con diferentes sistemas de alojamiento



Nota. Se muestran la ganancia de peso en lechones en sus primeros 7, 14, 21, 28, 35 y 42 días de vida en tres sistemas de alojamiento diferentes plástico, cama profunda y piso plástico + cama profunda. (Angulo, et al., 2018).

Se observa en la *figura 7* una drástica reducción en la ganancia de peso cuando los animales se trasladaron del piso plástico a cama profunda, sin embargo, la literatura y el estudio hecho por el autor cuestionan el poder de adaptación de los cerdos por ende se puede decir que una vez adaptados regularon nuevamente la ganancia de peso como se puede observar en la curva. (Angulo, et al., 2018).

En un estudio realizado por Guerrero, et al., (2021), se demostró que los cambios de los sistemas de alojamiento influyeron en el comportamiento social de los animales, lo que alteró los niveles de corticoides, un factor que impacta la ganancia de peso de los cerdos en diversas etapas de producción.

Los resultados por Solís-Tejeda, et al. (2022), sugieren que el estrés causado por el cambio de sistema de alojamiento, de piso plástico a cama profunda, afecta ligeramente el consumo de alimento y la ganancia de peso de los lechones, por lo que las condiciones de alojamiento son clave para lograr un buen desempeño productivo se recomienda en las primeras semanas post-destete, ya que la cama profunda puede ser utilizada sin afectar negativamente los parámetros productivos, obteniendo resultados comparables a los de los sistemas convencionales.

3.2. Desempeño reproductivo manejando cama profunda

Ceballos, (2019), en su estudio en la posta porcina del Centro Bachillerato Tecnológico Agropecuario en la ciudad de Mexico evaluó los parámetros reproductivos, el comportamiento productivo y los costos de producción en cerdos alojados en un sistema de cama profunda, utilizando diferentes sustratos.

Se analizaron 25 cerdos de la raza Pietrain con Camborough, alimentados con comida comercial durante 13 semanas , los cerdos fueron alojados en corrales con cama profunda, utilizando sustratos como aserrín, zacate picado, cáscara de cacahuete y paja de trigo, dejando un grupo testigo criado de manera tradicional, se encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso (G.P) entre el grupo testigo y el sustrato de cáscara de cacahuete, con valores de 60.23 vs 80.13, respectivamente, también, la conversión alimenticia (C.A.) fue mejor en el grupo de cáscara de cacahuete (2.23 vs 3.3) (Ceballos, 2019).

En cuanto al costo de producción, el grupo testigo tuvo un costo de 44.4 por kg, frente a 30.5 del grupo con cáscara de cacahuete, lo anterior lo podemos manejar como un ejemplo de implementación en Colombia ya que los factores de reproductivos llegaran hacer similares por el confort que brinda la cama profunda y que en Colombia la materia prima como la cascarilla de arroz (Suárez Quintero, 2022).

3.3. Estudio económico sobre la implementación de cama profunda con cascarilla de arroz vs instalaciones comunes

Tabla 4

Concepto de implementación y gastos operativos de cama profunda vs instalaciones comunes

CONCEPTO	CAMA PROFUNDA (COP)	INSTALACIONES COMUNES (COP)	CONCEPTO	CAMA PROFUNDA (COP)	INSTALACIONES COMUNES (COP)
Acondicionamiento De Instalaciones	\$15,000,000 - \$25,000,000	\$30,000,000 - \$50,000,000	Reposición De Cascarilla De Arroz	\$500,000 - \$1,000,000	N/A
Compra De Cascarilla De Arroz (Tonelada)	\$120,000 - \$180,000	N/A	Alimentación (100 Cerdos)	\$15,000,000 - \$18,000,000	\$1,500,000 - \$18,500,000
Piso De Concreto Y Drenaje	N/A	\$15,000,000 - 25,000,000	Mano De Obra	\$4,000,000 - \$6,000,000	\$4,500,000 - \$7,000,000
Mano De Obra Inicial	\$3,000,000 - \$5,000,000	\$4,000,000 - \$6,000,000	Sanidad Y Medicamentos	\$2,000,000 - \$3,500,000	\$2,500,000 - \$4,000,000
Equipos Y Bebederos	\$10,000,000 - 15,000,000	\$12,000,000 - 18,000,000	Servicios (Agua Electricidad)	\$1,000,000 - \$2,000,000	\$1,500,000 - \$2,500,000
Otros Costos	\$5,000,000 - 10,000,000	\$6,000,000 - 12,000,000	Otros Costos	\$1,500,000 - \$3,000,000	\$2,000,000 - \$3,500,000
Total Estimado	\$33,000,000 - 55,000,000	\$62,000,000 - 111,000,000	Total Mensual Estimado	\$24,000,000 - \$33,500,000	\$26,000,000 - \$35,500,000

Nota. Se relaciona el concepto de trabajar mediante dos métodos como es la cama profunda con cascarilla de arroz vs instalaciones comunes en cemento (Ameri, 2021).

Moran Canales, (2024), en su estudio y lo demostrado en la *tabla 4* el sistema de cama profunda con cascarilla de arroz presenta una rentabilidad superior y menor tiempo de recuperación de inversión en comparación con las instalaciones comunes, además, sus beneficios en salud y bienestar animal impactan positivamente en los factores reproductivos donde se espera mejorar la fertilidad ya que se reduce estrés y mayor confort para cerdas gestantes y rendimiento en la conversión alimenticia mejorando así la tasa de concepción en un 5-8%,

igualmente ayuda a un incremento en la supervivencia de lechones, reducción de enfermedades y Menor costo en gestión de residuos, igualmente el autor recomienda a los productores evaluar la disponibilidad de cascarilla de arroz y considerar programas de capacitación para optimizar su uso.

La tecnología de cama profunda en la producción porcina ha ganado popularidad debido a sus beneficios en bienestar animal, eficiencia productiva y reducción de costos operativos, este sistema reemplaza el piso de concreto por una cama de materiales orgánicos, como cascarilla de arroz, paja o viruta de madera materias primas que son reconocidas por su fácil comercialización y precios económicos, mejorando las condiciones ambientales y sanitarias del corral (Osorio Espinosa, 2024).

Lo anterior tiene un impacto en el desempeño productivo que se ve en los sistemas de producción porcina como es el bienestar animal ya que la cama profunda reduce humedad, mejora la temperatura disminuyendo enfermedades respiratorias y digestivas en los cerdos, lo que significa que los costos operativos van hacer casi nulos ya que al ser una producción limpia el manejo de desechos y manejo de agua se reduce y entra una nueva salida que es el fermentado o abanó generado (Rojas Gómez, 2020). La conversión alimenticia, ha demostrado que los cerdos criados en cama profunda presentan una conversión alimenticia más eficiente debido a un menor estrés y mejores condiciones ambientales, favoreciendo la ganancia diaria de peso que se puede lograr en una media diaria de peso (GMD), alcanzando valores entre 600-750 g/día, comparado con sistemas convencionales donde puede ser menor, y finalmente al estar el animal en condiciones óptimas de alimentación, manejo y confort se mejora la parte reproductiva ya que las cerdas gestantes tienen mayor comodidad y reducen problemas locomotores, mejorando tasas de concepción y supervivencia de lechones (Soto Soto, 2024).

Capítulo 4. Ventajas, limitantes y desafíos que resultan de la adopción de la práctica de cama profunda en granjas porcinas

4.1. Ventajas de cama profunda en sistemas porcinos

Para Romero Fetiva, (2023), en el 2020, se proyectó una población de 171.503 cerdos y con base en un cálculo proporcional, se estima que la adopción de tecnología de cama profunda a nivel nacional reduciría 13,80 Gt de CO₂ eq; lo que significa gigatoneladas, unidad de medida a mil millones de toneladas, para este caso 13,80 Gt de CO₂ eq el autor nos dice que representa la cantidad de gases de efecto invernadero que podrían reducirse si se implementara la infraestructura de cama profunda.

Tabla 5

Contraste de reducción de GEI por sistema de cama profunda

Tipo de gas	Sistema convencional		Sistema cama profunda		Emisiones GEI reducidas		% emisiones de GEI reducidas, utilizando cama profunda
	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	
CO ₂	8,13	Gt CO ₂ eq año	4,06	Gt CO ₂ eq año	4,07	Gt CO ₂ eq año	50,06%

Nota. La reducción de gases en fincas con cama profunda es considerable, logrando una disminución del 50,06% en las emisiones totales. (Fetiva, 2023).

El sistema de cama profunda reduce la contaminación del agua al minimizar las aguas residuales con excretas porcinas lo justifica el autor Cardador, et al. (2022), con el concepto que las descargas contienen nutrientes y materia orgánica, cuya composición varía según la dieta y el uso de agua en la limpieza, y su impacto ambiental radica en la alteración del agua y la competencia por el oxígeno con la biota acuática.

Para Elgueta Morán, et al. (2023), los sistema de cama profunda reduce la generación de olores en comparación con las porquerizas convencionales, donde la falta de limpieza diaria provoca malos olores y atrae moscas. En la cama profunda, la degradación del estiércol es más controlada gracias a una mayor presencia de oxígeno, facilitada por el movimiento de los cerdos sobre el sustrato, el autor en su investigación recomienda que para mejorar este efecto, se pide remover periódicamente la cama, lo que prolonga su vida útil y mejora la calidad del compost al evitar la degradación anaerobia (Barceló, 2022).

Fuentes Bustamante, (2020), evaluó las tecnologías de cama profunda en aspecto de bienestar para el confort de las instalaciones y su rentabilidad concluyendo que las instalaciones de cama profunda son de fácil construcción con materiales como caña, hierro o madera, o la reutilizaciones de infraestructuras de galpones lo que lleva a la optimización de la producción, ofreciendo ventajas económicas, con un ahorro del 50-60% respecto a otros sistemas, además de ser ecológicas y mejorar el bienestar animal, su implementación reduce el estrés de los cerdos, favorece una producción rentable y genera compost aprovechable como fertilizante orgánico, el mismo autor observó dentro de su investigación como la cama profunda puede reducir la inversión inicial, mejor bienestar animal y reducción de efluentes líquidos contaminantes, además, disminuyen el uso de agua para limpieza, la población de moscas y los malos olores, y generar un nuevo sistema de emprendimiento como es el reciclar y vender las excretas como fertilizante para cultivos, ya que con la tecnología de cama profunda se logra disminuir en un 50% el estiércol animal incrementa la materia seca, lo que permite concentrar los nutrientes esenciales para el suelo y favorecer el cultivo de vegetales sanos y orgánicos en la producción agrícola.

Giler, et al. (2019), su estudio señala que el sistema de cama profunda brinda múltiples beneficios, entre ellos la mejora del bienestar animal al disminuir los niveles de estrés, y favorecer el comportamiento social, minimiza el impacto ambiental al reutilizar desechos como abono orgánico y permite una producción más sostenible, además, la carne producida en este sistema obtiene buenos precios en mercados como el de EE. UU, y su menor inversión inicial lo hace accesible para pequeños y medianos productores.

Tabla 6

Categoría de las ventajas de utilizar cama profunda porcina

CATEGORÍA	VENTAJAS
Bienestar Animal	Reduce el estrés y mejora el comportamiento social de los cerdos.
Impacto Ambiental	Disminuye la contaminación del agua, reduce la generación de olores y permite reutilizar los desechos como abono orgánico.
Eficiencia En La Limpieza	Reduce el uso de agua al minimizar la necesidad de la limpieza frecuente.
Control De Plagas	Disminuye la presencia de moscas y otras plagas, reduciendo el riesgo de enfermedades.
Costo De Inversión	Requiere menos inversión inicial en comparación con sistemas tradicionales de confinamiento.
Rentabilidad	la carne producida en este sistema es menor valorada en mercados como el de EE.UU.
Optimización De Residuos	Reduce hasta un 50% del estiércol, aumentando la materia seca y mejorando la fertilidad del suelo para cultivos agrícolas.

Nota. Resume los principales beneficios del sistema, destacando su impacto positivo en el bienestar animal, y la rentabilidad del productor. (Giler, et al., 2019).

4.2. Desventajas y limitantes de la cama profunda en sistemas porcinos

El autor Bustamante, (2020) señala que un uso inadecuado puede provocar el desperdicio de materiales y la acumulación de desechos, afectando tanto la salud de los animales como la calidad de la carne, es decir el buen funcionamiento del sistema de cama profunda depende en gran medida de una gestión y cuidado adecuados por parte de los productores, el mismo autor recomienda medidas para que el mal uso no se convierta en un limitando como es remover y airear periódicamente el material para evitar la acumulación de humedad y la fermentación anaerobia, usar materiales absorbentes de buena calidad, como aserrín, paja o viruta, para optimizar la absorción de excretas y control de higiene y sanidad, proporcionar una dieta equilibrada para reducir la cantidad de desechos orgánicos y optimizar la calidad del estiércol reutilizable, y como importante la capacitación de los productores, ya que al educar a los trabajadores en el manejo eficiente del sistema va a minimizar los desperdicios y mejorar la calidad de la carne, y es ahí donde el productor vera rentabilidad de costo y benéfico.

Cardador, et al. (2022), cuestiona como una desventaja económica el mal concepto de cama profunda en sistemas porcinos ya que para implementar correctamente el sistema de cama profunda, es fundamental asegurar el acceso a materiales básicos como cascarilla de arroz, viruta de madera o hojas de caña de azúcar el asegurar es tener una fuente constante del mismo y la economía ya que al ser un limitante traerá consecuencias y más inversión económica y mano de obra, además, se deben seguir recomendaciones clave para garantizar el confort animal, como instalar un filtro en el suelo para evitar encharcamientos y ubicar comederos y bebederos por separado, también es importante recoger y compostar el material usado, limpiar las instalaciones y renovar adecuadamente la cama.

Ya que si no llevamos este control las desventajas aumentarían y en consecuencia lo que generaría malos olores y condiciones insalubres, contaminación del agua y del ambiente, afectando la sostenibilidad del sistema, lo que desencadena estrés por parásitos y enfermedades en los cerdos, disminuyendo su bienestar y rendimiento productivo, que finalmente se verá reflejado en el deterioro de la calidad de la carne, lo que puede afectar su valor comercial. (Skejich, et al., 2019).

El autor Sancholuz, (2023), toma como referente el autor anteriormente mencionado y concluye que una de las mayores desventajas al no tener un buen manejo de las camas profundas es el valor económico que esto nos genera ya que aumentaría los costos operativos, con mayor gasto en materiales, ya que si la cama no se maneja correctamente, su vida útil se reduce y es necesario reemplazarla con mayor frecuencia, obligando a usar más agua para limpieza, aumentando los costos, los tratamientos veterinarios aumentarían, se generan estrés en los cerdos, afectando su crecimiento y la calidad del producto final, lo que reduce su precio en el mercado, no en nuestros costos no veremos costo beneficio, y finalmente el desaprovechamiento del compost ya que si no se compostan adecuadamente, se pierde la oportunidad de generar un fertilizante orgánico útil para la agricultura de nuestros terrenos, y el desaprovechamiento de un beneficio económico adicional.

Tabla 7*Descripción de los limitantes de un sistema de cama profunda en cerdos*

CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN DEL LIMITANTE
DISPONIBILIDAD DE MATERIAS	Requiere acceso constante a materiales como cascarilla de arroz, viruta de madera u hojas de caña, que pueden no estar disponibles en todas las regiones.
MANEJO Y MANTENIMIENTO	Es necesario remover y airar la cama regularmente para evitar encharcamiento y fermentación anaerobia, lo que demanda tiempo mano de obra
CONTROL SANITARIO	Si no mantiene correctamente, puede favorecer la proliferación de bacterias y parásitos, afectando la salud de los cerdos
CONDICIONES CLIMÁTICAS	En zonas húmedas, la cama puede degradarse más rápido y generar problemas de humedad y malos olores.
ESPACIO REQUERIDO	Se necesita un área adecuada para comportar y reutilizar los residuos, lo que puede ser una limitación en granjas pequeñas.
COSTO INICIAL	Aunque es más económico que otros sistemas, la inversión inicial en infraestructura y materiales puede representar un reto para pequeños productores.
CAPACITACIÓN DEL PERSONAL	Requiere condicionamiento específicos sobre manejo de la cama y control de residuos para garantizar su eficiencia.

Nota. Se destaca los desafíos que pueden surgir al implementar la cama profunda y la importancia de un manejo adecuado para maximizar sus beneficios. (Calderon Basto, 2021).

La implementación de cama profunda en granjas porcinas ha ganado relevancia por sus beneficios en el bienestar animal, ya que son más los beneficios que este nos puede brindar como es la disminución de la huella ambiental y el beneficio de residuos orgánicos; sin embargo, su adopción no está exenta de limitaciones y desafíos que pueden afectar su eficiencia y rentabilidad. (Calderon Basto, 2021). Para Sivilai, et al. (2024), es fundamental conocer factores como es la disponibilidad de materiales adecuados, el manejo sanitario, las condiciones climáticas y la capacitación de operarios, clave en el éxito de este sistema, este papel es la rentabilidad y la reducción de costos sin bajar el rendimiento de producción, en este contexto, es fundamental analizar las principales barreras que dificultan su implementación y las estrategias para superarlas, garantizando así una producción porcina sostenible y eficiente.

Capítulo 5: Recomendaciones de técnicas para optimizar la implementación de la tecnología de cama profunda en sistemas porcinos.

5.1. Tamaño del galpón y su densidad

Para el éxito del sistema de cama profunda, es crucial mantener un tamaño adecuado del galpón y respetar la densidad recomendada tanto en las fuentes de agua como en las áreas de alimentación, se sugiere una densidad de aproximadamente 1.4 m² por cerdo, lo que permite un uso eficiente de la cama y reduce las necesidades de manejo (Kropiweiec-Domańska, et al., 2024).

Los galpones más eficientes tienen un ancho de entre 12 y 14 metros, se ha comprobado que, cuando están bien orientados con su eje principal en dirección este-oeste, optimizan el funcionamiento de la ventilación natural, además, si las condiciones lo requieren, como en casos de altas temperaturas externas o una mayor densidad animal al final del ciclo, es posible instalar un sistema de ventilación positiva (removedores de aire) de manera sencilla y con una inversión accesible (Robbins, et al., 2019).

Para galpones con un ancho superior a 14 metros, se recomienda planificar desde el inicio la incorporación de un sistema de ventilación adicional para garantizar un ambiente adecuado (Kropiweiec-Domańska, et al., 2024).

5.1.1. Estructura tipo túnel (*Hoop structures*)

La construcción está compuesta por una estructura de hierro en forma de arco que sostiene una cubierta de polipropileno resistente a los rayos UV, la cual se fija a una pared de madera o concreto de 1,20 metros de altura. Estas instalaciones están diseñadas para albergar hasta 180 animales, ofreciendo un espacio de 1,1 m² por cada uno. (Pegoraro, 2019).

5.1.2. Estructura tipo galpón sin divisiones (*large pen*)

Sistema busca reducir al máximo la inversión inicial, asegurando al mismo tiempo indicadores zootécnicos adecuados que permitan, lograr una rentabilidad óptima para el inversionista (Santos, 2019). Este sistema se distingue por su ambiente controlado mediante ventilación natural y la alimentación seco para optimizar la producción, albergando entre 500 y máximo 2,800 cerdos, según el tamaño del galpón y la densidad animal, se recomienda trabajar con lotes máximo de 250 cerdos de la misma edad, con una diferencia máxima de una semana entre ellos, para reducir el riesgo de enfermedades, además, se sugiere aplicar un manejo de "todo dentro, todo fuera" para mejorar la sanidad del sistema (Rodríguez Moreira & Zambrano Bravo, (2023).

5.2. Cama

En un galpón de cama profunda, el manejo adecuado de la cama es clave, considerando factores como el tipo de material, cantidad, calidad, profundidad y mantenimiento, para mantener un ambiente seco y con menos olor, es esencial añadir regularmente cama limpia y seca, la cama debe tener al menos 0.5 metros de espesor (Premex, 2021). El suelo debe estar compuesto de tierra, sobre la cual se añade una capa de piedra y arena para optimizar el drenaje de líquidos. Los materiales más utilizados para la cama incluyen la cascarilla y restos de maíz., viruta de madera y heno de gramíneas, la cantidad de cama necesaria varía según la ventilación y debe ajustarse durante el periodo de engorde, como referencia práctica, se estima que se requiere aproximadamente 1 kg de cama por cada kg de carne de cerdo producido. Esto significa que un cerdo que ingresa con 20 kg y alcanza los 100 kg necesita alrededor de 80 kg de cama durante los tres meses de engorde, dado el alto consumo de material, este sistema es más viable en regiones con buena disponibilidad de la materia prima (Huertas, 2019).

5.2.1. Manejo de la cama

El manejo del galpón y la cama sigue el sistema de "todo dentro-todo fuera", donde se coloca la cama antes del ingreso de los animales, para garantizar que todos los animales tengan la misma edad y peso, una vez que alcancen el peso de venta, se retira el grupo del corral. Luego, se extrae por completo la cama con una pala y se deja una semana de vacío sanitario.

Posteriormente, coloque una nueva capa de cama para la siguiente entrada de animales (El Sitio Porcino, 2021). La cama es un elemento clave en este sistema, y se pueden emplear diversos materiales y subproductos en su preparación, entre los más utilizados se encuentran los rollos de paja de trigo, rastrojo de maíz, cáscara de maní, cascarilla de arroz, viruta de madera y otros materiales vegetales con propiedades absorbentes y aislantes (Cruz & Almaguel, 2019).

Antes de introducir a los animales, se debe colocar una capa de cama de entre 20 y 45 cm, que no requiere reposición hasta la sexta o séptima semana. A partir de entonces, se añade cama seca y se retira la húmeda cada 2 a 6 semanas, dependiendo de la estación del año. En su estudio, Michiini destacó que utilizó este sistema durante el invierno, a lo largo de un ciclo de 108 días, desde el destete hasta alcanzar el peso de faena, 80 kg de rastrojo de maíz por cerdo, y en verano, para un ciclo de 114 días, como resultado el consumo fue menor, alcanzando los 55 kg del mismo material (Kidega, et al., 2021). El uso de materiales alternativos para la cama, como la cascarilla de arroz, ha demostrado ser efectivo. Sin embargo, el rastrojo de soja se degrada rápidamente y puede resultar áspero e irritante, mientras que la viruta de madera tiende a compactarse y generar polvo, lo que la hace menos recomendable. Los materiales de mejor calidad para este sistema de cama profunda son la paja de trigo y el rastrojo de maíz, eóptimas condiciones debe presentar aproximadamente un 25 % de área húmeda o de defecación, un 15 % de área blanda o de transición y un 60 % de área seca (Adebisi, et al., 2020)

5.3. Ventilación

Al diseñar el galpón, es esencial considerar que su estructura debe ser angosta para aprovechar desde el inicio los beneficios de la ventilación natural, una adecuada circulación de aire es clave para asegurar el bienestar y la viabilidad de los animales en el sistema, además, el uso de cama incrementa la temperatura dentro del galpón, elevándola aproximadamente 8 °C por encima del ambiente exterior, según algunos estudios, por ello, es recomendable contar con espacios bien ventilados para evitar el sobrecalentamiento y con ellos evitar el bajo rendimiento de conservación alimenticia por estrés, en su caso la reducción reproductiva en hembras primerizas y en machos la baja calidad y cantidad de espermatozoides (Wei, et al., 2019).

5.4. Manejo de agua y alimentación

Es fundamental asegurar un suministro adecuado de agua, recomendando la instalación de un chupete por cada 10 a 12 animales, en cuanto a los comederos, se recomienda el uso de modelos seco-húmedo, ya que no solo mejoran el consumo y la conversión alimenticia, sino que también desempeñan un papel clave en el control de la humedad de la cama, facilitando su manejo eficiente (Zira, et al., 2023).

En galpones con un ancho de 12 a 14 metros, los comederos deben disponerse en una sola fila, permitiendo la instalación de un sistema de distribución automática, es fundamental planificar su ubicación estratégicamente, asegurando una separación adecuada con las paredes del galpón y una distribución uniforme a lo largo de toda su extensión, y entre comederos dentro de la misma fila la distancia debe ser máximo 9 metros y mínimo 6, calculado por la cantidad de equipos según el número de cerdos alojados (Ludwiczak, et al., 2021).

6. Consideraciones relevantes

El estudio indica de los autores Jensen, et al. (2020), que los cerdos alojados con un espacio de 1.25 m² por animal lograron la mayor ganancia diaria de peso, alcanzando un promedio de 962.77 gramos por día. Esto significa que, en comparación con otras densidades, este espacio permitió un mejor desarrollo y crecimiento de los animales, la diferencia obtenida es estadísticamente significativa, lo que implica que no es un resultado al azar, sino que realmente existe una relación entre el espacio disponible y el aumento de peso. Un mayor espacio por animal puede contribuir a reducir el estrés, mejorar el acceso a los comederos y bebederos, y fomentar un mejor bienestar, lo que se traduce en una mejor conversión alimenticia y mayor eficiencia productiva.

Copley, et al. (2024), en su estudio de conversión alimenticia en cerdos con tecnología de cama profunda define que la conversión alimenticia es una medida de eficiencia que indica cuánta cantidad de alimento se requiere para que un animal gane un kilogramo de peso, en este caso, se encontró que los cerdos alojados con 1.25 m² por animal lograron la menor conversión alimenticia (2.30 ± 0.80 libras), lo que significa que necesitaron menos alimento para aumentar de peso. Por otro lado, la conversión más alta (menos eficiente) se obtuvo en los cerdos con 1.35 m² por animal (2.59 ± 0.54 libras), lo que indica que estos necesitaron más alimento para alcanzar el mismo incremento de peso.

El autor sugiere que un espacio de 1.25 m² por animal optimiza el uso del alimento, probablemente debido a un equilibrio entre movilidad, acceso al alimento y reducción del estrés. Sin embargo, el resultado también indica que proporcionar más espacio (1.35 m²) no necesariamente mejora la eficiencia de conversión, ya que los animales pueden gastar más energía en movimiento lo que incrementa su requerimiento de alimento (Copley, et al., 2024).

En un estudio por Leeb, et al. (2019), de cama profunda en cerdos que contaban con un espacio de 1.25 m² por animal presentaron el mejor consumo de alimento diario, con un promedio de (5.14 ± 2.52 libras), mientras que aquellos con un espacio más reducido de 1.15 m² consumieron menos alimento, con un promedio de (4.7 ± 1.08 libras), el autor concluye según sus resultados que a un mayor espacio (1.25 m²) permite un mejor acceso a los comederos, reduciendo la competencia entre los animales y favoreciendo un consumo más uniforme, en contraste, cuando el espacio es más limitado (1.15 m²), los cerdos pueden experimentar mayor estrés y dificultad para acceder al alimento, lo que afecta negativamente su ingesta diaria, un menor consumo de alimento puede impactar en la ganancia de peso y, en consecuencia, en la productividad del sistema de engorde.

Zira, et al. (2023), estudio la tasa marginal de retorno (TMR) que mide la rentabilidad adicional obtenida al cambiar la densidad poblacional de los cerdos en un sistema de cama profunda controlada, donde obtuvo se logró la mejor TMR con una densidad de 1.15 m² por animal, alcanzando un 202.48% en comparación con la densidad de 1.25 m², y un 293.06% en comparación con la densidad de 1.35 m², lo que indica que, desde un punto de vista económico, la mayor rentabilidad se obtuvo al alojar más cerdos por metro cuadrado, a menor espacio por animal, los costos fijos del sistema (como infraestructura y mantenimiento) se distribuyen entre más individuos, aumentando la eficiencia económica. Sin embargo, aunque la rentabilidad mejora con una densidad de 1.15 m², es importante evaluar los efectos en el bienestar animal y desempeño productivo, ya que una menor densidad puede generar mayor estrés, competencia por alimento y menor ganancia de peso.

7. Conclusiones

La presente monografía tuvo como objetivo principal analizar el impacto de la tecnología de cama profunda en el manejo productivo, la salud y el bienestar porcino en Colombia. A partir de la revisión bibliográfica, se logró responder a la pregunta de investigación planteada, concluyendo que este sistema representa una alternativa viable y sostenible frente a los modelos tradicionales de producción porcina.

Los estudios analizados demuestran que la cama profunda mejora significativamente el bienestar animal al reducir el estrés, la incidencia de enfermedades respiratorias y cutáneas, y al permitir a los cerdos expresar su comportamiento natural, teniendo un impacto positivo en la productividad y conversión alimenticia, evidenciado mejoras en la ganancia de peso y reproducción, especialmente cuando se emplean materiales como la cascarilla de arroz o la paja seca. En términos económicos, permite disminuir los costos operativos asociados al manejo de residuos y al uso de agua, mientras que el aprovechamiento del compost generado constituye un valor agregado. Desde el punto de vista ambiental, la reducción de gases de efecto invernadero y el uso de residuos agrícolas como materia prima contribuyen directamente a una producción más limpia y responsable. No obstante, también se identificaron limitaciones importantes, como la necesidad de una gestión adecuada de la cama, la disponibilidad constante de sustratos, y la capacitación técnica de los operarios para garantizar la eficiencia del sistema, estos aspectos deben ser abordados mediante programas de formación, seguimiento técnico y planificación de insumos. En conclusión, la cama profunda no solo ofrece beneficios en términos de bienestar y rentabilidad, sino que también responde a los retos de sostenibilidad ambiental que enfrenta el sector porcino colombiano.

Referencias

- Adebisi, O. A., Famakinwa, A. A., Adebisi, F. G., Bankole, T. O., Benneth, E. O., & Muibi, M. A. (2020). Straw bedded pigsties height: Effect on growth and skin lesion of pigs. *Nigerian Journal of Animal Production*, 47(6), 91-98.
<https://www.njap.org.ng/index.php/njap/article/view/2900>
- Amaral, P. I., Campos, A. T., Esteves, R. D. C., Esteves, G. F., Yanagi, T., & Leite, M. E. (2021). Behavioral responses of pigs finished in deep bedding and conventional bed systems. *Engenharia Agrícola*, 41(1), 25-33.
<https://www.scielo.br/j/eagri/a/nWSDfQ6R4YHSxhNKsGr6SCb/?lang=en>
- Ameri, B. M. (2021). Comparación entre el margen bruto de producción porcina a campo intensiva versus cama profunda en la cuenca del salado estudio de caso: productor porcino de general la madrid (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Del Centro De La Provincia De Buenos Aires).
http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Tesina_AMERI_BRUNO.pdf
- Angulo, R. A., Huertas-Montiel, D. E., Gutiérrez-Giraldo, A. F., & Contreras-Quintero, R. E. (2018). Evaluación De Impactos Ambientales En Granjas Porcinas Comerciales En Sistemas De Manejo De Cama Profunda En El Magdalena Medio Colombiano. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*, 25(1).
<https://agris.fao.org/search/en/providers/122589/records/64745b5d2437ad1e5b95fce7>
- Antonio, H. E., Tommy, C. N., & Cecilio, B. C. (2021). La modelización del crecimiento de los cerdos bajo un sistema de cama profunda. *Revista CIENCIA UNEMI*, 14(36).
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtyp>

[e=crawler&jrnl=13904272&AN=150836320&h=bUo27I32Vbg64L%2FFPUchm2x%2PXLGVJTP6O2sIbvl0aNStn5VoT8ZD8vqrLTgyYMyAxRI5%2B6eiKDbqcFlyj3VqQ%3D%3D&crl=c](https://www.crawler&jrnl=13904272&AN=150836320&h=bUo27I32Vbg64L%2FFPUchm2x%2PXLGVJTP6O2sIbvl0aNStn5VoT8ZD8vqrLTgyYMyAxRI5%2B6eiKDbqcFlyj3VqQ%3D%3D&crl=c)

Barceló, C. C. R. (2022). Los residuos pecuarios y las posibilidades de su valorización agronómica.

https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/INTA_CRBsAsNorte_EEAPergamino_Magri_Laura_Los_residuos_pecuarios_y_las_posibilidades_de_su_valorizacion_agronomica.pdf

Bautista, P., & Jorge, L. (2020). Adaptación del sistema de cama profunda en el desempeño de cerdos de engorde: Revisión de Literatura.

<https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6858/1/CPA-2020-T020.pdf>

Bravo Zambrano, J. F., & Ponce Cedeño, W. F. (2023). Implementación del sistema de cama profunda aérea adaptado a la fase de cerdas gestantes y lactantes en el cantón Chone (Doctoral dissertation). <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/4718>

Calderon Basto, Y. L. (2021). Evaluación y ajustes de los protocolos de manejo en los puntos críticos para mantener la certificación de la producción porcina buenos aires.

<https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/71b70bd2-0cfc-4988-8629-bd0ad83a31cb>

Cardador, M. J., Reyes-Palomo, C., Díaz-Gaona, C., Arce, L., & Rodríguez-Estévez, V. (2022). Review of the methodologies for measurement of greenhouse gas emissions in livestock farming: pig farms as a case of study. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 52(5), 1029-1047. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408347.2020.1855410>

Carrillo Cencia, M. B. (2022). Sistema cama profunda con rastros de maíz y trigo, de cerdos en recría en el distrito de Huamancaca-Chupaca.

<http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/9890>

Ceballos, R. C. (2019). Comportamiento productivo de cerdas pelón mexicano en sistema de cama profunda alimentadas con Moringa oleifera.

https://conkal.tecnm.mx/images/POSGRADO_NEW/REPOSITORIO%20INSTITUCIONAL%20DE%20TESIS%20Y%20TRABAJO%20TERMINAL/2016-2018_Raul%20Cervantes%20Ceballos.pdf

Cedeño Álava, L. G., & Palacios Vera, N. J. (2023). Implementación del sistema de cama profunda aérea adaptado a la fase de destete de la producción porcina en el cantón Chone (Doctoral dissertation). <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/4709>

Chaiwang, N., Bunmee, T., Arjin, C., Wattanakul, W., Krutthai, N., Mekchay, S., & Sringarm, K. (2021). Effect of deep bedding floor and fermented feed supplement on productive performance, carcass, meat quality and fatty acid profile of crossbred pigs. Italian Journal of Animal Science, 20(1), 479-488.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1828051X.2021.1893133>

Chica Cruz, M. R. (2023). Análisis del bienestar animal y su efecto en la calidad de la carne de cerdo (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2023).

<https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13959>

Copley, M. A., McGahan, E. J., McCormack, K., & Wiedemann, S. G. (2024). Environmental impacts of Australian pork in 2020 and 2022 determined using lifecycle assessments. Animal Production Science, 64(8). <https://www.publish.csiro.au/AN/AN23352>

Cruz, E., & Almaguel, R. (2019). Tecnología de cama profunda para la producción porcina.

Agricultura Orgánica. Obtenido de

<http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/09camaprofundaporcina.pdf>

DE CERDOS, E. D. P. P. (2022). INGENIERO AGRÓNOMO (Doctoral dissertation, Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca).

https://cosfac.sems.gob.mx/Proyectos_apoyados/Art%C3%ADculos_ejercicio_2019/DGETAyCM/153.19-P03.pdf

El Sitio Porcino. (29 de Junio de 2021). Cama profunda, más eficiencia, menor costo y mayor bienestar en cerdos. Artículos del sitio porcino. Obtenido de

<https://www.elsitioporcino.com/articles/2845/cama-profunda-maseficiencia-menor-costo-y-mayor-bienestar-en-cerdos/>

Elgueta Morán, G. S., Riquelme Machuca, A. C., & Péndola Morales, E. (2023). Propuesta inicial de parámetros operacionales en línea para planteles porcinos por tecnologías relacionadas con emisión de olor para el cumplimiento del DS N° 9/2022 del MMA (Doctoral dissertation, Universidad Tecnológica Metropolitana).

<https://repositorio.utem.cl/handle/30081993/1629>

Fuentes Bustamante, G. L. (2020). Manejo de las excretas de cerdos y las alternativas de mitigación al impacto ambiental (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2020).

<http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8472>

Giler, E. V. C., Erazo, J. M. M., Silva, R. A. V., Pereira, L. B. S., & Santana, K. D. (2019). La producción más limpia en el sector porcino: Una experiencia desde la Amazonía

ecuatoriana. In Anales Científicos (Vol. 80, No. 1, pp. 76-91). Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7292840>

Gonzales Agurto, Y. Y. (2021). Sistema de crianza y producción de los porcinos.

<https://repositorio.une.edu.pe/entities/publication/f84424a6-8429-44e3-aece-aa09697ab665>

González-Rodríguez, S., & Reyes-Chapman, B. (2023). Procedimiento para la gestión ambiental en la producción porcina: municipio Holguín, Cuba. Ciencias Holguín, 29(2).

<https://www.redalyc.org/journal/1815/181574886005/181574886005.pdf>

Guerrero, T. Z. M., Díaz, M. D. C. M., & Barroso, C. R. (2021). Estudio comparativo de la factibilidad técnica de la producción de biogás a partir residuos de la técnica de cama profunda en la producción intensiva de la engorda de cerdos.

<http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/6460>

HIDALGO, M., ISABEL, B., & BENITO, D. (2018) Bienestar animal en porcino.

<https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Bienestar%20animal%20en%20porcino.pdf>

Huertas , O. (30 de Octubre de 2019). Bioseguridad: Esencial para incrementar la productividad porcina. Obtenido de Veterinaria Digital:

<https://www.veterinariadigital.com/articulos/bioseguridad-esencial-paraincrementar-la-productividad-porcina/>

Hurtado, E. A., Cueva-Navia, T., & Barba-Capote, C. (2021). La modelización del crecimiento de los cerdos bajo un sistema de cama profunda. Ciencia Unemi, 14(36), 1-11.

<https://ojs.unemi.edu.ec/index.php/cienciaunemi/article/view/1213>

- Jensen, MB, Herskin, MS, Canibe, N., Forkman, B. y Pedersen, LJ (2020). Efecto de la cantidad de paja en el consumo de alimento y la ganancia de peso en cerdos en crecimiento alojados en corrales con suelo parcialmente enrejado. *Animal* , 14 (8), 1659-1666.
<https://www.cambridge.org/core/journals/animal/article/effect-of-straw-amount-on-feed-intake-and-weight-gain-in-growing-pigs-housed-in-pens-with-partly-slatted-floor/CD1C0C92D7ED824B2FF1568565AE93C8>
- Kidega, K., Aliro, T., Mugonola, B., Ndyomugenyi, E. K., & Okello-Uma, I. (2021). Effect of different floor types on growth performance of pigs and carcass back-fat thickness. *London Journal of Research in Science*, 21(2), 47-53.
https://journalspress.com/LJRS_Volume21/Effect-of-Different-Floor-Types-on-Growth-Performance-of-Pigs-and-Carcass-back-Fat-Thickness.pdf
- Kropiwek-Domańska, K., Babicz, M., Szyndler-Nędza, M., Tyra, M., & Skrzypczak, E. (2024). Analysis of physical parameters and chemical composition of offal from Puławska fattening pigs raised in deep litter and slatted floor housing systems. *Annals of Animal Science*, 24(1), 269-276. <https://sciendo.com/pdf/10.2478/aoas-2023-0070>
- Leeb, C., Rudolph, G., Bochicchio, D., Edwards, S., Früh, B., Holinger, M., ... & Dippel, S. (2019). Effects of three husbandry systems on health, welfare and productivity of organic pigs. *Animal*, 13(9), 2025-2033.
<https://www.cambridge.org/core/journals/animal/article/effects-of-three-husbandry-systems-on-health-welfare-and-productivity-of-organic-pigs/09E25E4A598842EB71400B341E3BDC4Fb>

- Leon Leon, C. G. (2021). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una granja de cerdos en pie. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/14747>
- León, L. D. R., Vásquez, K. M. O., & Cordero, P. Q. (2019). Estrategias para mitigar el impacto ambiental generado por la porcicultura hacia la contribución del desarrollo sostenible: Sitio Banasur, cantón Pasaje. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 4(8), 51-70. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7164323>
- López Vera, C. L., & Macías García, A. K. (2023). Implementación del sistema de cama profunda aérea adaptado a reproductores porcinos en el cantón Chone (Doctoral dissertation). <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/4702>
- Ludwiczak, A., Skrzypczak, E., Składanowska-Baryza, J., Stanisław, M., Ślósarz, P. y Racewicz, P. (2021). Cómo las condiciones de alojamiento determinan el bienestar de los cerdos. Animales , 11 (12), 3484. <https://www.mdpi.com/2076-2615/11/12/3484>
- Magrí, L. I. (2020). Manejo de los residuos de cama profunda en un sistema de producción porcina mediante el compostaje (Master's thesis). <https://rehip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/19189/Tesis%20Magri.pdf?sequence>
- Moran Canales, Y. K. (2024). Influencia del hábitat para el crecimiento de cerdos en diferentes ambientes de producción (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2024). http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Normas%20PORCINO_2013rev.pdf
- Ortiz Galvis, A. J. (2023). Valoración del bienestar animal en Sistemas de Producción Porcino intensivo Vs Cama Profunda mediante el protocolo Welfare Quality. <https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/handle/20.500.14167/3932>

Osorio Espinosa, A. O. (2024). Evaluación de un Sistema Alternativo de Manejo (Cama Profunda) para Combatir Efectos como Malos Olores y la Degradación Hídrica Originados por la Producción Porcícola.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/62980>

Pegoraro V., (2019). Diagnóstico del manejo de efluentes porcinos e Nacional de Córdoba, Argentina.: impactos de su valorización agronómica en el sistema suelo-planta.Tesis doctoral. Universidad. Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/12864>

Pérez, P., Solís-Tejeda, M. Á., Lango-Reynoso, F., Díaz-Rivera, P. D. R., Aguilar-Ávila, J., & Asiain-Hoyos, A. (2022). Deep litter pig production system as a sustainable alternative for small farmers. Agrociencia. <https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/2755>

Premex. (25 de Febrero de 2021). Nutrición en cerdos: lo que debemos saber de la etapa de ceba. Nourishing Possibilities Together. Obtenido de <https://www.premex.co/es/blog/prensa-y-medios/nutriciondecerdosenceba#:~:text=En%20las%20etapas%20de%20ceba,basadas%20en%20ma%C3%ADz%2C%20entre%20otras.>

Riedel, A., Pieper, L., Lautner, M., Leiding, C., Jung, M., & Schulze, M. (2023). Comparison of deep-litter bedding materials and analysis of semen traits in Piétrain boars: A randomized controlled field study. Animal Reproduction Science, 259, 107379. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378432023001938>

Robbins, Y., Park, H. S., Tennant, T., Hanson, D., Whitley, N., Min, B., & Oh, S. H. (2019). Meat quality of pork loins from Hereford× Berkshire female and intact male pigs reared

in an alternative production system. Asian-Australasian journal of animal sciences, 32(9), 1475 <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6722312/>.

Rodríguez Moreira, M. A., & Zambrano Bravo, M. A. (2023). Implementación del sistema de cama profunda aérea adaptado a la fase de ceba de la producción porcina en el cantón Chone (Doctoral dissertation). <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/4711>

Rodríguez, S. (2019). Evaluación del crecimiento y fisiología de un cultivo de “Viola”(Viola cornuta L.) en respuesta a diferentes compost de cama profunda de cerdo (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Luján). <https://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/1154>

Rojas Gómez, M. G. (2020). Análisis del sistema de producción en cama profunda como alternativa de mitigación y adaptación al cambio climático de los pequeños porcicultores en Santo Domingo de los Tsáchilas. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/17276>

Romero Fetiva, S. J (2023). Análisis de la aplicación de las Buenas Practicas Pecuarias en la producción porcina de la finca El Refugio, Albán, Cundinamarca. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/58417>

Sánchez, R. S. (2022). Factores fisiológicos que determinan el bienestar animal en ganado porcino. In Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias (Vol. 30, No. 30, pp. 157-164). Real Academia de Ciencias Veterinarias. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9011126>

Sancholuz, J. (2023). Efluentes en una producción intensiva porcina: impacto ambiental, generación y posibles tratamientos (Doctoral dissertation, Universidad de Belgrano-

Facultad de Ciencias Agrarias-Licenciatura en Administración y Gestión de Agronegocios). <http://190.221.29.250/handle/123456789/10922>

Santos, P. (11 de Enero de 2019). Control de la ventilación en producción intensiva de cerdos.

BM EDITORES. Obtenido de <https://bmeditores.mx/porcicultura/control-de-la-ventilacion-enproduccion-intensiva-de-cerdos1902/#:~:text=El%20objetivo%20de%20la%20ventilaci%C3%B3n,y%20el%20movimiento%20del%20aire>

Sivilai, B., Vongpaserth, T. y Liang, J.B. (2024). Los sistemas de suelos de lecho fermentados mejoran la rentabilidad de la producción porcina nativa en pequeños productores.

Animal Production Science , 64 (12). <https://www.publish.csiro.au/an/an24061>

Skejich, P., Silva, P., & Albanesi, R. (2019). Tecnologías que fortalecen a los sistemas productivos porcinos familiares.

https://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/19178/Skejich_Patricia%20et%20al-Trabajo%20completo.docx.pdf?sequence=3

Solís-Tejeda, M. A., Lango-Reynoso, F., Díaz-Rivera, P., Aguilar-Ávila, J., Asiain-Hoyos, A., &

Pérez-Hernández, P. (2022). Deep litter pig production system as a sustainable alternative for small farmers.

https://www.academia.edu/download/100093699/PDF7_2755.pdf_filename_UTF-8PDF7_2755.pdf

Soto Soto, E. Y. (2024). Implementación de cascarilla de arroz como cama profunda y

tecnificación en explotaciones porcinas para las tres etapas de desarrollo en el núcleo

Lepanto del municipio de Murillo Tolima.

<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/65080>

Suárez Quintero, J. M. (2022). Comportamiento productivo y etológico de cerdos de inicio bajo tres sistemas de pisos, Finca Santa Rosa, Managua, Nicaragua, 2021 (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria). <https://repositorio.una.edu.ni/4622>

Wei, S., Guo, Y. y Yan, P. (2019). Comparación de dos sistemas de alojamiento en el comportamiento y el rendimiento de cerdos de engorde. Journal of Applied Animal Research , 47 (1), 41-45.

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09712119.2018.1561372>

Zira, S., Salomon, E., Åkerfeldt, M., & Röö, E. (2023). Environmental consequences of pig production scenarios using biomass from rotational grass-clover leys as feed. Environmental technology & innovation, 30, 103068.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352186423000640>