

 Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña - Colombia Vicerrectoría de Investigación	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	Documento F-AC-DBL-007	Código 30-09-2024	Fecha C
	Dependencia DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	Aprobado SUBDIRECTOR ACADEMICO	Pág. 1(69)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	Yuri Perez Armesto		
FACULTAD	Ciencias Agrarias y del Ambiente		
PLAN DE ESTUDIOS	Zootecnia		
DIRECTOR	Johann Fernando Hoyos Patiño		
TÍTULO DE LA TESIS	Prácticas Sostenibles en el Bienestar Animal para la productividad en Cerdas de Cría		
TITULO EN INGLES	Sustainable Practices in Animal Welfare for Productivity in Breeding Sows		
RESUMEN			
El siguiente documento relaciona el uso de prácticas sostenibles que se pueden incorporar dentro de los pilares de la sostenibilidad en la producción animal porcina, enfocado a la productividad en cerdas de cría, en donde se hace énfasis en las principales prácticas de bienestar animal y la forma en que se implementan estrategias de sostenibilidad en especial en los sistemas de alojamiento en cerdas, alimentación, sanidad y mitigación de impactos ambientales.			
RESUMEN EN INGLES			
The following document relates the use of sustainable practices that can be incorporated within the pillars of sustainability in pig animal production, focused on productivity in breeding sows, where emphasis is placed on the main animal welfare practices and the form in which sustainability strategies are implemented, especially in sow housing systems, feeding, health and mitigation of environmental impacts.			
PALABRAS CLAVES	Bienestar animal, sostenibilidad, alojamiento, cerdas gestación.		
PALABRAS CLAVES EN INGLES	Animal welfare, sustainability, housing, gestation sows.		
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 69	PLANOS: 0	ILUSTRACIONES: 9	CD-ROM:



Prácticas Sostenibles en el Bienestar Animal para la productividad en Cerdas de Cría

Yuri Pérez Armesto

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

Ocaña

Zootecnia

Msc. Johann Fernando Hoyos Patiño

Febrero de 2025

Índice

Pág.

Capítulo 1. Prácticas Sostenibles en el Bienestar Animal para la productividad en Cerdas de Cría	9
1.1 Tipo de monografía.....	9
1.2 Elección del tema.....	9
1.3 Delimitación del tema.....	11
1.4 Objetivos.....	12
1.4.1 Objetivo General.....	12
1.4.2 Objetivos Específicos.....	12
1.5 Desarrollo del argumento.....	13
1.6 Metodología.....	16
1.6.1 Técnicas de recolección de información.....	16
Capítulo 2. Introducción al bienestar animal y la sostenibilidad en la producción porcina	19
2.1 Análisis sistemático de fuentes bibliográficas	19
2.1.1 Definición de las preguntas de investigación.....	19
2.1.2 Elección de los criterios para la búsqueda	20
2.1.3 Criterios de inclusión y exclusión.....	21
2.1.4 Definición del esquema de clasificación.....	21
2.1.5 Extracción de datos y mapeo sistemático	23
2.2 Marco Conceptual del bienestar animal en cerdas de cría	27

2.2.1 Bienestar animal.....	27
2.2.2 Sostenibilidad en la producción animal	27
2.2.3 Gestación en Cerdas.....	29
2.2.4 Condiciones de alojamiento en cerdas	29
2.3 Marco Teórico del bienestar animal y la sostenibilidad en cerdas de cría.....	31
2.3.1 Protocolo Welfare Quality	32
2.3.2 Ventilación natural en la producción porcina	34
2.3.3 Enriquecimiento ambiental	35
Capítulo 3. Prácticas de bienestar animal en la producción de cerdas de Cría	37
3.1 Bienestar animal en el manejo de la producción porcina	37
3.1.1 Sistemas de producción abiertos.....	37
3.1.2 Sistemas de producción Cerrados	39
3.1.3 Sistemas de producción Combinados	39
3.1.4 Ventajas y desventajas del bienestar animal según sistemas de producción porcina ..	39
3.2 Bienestar animal en el alojamiento de cerdas de cría	41
3.3 Bienestar animal en la alimentación en cerdas	42
3.4 Bienestar animal en la sanidad de cerdas.....	45
3.5 Criterios medibles del bienestar animal en la producción de cerdas de cría	45
Capítulo 4. Impacto ambiental y productivos en la producción porcina	48
4.1 Calidad del aire	48

4.2 Contaminación por residuos	50
4.3 Consumo de agua para limpieza	51
4.4 Degradación de suelos	52
4.5 Efecto social.....	52
Capítulo 5. Recomendaciones para la optimización del bienestar animal y la sostenibilidad.....	54
Conclusiones.....	56
Referencias.....	58

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1 Documentos por área temática	23
Figura 2 Tipo de documento	24
Figura 3 Documentos por país/territorio.....	25
Figura 4 Publicación de documentos por años	25
Figura 5 Clasificación de la información según categoría.....	26
Figura 6 Alojamiento en jaulas para cerdas en gestación	30
Figura 7 Alojamiento en corral con cama profunda en cerdas	31
Figura 8 Esquema sistema de evaluación del bienestar animal	32
Figura 9 Esquema sistema de evaluación del bienestar animal	34

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1	Criterios para evaluar el bienestar animal en cerdas.....	33
Tabla 2	Materiales de enriquecimiento ambiental en cerdas de cría	35
Tabla 3	Ventajas y desventajas del bienestar animal según sistema de producción.....	40
Tabla 4	Superficie mínima por cerda según el tamaño del grupo.....	42
Tabla 5	Aforo consumo de agua para bebida en porcinos	44
Tabla 6	Altura o espacio disponible de bebederos para cerdos	44
Tabla 7	Practicas sostenibles según criterios medibles del bienestar animal en cerdas de cría...	47
Tabla 8	Optimización del bienestar animal y la sostenibilidad en cerdas	54

Resumen

El siguiente documento relaciona el uso de prácticas sostenibles en el bienestar animal enfocado a la productividad de cerdas de cría, en donde se tiene en cuenta los diferentes criterios establecidos a nivel global sobre el bienestar animal en cerdas, además se consideran los diferentes tipos de alojamientos y sistemas de alimentación e interacción entre animales como los principales factores que influyen en la productividad y que son tema de investigación para la implementación de estrategias que involucren practicas innovadoras que sean amigables con el medio ambiente, como es el caso del aprovechamiento de los desechos y residuos producidos por una granja Porcicola.

Introducción

El bienestar animal, es uno de los factores que influye en el entorno y la rentabilidad de una producción porcina, el cual, a su vez, va de la mano con la sostenibilidad, ya que una producción sostenible busca minimizar el impacto ambiental y brindar una mejor calidad de vida a los animales. Sin embargo, la búsqueda de una producción porcina sostenible y que cumpla con los pilares de Sostenibilidad solo es aplicado en granjas que cuentan con un alto nivel de tecnificación.

De acuerdo a lo anterior, en Colombia, según el Censo Pecuario Nacional realizado por el ICA, para el año 2024 la producción de cerdos en el país fue de 10.639.149 animales censados, de los cuales el 62% de los animales producidos durante el año 2024, corresponden a producción tecnificada, el 17% a producción comercial industrial, el 12% a comercial familiar y el 9% son animales de traspatio. Por consiguiente, existe una desproporción con relación al número de predios según la categoría de tecnificación, puesto que la producción tecnificada ocupa el 0,4% con 784 granjas registradas, en cambio la producción de traspatio el 79% con 152.069 granjas registradas. (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA], 2024)

Por lo anterior de acuerdo a los índices de producción en el País dado que los pequeños productores son los que mayor contaminación presentan y menos animales producen, el siguiente documento relaciona el uso de prácticas sostenibles que mejoran el bienestar animal para la productividad en cerdas de cría enfocado a pequeños productores porcícolas. Además, se establecen recomendaciones de acuerdo a características propias de una producción porcina.

Capítulo 1. Prácticas Sostenibles en el Bienestar Animal para la productividad en Cerdas de Cría

1.1 Tipo de monografía

Monografía de compilación. La monografía a desarrollar será de revisión documental con enfoque sistemático, donde se recopilará, analizará y sintetizará información de diversas fuentes académicas y científicas sobre las practicas sostenibles en el bienestar animal para la productividad en cerdas de cría. A través de un análisis exhaustivo de la literatura existente, se identificarán las principales tendencias, retos y oportunidades en la implementación de prácticas que mejoren tanto el bienestar de los animales como la sostenibilidad en la producción porcina, proporcionando una visión integral y fundamentada en estudios previos.

1.2 Elección del tema

La falta de conocimiento y asistencia técnica a la hora de llevar a cabo una producción porcina enfocadas en la cría de lechones conlleva a generar perdidas, ya que, cuando no se cuenta con las instalaciones, conocimiento, y alimentación adecuada a los requerimientos nutricionales de la cerda, se genera estrés al animal y conlleva a un menor rendimiento en la producción de leche o en los nacidos vivos, lo que repercute en mayores costos de mantenimiento y por ende a generar pérdidas económicas.

Por lo anterior, el éxito de una granja porcina para la productividad en cerdas de cría, depende principalmente del bienestar animal que se le pueda brindar a la producción porcina. De

acuerdo a la Política Nacional de Protección Animal de Minambiente (2022), el bienestar animal se basa en evaluar y cumplir con las 5 libertades universalmente reconocidas, enunciadas en 1965, que hoy en día continúan teniendo vigencia y que, fueron posteriormente reformuladas por el Farm Animal Welfare Council (1993), que son:

Libre de hambre, de sed y de desnutrición.

Libre de temor y de angustia.

Libre de molestias físicas y térmicas.

Libre de dolor, de lesión y de enfermedad

Libre de manifestar un comportamiento natural.

Según Philippe y Nicks (2014), la carne de cerdo es el producto cárnico más consumido en el mundo, y la producción porcina es el segundo contribuyente a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) seguido del sector ganadero, con aproximadamente el 13% de las emisiones totales relacionadas con la ganadería. las emisiones acumuladas de GEI producidas por los cerdos y el estiércol a nivel de granjas de cerdos se estiman en aproximadamente 4,87 kg de dióxido de carbono (CO₂) equivalente por kg de canal.

Por lo anterior, con relación a la producción de granjas porcícolas en el territorio colombiano, según Sánchez y Zuluaga (2016), las malas prácticas de manejo en pequeñas producciones porcícolas también generan un impacto ambiental negativo en cuanto a los desechos sólidos (vertimientos) causando perdida de suelos y contaminación por la generación de ruido. Por consiguiente, en la productividad de cerdas de cría, en especial en pequeños productores, escasamente cumplen con parámetros de bienestar animal, pero no tienen en cuenta

la sostenibilidad y el ahorro económico que puede representar la aplicación de criterios sostenibles, razón por la cual con el desarrollo de la presente investigación, se busca identificar las practicas sostenibles en el bienestar animal para la productividad en cerdas de cría, con el fin de conocer y reducir los impactos ambientales generados, estableciendo así criterios o parámetros para el uso e implementación de prácticas sostenibles que contribuyan a mejorar el bienestar animal en la productividad de cerdas de cría.

1.3 Delimitación del tema

Delimitación Conceptual: Se contempla el estudio de: bienestar animal en cerdas de cría, sostenibilidad, uso y ahorro eficiente de los recursos naturales, manejo de alimentación, protocolos de sanidad, impacto ambiental, entre otros.

Delimitación Geográfica: El impacto de las prácticas sostenibles en la producción de cerdas de cría, está enfocado a mejorar las practicas porcinas y la rentabilidad a pequeños productores a los que acobija la regulación normativa colombiana.

Delimitación Temporal: Se estima para el desarrollo de la presente monografía de investigación, cuatro (4) meses contados a partir de la aprobación de la propuesta.

Delimitación Operativa: Inicialmente se contempla un análisis documental (análisis bibliométrico), sobre las diferentes investigaciones relacionadas con el bienestar animal y el uso de prácticas sostenibles para la producción de cerdas de cría en la etapa de gestación y lactancia,

además se investiga la normatividad aplicable en el territorio colombiano. Posteriormente, mediante un enfoque sistemático se realiza la revisión documental sobre las diferentes prácticas de bienestar animal que tienen en cuenta criterios de sostenibilidad, haciendo un análisis comparativo de dichas prácticas en diferentes regiones, caracterizando además los diferentes impactos ambientales y productivos a los que interfieren los parámetros de sostenibilidad. Luego como resultado de la investigación, se establecen recomendaciones que involucren prácticas sostenibles en el bienestar animal para la producción de cerdas de cría en la etapa de gestación y lactancia, basados en las investigaciones revisadas, y enfocado al pequeño productor porcícola.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Analizar las practicas sostenibles en el bienestar animal para la productividad en cerdas de cría.

1.4.2 Objetivos Específicos

Identificar las principales prácticas de bienestar animal implementadas en la producción de cerdas de cría.

Evaluar los impactos ambientales y productivos asociados al bienestar animal en las diferentes fases de la producción porcina, considerando la sostenibilidad como eje fundamental, mediante la revisión sistemática de investigaciones sobre el tema de estudio.

Proponer recomendaciones basadas en la revisión documental y el análisis sistemático, orientadas a mejorar el bienestar animal y la sostenibilidad en la producción de cerdas de cría a nivel global.

1.5 Desarrollo del argumento

Teniendo en cuenta la importancia que representa la sostenibilidad en la producción porcina, los principales factores sostenibles que se destacan son: la huella ambiental, el bienestar animal, el uso razonable de antibióticos y por último todos los aspectos relacionados con el personal y el factor social, no obstante, los desafíos que conlleva a una producción porcina sostenible deben tener en cuenta límites de seguridad en cuatro factores que son: cambio climático, biodiversidad, uso de la tierra y flujos de nitrógeno y fósforo. (Méndez 2022)

La crianza porcina genera un gran volumen de residuos que contaminan el aire, los suelos, las aguas superficiales y subterráneas, por lo que según la investigación de Gonzales & Reyes (2023), en el cual desarrollan un procedimiento para el manejo adecuado de residuos porcinos en la Empresa Porcina de Holguín, en Cuba, concluyen que la mejor forma de aplicar practicas sostenibles consiste en la educación ambiental que se puede impartir en las granjas porcícolas.

Hoy en día existe una latente preocupación el impacto ambiental que generan las granjas porcícolas, como lo es el caso de China, el cual es el mayor productor y consumidor de carne de cerdo a nivel mundial, por lo cual existen innumerables investigaciones que buscan mitigar el

impacto ambiental negativo que generan estas producciones intensivas, como lo es el caso de estudio realizado por Qile Hu et al. (2023), en donde analizan mitigar los impactos ambientales mediante el uso de sistemas de energía neta en la formulación de alimentos para la producción porcina de China, concluyendo que la harina de semilla de algodón, genera los índices más bajos de gases de efecto invernadero y la digestión anaeróbica del manejo del estiércol.

Según Estrada et al. (2014), la aplicabilidad del tratamiento anaeróbico de residuos porcícolas para la producción de biogás utilizando biodigestores de cúpula fija, es una práctica que contribuye con el desarrollo sostenible, permitiendo una conversión del 80% de los residuos generados en energía, aportando beneficios económicos a la granja, y permitiendo la reutilización de las aguas tratadas como agua de riego.

Con respecto a la productividad en cerdas de cría, según Espejo et al. (2022), mediante pruebas experimentales realizadas, Q*_{0.05} = 4.45, donde el parámetro biológico (al-de) que representa el bienestar ambiental como práctica sostenible para el bienestar animal, ya que ayuda al mejoramiento en los efectos del cortisol y comportamiento al parto y parámetros de destete [l(m)-4(e)-5(d)17(i)-4(a)-5(n)17(t)-4(e)]

Por consiguiente, con respecto al uso de prácticas sostenibles en Colombia, existen diversas investigaciones que manejan el tema ambiental en busca de alternativas para mitigar el impacto que genera la producción Porcicola, como lo es el caso de la investigación realizada por Caceres & Forero (2015), en donde plantean un plan de manejo ambiental PMA, aplicado a la granja porcícola EDUARFEL y concluyendo luego de aplicar el PMA, que el manejo inadecuado de la porcinaza, tanto líquida como sólida, así como la práctica de enterramiento de los animales muertos, son factores que demuestran impactos negativos a los recursos del suelo y agua.

A nivel local, vale la pena mencionar la investigación realizada por Reyes (2014), la cual se titula Elaboración de un manual acerca del buen manejo de las cerdas gestantes y lechones antes, durante y después del parto, en donde se establecen los procedimientos que se utilizan para la producción de lechones y la bioseguridad que se debe tener en cuenta en cada una de las etapas productivas, sin embargo esta investigación, no contempla el uso de prácticas sostenibles para el bienestar animal, y tampoco contempla las medidas necesarias para la mitigación del impacto ambiental negativo que genera la producción de cerdas de cría.

Por lo anterior, en vista de que no existe un estudio que evalué las practicas sostenibles e impactos ambientales que genera la productividad de cerdas de cría, es importante mencionar que el objetivo de la investigación consiste en analizar las practicas sostenibles en el bienestar animal para la productividad en cerdas de cría, mediante la revisión de investigaciones y análisis sistemático, con el fin de proponer recomendaciones para aplicar prácticas de sostenibilidad en el bienestar animal para mitigar el impacto ambiental negativo que genera esta actividad productiva, contribuyendo así a obtener una mayor rentabilidad.

1.6 Metodología

A continuación, se describen las fases consideradas para el desarrollo de la monografía, teniendo en cuenta que la población objeto de estudio corresponde a los productores porcícolas:

Análisis documental, para conocer a fondo las metodologías, técnicas y prácticas sostenibles en el bienestar animal para la productividad en cerdas de cría, igualmente para conocer los aspectos normativos con relación al bienestar animal y el uso de granjas sostenibles.

Cuantificación de la información mediante un análisis sistemático, identificando los factores más influyentes sobre el uso de prácticas sostenibles en el bienestar animal para la productividad en cerdas de cría, de acuerdo a la revisión de las diferentes investigaciones que aborden distintas variables sobre el tema de estudio.

Redacción de recomendaciones y parámetros basados en la revisión sistemática de las investigaciones relacionadas al uso de prácticas sostenibles en el bienestar animal para la productividad en cerdas de cría.

1.6.1 Técnicas de recolección de información

Las técnicas de recolección de información consideradas para el desarrollo de la investigación se contemplan a continuación:

Análisis documental: Para el desarrollo del proyecto se plantea el análisis documental sobre el tema de estudio para conocer las practicas sostenibles en el bienestar animal para la productividad en cerdas de cría más úsiles y que pueden aplicarse para pequeños productores porcícolas.

Por consiguiente, para el desarrollo de la monografía se establece una estructura de acuerdo a las siguientes fases:

Fase 1. Introducción al bienestar animal y la sostenibilidad en la producción porcina. Este capítulo proporciona el marco teórico y conceptual de la monografía, explicando los conceptos de bienestar animal y sostenibilidad en la producción de cerdas de cría. También se introducen los objetivos del estudio y la relevancia de un enfoque sistémico en la gestión de granjas porcinas.

Fase 2. Prácticas de bienestar animal en la producción de cerdas de Cría. Este capítulo revisa y analiza las principales prácticas de bienestar animal utilizadas a nivel global en la producción de cerdas de cría. Se destacan los aspectos relacionados con el manejo, alojamiento, alimentación y sanidad, y se evalúa su influencia en la productividad y el bienestar de los animales.

Fase 3. Impacto ambiental y productivos en la producción porcina. Aquí se abordan los principales impactos ambientales asociados a las prácticas de producción porcina. Se analiza el

manejo de residuos, emisiones de gases de efecto invernadero, y el uso de recursos naturales, así como el impacto de estas variables en la productividad y sostenibilidad del sistema.

Fase 4. Recomendaciones para la optimización del bienestar animal y la sostenibilidad.

En este capítulo se presentan recomendaciones basadas en los estudios revisados, orientadas a mejorar el bienestar animal y la sostenibilidad en la producción de cerdas de cría.

Capítulo 2. Introducción al bienestar animal y la sostenibilidad en la producción porcina

En el siguiente capítulo se relacionan los conceptos básicos y la literatura consultada sobre el bienestar animal, en donde se hace un mapeo o análisis sistemático de fuentes bibliográficas para poner en contexto el tema de estudio y definir posteriormente un marco conceptual y teórico.

2.1 Análisis sistemático de fuentes bibliográficas

Para el análisis sistemático de fuentes bibliográficas, se utiliza la metodología de mapeo sistemático propuesto por Petersen et al. (2008), que consiste en cinco pasos que son:

1. Definición de las preguntas de investigación.
2. Elección de los criterios para la búsqueda.
3. Establecer criterios de inclusión y exclusión.
4. Definición del esquema de clasificación.
5. Extracción de datos y mapeo sistemático.

A continuación, se relacionan cada uno de los pasos desarrollados para el análisis sistemático realizado para el estudio sobre la sostenibilidad en el bienestar animal para la productividad en cerdas de cría.

2.1.1 Definición de las preguntas de investigación

Para establecer las preguntas de investigación, es importante mencionar que el mapeo sistemático, se realiza con el fin de identificar y categorizar investigaciones que se relacionen con el bienestar animal y la sostenibilidad en la producción porcina, por lo cual se establecen las siguientes preguntas:

¿Cuáles son las practicas sostenibles para el bienestar animal en la productividad de cerdas de cría?

¿De qué forma se puede mejorar la productividad en cerdas de cría con el uso de prácticas sostenibles?

2.1.2 Elección de los criterios para la búsqueda

En este caso se hace referencia a la ecuación de búsqueda o las palabras claves conectadas con operadores como AND y OR. A continuación, se definen las palabras claves en español e inglés:

Bienestar animal en la cría de cerdas – Animal welfare in sow farming.

Productividad porcina Y desarrollo sostenible porcino – Porcine productivity AND swine sustainable development.

Cerdas en gestación – Gestating sows

Bienestar animal y producción porcina – Welfare friendly AND pig production

De acuerdo a los criterios de búsqueda establecidos, es importante precisar que la consulta de información se realizó utilizando la base de datos Scopus, ya que esta ofrece un análisis de resultados de fuentes bibliográficas que ayudan a complementar el mapeo sistemático, además dicha base de datos es avalada por la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

2.1.3 Criterios de inclusión y exclusión

Para establecer los criterios de inclusión (CI) y exclusión (CE), se tiene en cuenta la metodología implementada en la investigación realizada por Hoyos et al. (2023), en donde para el análisis del presente estudio, se define:

CI 1: Documentos publicados en los últimos cinco (5) años (2019-2023), incluyendo documento por fuera de este rango, que se relacionen directamente con el bienestar animal y la sostenibilidad.

CI2: Si varios documentos se relacionan con el mismo estudio, se seleccionará el más reciente.

CE1: Reportes publicitarios sobre el uso de prácticas sostenibles en el bienestar animal y estudios secundarios.

CE2: Documentos en idioma diferente a inglés o español.

CE3: Documentos que no presentan relación con la producción porcina.

2.1.4 Definición del esquema de clasificación

El esquema de clasificación se define para categorizar la información, dando respuesta a las preguntas de investigación para el análisis de revisión documental, en donde se tiene en cuenta la clasificación propuesta por Wieringa et al. (2006), que establece parámetros para analizar y clasificar diferentes tipos de estudios en base a:

Investigación de validación: Se refiere a técnicas nuevas que aún no se han implementado en la práctica, utilizadas comúnmente en laboratorio.

Investigación de evaluación: Engloba técnicas implementadas en la práctica son el objeto de evaluarlas incluyendo análisis, pros y contras.

Propuesta de solución: Implica la presentación de soluciones para problemáticas específicas, consideradas innovación o ajuste a técnicas ya existentes, basadas en estudios de casos y otro tipo de análisis.

Artículos filosóficos: Incluye estudios que presentan nuevas perspectivas o enfoques del área de estudio, empleando marcos taxonómicos y conceptuales.

Artículos de opinión: Comprende estudios que expresan opiniones personales acerca de la idoneidad de las técnicas, su utilidad o implementación.

Artículos de experiencias: Experiencias personal del autor, exponiendo lo realizado en la práctica. (Hoyos et al., 2023)

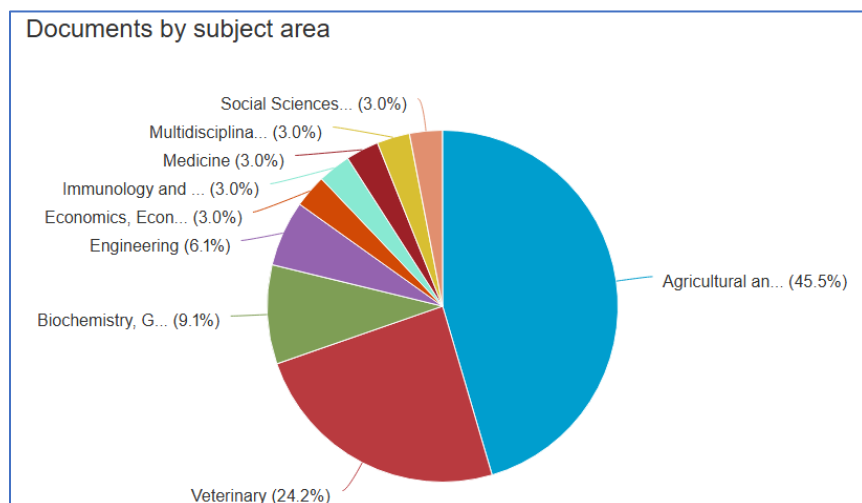
Teniendo en cuenta lo anterior, para el mapeo sistemático de la presente investigación, se categoriza la documentación en base a categorías que den respuesta a las preguntas de investigación previamente definidas; en este orden de ideas, se categoriza las fuentes bibliográficas teniendo en cuenta los criterios de: Producción porcina, Gestación, Bienestar animal y Sostenibilidad.

2.1.5 Extracción de datos y mapeo sistemático

De acuerdo a los pasos anteriormente mencionados, se analiza la información considerando que las fuentes bibliográficas consultadas corresponden a los resultados obtenidos por la base de datos Scopus, en donde se obtienen 17 referencias, los cuales se clasifican de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión. Teniendo en cuenta el análisis de resultados obtenidos por la base de datos Scopus, en la figura 1, se puede apreciar los documentos relacionados por Área temática.

Figura 1

Documentos por área temática



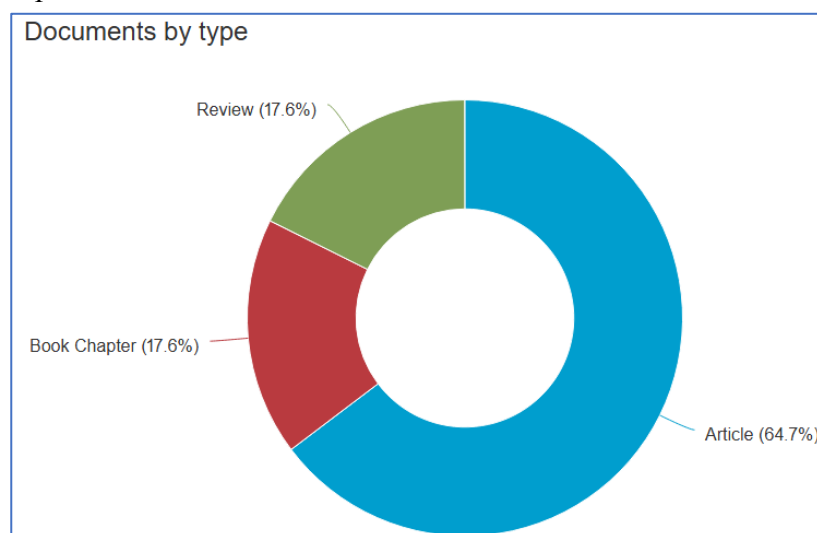
Nota. Tomado del análisis de resultados de Scopus (2024).

De acuerdo a la figura 1, se puede apreciar que el mayor porcentaje de investigaciones consultadas o vinculadas con la base de datos Scopus se encuentran con mayor facilidad usando términos de agricultura y biología científica, en segundo grado se consigue información utilizando términos de veterinaria.

Con relación al tipo de documentación de las fuentes consultadas, se categorizan las referencias obtenidas en Artículos de revistas, capítulos de libro, y documentos en revisión. Ver figura 2.

Figura 2

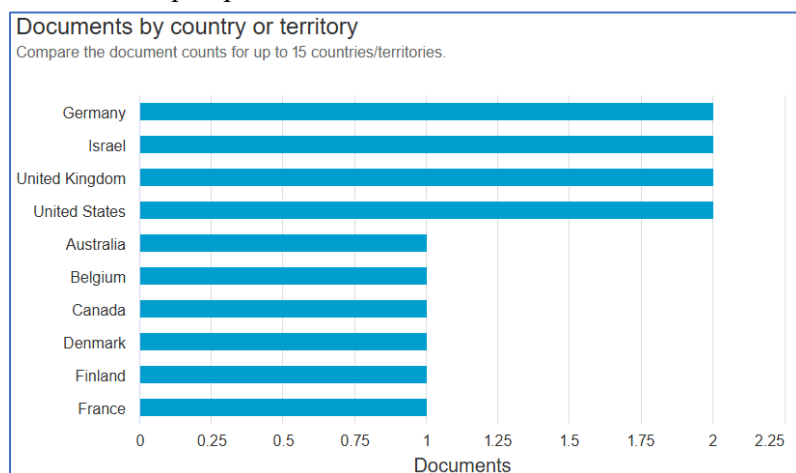
Tipo de documento



Nota. Tomado del análisis de resultados de Scopus (2024).

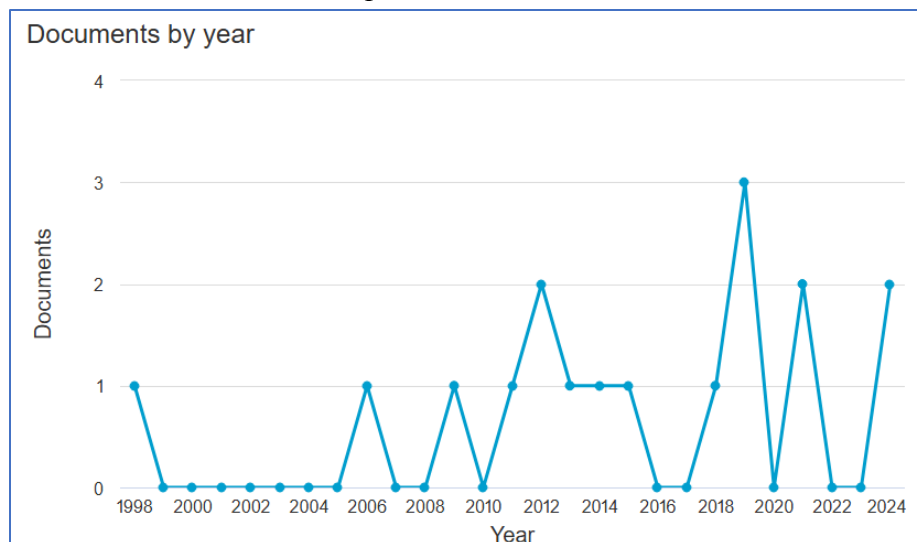
De acuerdo a la figura 2, se puede apreciar que el 64,7% de las fuentes bibliográficas consultadas corresponden a artículos científicos; por otra parte, con igual similitud se puede encontrar documentos por revisar y capítulos de libros con un 17,6%.

Con relación a las publicaciones según el país de origen, la información de referencias bibliográficas obtenidas por la base de datos Scopus, de acuerdo al análisis de resultados que realiza se puede apreciar en la siguiente figura 3.

Figura 3*Documentos por país/territorio*

Nota. Tomado de análisis de resultados de Scopus (2024).

De acuerdo a la figura 3, se puede apreciar que los países con mayores publicaciones relacionadas con el tema de estudio, son Alemania, Israel, Reino Unido, Estados Unidos y en segundo lugar están en los países como Canadá, Australia, Bélgica, Finlandia, Francia y Dinamarca. En la figura 4, se puede apreciar el análisis según el año de publicación.

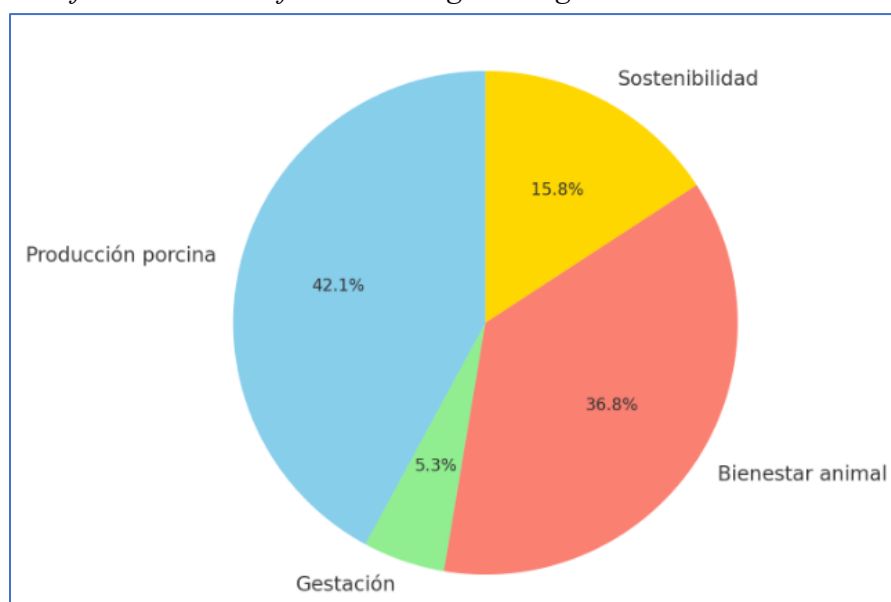
Figura 4*Publicación de documentos por años*

Nota. Tomado de análisis de resultados de Scopus (2024).

Con relación a la figura 4, se puede apreciar que los años de mayor publicación fueron en el año 2018 al 2024, y en segundo grado se encuentra los años 2012 al 2015. Con respecto a la categorización establecida para la clasificación de la información, en base a los títulos y resúmenes de las fuentes bibliográficas, se obtiene como resultado del mapeo sistemático la siguiente grafica que se puede apreciar en la figura 5.

Figura 5

Clasificación de la información según categoría



Nota. Autor.

De acuerdo a la figura 5, se puede apreciar la relación de los conceptos claves que dan respuesta a la pregunta de investigación con base a la información de títulos y resúmenes de las referencias bibliograficas obtenidas de los resultados de la base de datos Scopus, en donde se observa que el 36,8% de las referencias consultadas, estan directamente relacionadas con el bienestar animal y el 15,8% esta relacionado con el cocepto de sostenibilidad, lo cual da a entender que el tema de sostenibilidad tiene poca relevancia en la investigación de la productividad porcina específicamente en cerdas de cría.

2.2 Marco Conceptual del bienestar animal en cerdas de cría

A continuación, se relacionan todos los conceptos necesarios para poder entender y comprender el bienestar animal necesario para llevar a cabo una producción en cerdas de cría de manera óptima y eficiente, igualmente también se tienen en cuenta los conceptos de sostenibilidad que influyen en el bienestar animal y que son un factor primordial para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.

2.2.1 Bienestar animal

Según Broom en el año 1986 establece la primera noción del bienestar animal afirmando que: “el bienestar de un individuo es el estado en que se encuentra dicho individuo en relación a sus intentos de afrontar su ambiente”. Por lo cual es preciso decir que el bienestar animal está vinculado a la capacidad que tiene el animal para adaptarse al entorno. Si el ambiente es desfavorable, el animal va a presentar enfermedades multifactoriales como cojeras, desnutrición, anemias o incluso la muerte. (Manteca & Gasa 2005).

Con relación a lo anterior, el bienestar animal en cerdas de cría se puede definir como el estado físico y mental del animal es decir que se encuentren libres de dolor, hambre, miedo, sufrimiento y que puedan expresar su comportamiento natural. (Rhodes et al 2005).

2.2.2 Sostenibilidad en la producción animal

Para entender el concepto de sostenibilidad, es importante mencionar el desarrollo sostenible a lo cual hoy en día se enfocan diferentes organizaciones que buscan preservar los recursos naturales, la vida humana y de los seres vivos que la rodean. En este orden de ideas, de acuerdo a Méndez (2022), “La sostenibilidad consiste en la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las suyas, manteniendo siempre un equilibrio entre el concepto de sostenibilidad ambiental, social y económico”.

Pilares de la sostenibilidad. De acuerdo a la investigación desarrollada por Plasencia et al. (2018), existen cuatro pilares para el desarrollo sostenible en cualquier ámbito que son: social, ambiental, económico e institucional.

Social: Se refiere al impacto que genera la producción de cerdas de cría en cualquier comunidad.

Ambiental: Se refiere a la reducción de factores contaminantes o reducción y aprovechamiento de residuos en una producción de cerdas de cría.

Económico: Corresponde a la rentabilidad o ganancia a largo plazo por el uso de prácticas sostenibles en una producción de cerdas de cría.

Institucional: Corresponde a lo relacionado con el marco de trabajo en la implementación estratégica del desarrollo sostenible y la capacidad de los gobiernos para aspectos relacionados

con el acceso a la información, la infraestructura para la comunicación, la ciencia y la tecnología, entre otros. (Salvado et al., 2015)

2.2.3 Gestación en Cerdas

La gestación en cerdas de cría o cerdas reproductoras, se caracteriza por tener en cuenta diferentes factores como el aumento en el peso, distribución de los nutrientes entre el feto y los tejidos reproductivos y aumento en los tejidos de reserva para la movilización de nutrientes, razón por la cual la alimentación en cerdas de cría no solo se debe centrar en suplir una necesidad alimenticia sino que debe pretender una mejora general de la función reproductiva, puesto que el crecimiento óptimo y el desarrollo fetal, depende de los nutrientes suministrados y de la habilidad del animal para utilizarlos. (Duque et al., 2013)

2.2.4 Condiciones de alojamiento en cerdas

El alojamiento en cerdas de cría es importante para una buena reproducción, ya que influye directamente en el bienestar, la salud y el rendimiento productivo de las cerdas, en este caso, los sistemas de alojamiento en cerdas pueden, ser en jaulas con piso sólido, corral con piso de concreto o cama profunda y a campo abierto. (Song, et al 2021). A continuación, se detalla conceptualmente los sistemas de alojamiento para cerdas de cría o gestantes.

Alojamiento en Jaulas: El alojamiento en jaulas, consiste en confinar al animal a un espacio reducido en donde se previene de la agresión social entre otros animales ya que es un

compartimiento individual, y el suministro de alimento es independiente para cada animal, por lo general este sistema es utilizado para producciones intensivas a gran escala. Las jaulas de gestación miden entre 60 y 70 cm de ancho por 2 a 2,1 m de largo, tamaño el cual es un poco más grande que el animal y restringe su movimiento de forma que impide voltearse. (Moreno y Ruano, 2016). Ver figura 6

Figura 6

Alojamiento en jaulas para cerdas en gestación



Nota. Tomado de Ortiz (2023).

De acuerdo a la figura 6, se puede apreciar los alojamientos tipo jaula de la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

Alojamiento en corral. Para el caso de cerdas gestantes o cerdas de cría, de acuerdo al Instituto Técnico de gestión ganadera, el espacio mínimo por cerda debe ser de $2.48 m^2$ y en

grupos de máximo 6 animales en donde las condiciones del suelo, puede ser en concreto o en cama profunda (Moreno y Ruano, 2016). Para el caso de cama profunda tiene mayores beneficios para el bienestar del animal, ya que permite poder expresar el comportamiento natural de las cerdas, a la hora del parto. Ver figura 7.

Figura 7

Alojamiento en corral con cama profunda en cerdas



Nota. Tomado de Ortiz (2023).

Alojamiento a campo abierto. Este tipo de alojamiento para cerdas, se puede presentar a pequeña escala, conservando un sistema de producción familiar, en donde las cerdas se crían y tienen toda la libertad de moverse dentro de los límites de la finca.

2.3 Marco Teórico del bienestar animal y la sostenibilidad en cerdas de cría

El bienestar animal define en gran medida el éxito o el fracaso de una producción porcina, es por ello que el bienestar animal está relacionado con el grado de adaptación del animal con el ambiente que lo rodea, además muchas granjas han implementado el enriquecimiento ambiental esto con la finalidad de buscar oportunidades de exploración y así

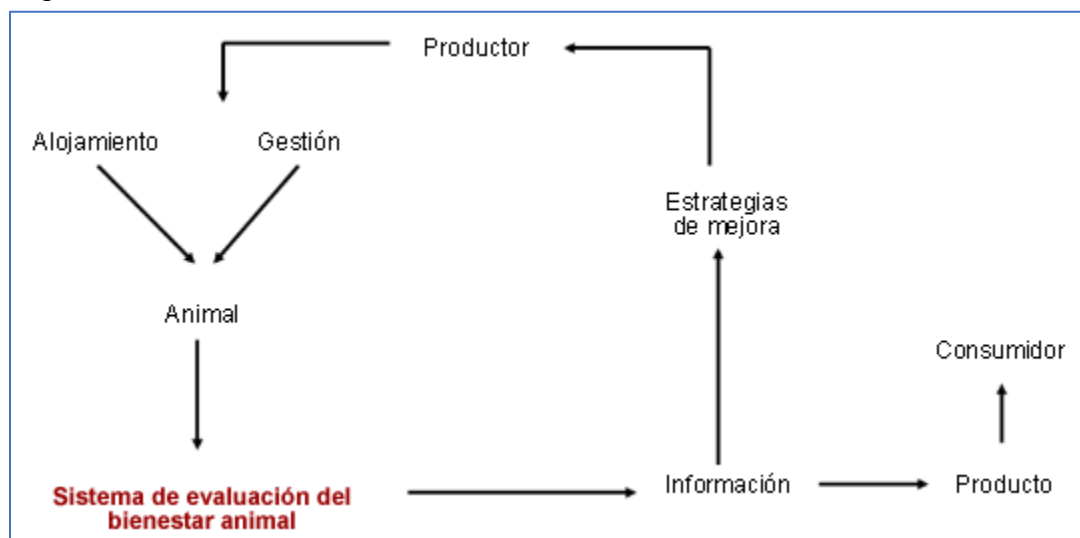
incentivar la expresión de comportamiento normales y estimulando funciones cognitivas y disminuyendo los comportamientos agresivos. (OIE, 2024).

2.3.1 Protocolo Welfare Quality

El protocolo Welfare Quality, es un sistema europeo desarrollo para evaluar de forma objetiva el bienestar animal en granjas el cual puede verse afectado por muchos factores que comprometen tanto la salud física como psíquica de los animales, en donde establece cuatro principios fundamentales para el bienestar animal buena alimentación, buen alojamiento, buena salud y comportamiento apropiado. (Velarde y Dalmau, 2010). En la figura 8, se puede apreciar el esquema del sistema de evaluación animal de acuerdo al protocolo Welfare Quality.

Figura 8

Esquema sistema de evaluación del bienestar animal



Nota. Tomado de Velarde y Dalmau (2010).

De acuerdo a la figura 8, dentro de los cuatro principios del bienestar animal, existen 12 criterios complementarios, el cual, para el caso de cerdas de cría, corresponden a los relacionados en la siguiente tabla 1.

Tabla 1
Criterios para evaluar el bienestar animal en cerdas

Principios	Criterios
Alimentación	Ausencia de hambre prolongada
	Ausencia de sed prolongada
Alojamiento	Confort en relación al descanso
	Confort térmico
	Facilidad de movimiento
Estado sanitario	Ausencia de lesiones
	Ausencia de enfermedades
	Ausencia de dolor causado por el manejo
Comportamiento	Expresión de comportamiento social adecuado
	Expresión adecuada de otras conductas
	Relación humano-animal positiva
	Estado emocional positivo

Nota. Tomado de Velarde y Dalmau (2010).

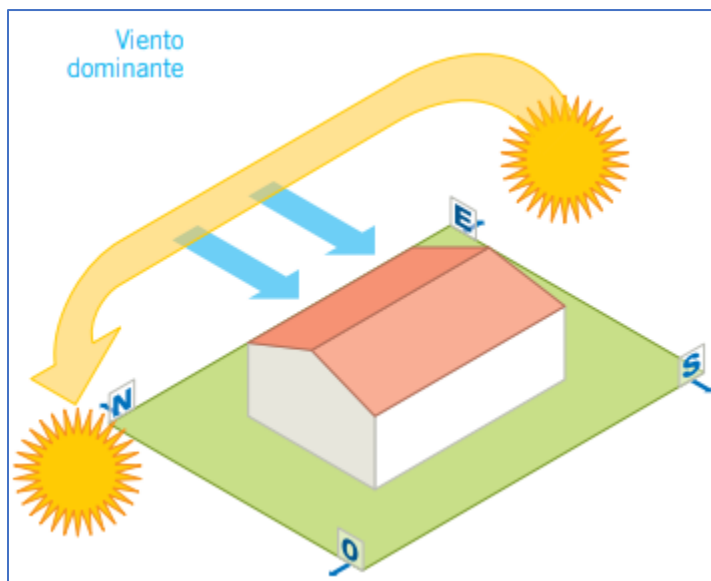
En la tabla 1, se observan los criterios a los cuales se les asigna una puntuación general según el sistema de evaluación Welfare Quality, el cual refleja el bienestar animal dentro de una granja. Según Araque et al. (2012), los criterios de bienestar animal se pueden cumplir mediante métodos convencionales y no convencionales que contribuyen con el desarrollo sostenible, ya que las cerdas de alto potencial genético que realizan la gestación en alojamientos alternativos a campo abierto y con arreglos alimenticios a base de recursos alternativos, demuestran el mismo comportamiento productivo satisfactorio igual a los sistemas convencionales de producción de cerdas que usan sistemas de jaulas con pisos en concreto de forma industrializada.

2.3.2 Ventilación natural en la producción porcina

Otro de los factores importantes que vale la pena mencionar y que está estrechamente relacionado con la sostenibilidad y el bienestar animal en cerdas de cría, corresponde a la ventilación en los sistemas de alojamiento cerrados el cual es un factor primordial para garantizar un ambiente interior con una buena calidad del aire repercutiendo en el bienestar animal, ya que de la ventilación depende que circule el aire interior, y se regule el ambiente en cuanto a humedad relativa y temperatura del galpón. Según Forcada et al. (2009), las naves o galpones deben tener una ubicación en donde se permita la ventilación de norte a sur, tal como se aprecia en la siguiente figura 9.

Figura 9

Esquema sistema de evaluación del bienestar animal



Nota. Tomado de Forcada et al. (2009).

2.3.3 Enriquecimiento ambiental

El enriquecimiento ambiental corresponde a materiales incorporados dentro del alojamiento de las cerdas de cría, que permite que las cerdas puedan experimentar los desafíos físicos y cognitivos de un ambiente natural, lo cual tiene efecto positivo sobre la camada de lechones mejorando su supervivencia en las primeras 12 horas de vida (Rocha et al., 2023). Por otra parte, de acuerdo al estudio experimental realizado por Glencorse et al. (2019), indican que las cerdas en corrales con material de enriquecimiento ambiental presentan un 22% de lechones nacidos muertos menor a los nacidos muertos en sistema de jaulas lo que indica que existe una interacción con el enriquecimiento ambiental en los momentos previos y posteriores al parto.

Con respecto a los materiales utilizados dentro de los corrales o producciones porcinas en este caso enfocado a la productividad en cerdas de cría o gestantes, según Espejo et al. (2020), los materiales más utilizados se pueden resumir en la siguiente tabla 2.

Tabla 2
Materiales de enriquecimiento ambiental en cerdas de cría

Tipo de material	Descripción
Dispositivo casero de alimentación	Tubo de cloruro de polivinilo (PVC) de 50 cm de longitud y 4 pulgadas de diámetro, con tapones en ambos extremos y 16 orificios de 1 cm de diámetro a lo largo. Las cerdas pueden girar el tubo, que está fijado horizontalmente a la parte delantera de la jaula, para adquirir 100 g de concentrado pre-iniciador para lechones, que se coloca antes de cada dispositivo casero.
Soga	Consiste en utilizar tres pedazos de cuerda o soga, que puede ser trenzada de polipropileno-poliéster, cada una de 20 centímetros de longitud y 6 milímetros de diámetro, que se sujetan a la jaula.

Tipo de material	Descripción
Tubo de plástico	Consiste en instalar tres pedazos de manguera de 30 cm de longitud cada uno, con un diámetro de 1 pulgada, unido a una soga de 40 cm de longitud, la cual sirve para sujetar el tubo a la jaula.
Paja	Consiste en proporcionar 300 gramos de paja de pasto pangola, cortado en 5 cm de longitud aproximadamente y colocado en el comedero individual de cada cerda.
Cama de paja	Consiste en proporcionar paja de 20 cm de longitud, distribuida por todo el piso de la jaula o corral formando una cama de 1-2 cm de espesor.
Cascara de coco fresca	Consiste en utilizar media cascara de coco fresca la cual debe llevar un agujero por el que se sujeta a una soga de 40 centímetros para colgarla en la jaula.
Masajes	Consiste en realizar estimulación táctil sobre el dorso y laterales de las cerdas utilizando un rodillo envuelto en pasto sintético.

Nota. Realizado por Autor, basado en la investigación de Espejo et al. (2020).

Con relación a la tabla 2, se puede apreciar que los materiales para el enriquecimiento ambiental en cerdas de cría, contribuyen de cierta forma a la implementación de prácticas sostenibles que impactan positivamente la productividad de las cerdas, el cual puede verse reflejado en la tasa de mortalidad de los lechones nacidos vivos y en la destreza de la cerda y la disminución del estrés a la hora del parto.

Capítulo 3. Prácticas de bienestar animal en la producción de cerdas de Cría

El presente capítulo no abarca la totalidad de las prácticas de bienestar animal para la producción porcina, ya que se relacionan las principales prácticas de bienestar animal utilizadas a nivel global en la producción de cerdas gestantes o cerdas de cría, en donde para conservar el enfoque de la investigación, se tiene en cuenta desde el punto de vista sostenible, los sistemas en la producción en cerdas de cría con respecto al manejo, alojamiento, alimentación, sanidad y productividad, estableciendo así, los criterios medibles del bienestar animal según el enfoque de la investigación.

3.1 Bienestar animal en el manejo de la producción porcina

El manejo de la producción porcina, en este caso se hace referencia a la producción en cerdas de cría y no ceba o engorde de cerdos. El manejo dentro de una producción relaciona los conceptos de planificación, seguimiento y control de los procesos que conforman un sistema porcino el cual busca maximizar la eficiencia el bienestar animal y los beneficios económicos (Feng y Qian, 2019); con respecto a los sistemas de producción en cerdos, se destacan los sistemas de producción cerrados, sistema de producción abiertos o combinados.

3.1.1 Sistemas de producción abiertos

Los sistemas de producción abiertos, para el caso de cerdas de gestación o cerdas de cría, consiste en darte total libertad al animal dentro de una granja para que pueda expresar al máximo su comportamiento o instinto animal, este sistema, también es conocido como sistema outdoor, y

por lo general las cerdas suelen estar en potreros y dependiendo de su etapa de gestación se pueden alojar de forma individual, o grupal. (Ángel, 2020).

Con relación a las ventajas y desventajas que conlleva una producción porcina al aire libre, según Temple & Manteca (2020), se pueden mejorar las condiciones medioambientales, el bienestar animal y la disminución de olores, pero existen desventajas como el menor control de enfermedades a causa de no tener un sistema controlado, lo que también aumenta la probabilidad de mayor mortalidad en lechones.

Como parte de los sistemas de producción abiertos, vale la pena mencionar a Milera (2022), la cual realiza un estudio sobre las principales condiciones para el manejo de cerdos en pastoreo como parte del sistema de producción abierto, en donde destaca que el pastoreo en cerdas contribuye directamente con una práctica sostenible al disminuir el consumo de alimentos procesados sin embargo se tiene en cuenta que:

La dieta, basada en pastos solamente, no cubre todos los requerimientos nutricionales de los animales, por lo que es importante la complementación con alimentos concentrados.

Los cerdos que no hayan sido manejados en pastoreo, se deben adaptar previamente al consumo de alimentos fibrosos.

La categoría animal más recomendada es la de cerdas adultas, ya que pueden hacer un consumo considerable de pasto, en comparación con los animales más jóvenes.

Seleccionar y establecer especies de pastos adaptadas a las condiciones edafoclimáticas del lugar, que posean el valor nutritivo acorde con las condiciones de un monogástrico es decir bajo en fibra, rico en proteína. (Milera, 2022)

3.1.2 Sistemas de producción Cerrados

Según la Organización Mundial de Sanidad Animal [OIE] (2019), los sistemas producción cerrados, son sistemas en donde las cerdas se mantienen confinadas en un espacio determinado y dependen por completo del hombre para satisfacer sus necesidades básicas, lo cual lo convierte en un sistema totalmente controlado. Con relación al tipo de alojamiento o instalación en un sistema de producción cerrado, puede ser de cama profunda, en concreto u otros materiales no convencionales, que están sujetos a las condiciones climáticas y al sistema de manejo, ya que los animales pueden ser criados solos o en grupos.

3.1.3 Sistemas de producción Combinados

Los sistemas combinados corresponden a las producciones porcinas por lo general a pequeña escala, en donde cuenta con espacios cerrados y cubiertos, pero que a su vez permiten al animal tener acceso a zonas verdes en contacto directo con la naturaleza, lo que contribuye a la disminución del estrés en los animales, pues esta práctica genera que despierte su instinto al querer explorar las zonas verdes. (OIE, 2019).

3.1.4 Ventajas y desventajas del bienestar animal según sistemas de producción porcina

Teniendo en cuenta los diferentes tipos de producción porcina que aplican para la productividad en cerdas de cría, a continuación, mediante la siguiente tabla 3, se resumen las ventajas y desventajas de cada sistema de producción mencionado, teniendo en cuenta el

bienestar animal que ofrece cada método, estableciendo recomendaciones sobre el bienestar animal y la inclusión del factor de sostenibilidad. Ver tabla 3.

Tabla 3

Ventajas y desventajas del bienestar animal según sistema de producción

Sistema de producción porcina	Ventajas	Desventajas	Recomendación
Sistemas de producción Cerrados	-Ambiente controlado. -Fácil acceso de alimentación rápida. -Menor presentación de enfermedades siempre y cuando exista bioseguridad. -Se puede llevar una dieta balanceada. -Mayor productividad. -Mayor control desparasitaria.	-Se puede generar asignamiento. -Limitación del comportamiento natural. -Mayor concentración de olores -En caso de sistemas cerrados con pisos en concreto, se genera un consumo de agua que es depositado al suelo generando contaminación. -En caso de corrales en grupo, se puede generar agresión entre animales.	-Se recomienda utilizar material de enriquecimiento ambiental para reducir los índices de estrés y fomentar la expresión del comportamiento natural del animal. -Respetar los espacios mínimos por animal. -En sistemas cerrados, se recomienda utilizar sistemas de cama profunda.
Sistemas de producción Abiertos	-Proporcionan condiciones mas naturales y con mayor enriquecimiento medioambiental. -Desarrollo natural del sistema inmunológico de los animales. -Mas interacción social con otros animales. -Ambiente más saludable con mejor calidad del aire. -Menor desperdicio de agua. -Se pueden utilizar diferentes variedades de pastos o plantas leguminosas para suplementar la alimentación de los animales.	-Exposición a las condiciones climáticas no controladas. -Menor control de enfermedades. -Menor control de plagas. -Reducción de protocolos de bioseguridad. -Menos control sobre los animales. -Aumento de la agresividad por la competencia para la obtención de alimentos. -Mayor riesgo de lechones muertos por aplastamiento o adaptación a condiciones del medio. -Mas propensos a quemaduras por exposición al sol.	Se recomienda al utilizar un sistema de producción abierto, verificar las razas de animales a utilizar, ya que, al tener menos control de plagas y enfermedades, los animales se vuelven susceptibles a los cambios por lo que se debe revisar que la raza de cerdas a utilizar sea resistente a condiciones naturales adversas, como lo es el caso de cerdos criollos entre otros.
Sistemas de producción Combinados	-Reduce el estrés. -Mejora la interacción social entre animales. -Menor concentración de desechos.	-Mayor manejo de los animales. -Se requieren de espacios mas grandes para interactuar con los dos sistemas.	Se recomienda para emplear este sistema, tener un buen plan sanitario, para prevenir enfermedades. Contar con el personal adecuado para el control.

Nota. Autor.

3.2 Bienestar animal en el alojamiento de cerdas de cría

De acuerdo a los principios del bienestar animal establecidos en el protocolo Welfare Quality, y según la Resolución MADR 136 de 2020 por el cual se adopta el Manual de condiciones de bienestar animal propias de cada una de las especies de producción en el sector agropecuario en el territorio colombiano, en base a lo anterior, se establecen a continuación los parámetros necesarios para un correcto bienestar animal relacionado al alojamiento en cerdas de cría.

- Con relación a la superficie, cuando se utilicen pisos en concreto o de otro material, se debe garantizar una buena superficie, para minimizar el riesgo de heridas en pezuñas o de transmisión de enfermedades.

- Permitir el descanso confortable, movimientos seguros y cómodos en donde el animal pueda mostrar un comportamiento natural. En este caso dado que por lo general los sistemas de producción son cerrados, es importante incorporar materiales de enriquecimiento ambiental para ayudar a que el animal pueda expresar un comportamiento natural.

- Se debe proveer al animal de una ventilación y temperatura adecuada, que no genere un aumento en las respiraciones por minuto promedio del animal.

- El alojamiento o cocheras en cerdas deben permitir una adecuada limpieza y desinfección.

- Para el caso de cerdas alojadas en jaulas, según el manual Resolución MADR 136 de 2020, el rango ideal de jaulas debe oscilar de 2.10m a 2.40m de largo y de 0.6m a 0.7m de ancho, además se debe garantizar las superficies de descanso o apoyos firmes y antideslizantes que faciliten la limpieza y desinfección.

- Con relación a la densidad poblacional de cerdas en corrales grupales, con el fin de evitar asignamiento y alteración por agresión social causado por superar la capacidad de agrupación en los animales, el tamaño de los grupos y el área o superficie mínima por cerda, se puede observar en la siguiente tabla 4.

Tabla 4

Superficie mínima por cerda según el tamaño del grupo

Tamaño del Grupo	Cerdas jóvenes (m²)	Cerdas adultas (m²)
Menor a 6 animales	1.81	2.48
Entre 6 y 39 animales	1.64	2.25
Mayor o igual a 40 animales	1.49	2.05

Nota. Tomado de Resolución MADR 136 de 2020.

- Los alojamientos en cerdas, deben tener una diferenciación entre el área húmeda y el área seca, para que los animales puedan descansar cómodamente, además deben contar con sistemas de drenaje adecuados para evitar la humedad.

3.3 Bienestar animal en la alimentación en cerdas

Según Huerta & Gasa (2012) dice que: “En la lactancia el gasto energético de la cerda es muy alto, y el consumo voluntario frecuentemente no es idóneo para la compensación”, esta

etapa es crítica ya que la cerda se debe mantener en estado corporal óptimo, puesto que, existe un mayor gasto metabólico, por lo cual es importante suministrar dietas ricas en nutrientes para poder mantener el peso de la cerda y a su vez que produzca leche para los lechones. (Manteca, 2012) Por otro lado, se le debe dar agua a voluntad ya que en la etapa de lactancia llegan a tomar hasta 40 litros de agua al día. (Baxter et al., 2018)

De acuerdo al manual de bienestar animal establecido por la Resolución MADR 136 de 2020, para el caso de la especie porcina, las condiciones alimenticias deben cumplir con:

- Las dietas para animales deben ser balanceadas y deben estar debidamente registradas ante el ICA.
- Suministrar el alimento a los animales de forma que el animal pueda tener acceso al alimento sin ninguna complejidad.
- Garantizar la calidad y cantidad de comederos según el número de animales que se tenga.

Otra de las condiciones que clasifica dentro del bienestar animal en la alimentación en cerdas, corresponde al agua de bebida, el cual debe de garantizarse el acceso y la cantidad suficiente de agua para los animales. El acceso al agua debe ser permanente y en condiciones higiénicas. Según el manual de bienestar animal de la Resolución MADR 136 de 2020, cuando se utilizan bebederos de chupo, se debe tener en cuenta el aforo de consumo de agua de acuerdo a la edad del animal, el cual se resume en la siguiente tabla 5.

Tabla 5*Aforo consumo de agua para bebida en porcinos*

PESO (Kilos de peso)	AFORO (Litros/minuto)
Lechones (<20 kilos)	0,3
De 20 a 100 kilos	1,0 a 1,5
Cerdas gestantes, lactantes y machos reproductores	1,5 a 2,0

Nota. Tomado de Resolución MADR 136 de 2020.

De acuerdo a la tabla 5, para el caso de cerdas de cría, el aforo de consumo en litros/min oscila entre 1,5 a 2,0 litros/min. Con relación a la altura adecuada para la ubicación de bebederos en cerdos, se especifica en la siguiente tabla 6.

Tabla 6*Altura o espacio disponible de bebederos para cerdos*

PESO (Kilos de peso)	CHUPO	BEBEDERO LINEAL
Lechones (<20 kilos)	40 cm	40 cm
De 20 a 100 kilos	70 cm	40 – 50 cm
Cerdas gestantes, lactantes y machos reproductores	70 cm	40 – 50 cm

Nota. Tomado de ICA-PorkColombia (2024).

Con relación a la cantidad de bebedero de acuerdo al número de animales que se tenga en una granja porcina, en este caso enfocada a cerdas de cría, si el sistema de alojamiento es de jaula, se debe suministrar un bebedero por cada jaula, por el contrario, cuando el alojamiento es de corral, según ICA-PorkColombia (2024), se debe disponer como mínimo 1 bebedero por cada 10 animales y al menos 2 bebederos disponibles para un animal.

3.4 Bienestar animal en la sanidad de cerdas

La sanidad en cerdas de cría, corresponde al control y seguimiento en la proliferación y erradicación de enfermedades, el cual puede afectar la productividad en cerdas, así como también puede afectar al consumidor final. En la actualidad el consumidor se ha interesado más por lo que se consume, es decir en qué condiciones se cría los animales, cuál es su alimentación, vacunación, en pocas palabras se relaciona aspectos sociales y éticos donde se garantice el bienestar de los animales (Grunert, et.al 2018). Con relación a las condiciones mínimas de bienestar animal para garantizar una correcta sanidad en cerdas se considera:

- Las granjas porcícolas deben contar con un plan sanitario que incluya prevención diagnóstico y tratamiento de las enfermedades más frecuentes en la zona.
- Cumplir con programas oficiales de prevención, control y erradicación de enfermedades establecidos por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) para porcinos.
- Cuando exista la sospecha de presencia de enfermedad, es obligatorio informar al ICA la situación.
- En una granja Porcicola, una vez identificados porcinos enfermos, se deben aislar y tratar de inmediato. Y si no es viable un tratamiento de recuperación, se debe aplicar el sacrificio humanitario. (Resolución MADR 136 de 2020)

3.5 Criterios medibles del bienestar animal en la producción de cerdas de cría

Medir el bienestar animal es crucial para garantizar la salud y la productividad en cerdas de cría. Por consiguiente, en este literal se establecen los principales criterios para el bienestar

animal en cerdas de cría que incluyen indicadores de salud, comportamiento, condiciones de vida, alimentación y relaciones entre humanos y animales.

Salud física: El seguimiento del bienestar animal para conservar una salud física en óptimas condiciones en cerdas, consiste en hacer un seguimiento y control de enfermedades como bursitis, cojera, lesiones corporales, lesiones vulvares, hernias e infecciones locales. (Hanh et al., 2022).

Comportamiento: este es un indicador clave porque el comportamiento del animal refleja la relación humano- animal. (Hanh et al., 2022).

Condiciones de alojamiento: los alojamientos pueden ser individuales o grupales, En los alojamientos grupales muchas veces se presenta agresión y lesiones. (Chou & Parsons, 2022)

Condiciones de alimentación: la alimentación es un factor clave para las producciones, en muchas ocasiones las cerdas se pelean por el alimento cuando son alojadas en grupo. (Jang, & Oh 2022)

De acuerdo a lo anterior, se resume la siguiente tabla 7, en donde se observan los criterios medibles para el bienestar animal en cerdas de cría y las practicas sostenibles que se pueden implementar para contribuir con el bienestar animal.

Tabla 7*Prácticas sostenibles según criterios medibles del bienestar animal en cerdas de cría*

Criterios medibles de bienestar animal	Factores que influyen en el bienestar animal	Prácticas sostenibles que se pueden implementar	Recomendaciones
Salud Física	Control de enfermedades más comunes. Falta de apetito en el animal. Anomalías identificadas por medio de una auscultación y/o observación.	Mantener controles estrictos de bioseguridad en especial para granjas a pequeña escala.	Cundo se tenga la inclusión de nuevos animales en la granja, se debe disponer de un galpón apartado de cuarentena para prevenir enfermedades.
Comportamiento	Verificar el comportamiento del animal relacionado con el jadeo (respiraciones por minuto) cuando hay altas temperaturas y temblor por frío cuando el animal no regula su temperatura. Interacción social entre animales.	Usar materiales de enriquecimiento ambiental que ayuden a expresar un comportamiento más natural del animal.	Para cerdas en corral, se debe verificar constantemente que no existan heridas entre animales
Alojamiento	Contar con una buena ventilación. Garantizar la iluminación natural o artificial. mínimo 8 horas al día. Superficie de descanso. Respetar el espacio mínimo disponible por animal.	Implementar material de enriquecimiento ambiental que permitan al animal disminuir los niveles de estrés y expresar en cierta medida su comportamiento natural.	Utilizar elementos reciclados para el enriquecimiento ambiental. Se recomienda el uso de corrales mixtos con posibilidad de que el animal pueda pastorear.
Alimentación	Dieta balanceada, Alimentación con registro ICA. Suministro de agua tratada y constante. Comederos y chupos de agua de buena calidad y cantidad adecuada según el número de animales. 1 bebedero por cada 10 animales y un comedero para cada animal.	Utilizar alimentos no convencionales que sirvan de suplementación para disminuir el consumo de concentrados con dietas balanceadas.	Se recomienda utilizar alimentos que provengan de desperdicios o desechos de la agricultura, como la cepa de plátano, tusa de maíz, sobrantes de cultivos de hortalizas y leguminosas, entre otros.
Interacción humana	Grado de miedo de los animales hacia los humanos. Para cerdas en jaulas en hileras de jaulas, la persona debe caminar por todo el galpón antes de evaluar animal por animal.	No realizar prácticas dolorosas a los animales. El personal encargado debe ser capacitado, con relación al uso de prácticas sostenibles.	Se recomienda utilizar atuendos ropa del mismo color para interactuar con los animales. No autorizar el ingreso a la granja de personal externo.
Producción de Residuos	Sistema de tratamiento de aguas residuales.	Utilizar biodigestores y el riego de agua residual para pastos.	Buscar alternativas para aprovechar al máximo los residuos generados.

Nota. Autor.

Capítulo 4. Impacto ambiental y productivos en la producción porcina

El presente capítulo relaciona los impactos ambientales que genera una explotación porcina enfocada a la productividad en cerdas de cría, en donde se destacan las principales causas medioambientales que requieren de medidas alternativas para la disminución de residuos contaminantes y para una producción porcina más limpia implementando prácticas sostenibles.

4.1 Calidad del aire

La calidad del aire es una variable que puede influir en la productividad en cerdas de cría, ya que por lo general tanto en pequeñas como en grandes producciones se utilizan sistemas de alojamiento cerrados que pueden ser en pisos de concreto o en cama profunda, pero que por tratarse de sistemas cerrados el aire que respiran los animales, es el mismo contaminado por sus desechos, además dentro de la calidad del aire, también influyen otras variables como la temperatura y la humedad relativa. En este orden de ideas, de acuerdo a Licona (2020), la mayoría de cerdas se encuentran en ambientes controlados, por lo que los contaminantes en una granja son producidos por ellos mismos y a pesar de que existen investigaciones que respondan que las cerdas son bastante tolerables a una mala calidad del aire, este factor puede influir en la generación de estrés a la cerda y por ende a una baja productividad.

Dentro de la calidad del aire otro factor importante corresponde a la humedad relativa, que hace referencia al vapor de agua contenido en el aire y según Pedersen (2005), debe conservar un margen entre el 50% al 70%, ya que, en un ambiente bastante seco, la mucosa de

las cerdas se puede ver afectada negativamente aumentando la posibilidad de producir infecciones por culpa de la calidad del aire.

Por otra parte, dentro de la calidad del aire, existe otro factor importante que corresponde a la temperatura y el cual es causante de estrés y baja productividad en cerdas, ya que por lo general las cerdas son muy sensibles al calor y muy resistentes al frío, pues según Tamara et al. (2020), a pesar de que los cerdos tienen la capacidad de autorregularse a los cambios de temperatura, con la ingesta de agua o buscando lugares más fríos o húmedos, cuando estos métodos no son suficientes, las cerdas modifican su producción de calor, reduciendo los niveles de ingestión y la tasa metabólica basal, lo que influye directamente en la disminución de producción de leche afectando el peso de los lechones.

Según Rodríguez & Estévez (2016), la temperatura promedio para sistemas de producción cerrado en cerdas de cría, debe conservar el rango de 21°C a 25°C como máximo, puesto que cuando la temperatura aumenta, la respiración en cerdas, aumenta significativamente, pues con la temperatura óptima el comportamiento normal sería de 20 a 30 respiraciones por minuto, pero cuando la temperatura aumenta y supera los 25°C, el comportamiento del animal sería de 50 a 180 respiraciones/min y en este punto las cerdas comienzan a echarse rápidamente, tienden a revolcarse y el consumo de alimento disminuye; y cuando la temperatura es demasiado elevada o sobrecalentada, las respiraciones del animal son superiores a 180 respiraciones/min, y en este caso ya se afecta la productividad de la cerda puesto que al aumentar drásticamente la temperatura corporal sufren de alta permeabilidad intestinal.

4.2 Contaminación por residuos

Las producciones porcinas se caracterizan por generar desechos contaminantes que provocan un impacto ambiental negativo al medio ambiente, como el caso de nitritos y amonio que se producen en las heces, contaminando la atmosfera y contribuyendo a la generación de gases de efecto invernadero. Por otro lado, el estiércol y los desechos sobrantes de comida representa problemas sanitarios dentro de una producción porcina, ya que muchas veces estos sobrantes atraen a roedores y pueden actuar como patógenos dentro de la producción. (Peralta 2023).

Por lo anterior, con relación a la contaminación que genera una producción en este caso enfocada a la productividad en cerdas de cría, según Valdez et al. (2022), los desechos líquidos y solidos producen dióxido de carbono, pero cuando se cuenta con un manejo en el control de estos residuos, se puede obtener en gas metano totalmente aprovechable. Según Álvarez et al. (2019) la cantidad de metano producido dentro de una producción porcina genera 127,638 CH₄/día (gas metano/dia) que equivale a 525, 216 kwh (kilovatio-hora); la cantidad de metano producido depende de la cantidad de animales dentro de la producción como también del manejo que se tenga de los residuos.

Con relación a la cantidad de desechos producidos en una granja porcina, depende de varios factores como la edad del animal, etapa fisiológica, la cantidad y calidad de alimento consumido, cantidad de agua consumida y el clima. Según Cervantes (2007) de acuerdo a la totalidad de las granjas porcícolas en el Estado de Sonora en México, se generan 1.860 tonelada/

día de estiércol, produciendo 126 toneladas de nitrógeno, lo cual es un beneficio económico para los productores ya que el nitrógeno es muy demandado en la industria agrícola, por otra parte, si no existe una buena manipulación a este elemento se puede convertir en un problema ambiental contribuyendo al cambio climático y a su vez a los gases de efecto invernadero.

Por lo anterior, dentro del aprovechamiento de los desechos que logran generar un impacto ambiental positivo, se mencionan los gases tratados provenientes de los residuos sólidos y líquidos de una producción porcina que pueden utilizarse para generar energía o incluirse dentro del proceso de producción de la granja, en este caso, según Pinzón (2017), la implementación de biodigestores a base de residuos porcícolas ayuda a mejorar la calidad de vida de las familias campesinas y contribuye con el medioambiente porque se disminuye la tala de árboles para leña, se aprovecha los residuos de las porquerizas, los residuos de la cascarilla de café y también se puede utilizar los residuos de las bacterias sanitarias ya que a los 50 días las bacterias coliformes se eliminan.

4.3 Consumo de agua para limpieza

Según Aké et al. (2014) dice que, el consumo de agua para la limpieza en los sistemas de producción porcina cuando se habla de producciones a gran escala se utilizan cantidades de agua de manera óptima en donde posterior al lavado, estas aguas residuales pueden utilizarse para generar gas por medio de un biodigestor, o para regar cultivos o pastos, por el contrario, en pequeñas y medianas producciones cuando no se utilizan alojamientos en cama profunda o cuando el acceso al agua es factible, se consume agua desmesuradamente para la limpieza de las

jaulas sin ningún sistema de vertimiento, lo que genera una contaminación del suelo, y del ambiente en donde se vierten estas aguas residuales que puede llegar a generar afectaciones ambientales.

4.4 Degradación de suelos

Con relación a los sistemas de vertimientos de las aguas residuales en producciones porcinas, cuando se habla de pequeña y mediana escala, existe poco tratamiento de dichas aguas residuales, lo que genera un alto riesgo de contaminación de acuerdo al uso de estas aguas residuales producto del mantenimiento y limpieza de producciones porcinas, ya que al verter estas aguas al suelo se pueden alterar las condiciones de la tierra, sin mayor afectación, sin embargo cuando estas aguas residuales se utilizan para regar cultivos sin ningún tratamiento, o se vierten directamente en afluentes hídricos, los niveles de contaminación pueden llegar a perjudicar la vida humana, ya que si se presentan enfermedades en animales o infecciones por bacterias o parásitos pueden ser transmitidas a ser humano si no se da un manejo y control a las aguas residuales de producciones porcinas.

4.5 Efecto social

Las cerdas gestantes en confinamiento presentan una elevada incidencia de estereotipias y el estrés social causado por la proximidad de otras cerdas con las que no puede establecerse una relación jerárquica clara. Las estereotipias aparecen como resultado de la combinación de tres

factores: la sensación de hambre de la cerda, la falta de un material manipulable y la restricción del movimiento. (Dueñas, 2022)

Los cerdos son omnívoros y pasan gran parte de su tiempo explorando grandes áreas en búsqueda de alimento.

Se considera que los cerdos están jugando cuando dos individuos se persiguen solo por unos segundos, pudiendo incluir en la interacción el uso de paja o pasto. También es considerada la interacción energética entre dos o más cerdos, que incluye el uso del hocico, cabeza, cuello y hombros con una fuerza mínima de empuje hacia otro individuo, la colocación de las pezuñas de las patas delanteras sobre dorso de otro individuo, animales que corren, brincan, pivotean o juegan con la cama sacudiendo la cabeza. Todo esto en ausencia de mordeduras que ocasionen heridas. El comportamiento de juego suele aparecer más en animales juveniles. Se cree que a temprana edad permite adquirir beneficios como entrenamiento físico y cognitivo para enfrentar situaciones inesperadas, la facilitación de la diferenciación de fibras musculares, la construcción de lazos sociales y el desarrollo de habilidades sociales. A demás los juegos le permiten generar una referencia acerca de su habilidad de pelea. (Aldo et al. 2021).

Capítulo 5. Recomendaciones para la optimización del bienestar animal y la sostenibilidad

El siguiente capítulo relaciona las principales prácticas y recomendaciones para la optimización del bienestar animal y la sostenibilidad, en donde se tiene en cuenta las principales características relacionadas a las instalaciones necesarias para una producción de cerdas de cría, el manejo y la reducción de estrés, estrategias de alimentación sostenible y la gestión ambiental en granjas. Estas características se plantean desde el punto de vista de los criterios previamente establecidos para el bienestar animal y la productividad en cerdas de cría.

Por lo anterior, por medio de la siguiente tabla 8 se relacionan los parámetros de bienestar animal y sostenibilidad que influyen directamente con la productividad en granjas dedicadas a cerdas de cría.

Tabla 8

Optimización del bienestar animal y la sostenibilidad en cerdas

Características	Optimización para el bienestar animal	Recomendaciones
Instalaciones	* Implementar prácticas de manejo eficiente del agua en las instalaciones, como el uso de bebederos automáticos que minimicen el desperdicio y aseguren un suministro constante. * Instalar sistemas de captación de agua de lluvia para complementar el suministro actual. Esto puede reducir la dependencia del riachuelo y disminuir costos operativos. * Utilizar alojamientos combinados que permitan expresar el comportamiento natural del animal.	En caso de no contar con suficiente espacio, se recomienda utilizar alojamientos en corral, en donde si se requiere de ampliaciones o de construir infraestructura, se recomienda utilizar materiales resultantes de residuos de construcciones con el fin de contribuir con la sostenibilidad y desarrollar granjas más ecológicas.

Características	Optimización para el bienestar animal	Recomendaciones
Reducción del Estrés	* Capacitar al personal encargado del manejo de la granja, para minimizar el estrés durante actividades de inseminación gestación y parto. * Evitar prácticas invasivas e innecesarias, realizar la castración en lechones en los primeros 7 días de nacidos. Implementar material de enriquecimiento ambiental para contribuir con el desarrollo del comportamiento natural del animal.	Se recomienda utilizar material de enriquecimiento ambiental producto de residuos de construcción u otros que no generen costos representativos.
Estrategias de alimentación sostenible	* Proporcionar dietas que cumplan con las necesidades nutricionales en cada etapa de las cerdas. * Implementar suplementación con ingredientes sostenibles como subproductos agrícolas que aporten carbohidratos o proteínas a la alimentación del animal. * Utilizar comederos y bebederos eficientes que minimicen las pérdidas de alimento y agua.	Se recomienda utilizar desechos o residuos de cultivos para la suplementación de cerdas, especialmente en cultivos leguminosas como frijol, alverja, alverjón, entre otros, así como también cultivo de maíz y plátano. Se recomienda permitir el pastoreo controlado de cerdas.
Sanidad animal	* Mantener un calendario riguroso de vacunación y desparasitación para asegurar la salud de los animales. * Utilizar tecnologías de monitoreo (como collares o dispositivos de seguimiento) para detectar problemas de salud.	Se recomienda seguir un protocolo de vacunación de acuerdo a la autoridad ambiental de la zona en donde se localice la granja ya que esto ayuda a reducir costos a largo plazo al disminuir enfermedades y mejorar la tasa de crecimiento.
Gestión ambiental de granjas porcinas	* Implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales que permita reutilizar el agua tratada para riego o limpieza de instalaciones, reduciendo así el impacto ambiental.	Se recomienda utilizar en zonas donde el acceso de agua es costoso, sistemas de cama profunda en donde posteriormente se pueda utilizar como abono para cultivos, y en zonas donde el acceso al agua es muy económico, utilizar sistemas de pisos en concreto con un lavado eficiente que permita el aprovechamiento de los residuos para la producción de gas metano y agua rica en nutrientes para cultivos.

Nota. Autor.

Conclusiones

Con relación a la producción de cerdas de cría, las principales prácticas de bienestar animal que además contribuyen a la sostenibilidad, corresponden al uso de material de enriquecimiento ambiental como es el caso de material reciclable, cisco de arroz, de trigo y paja, la cual le permite a la cerda expresar su comportamiento natural, ya que, a la hora del parto, la cerda busca hacer nido, disminuyendo así los niveles de estrés en cerdas.

En conclusión, la implementación de prácticas sostenibles en el bienestar animal, contribuye con la disminución en la contaminación ambiental que genera una producción de cerdas de cría, sin embargo, desde el punto de vista económico, las producciones de traspatio o a pequeña escala, requieren de mayor atención en cuanto al uso de prácticas sostenibles, ya que son estas las producciones que menor control ambiental y controles de bioseguridad implementan, y por ende son los mayores focos de contaminación en el país, puesto en su mayoría no cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales, ni mucho menos con tratamientos de residuos sólidos.

Con respecto al bienestar animal, se concluye que los sistemas de cama profunda y corral, para cerdas de cría son las opciones de alojamiento que mejor se ajustan para evitar el estrés del animal y aumentar la productividad, no obstante aplicar este método de alojamiento en una producción Porcicola, requiere de espacios más grandes y por ende una mayor infraestructura en comparación con sistemas de jaula que minimizan el espacio.

Con respecto a las recomendaciones para la optimización del bienestar animal teniendo en cuenta la sostenibilidad, se concluye que el mejoramiento en el uso de prácticas sostenibles debe ir enfocado a la producción en cerdas de cría para pequeños y medianos productores, ya que son estos los mayores generadores de contaminación ambiental, pues los grandes productores tienen sistemas y metodologías que buscan aprovechar al 100% los residuos generados por una producción Porcicola a gran escala.

Referencias

- Aké et al. (2014). Comportamiento reproductivo de cerdas gestantes en un sistema de cama profunda y su efecto sobre el ambiente. *Revista Científica*. 24(3). 239-247.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95931389007>
- Aldo et al. (2021). Evaluación del bienestar animal mediante comportamientos sociales y parámetros productivos en cerdos alojados en sistemas al aire libre y en cama profunda. *Revista RAEI*. 3(3). <https://periodicos.unespar.edu.br/raei/article/view/4422/3085>
- Álvarez et al. (2019). Potencial biotecnológico para la valorización de residuos generados en granjas porcinas y cultivos de trigo. *Revista Entreciencias: diálogos en la sociedad del conocimiento*. 7(21). <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2019.21.70799>
- Angel (2020). *Revisión literaria – ventajas y desventajas de los sistemas “outdoor” sobre el bienestar de cerdas en gestación y lactancia*. [Trabajo de pregrado, Universidad Antonio Nariño]. Repositorio Institucional.
<https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/04d6f5c9-de68-42da-a106-3bd2f5c00f1f/content>
- Araque et al. (2012). Efecto de dos tipos de raciones y cuatro alojamientos sobre el comportamiento productivo de cerdas gestantes. *Revista Avances en Investigación Agropecuaria*. 16(3). 53-62. <https://www.redalyc.org/pdf/837/83724458004.pdf>

- Baxter et al. (2018). Sow welfare in the farrowing crate and alternatives. *Advances in Pig Welfare*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101012-9.00002-2>
- Brunori (2011). Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar. *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO*. 1
- Caceres & Forero (2015). *Plan de manejo ambiental (PMA) para el proceso de producción porcícola, una alternativa de producción más limpia en La vereda la Aguadita (Fusagasugá, Cundinamarca)*. [Trabajo de pregrado, Universidad Libre de Bogotá]. Repositorio Institucional unilibre. <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/7963>
- Cervantes (2007). Estrategias para el aprovechamiento de desechos en la agricultura. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*. 3(1). 3-12.
<https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/83>
- Chou & Parsons (2022). A systematic review of the impact of housing on sow welfare during post-weaning and early pregnancy periods. *Frontiers in Veterinary Science*. Vol. 9.
<https://doi.org/10.3389/fvets.2022.903822>
- Dueñas (2022). *Enriquecimiento ambiental como herramienta de mejora al bienestar animal en los sistemas productivos porcinos*. [Trabajo de pregrado, Universidad de Cundinamarca,

Fusagasugá, Colombia]. Repositorio Institucional.

<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/server/api/core/bitstreams/0d763016-1e42-4f74-9919-e6792607202f/content>

Duque et al. (2013). Evaluación del perfil metabólico lipídico en cerdas gestantes y su relación con la nutrición fetal. *Revista MVZ Córdoba*. 18(2).

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0122-02682013000200016&script=sci_arttext

Espejo et al. (2022). Enriquecimiento ambiental de cerdas gestantes primíparas y multíparas y su efecto sobre el cortisol y el comportamiento al parto y parámetros productivos al destete.

Revista Livestock Science. Vol. 265. <https://www-sciencedirect-com.sibdigital.ufpso.edu.co/science/article/abs/pii/S1871141322002773>

Espejo et al. (2020). Efecto del enriquecimiento ambiental sobre el desempeño de lechones en pruebas de ansiedad. *Revista Bio ciencias*. <https://doi.org/10.15741/revbio.07.e789>

Estrada et al. (2014). Tratamiento de residuales porcinos para la producción de biogás. *Revista*

ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 48(3). Pp. 16-21.

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223132853003>

Feng y Qian (2019, 11-12 de Octubre). *Investigación sobre la gestión de granjas porcinas*. 2019

3ra Conferencia Internacional sobre Ciencia de Datos y Análisis de Negocios (ICDSBA).

Estambul, Turquía. doi: 10.1109/ICDSBA48748.2019.00022.

- Forcada et al. (2009). *Ganado porcino: diseño de alojamientos e instalaciones*. Editorial: Servet editorial - Grupo Asís Biomedia S.L. <https://elibro-net.sibdigital.ufpso.edu.co/es/lc/ufpso/titulos/59384>
- Gonzales & Reyes (2023). Procedimiento para la gestión ambiental en la producción porcina: municipio Holguín, Cuba. *Revista Centro de Información y Gestión Tecnológica de Holguín*. 29(2). <https://www.redalyc.org/journal/1815/181574886005/>
- Grunert et al. (2018). Consumer interest in environmental impact, safety, health and animal welfare aspects of modern pig production: Results of a cross-national choice experiment. *Meat Science*, 137, 123-129. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.11.022>
- Glencorse et al. (2019). Impacto del alojamiento sin confinamiento en el rendimiento del parto: una revisión sistemática y un metaanálisis de las jaulas de parto frente a los corrales. *National Library of Medicine*. 9(11). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31726676/>
- Hanh et al. (2022). Comparación del bienestar de las cerdas gestantes criadas en diferentes sistemas de producción en Vietnam del Norte. *Revista de ciencia aplicada al bienestar animal*. Vol. 27. 427-441. <https://doi.org/10.1080/10888705.2022.2070846>
- Hoyos et al. (2023). Impacto transformador de la inteligencia artificial y aprendizaje autónomo en la producción agropecuaria: un enfoque en la sostenibilidad y eficiencia. *Revista*

Formación Estratégica. 7(1). 40–55.

<https://formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/111>

Huerta & Gasa (2012). Instalaciones para porcinos. *Red Porcina Iberoamericana*.

https://www.produccion-animal.com.ar/libros_on_line/51-manual_porcino/01-BuenasPracticasCap1.pdf

ICA-PorkColombia (2024). *Metodología para evaluar bienestar animal en la especie porcina*.

https://www.ica.gov.co/getattachment/Areas/Pecuaria/Servicios/Inocuidad-en-las-Cadenas-Agroalimentarias/Bienestar-Animal/Metodologia-EBA-Porcinos-3-0-pdf_N22.pdf.aspx?lang=es-CO

Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] (2024). *Censos Pecuarios Nacional*.

<https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018>

Jang & Oh (2022). Factores de gestión que afectan el bienestar de las cerdas gestantes en sistemas de alojamiento en grupo: una revisión. *Revista Animal Bioscience*. 35(12). 1817-1826. <https://doi.org/10.5713/ab.22.0289>

Licona (2020). *Efecto de estrés por diferentes factores en cerdas lactantes: Revisión de*

Literatura. [Trabajo de grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras]. Repositorio Institucional.

<https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/4874e550-69f7-4762-bf0a-242a6f692748/content>

Manteca & Gasa (2005). Bienestar y nutrición de cerdas reproductoras. *Sitio Argentino de Producción Animal*. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/57-bienestar_reproduccion_cerdas.pdf

Manteca, (2012). Bienestar animal. *Red Porcina Iberoamericana*. https://www.produccion-animal.com.ar/libros_on_line/51-manual_porcino/08-BuenasPracticasCap8.pdf

Méndez (2022). *La sostenibilidad de la producción porcina*. 3tres3.com. https://www.3tres3.com/latam/articulos/la-sostenibilidad-de-la-produccion-porcina_13786/

Milera (2022). Contribución del manejo de cerdas en pastoreo a la resiliencia de los sistemas porcinos. *Pastos y Forrajes*. Vol.45. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942022000100009&script=sci_arttext&tlng=en

Miranda et al. (2020). La producción porcina familiar: experiencias en la capacitación desde el Centro Universitario Municipal. *Revista Cooperativismo y Desarrollo*. 8(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2310-340X2020000200329&script=sci_arttext#B8

Minambiente (2022). *Política nacional de protección y bienestar animal*.

https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/08/20220408_Politica-Bienestar-Animal_Vers3-doc-final-ok-16062022.pdf

Moreno y Ruano (2016). *Valoración de los indicadores de bienestar animal, en cerdas gestantes, en dos sistemas de alojamiento comercial*. [Trabajo de pregrado, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto]. Repositorio Institucional.

<https://sired.udenar.edu.co/9051/1/91602.pdf>

Organización Mundial de Sanidad Animal [OIE] (2019). *Bienestar animal y sistemas de producción de cerdos*.

https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahc/current/chapitre_aw_pigs.pdf

Ortiz (2023). *Valoración del bienestar animal en Sistemas de Producción Porcino intensivo Vs Cama Profunda mediante el protocolo Welfare Quality*. [Trabajo de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña]. Repositorio Institucional.

Pedersen (2005). Control del medio ambiente del cerdo. *3tres3.com*.

https://www.3tres3.com/articulos/control-del-medio-ambiente-del-cerdo_1292/

Peralta (2023). *Evaluación de impactos ambientales de la industria porcina y propuestas de mejora en el manejo de purines*. [Trabajo de pregrado, Universidad Técnica de

Babahoyo, Ecuador]. Repositorio Institucional.

<https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13972/E-UTB-FACIAG-MVZ-000148.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Petersen et al. (2008). Estudios de mapeo sistemático en ingeniería de software. *Researchgate*.

https://www.researchgate.net/publication/228350426_Systematic_Mapping_Studies_in_Software_Engineering

Philippe y Nicks (2015). Análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero de las granjas de cerdos: producción de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso por los animales y el estiércol. *Revista Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 199. Pp. 10-25.

<https://www-sciencedirect-com.sibdigital.ufpso.edu.co/science/article/abs/pii/S0167880914004058?via%3Dihub>

Pinzón (2018). Implementación de biodigestores para el mejoramiento de la calidad de vida de las familias campesinas. *Revista de Investigaciones Agroempresariales*. Vol.3. 88–96.

<https://revistas.sena.edu.co/index.php/riag/article/view/1438/1571>

Plasencia et al. (2018). Modelos para evaluar la sostenibilidad de las organizaciones. *Revista Estudios Gerenciales*. 34(146). 63-73. DOI:

<https://doi.org/10.18046/j.estger.2018.146.2662>

- Qile Hu et al. (2023). Mitigación de los impactos ambientales mediante el uso de un sistema de energía neta en la formulación de alimentos para la producción porcina en China. *Revista Science of The Total Environment*. 856(1). <https://www.sciencedirect-com.sibdigital.ufpso.edu.co/science/article/abs/pii/S0048969722062027>
- Reyes (2014). *Elaboración de un manual acerca del buen manejo de las cerdas gestantes y lechones antes, durante y después del parto*. [Tesis de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña]. Repositorio Institucional. <https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/xmlui/handle/20.500.14167/4063>
- Rocha et al. (2023). Aspectos Relevantes del confinamiento sobre el bienestar de las cerdas reproductivas. *Revista Agronomía & Ambiente*. 43(1). 13 – 23. <http://agronomiayambiente.agro.uba.ar/index.php/AyA/article/view/235/202>
- Rhodes et al. (2005). Una revisión exhaustiva de la vivienda para cerdas preñadas. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 227(10). pp 1580-90. <https://doi.org/10.2460/JAVMA.2005.227.1580>
- Rodríguez & Estévez (2016). *Manejo de la cerda en lactación en épocas de calor*. Portal Veterinaria. <https://www.portalveterinaria.com/porcino/articulos/13043/manejo-de-la-cerda-en-lactacion-en-epocas-de-calor.html#:~:text=En%20el%20caso%20de%20las,de%20los%2019%20%C2%B0>

Salvado et al. (2015). Proposal of a Sustainability Index for the Automotive Industry. *Revista Sustainability*. 7(2). 2113-2144. <https://doi.org/10.3390/su7022113>

Sánchez y Zuluaga (2016). *Efectos contaminantes ocasionados por vertimientos y ruido en cinco explotaciones porcícolas en la vereda de Fagua en el municipio de Chía en la actualidad*. [Trabajo de posgrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales Bogotá D.C.]. Repositorio Institucional. <https://repository.udca.edu.co/entities/publication/57b4126f-3ef9-405e-a77e-cf5d705aa400>

Scopus (2024). *Analyze search results*. <https://www-scopus-com.sibdigital.ufpso.edu.co/term/analyzer.uri?sort=plf-f&src=s&sid=22e99d31354abf8844d568fe009005bf&sot=a&sdt=a&sl=46&s=TITLE-ABS-KEY%28welfare-friendly+pig+production%29&origin=resultslist&count=10&analyzeResults=Analyze+results>

Tamara et al. (2020). *Impacto del aumento de la temperatura ambiental en la producción de cerdos*. Razas Porcinas. <https://razasporcinas.com/impacto-del-aumento-de-la-temperatura-ambiental-en-la-produccion-de-cerdos/>

Temple, & Manteca (2020). El bienestar animal en los sistemas de producción extensiva sigue siendo un tema de preocupación. *Revista Frontiers in Sustainable Food Systems*. Vol. 4. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.545902>

Unidad de gestión de riesgo Agropecuario, (2020). *Ficha de inteligencia Porcicultura*.

https://www.finagro.com.co/sites/default/files/ficha_de_inteligencia_-_porcicultura.pdf

Valdez et al. (2022). Influencia de la separación de agua residual porcina en fracciones sólida y

líquida, en la producción de metano con lodo anaerobio granular y disperso. *Revista*

Biotecnia. 24(1). <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v24i1.1537>

Velarde y Dalmau (2010). Evaluación del bienestar: Protocolo Welfare Quality. *3tres3.com*.

https://www.3tres3.com/latam/articulos/evaluacion-del-bienestar-protocolo-welfare-quality%C2%AE_10898/

Wieringa et al. (2006). Requirements engineering paper classification and evaluation criteria: A proposal and a discussion. *Requirements Engineering*. 11(1). 102–107.

<https://doi.org/10.1007/S00766-005-0021-6/METRICS>