

Adaptación del sistema de cama profunda en el desempeño de cerdos de engorde: Revisión de Literatura

Jorge Luis Bautista Pineda

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2020

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Adaptación del sistema de cama profunda en el desempeño de cerdos de engorde: Revisión de Literatura

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero en Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Jorge Luis Bautista Pineda

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2020

Adaptación del sistema de cama profunda en el desempeño de cerdos de engorde: Revisión de Literatura

Presentado por:

Jorge Luis Bautista Pineda

Aprobado:



Rogel Castillo, M.Sc.
Asesor Principal



Rogel Castillo, M.Sc.
Director
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria



John Hincapié (Nov 13, 2020 15:43 CST)

John Jairo Hincapié, D.Sc.
Asesor



Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Vicepresidente y Decano Académico

Adaptación del sistema de cama profunda en el desempeño de cerdos de engorde: Revisión de Literatura

Jorge Luis Bautista Pineda

Resumen. La búsqueda de nuevos sistemas de producción se vuelve cada día más demandante por encontrar uno que sea eficiente, cumpla los requisitos de una buena producción y sea amigable con el medio ambiente. La importancia de la porcicultura a nivel mundial está basada en el consumo de proteína animal. China, Unión Europea, Estados Unidos, Brasil y Canadá los cinco mayores productores mundiales de carne porcina, que son los que producen un 83% de la producción mundial. El sistema de cama profunda, el cual toma origen en China, es un sistema adaptado para el engorde de cerdos, ya que los sistemas convencionales se están convirtiendo altamente demandantes en recursos hídricos. La mayoría de consumo de agua en los sistemas convencionales es en el lavado de corrales, el cual es necesario para darle al cerdo un espacio higiénico, libre de excretas de este. La cama profunda es proveer a los cerdos la habilidad de modificar y seleccionar su propio microambiente por medio del material de la cama. Con la bondad que, al momento de cosecha de los lotes, que todo el material de la cama esta enriquecido con las excretas con un alto contenido de materia orgánica. Por lo que se basa en una técnica que aprovecha productos o subproductos, desechos y materiales disponibles a escala local, así como desechos que surgen de otras actividades. En comparación a los sistemas convencionales, el sistema de cama profunda libera una menor cantidad de purines, los cuales son altamente contaminantes para el medio ambiente.

Palabras clave: Alimentación porcina, cascarilla de arroz, manejo, sanidad, viruta de madera.

Abstract. The search for new production systems is getting bigger every day, in order to find one that is efficient, meets the requirements for good production and is eco-friendly. The importance of pig farming is globally based on animal protein consumption. The five biggest pork meat producers in the world are China, European Union, United States, Brazil, and Canada. which represent 83% of the world's pork meat production. The deep bed system, which started in China, is an adapted system for the pigs' fattening. Traditional systems are demanding a lot of water resources. The highest water use goes to corral washing, which is necessary to have a hygienic, excrement-free space for the pigs. The deep bed allows the pig to select and modify its own micro-environment with the bed's material. By the time of batch harvest, the bed is enriched with excrement and high content of organic material. The system is based on a technique that takes advantage of products, subproducts, waste and material, available at a local scale, and waste that comes from other activities. Compared to conventional systems, the deep bed system releases a lower amount of slurry, which is highly polluting to the environment.

Key words: Handling, rice husk, sanitation, swine feed, wood chips.

ÍNDICE GENERAL

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Índice General	iv
Índice de Cuadros y Figuras.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. IMPORTANCIA DE LA PORCICULTURA.....	3
3. SISTEMA DE CAMA PROFUNDA	4
4. CONCLUSIONES.....	12
5. RECOMENDACIONES.....	13
6. LITERATURA CITADA	14

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro	Página
1. Característica del sistema de producción cama profunda	5
2. Rasgos de comportamiento de los cerdos alojados en cama profunda y piso de concreto (Fuente: Cruz <i>et al.</i> 2010).....	8
3. Características de la canal de los cerdos alojados en cama profunda y en piso de cemento.....	9
4. Distintos tipos de materiales para la cama y las cantidades necesarias por animal y por ciclo	10
5. Composición química y microbiológica de la cama profunda con heno al inicio y al final del experimento	11
6. Variables químicas y microbiológicas del suelo al momento de la siembra.....	11

Figura	Página
1. Ejemplo de la estructura tipo túnel (“Hoop Structures”). Fuente: Alder 2013	6
2. Ejemplo de galpón “Large pen” con divisiones. Fuente: Lino 2020	7

1. INTRODUCCIÓN

El sistema de cama profunda es una alternativa viable en la producción porcina a pequeña o gran escala, que sin duda contribuye al incremento de la producción de carne de cerdo en países en desarrollo como un mínimo impacto ambiental, y se define bajo el concepto de proveer al animal la habilidad de seleccionar y modificar su propio microambiente a través del material de la cama (Cruz *et al.* 2009).

La necesidad de ser más eficiente en los procesos de producción incita un cambio de esquema. La porcicultura es una de las industrias que genera mucho impacto ambiental. La alta demanda de recursos hídricos para la producción de cerdos en su mayoría de los escenarios es para limpieza de establecimiento. La liberación de estas aguas producidas por la limpieza de establecimientos, conocidas como aguas residuales, con desechos sólidos de las excretas de los cerdos, producen contaminación al ecosistema, más si la granja se encuentra cerca de un efluente de agua.

La inclusión del sistema de cama profunda y los desechos sólidos son uno de los factores que se consideran en esta investigación, ya que en el manejo de estos se toma en cuenta la descomposición de estos. El proceso de descomposición denota la efectividad del sistema de cama profunda, ya que los desechos sólidos que se retiran de los corrales son llevados a un proceso de descomposición de la materia para obtener compost, que se puede integrar a uso agrícola o paisajismo. Este sistema es caracterizado por su bajo costo en la producción, ya que genera subproducto como es el compost que puede ser comercializado por el porcicultor generando ingresos para el mismo (Cruz *et al.* 2009).

La aplicación de este sistema anteriormente se ha puesto en práctica en granjas a pequeña escala. Se complementa, según Cruz *et al.* (2010), “este sistema consiste en la producción de cerdos en instalaciones donde el piso de concreto se sustituye por una cama de 50-60 cm de profundidad. Dado a que la eficacia para aplicar este sistema es el uso de materiales deshidratados y subproductos de cosecha, que lo hace un sistema de bajo costo haciendo más eficiente la producción de cerdos, logrando mayor ganancia al porcicultor”.

La producción porcina se desarrolla en un nuevo ambiente de globalización y competencia que hace necesario concebir a la producción agrícola-porcina como una empresa y al productor como un empresario que no solo produce en los momentos positivos de la actividad, sino que debe estar preparado también para sortear las situaciones críticas. Lo que hace que con las pocas ganancias que este genera, no se invierta en infraestructura para mejorar sus instalaciones y hacer un buen tratamiento de residuos (FAO 2012b).

La importancia de adaptar el sistema de cama profunda a producciones pequeñas, medianas, o grandes de granjas porcinas, creará un cambio de percepción de los porcicultores de distintas maneras. Haciendo este cambio de los sistemas tradicionales, que son demandantes en recurso hídrico, por un sistema como es la cama profunda amigable con el ambiente. Este sistema genera un ambiente adecuado para el cerdo, como propósito de un bienestar animal, ya que los cerdos confinados en corrales con piso de cemento se someten a un determinado sufrimiento, por su desarrollo rápido provocando lesiones en pezuñas (León Sandoval y Sigüencia Sánchez 2013).

Para la adaptación de este sistema, se aprovechan subproductos de cosecha deshidratados como la viruta de madera ya que es un subproducto de fácil acceso para el porcicultor. “En la mayoría de las situaciones los problemas de producir un cerdo son instalaciones poco funcionales y mal adaptadas (alto impacto ambiental, caídas de productividad) generando altos costos de producción (FAO 2012a). El engorde en el sistema de camas profundas ofrece ventajas en relación con el piso de cemento, con respecto a enfermedades respiratorias, por producir menos amonio y menos lesiones ulcerativas del estómago, debido a un menor estrés (Mancipe Muñoz y Chaparro Roldan 2008).

El objetivo de esta revisión bibliográfica fue determinar las características del sistema de cama profunda en la producción de cerdos, así como sus ventajas y desventajas.

2. IMPORTANCIA DE LA PORCICULTURA

La importancia de la porcicultura a nivel mundial está basada en el consumo de proteína animal, ya que la carne de cerdo es una de las más consumidas a nivel mundial. Según Roppa (2006) para 2030 está prevista una reducción significativa de 777 a 440 millones de personas que pasan hambre en los países en desarrollo. Por lo que los factores religiosos, las enfermedades de la especie animal, los impedimentos culturales de negociación y los altos costos de producción en los países desarrollados, presentarán desafíos a las industrias justamente para intentar reconquistar estos mercados, sobre todo los desafíos de sentido religioso que poseen implicaciones relacionadas a la industria de carne porcina.

Los cinco mayores productores mundiales de carne porcina son países que tienen grandes ventajas para la producción de cerdos, ya que disponen de muchos factores a su favor como el clima, mano de obra calificada, disposición de tecnología, seguridad alimentaria y precios competitivos de producción. Los países con altos índices de producción son China, Unión Europea, Estados Unidos, Brasil y Canadá, que según FAO (2012a) comprenden un total de producción entre los cinco de un 83% de la producción mundial de carne de cerdo.

3. SISTEMA DE CAMA PROFUNDA

El sistema de cama profunda o “deep bedding” es conocido como un sistema de cría de cerdos interesante con una determinada forma de hacerlo, por medio del uso de materiales absorbentes con el fin de no producir desechos líquidos, los cuales afectan al medio ambiente por su alto contenido de purines, que son todos los residuos que la limpieza diaria de los corrales en sistema de confinamiento convencional genera. Según Chavarro (2011), este sistema de producción brinda algunas alternativas como el hecho de que los animales están en una situación de mayor confort, lo cual conlleva al bienestar del animal. Es un sistema que tiene su origen en China, el cual se puso en práctica en Europa hacia el año 1980. La misma está basada en el proceso de engorde de cerdos, utilizando para ello las llamadas instalaciones de segundo uso como lo son los galpones de aves, bodegas, establos, etc., donde se utilizan camas con material absorbente con el fin de no producir desechos fuera del galpón, tanto sólidos como líquidos. Pueden utilizarse numerosos materiales y subproductos para la confección de camas.

Ventajas

- Bajo costo de inversión en instalaciones.
- Mayor confort de los animales, permitiendo una mejor expresión de su comportamiento.
- Menor consumo de agua.
- Aprovechamiento de la cama para su uso agrícola.
- Disminución de la expresión de vicios (canibalismo y morder paredes).
- Disminución de moscas y olores.
- Disminución de la mortalidad.
- Mejora en la uniformidad del lote.
- Mejor calidad de la carne debido a una mayor actividad de las células musculares.

Desventajas

- Mayor consumo de ración.
- La conversión alimenticia aumenta ligeramente.
- Aumento en la necesidad en la mano de obra para el manejo de la cama especialmente en el momento del retiro total de la cama).
- Grandes necesidades de material para ser utilizados en la cama.
- Mayor necesidad de ventilación.
- Exige un buen nivel sanitario del plantel.
- Mayor costo operacional.

Otro de los conceptos manejados sobre el sistema de “deep bedding” o cama profunda es proveer a los cerdos la habilidad de modificar y seleccionar su propio microambiente por medio del material de la cama. Es un esquema de alojamiento y estilo de manejo que se puede usar en la producción de cerdos. por lo que ofrece varias ventajas en comparación con el sistema convencional. Las ventajas están determinadas por cinco factores básicos (Hill 2000), los que se describen a continuación.

Ventajas de cama profunda

Desempeño animal. Brindándole un buen manejo y diseño, los cerdos demostrarán un desempeño igual o mejor que un sistema convencional.

Bienestar animal. En los cerdos se denota un incremento en la actividad y una disminución en conducta agresiva hacia otros cerdos. La baja incidencia de conductas antisociales indica un bajo nivel de estrés en los animales, así como un alto nivel de bienestar animal.

Problemas ambientales. Es un sistema aceptado por ser de producción sostenible. Por la forma en cómo se maneja excretas y una reducción de los olores en las unidades de producción.

Opciones de mercadeo. Según Mancipe Muñoz y Chaparro Roldan (2008), un sistema de mercadeo especializado (calidad de la carne) puede ser desarrollado para los cerdos provenientes del sistema con cama profunda. Actualmente las tres mayores ventajas que existen para el desarrollo de sistemas de mercadeo especializado: producción sustentable del cerdo, bienestar animal y la calidad de la carne.

Inversión inicial para instalaciones. En la mayoría de los escenarios para el sistema de cama profunda se requiere una significativa inversión inicial en comparación a los sistemas convencionales de piso de concreto.

El sistema de producción de cerdos en cama profunda está basado en la producción de cerdos sobre una cama en proceso de compostaje. Para la aplicación de este sistema se encuentra una serie de aspectos que cumplir según las características de este (Cuadro 1). Tomando en cuenta que el sistema se puede adecuar de acuerdo con la capacidad del productor (Mancipe Muñoz y Chaparro Roldan 2008).

Cuadro 1. Característica del sistema de producción cama profunda.

Características	Descripciones
Tipo de galpón	Del tipo avícola (Broiler) con 1000 cerdos.
Animales que ingresan	Lechones de destete a 25 kg.
Densidad y tamaño de los lotes	1.2-1.4 m ² por cerdo; con 850 cerdos en 1,200 m ² .
Sanidad animal	Sistema todo adentro y todo afuera.
Tipo de cama	Cascarilla de arroz, de trigo, cebada, y aserrín.
Uso de la cama	Reciclar 2-3 veces, producción de compost.
Bebedero y comedero	1 boca comedero seco – húmedo por 12 – 15 cerdos.
Alimentación	Sistema automático o manual.
Ventilación	Cortinas laterales manuales o automáticas.
Mano de obra	Un jornal puede atender 3,000 a 8,000 cerdos.

Fuente: Mancipe Muñoz y Chaparro Roldan (2008).

Diseño de edificios

La bondad del sistema de cama profunda es la fácil adaptación a distintos diseños de edificios. Los galpones angostos funcionan mejor, los más adecuados son de 10 a 14 m de ancho, en especial trabajando solamente con ventilación natural. En cuanto al largo se utilizan desde 25 hasta 256 m, en forma satisfactoria sin considerarse esta dimensión un problema crítico. La densidad recomendada es de un animal por cada 1.2 a 1.4 m². Estos galpones deberán poseer un muro de 0.5 a 0.6 m de altura (para evitar la salida de la cama), una cerca de madera o hierro de 0.6 a 0.8 m (para evitar la salida del animal) y una malla para la protección de pájaros, adicionalmente debe tener una cortina para permitir el control de la ventilación y la entrada de lluvia y sol. El galpón debe ser construido en sentido transversal al viento predominante, para facilitar la ventilación (Mancipe Muñoz y Chaparro Roldan 2008).

Estructura tipo túnel (“Hoop Structures”)

Son comúnmente utilizadas en Estados Unidos, con una estructura tipo túnel, formada por un armazón de tubos de hierro o también galvanizados para mayor durabilidad del material. Con forma de arcos que soportan una cubierta de polipropileno resistente a los rayos ultravioleta, la cual está sujeta a una pared de madera o concreto de 1.2-1.8 metros de altura. Es importante mencionar que esta estructura no tiene medios de calefacción. Las limitaciones son el requerimiento de mano de obra para retirar o adicionar el material a la cama (Hill 2000).



Figura 1. Ejemplo de la estructura tipo túnel (“Hoop Structures”). Fuente: Alder (2014)

Estructura tipo galpón sin divisiones (“Large Pen”)

Es un modelo que combina la ventaja como colector de excretas con los adelantos tecnológicos de los sistemas convencionales. Esto resulta en un medio ambiente controlado a través de una ventilación natural a lo largo de la instalación, que incorpora aspersores y utiliza un sistema de alimentación seco/húmedo para maximizar la producción. Con la característica que el diseño permite alojar 280 a 500 cerdos dependiendo del tamaño del galpón. La densidad animal de este sistema oscila los 1.4 m². La mayoría de estas instalaciones tiene la similitud con galpones de pollos de engorde (Hill 2000). Con este diseño se puede controlar diversos factores que pueden tener efectos en el engorde. De manera que se puede controlar factores ambientales dentro de la estructura dando mejor manejo a la cama profunda.



Figura 2. Ejemplo de galpón “Large pen” con divisiones. Fuente: Lino (2020).

Manejo de cerdos

El manejo de los cerdos en su ciclo de engorde abarca diversas actividades las cuales son cruciales para el éxito de la explotación. El sistema de cama profunda adiciona actividades como la aplicación de material para la cama, llevar control sobre el estado del material de la cama, a fin de estar realizando recambios del mismo material.

Alimentación

El plan de alimentación se adecúa según los requerimientos nutricionales de mantenimiento y producción. Según Rostagno *et al.* (2011), los requerimientos nutricionales de los cerdos dependen de varios factores como raza, genética, sexo, heterosis, etapa de desarrollo del animal, consumo de ración, nivel energético de la ración, disponibilidad de los nutrientes, temperatura ambiente, humedad del aire y estado sanitario del animal entre otros. Por lo que la alimentación debe ser *ad-libitum* desde los 5 días de edad hasta la fecha de sacrificio. En uno de los experimentos en la adaptación del sistema de cama profunda se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para el consumo y la conversión alimenticia; los cerdos alojados en cama profunda manifestaron un menor consumo de alimento al compararlos con los cerdos alojados en piso de concreto (Cruz *et al.* 2010). El incremento de la necesidad de los cerdos estabulados en piso de concreto sólido de producir mayor calor metabólico para el mantenimiento de la temperatura corporal, mientras que los animales de la cama no presentaron este problema por el calor que le brinda el heno de la cama. También es de señalar que los cerdos alojados en cama profunda consumen ciertas cantidades de cama que se incorporan como fuente de fibra a la dieta. En el Cuadro 2 se presentan los resultados de un estudio comparando dos tipos de material utilizado como cama.

Cuadro 2. Rasgos de comportamiento de los cerdos alojados en cama profunda y piso de concreto (Fuente: Cruz *et al.* 2010).

Parámetro	Cama de heno	Cama de bagazo y heno	Piso de concreto sólido	± ES
PI, kg	21.18	21.21	21.20	0.04
Consumo, kg/día	2.53 ^b	2.50 ^b	2.74 ^a	0.06
GMD, g/día	739	740	754	0.60
Alimento/kg ganancia	3.42 ^b	3.38 ^b	3.63 ^a	0.11
PF, kg	99.51	99.60	101.12	0.31

PI = Peso inicial, GMD = Ganancia media diaria, PF = Peso final $P \leq 0.05$. ab Medias sin letra en común en la misma fila difieren a $P \leq 0.05$ entre sí.

En consumo diario de alimento, los cerdos alojados en ambos tratamientos de cama profunda difieren ($P \leq 0.05$) con el sistema convencional de piso de concreto sólido, con una reducción en el consumo de alimento. En cuanto a la conversión alimenticia, los cerdos con sistema convencional tuvieron una conversión más alta, lo que genera una mayor inversión en alimento para este tratamiento, en comparación a los que están alojados en cama profunda que generan una mejor conversión alimenticia.

Sanidad

Según Mancipe Muñoz y Chaparro Roldan (2008), el engorde en el sistema de camas profundas ofrece ventajas en relación con el piso de cemento, con respecto a enfermedades respiratorias, por producir menos amonio y menos lesiones ulcerativas del estómago, debido a un menor estrés.

Por lo que la adecuación de un plan sanitario para la granja es lo más recomendado. Según Brunori (2018), en el caso de la sanidad los gastos son mínimos con relación a la alimentación y mano de obra, lo que hace que el beneficio sea inversamente proporcional. Las estrategias sanitarias para implementar en un establecimiento tienen como base el plan sanitario que se desarrolle, este no debe ser tomado como algo rígido, como una receta, sino que debe adecuarse a cada establecimiento.

Genética

Las líneas genéticas son diversas en la producción de cerdos, las tendencias cada año cambian. Por lo que hoy en día en los mercados se exige calidad y un buen precio. Para poder lograr este equilibrio de calidad y buen precio, los cruces de cerdos con características deseadas por el mercado son cruciales para que un proyecto sea factible, desde el punto de vista que se está cambiando el sistema de producción. Según Beltrán y Jacho (2016), la genética debe facilitar al productor porcino su relación con el mercado mediante una disminución de costos, y esto se consigue partiendo de una selección, utilizando las herramientas de selección y las evaluaciones que correspondan a lo que se busca producir.

Productividad

La productividad del sistema es la parte esencial para la producción de cerdos en un nuevo sistema, ya que este debe ser eficiente para que el porcicultor adopte este sistema. En el Cuadro 3 se muestran los datos de productividad en campo, realizado por Cruz *et al.* (2010); la tecnología de cama profunda es una alternativa que satisface las demandas actuales de los productores porcinos provenientes del sector campesino en Cuba, con resultados productivos en los rasgos de comportamiento de los cerdos similares a los obtenidos con el sistema estabulado clásico y, además, con un menor impacto ambiental que el sistema de crianza tradicional.

Cuadro 3. Características de la canal de los cerdos alojados en cama profunda y en piso de cemento.

Parámetro	Cama de heno		Piso de concreto	
	Media	± ES	Media	± ES
Peso Inicial, kg	21.2	0.04	21.2	0.04
Peso Final, kg	99.5	0.31	101.1	0.4
Grasa dorsal (mm)	23.6	0.3	22.6	0.2
Rendimiento canal (%)	72.5	0.1	71.4	0.1

Fuente: Cruz *et al.* (2010).

Las características de la canal de los cerdos alojados en cama profunda y en piso de concreto, en los que no se encuentran diferencia para la grasa dorsal ni para rendimiento en canal. La producción en cama profunda permitirá a los productores de cerdos utilizar los galpones existentes o construir nuevos menos costosos, bajar los costos de producción y lograr buenos resultados. Esto se logra con menos inversión de dinero y menores gastos de producción en instalaciones que no dañan el medio ambiente. En el futuro, muchos productores utilizarán este sistema, por las ventajas que ofrece (Mancipe Muñoz y Chaparro Roldan 2008).

Materiales para cama profunda

Cada material para la aplicación de este sistema siempre tendrá un mejor resultado con una mayor profundidad. Habrá una mejor respuesta cuando se añade a la cama materia seca y fresca diariamente o semanal. Tomando en cuenta que siempre habrá zonas con mayor humedad y sucias en los corrales (Mancipe Muñoz y Chaparro Roldan 2008).

Factores que considerar al seleccionar material seco para cama profunda:

- Disponibilidad
- Accesibilidad
- Capacidad de retención de humedad
- Grado de deshidratación
- Tamaño de partícula
- Costo del material

Según Faner (2007), la cama es uno de los elementos determinantes en este sistema de engorde de cerdos, pueden utilizarse numerosos materiales y subproductos para la confección de camas. Los

más comúnmente usados son los rollos de paja de trigo, rastrojo de maíz, cáscara de maní, cáscara de arroz, viruta de madera y otros materiales de origen vegetal absorbentes y aislantes.

La cantidad para utilizar en los corrales dependerá del volumen del material y la capacidad de aislante, con un 25% de humedad en todo el corral demostrando el estado óptimo de la cama, grado de compactación, lo que hace a la viruta de pino no tan recomendable. Una cama en un estado de uso óptimo presentará un 25% del área húmeda o de defecación, un 15% de área blanda o de transición y un 60% de área seca (Faner 2007). En el Cuadro 4 se muestran las cantidades de material de cama a utilizar por cerdo, dependiendo del tipo de material.

Cuadro 4. Distintos tipos de materiales para la cama y las cantidades necesarias por animal y por ciclo.

Material usado	kg/cerdo
Rastrojo de maíz	45
Paja de cebada	54
Paja de avena	40
Paja de trigo	50
Viruta de pino	56

Fuente: Faner (2007).

Manejo de desechos

En la explotación de granjas porcinas, unos de los principales aspectos a considerar es la problemática ambiental en los sistemas convencionales de producción, como son el medio natural y el medio socioeconómico. El sistema de cama profunda tiene la característica que los desechos generados son óptimos para realizar compostaje, para enriquecer los suelos de uso agrícola. Según Alder (2014), el tratamiento del estiércol por compostaje se realiza mediante un proceso de descomposición y estabilización biológica de substratos orgánicos, libre de patógenos y semillas, y que puede ser aplicado de forma beneficiosa al suelo. Si aplicamos directamente al suelo el estiércol retirado de los galpones podremos producir contaminación del suelo.

En cuanto a las emisiones de gases en el sistema de cama profunda en la ceba de cerdos, con una temperatura ambiental durante la experiencia de 34.1 ± 2 °C y se registró 55.6 ± 1 °C a 30 cm de profundidad de la cama, con una media de seis días de mediciones, se encontraron niveles de CO₂ de 0.39% y CH₄ de 1.11% (Cruz *et al.* 2009).

Al evaluar la composición química y microbiológica al inicio y al final de un ciclo de engorde, al utilizar heno como material de cama (Cuadro 5), se evidencia un incremento del nitrógeno total y del fósforo al final de este ciclo de crianza, nutrientes esenciales para el uso posterior de esta cama como fertilizante orgánico. Para el análisis microbiológico no hubo presencia de *Salmonella* spp, se evidenció la presencia de microorganismos aerobios mesófilos viables a pesar de las temperaturas que se alcanzaron a 30 cm de profundidad, debido al procedimiento de muestreo utilizado para la evaluación microbiológica de las camas, que incluye muestras de diferentes estratos de esta (Cruz *et al.* 2010).

Cuadro 5. Composición química y microbiológica de la cama profunda con heno al inicio y al final del experimento

Indicadores	Inicio	Final	± ES
Materia Seca, (%)	89.10	67.30	0.02
Cenizas, (%)	14.20	17.10	0.15
N total, (%)	0.24	1.79	0.13
P total, (%)	0.16	0.58	0.08
pH	6.33	7.78	-
Aerobios Mesófilos Viables, (ufc/ml)	2.0×10^4	2.6×10^5	0.56
Coliformes Fecales, NMP/100 ml)	1.0×10^2	9.7×10^2	0.16
<i>Salmonella spp.</i> (ufc/ml)	ausencia	ausencia	-
Hongos y Levaduras, (ufc/ml)	1.2×10^2	2.3×10^3	0.18
Parasitología, huevos/g	0	0	0.03

Fuente Cruz *et al.* (2009)

El aprovechamiento del material de la cama profunda para compostaje es una de las ventajas de este sistema. Según Pegoraro *et al.* (2019), se debe tener en cuenta que estos compost son enmiendas complejas que aportan diversos nutrientes (Cuadro 6).

Cuadro 6. Variables químicas y microbiológicas del suelo al momento de la siembra.

Variable	Unidades	Testigo	Compost
		Promedio ± EE	Promedio ± EE
COS	g/kg	16.36 ± 0.85	16.96 ± 0.85
NOS	g/kg	1.29 ± 0.06	1.35 ± 0.06
C/N		12.69 ± 0.32	12.49 ± 0.32
MOP*	g/kg	5.04 ± 0.97 ^a	6.66 ± 0.97 ^b
CBM *	mg/kg	76.19 ± 19.05 ^a	95.24 ± 19.05 ^b
Nan **	mg/kg	50.52 ± 4.11 ^a	58.57 ± 4.11 ^b
Pe	mg/kg	67.7 ± 18.87 ^a	65 ± 18.87 ^a
pH		5.83 ± 0.18	5.73 ± 0.18
CE **	dS/m	0.08 ± 0.01 ^a	0.12 ± 0.02 ^b

ab: Letras distintas indican diferencia significativa. (*) significativo al 10% (**) significativo al 5%. (Media ± EE, n=3). COS: carbono orgánico del suelo; NOS: nitrógeno orgánico del suelo; C/N: relación carbono: nitrógeno; MOP: material orgánico particulada; CBM: carbono de biomasa microbiana; Nan: N anaerobico; pH: potencial hidrogeno; CE: conductividad eléctrica; N-NO₃ -: nitrógeno de nitratos.

Fuente: Pegoraro *et al.* (2019)

Ahorro de agua

En un estudio realizado por Cruz *et al.* (2009), se encontró que durante un ciclo de engorde se utilizaron 177 m³ de agua para la limpieza diaria de los cerdos y corrales de piso de concreto sólido, esto representa un ahorro de 46.38 litros/animal/día al implementar el sistema de cama profunda en la crianza porcina.

4. CONCLUSIONES

- La innovación en la porcicultura se enfoca en la manera de no generar impactos ambientales negativos que se producen en su mayoría por malas prácticas de manejo.
- El sistema de cama profunda o “Deep bedding”, es una alternativa viable, amigable con el medio ambiente.
- El sistema de cama profunda se puede aplicar acorde a la cantidad de cerdos de engorde o escala en el que trabaja la empresa.

5. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre materias para cama profunda, considerando los factores para aplicar o adaptar este sistema de cama profunda.
- Adaptar corrales en la unidad de cerdos de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, para cerdos de engorde con el sistema de cama profunda, llevando a cabo la cosecha total de lote.
- Realizar análisis microbiológicos en diferentes puntos de la cama, para determinar el tipo de microorganismos presentes en la misma.

6. LITERATURA CITADA

- Alder M. 2014. Guía Práctica para la Producción porcina: instalaciones de cama profunda. Argentina: Ministerio de Agroindustria; [consultado el 1 de oct de 2020]. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_vi_alder_cama_profunda.pdf
- Beltrán Rosas GE, Jacho López MA. 2016. Genética porcina. México: Engormix; [actualizado el 20 de abr. de 2016; consultado el 26 de oct. de 2020]. <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/genetica-porcina-t33257.htm>.
- Brunori J. 2018. La sanidad juntamente con las técnicas de manejo, la calidad genética y la nutrición constituyen los pilares fundamentales de la producción intensiva de cerdos de alta calidad. Argentina: Agritotal; [consultado el 28 de sep de 2020]. <https://www.agritotal.com/nota/un-plan-sanitario-adeecuado/>
- Chavarro G. 2011. Cama profunda en la producción porcina. Argentina: InfoPork; [consultado el 30 de sep de 2020]. <https://infopork.com/2011/10/colombia-cama-profunda-en-la-produccion-porcina/>
- Cruz E, Almaguel RE, Mederos CM, González Araujo C. 2009. Sistema de cama profunda en la producción porcina a pequeña escala. *Revista Científica*. 19(5): 459-499.
- Cruz E, Almaguel RE, Mederos CM, Ly J. 2010. Uso de camas profundas en los sistemas de engorde de cerdos en el sector campesino de Cuba. *Zootecnia Tropical*, 28(2): 183-191.
- Faner CL. 2007. Cama profunda en la producción porcina. Una alternativa a considerar. Argentina: Engormix; [consultado el 10 de nov de 2019]. <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/cama-profunda-en-cerdos-t27228.htm>
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2012a. Buenas Prácticas Pecuarias (BPP) para la producción y comercialización porcina familiar. Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Argentina. [consultado el 30 de oct de 2019]; <http://www.fao.org/3/i2094s/i2094s.pdf>
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2012b. XII Reunión de la comisión de desarrollo ganadero para América Latina y el Caribe [Capítulos Cono Sur y Región Andina]. Asunción (Paraguay): FAO; [consultado el 27 de oct. de 2020]. <http://www.fao.org/3/as387s/as387s.pdf>.
- Hill JD. 2000. Deep bed swine finishing. 5° Seminario Internacional de Suinocultura. 27-28 de septiembre. Expo Center Norte, Sao Paulo, Brasil. 83-88 p.
- León Sandoval PA, Siguencia Sánchez AG. 2013. Comparación de dos sistemas de alojamiento, con y sin charcas, en engorde de cerdos [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras. 18 p.
- Lino L. 2015. Porquerizas ejemplo de comederos. EEUU: Pinterest; [consultado el 6 de oct de 2020]. https://www.pinterest.com/linomarin/_saved/
- Mancipe Muñoz EA, Chaparro Roldan CH. 2008. Descripción y diseño de un modelo para la producción de cerdos de engorde en el sistema de cama profunda (en clima frío) con base en la experiencia de tres granjas porcícolas en el departamento de Cundinamarca [Tesis]. Universidad De La Salle Facultad De Zootecnia, Bogotá-Colombia. 151 p.
- Pegoraro V, Bocolini M, Baigorria T, Lorenzo C, Cazorla C. 2019. Aplicación de compost de cama profunda porcina: calidad de suelo y producción de soja (*Glycine max* L.). Argentina: RIA; [consultado el 6 de oct de 2020]. <http://ria.inta.gob.ar/sites/default/files/trabajosenprensa/pegoraro-castellano-4.pdf>

- Roppa L. 2006. Producción global de carne porcina: enfrentando los desafíos en un mundo en transición [Vº Congreso de Producción Porcina del Mercosur, Río Cuarto]. [sin lugar]; [consultado el 27 de sept de 2020]. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-v-congreso_prod_porcina/07-roppa_45.pdf.
- Rostagno S, Teixeira L, Lopez J, Gomes P, Oliveira R, Ferreira A, Toledo S, Euclides R. 2011. Composición de alimentos y requerimientos nutricionales. En: Rostagno HS, editor. Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos. 3era ed. Universidad Federal de Viçosa. Brasil. pp. 1-259.