

Eliminación de las aguas residuales: Uso de las camas

ANTONIO PICCININI. INSTITUTO DE ZOOECONOMIA. UNIVERSIDAD DE BOLOGNA (ITALIA). (y III).

La estabulación de los cerdos sobre cama de paja forma parte de la tradición agrícola, y ha sido abandonada en períodos relativamente recientes, como consecuencia de la pérdida de valor del estiércol, debido a la consolidación del abonado químico y al desarrollo intensivo de las explotaciones que ha impuesto soluciones de gestión más racionales y económicas. Esto ha ocasionado una sustancial pérdida de relación entre cabezas criadas y territorio, provocando en las áreas de mayor densidad de instalaciones una sensible degradación del medio ambiente.

Además de la presión ambiental, la explotación de tipo intensivo ha supuesto un total deterioro de las condiciones de bienestar de los animales, debido tanto a las infraestructuras utilizadas, con incremento de las enfermedades respiratorias y de las patologías en las patas, como a las condiciones de estrés social, con incremento de la mortalidad y de la esterilidad, fenómenos de competitividad y de canibalismo, etc.

Algunos Estados europeos, entre los que se encuentran Gran Bretaña, Alemania y Suecia, son particularmente sensibles a estos aspectos; por ejemplo, Gran Bretaña ha publicado unos códigos de bienestar («Welfare Codes»), en los que se indican recomendaciones y prescripciones para la estabulación de los animales, y el uso de la cama se ve como uno de los sistemas mejores para la consecución del bienestar.

La misma Comunidad Europea ha aprobado una Directiva (51/630 de noviembre de 1991), en la que se establecen unas normas mínimas para la estabulación de los cerdos.

En Italia, el uso de la cama está suscitando notable interés, por la posibilidad que ofrece de limitar sensiblemente el volumen de las aguas residuales a eliminar, reduciendo la dependencia de la explotación de la disponibilidad de terreno cultivado.

Los tipos de camas que se proponen son esencialmente dos: camas de paja y camas profundas. Las primeras vuelven a tomar el original tipo de estabulación so-



La cama posee propiedades aislantes, por lo que ofrece al animal un ambiente muy confortable.

bre substrato de paja (20-40 cm de espesor) y permiten una separación de las deyecciones sólidas de la fracción líquida que drena en la capa de paja; la cama es periódicamente retirada y eliminada sobre el terreno, pero como estiércol, y como tal no sujeta a vínculos normativos de cantidad. La fracción líquida, de volumen sensiblemente reducido, se destina a la distribución según las modalidades ya descritas en el artículo anterior.

Las camas profundas representan una evolución técnica de las anteriores: tienen origen en los países del sudeste asiático y están compuestas por una capa de unos 80 cm de material lignocelulósico (virutas, serrín, etc.), dentro de la cual se inician unos procesos biológicos de fermentación que degradan el componente orgánico de las heces. Además, los procesos de fermentación que se desarrollan son aeróbicos y de tipo exotérmico (similares a lo que ocurre en los procesos de compostaje) y elevan la temperatura en el interior de la cama hasta los 40-50 °C, favoreciendo la evaporación de la fracción líquida.

Con este tipo de cama no se tiene producción alguna de aguas residuales, sino solamente de residuos turbosos de consis-

tencia palable, en cantidades bastante limitadas destinadas a la distribución sobre suelo cultivado.

Posibilidades ofrecidas por las camas

El valor agronómico de las deyecciones está representado por la aportación al suelo de los principales elementos nutrientes, nitrógeno, fósforo y potasio, y por la acción de reintegración de la fracción orgánica «erosionada» por el metabolismo del suelo en la fase cultural.

En las deyecciones líquidas, el nitrógeno está presente en un 60% en forma amoniacal, parte de la cual se dispersa en la atmósfera por volatilización, y parte se transforma en nitratos por la acción de las bacterias presentes en el suelo. La presencia de nitrógeno en forma iónica (amoniacal y nítrica) aumenta la posibilidad de su dispersión en el medio ambiente (percolación y deslavado), ya que se trata de formas muy solubles y fácilmente transportadas por el agua.

La cuota de nitrógeno presente en forma orgánica se hace, por el contrario,

disponible para los cultivos, por medio de la actividad de las bacterias presentes en el suelo en un periodo de tiempo variable en función de las características de estabilidad del mismo componente orgánico, favoreciendo su absorción cultural.

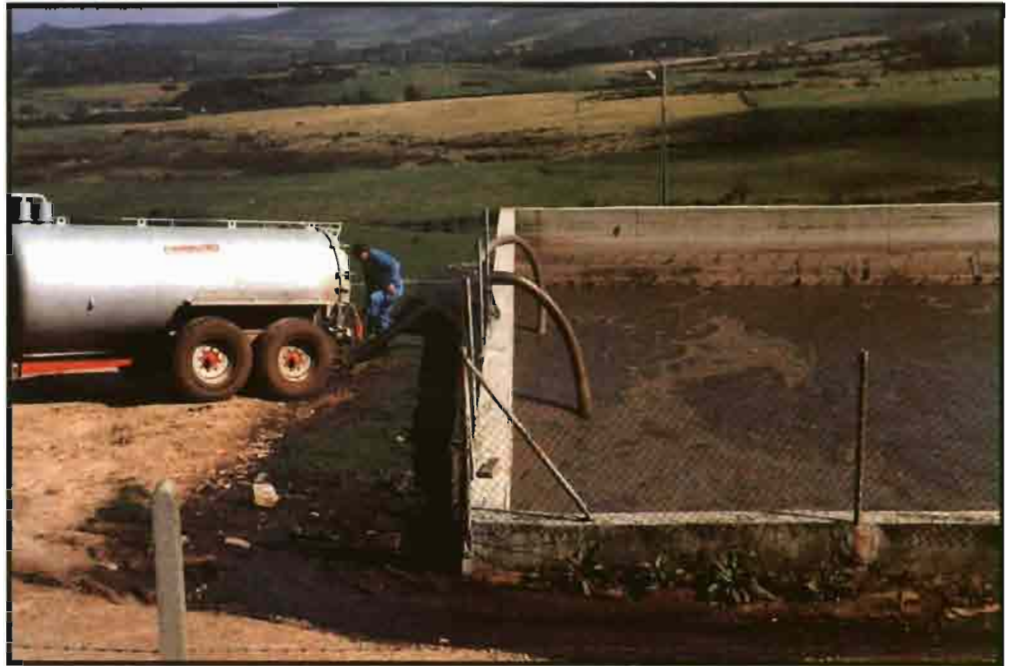
El fósforo y el potasio están presentes en su mayor parte en forma iónica soluble; durante la distribución, solamente una mínima cuota queda en esta forma en la solución que circula por el suelo, mientras que una cuota importante es absorbida por los coloides orgánicos e inorgánicos presentes en el suelo. De esta última fracción, la relativa a los coloides orgánicos es gradualmente puesta en libertad por la acción del metabolismo de las bacterias.

La disipación del fósforo en el medio ambiente tiene lugar, en parte, por emigración con las aguas que circulan por el terreno (lixiviación y percolación) y, en parte, por arrastre de las partículas por fenómenos de erosión.

Según estudios recientes, se puede afirmar que precisamente por la erosión tiene lugar la mayor parte de las pérdidas de fósforo de fuentes difusas, y estos fenómenos se acentúan particularmente donde los suelos están en su mayoría carentes de sustancia orgánica.

La importancia de la reutilización de los purines zootécnicos en la agricultura está determinada, sobre todo, por la aportación de materia orgánica, de la que en muchos casos representan la única fuente.

La materia orgánica, para poder desarrollar sus efectos positivos, debe estar presente en cantidades adecuadas y en las formas apropiadas: la fracción orgánica aportada con las aguas residuales no siempre presenta estas características de idoneidad, en particular por falta o limitación de los tiempos de maduración, a los que debe estar generalmente sometida.



El estiércol es más fácilmente almacenado en la explotación que las deyecciones líquidas.

La integración de las deyecciones con substratos celulósicos, como ocurre en los establos en los que se utiliza la cama, lleva a la obtención de un producto, el estiércol, cuyas características se adaptan bien a una reutilización agronómica.

La cama, constituida esencialmente por materias carbónicas, eleva sensiblemente la relación carbono/nitrógeno de la mezcla de deyecciones producidas: esta mayor disponibilidad de carbono favorece la síntesis de nueva biomasa y, por tanto, una mayor asimilación del nitrógeno amoniacal en forma orgánica y una reducción de la potencialidad de dispersión del amoníaco en el medio ambiente.

El estiércol se almacena más fácilmente en la explotación, respecto a las deyecciones líquidas, y se presta mejor a la acción

de maduración (fermentación de la fracción putrescible), lo que permite la mejora de las características agronómicas a través de la producción de ácidos húmicos y fúlvicos, que constituyen la fracción orgánica más compatible con las exigencias del suelo.

Bajo el perfil higiénico-sanitario, la distribución del estiércol presenta mayores garantías respecto a la producción de olores y a la proliferación de insectos.

Bajo el aspecto normativo, la distribución del estiércol sobre el suelo cultivado se presenta simplificada respecto a la gestión de las aguas residuales. En efecto, reconociendo las calidades agronómicas (al menos como enmendante) y la absoluta necesidad de reintegrar la materia orgánica al suelo, las diversas administraciones, competentes en materia de eliminación de los purines, no ponen vinculaciones ni limitaciones a la utilización del estiércol que no sean las impuestas por las necesidades de los cultivos practicados.

En cuanto al estado de estrés que alcanzan los animales en explotaciones sobrecargadas, se ha reconocido que esto es el origen de una serie de patologías definidas genéricamente como «patologías condicionadas», como: heridas en las patas provocadas por la estabulación sobre pavimentos enrejados; heridas por mordiscos en las orejas y en la cola, que estimulan acciones de canibalismo, etc.

Entre los elementos que se proponen para la consecución de una mejora generalizada del estado de bienestar, está el empleo de la paja para la estabulación, utilizada al menos para las zonas definidas como «de reposo». La presencia de

CUADRO I. CARACTERÍSTICAS DE LAS CAMAS PERMANENTES CONSTRUIDAS CON PAJA EN LOS DIVERSOS SECTORES DE LA EXPLOTACION PORCINA

GESTACION

	Superficie m ² /cabeza	Consumo paja kg/d por cabeza	Estiércol producido (m ³ /año)	Frecuencia evacuación (meses)
Camas permanentes con autoalimentadores	1,5 (1)	1,0-2,0	1,8	3-4
Camas permanentes con plazas indiv. de alimentación		1,2-2,0	2,0-3,5	2,3
Camas en nichos	1,0-1,2 (2)	0,5	0,75 (3)	

ENGORDE (con comedores húmedos monoplaza)

Camas permanentes	0,9-1,1 (4)	0,25-0,50	1,2-1,8	1-4
Camas inclinadas (3-4%) inclinación		0,1-0,2		

(1) Superficie relativa sólo a la cama; superficie total asignada a cada cabeza unos 3,2 m².

(2) Superficie asignada sólo a la cama; la superficie total (zona de alimentación, reposo, etc.) asignada a cada cabeza es de 4,0-4,5 m².

(3) En este caso, además del estiércol se obtiene también un considerable volumen de purines líquidos.

(4) Superficie asignada sólo a la cama; la superficie total asignada a cada cabeza es de 1,3-1,8 m².

Fuente: Navarotto, Bonazzi, 1992.

un sustrato de paja permite al animal el ejercicio de algunos comportamientos instintivos, como, por ejemplo, la acción de hozar, que contribuyen sensiblemente a la reducción del «sentimiento de molestia», frecuente en muchas explotaciones intensivas.

De las pruebas en instalaciones zootécnicas se pone de manifiesto que los animales estabulados sobre cama están sensiblemente más tranquilos, tanto frente al rebaño como frente al hombre, tendiendo a desaparecer los comportamientos anómalos, como precisamente el canibalismo, y se eliminan las patologías en las patas, determinadas por el resbalamiento de los pavimentos sucios con heces y por la presencia de rejillas y pavimentos enrejados, consiguiéndose también un aumento de la cadena productiva (Chiappini, Barbari, 1991).

La presencia de paja permite igualmente a los animales realizar la limpieza del cuerpo al revolcarse y restregarse en el sustrato, por otra parte imposible de conseguir con otros pavimentos.

La cama explica asimismo otras dos importantes acciones.

Desde el punto de vista nutricional y de la regulación térmica, el animal ingiere cotidianamente una cuota de fibra, variable en relación con el tipo de alimentación y el estado fisiológico, que contribuye al logro del sentido de saciedad, particularmente importante, por ejemplo, para reducir el estado de inquietud de las cerdas racionadas en fase de gestación.

La cama tiene óptimas propiedades aislantes, constituyendo un ambiente particularmente confortable para el reposo del animal, sobre todo en las bajas temperaturas. En efecto, en presencia de paja la temperatura inferior crítica se reduce de 3 a 12°C con respecto a los cerdos criados con estabulación de pavimento continuo (Chiappini et al., 1992).

El efecto drenante del sustrato permite el mantenimiento de un ambiente seco, regulado térmicamente por los procesos exotérmicos de fermentación que se desarrollan en su interior por la presencia misma de las heces.

Tipos de camas

Las experimentaciones efectuadas con-



La necesidad diaria de paja varía en base al sistema de alimentación.

sideran la construcción de dos tipos diferentes de camas:

a) Una de tipo tradicional, en la que la paja tiene el fin de recoger las deyecciones sólidas y mejorar las condiciones de bienestar de los animales.

b) Otra de origen asiática, que propone a la cama como reactor para el tratamiento de las deyecciones, así como sustrato para el acondicionamiento del estado de bienestar del animal.

Sobre paja

La introducción de las camas en las explotaciones porcinas requiere una serie de intervenciones accesorias dirigidas a la limitación total del uso del agua, o mejor de sus derroches, ya que la excesiva humedad del sustrato altera sus características funcionales hasta el punto de hacerlo inadecuado para la estabulación de los animales.

Las metodologías seguidas para la constitución de la cama varían en relación con el sector de empleo, el volumen final de estiércol esperado y la disponibilidad local de material de paja y sus costes.

Los tipos más difundidos consideran la construcción de una cama con una capa de 30-35 cm de paja, definida como «cama permanente», ya que se cambia periódicamente cada 3-4 meses, o al término del ciclo productivo.

Durante el periodo de actividad, la cama se integra mediante distribución de paja, con una frecuencia que va de 2 a 3 veces por semana hasta diaria, en algunos casos. Las integraciones se hacen necesarias, puesto que el sustrato en parte es ingerido por los animales y en parte es compactado, después de la mezcla con las heces, por la actividad del pisoteo.

La adición continua de paja garantiza igualmente la constante disponibilidad por los animales de material limpio para el hozado y para su limpieza.

Los sectores en los que se han efectuado mayores experiencias son la gestación y el crecimiento-engorde (Chiappini, Barbari, 1991); la construcción de la cama se limita generalmente sólo a la zona de movimiento (en los casos en los que se desee limitar al máximo los gastos), o a las zonas de movimiento y de reposo, mientras que la zona de alimentación se mantiene sobre pavimento para permitir también un fácil acceso de los animales a los comederos.

La superficie destinada a cada animal individual y, por tanto, las necesidades diarias de paja, varían en relación con el sistema de alimentación adoptado.

En el sector de «gestación», en el que la cama asume una particular importancia por las mayores exigencias de bienestar de los animales, es posible adoptar diferentes tipos de boxes.

Si se dispone de autoalimentadores dirigidos por centros informatizados, se organiza el box en una amplia zona de reposo sobre cama permanente y en una zona de alimentación; para cada zona se destina una superficie de aproximadamente 1,5 m²/cabeza; el consumo de paja se estima en 1-2 kg/cerda al día, incluida la ingerida por el animal, que se integra mediante adiciones que se efectúan como media 2-3 veces por semana. La remoción de la cama en su totalidad se efectúa cada 3-4 meses (Navarotto, Bonazzi, 1992).

Con esta solución, que se considera de sencilla gestión, pero que requiere un sensible consumo de paja, se obtiene una producción de estiércol de unos 1,8 m³/cerda al año, y una ocupación de mano de obra de 1 hora/cerda al año.

Por el contrario, en el caso de adopción de puestos individuales de alimentación, la restante parte del box se puede organizar enteramente en paja, o dividida en zona de reposo con paja y zona de

shotapen L.A.

EL MAS PODEROSO

Shotapen L.A. le ofrece el poder de la eficacia y los buenos resultados en todos los campos:

- Velocidad, potencia y persistencia.

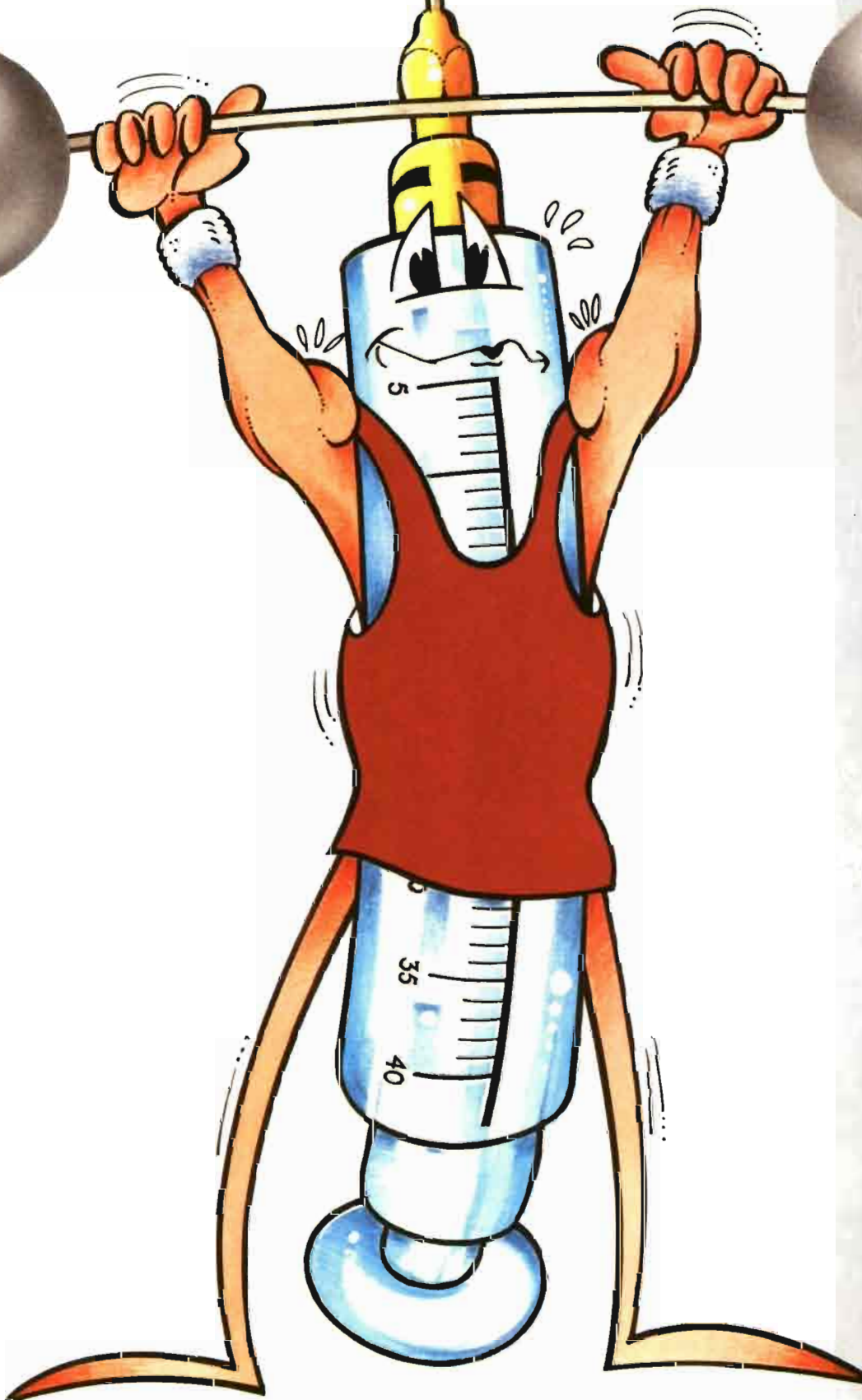
Amplio espectro y larga duración hacen de Shotapen L.A. un producto excepcional para el tratamiento eficaz, seguro y económico de las enfermedades del ganado.



virbac

LABORATORIOS VIRBAC, S.A.

Angel Guimerá, 179-181
Tel. 371 94 10 - Fax 371 91 11
08950 Esplugues de Llobregat (Barcelona)



ejercicio con enrejados. En este último caso, se obtiene un ahorro de paja cuyas necesidades por cerda se reducen a 0,5 kg/día, pero se incrementa la producción de aguas residuales, que sigue siendo de todas formas función de la cantidad de paja totalmente empleada.

Cuando la cama se amplía al área de movimiento del animal, el consumo de paja sube a 1,2-2,0 kg/cerda al día, incrementando los costes y la ocupación de mano de obra para las frecuentes integraciones, que sube a 1-3 horas/cerda por año.

En el sector de engorde, la cama encuentra mejor aplicación cuando la alimentación se realiza con piensos en seco. También en este caso se divide el box en zona de alimentación con pavimento «continuo» y zona de ejercicio y reposo con paja en capa de 30-40 cm. Los consumos de paja se limitan a 0,25-0,50 kg/cabeza por día, pero la distribución de material de integración se realiza igualmente con una frecuencia de 2-3 veces por semana (**cuadro I**).

La remoción de la cama se efectúa cada 2-4 meses, y la producción de estiércol total se eleva a 1,2-1,8 m³/cabeza de 100 kg; las necesidades de superficie por cabeza son aproximadamente 0,9-1,1 m², a los que se añade la superficie relativa a la zona de alimentación (0,4-0,7 m²/cabeza).

Una alternativa interesante es la construcción de boxes con cama inclinada, en los que a una zona muy limitada de alimentación sigue una zona de reposo más amplia con el pavimento inclinado (pendiente del 3-4%); una tercera zona terminal, impedida más a menudo a los animales, sirve para la recogida y eliminación de las deyecciones, que se recogen gracias al pisoteo de los animales y a la pendiente del pavimento.

Con esta solución se puede efectuar una evacuación diaria de las heces (también mecánica), controlando el consumo de la paja (en función del estado final de las deyecciones que se considere más conveniente para la explotación) y limitando su uso a una capa delgada sobre el pavimento inclinado que se mantiene más limpio, evitando a los animales las molestias derivadas de la fermentación de las heces, evidentes sobre todo en el período estival (aumento de la temperatura, incremento de las exhalaciones de amoníaco, etc).



Las camas más usadas llevan una capa de 30-35 cm de paja.

Permanentes y bioacondionadas

La cama permanente, o profunda, presenta una función más respecto a la cama con paja: los procesos de estabilización del componente orgánico de las deyecciones se completan totalmente en el interior de la cama y simultáneamente al desarrollo del ciclo productivo.

La capa intermedia de la cama se comporta como un «reactor biológico» y la remoción del substrato tiene lugar después de largos períodos de actividad (18-24 meses) e interesa sólo a las capas más superficiales sede de los procesos biológicos.

El consumo anual de paja en una cama de tipo tradicional está como media en los 500 kg/m² por año; con la cama bioacondionada las necesidades se reducen a solamente 30-50 kg de viruta o serrín/m² por año (**cuadro II**).

Este tipo de explotación, que en los países de origen alardea de una cierta tradición, es objeto de numerosas investigaciones a nivel europeo: en particular, se están realizando estudios en la Estación Experimental para la Porcicultura de Raalte (Holanda), en el National Center de Coventry (Gran Bretaña) y en el Centro de Investigaciones para las Producciones Animales de la Región italiana de Emilia-Romaña.

La cama profunda desarrolla una doble función;

- Filtrar los orines y drenar la parte líquida de las heces.
- Digerir la fracción orgánica de las deyecciones, que son periódicamente enterradas a una profundidad de 30-40 cm, donde se desarrolla una intensa actividad biológica.

Las características de la actividad biológica se pueden controlar mediante la utilización de específicos activadores enzimáticos, que son periódicamente dosificados sobre la cama.

La actividad biológica, además de la degradación de la fracción orgánica, favorece la evaporación del componente líquido, ya que los procesos metabólicos que se desarrollan en el interior de la cama son de tipo aeróbico y exotérmicos, es decir, desarrollan calor que eleva la temperatura de la capa activa hasta los 40-50 °C.

Por esta característica, el funcionamiento de la cama profunda se puede comparar con la de un reactor para el compostaje de las fracciones orgánicas.

Al final del proceso, la cuota fermentable de la fracción orgánica es completamente mineralizada, y la restante parte es transformada en compuestos metaestables, como ácidos húmicos y fúlvicos; la isotermita del proceso permite además una parcial deshidratación de la biomasa.

El compostaje de la fracción orgánica, para poder desarrollarse correctamente, requiere algunas especificaciones de proceso, como una suficiente disponibilidad de oxígeno (aireación) y un nivel de humedad del substrato comprendido entre 50-65%; el logro de estas características, en el caso de la cama profunda, es ayudado por la elección de los materiales utilizados

CUADRO II. CONSUMO DE MATERIALES PARA LA CAMA PERMANENTE EN kg/m²/año (Cerchiari, 1982)

	Paja	Virutas de madera
Cama permanente clásica	500	-
Cama profunda bioacondionada	50	30-35

PORCINO

para la construcción de la misma cama.

En efecto, los materiales que componen la cama deben prestar diversas funciones:

- Constituyen una fuente de carbono para incrementar la disposición orgánica del nitrógeno presente en las deyecciones.
- Representan el sustrato sobre el cual se desarrolla la flora bacteriana.
- Contribuyen a la reducción del grado de humedad inicial de las deyecciones, hasta lograr valores óptimos para el proceso.
- Desarrollan una acción filtrante para el drenaje de la fracción líquida.
- Deben permitir un adecuado paso del aire para la oxigenación de la biomasa.
- Igualmente, al estar en contacto directo con los animales criados, deben garantizar adecuadas condiciones de bienestar y de higiene, y ser asimilables desde el punto de vista alimentario.

Los materiales utilizados para la construcción de las camas son preferentemente mezclas de serrín, paja, virutas de madera y el desecho de la trilla de los cereales. Estos materiales se usan en proporciones diversas por los diferentes autores, con resultados heterogéneos, y las diversas composiciones constituyen objeto de patente por parte de las firmas que comercializan la tecnología.

Para la elección de los materiales hay que tener en cuenta algunas consideraciones: la capa más superficial, al estar en contacto directo con los animales, no debe estar constituida por materiales polvorientos o que pueden fácilmente disgregarse produciendo polvos, para evitar síndromes respiratorios y dermatitis a los cerdos; asimismo, la acción de hozar lleva a la ingestión de cantidades de sustrato que debe, por tanto, poseer idóneas características higiénico-sanitarias, además de alimentarias (exentas de residuos de madera elaborada con colas o ligantes, etc.).

La capa que está inmediatamente debajo, en la que se desarrolla la mayor parte de los procesos biológicos, debe poseer una adecuada granulometría que permita el paso del aire; asimismo, para evitar un rápido deterioro y, por tanto, un incremento de los costes por la sustitución, debe estar constituida por materiales de baja biodegradabilidad.

La capa más profunda, desde los 30 cm a los 80 cm, representa el lugar de los procesos biológicos anaeróbicos más lentos, y tiene una función de almacenaje para los líquidos drenados que, por capilaridad, son posteriormente transferidos a las capas superiores, cuando el nivel de humedad disminuye por efecto de la evaporación superficial; en este caso, la elección del material debe inclinarse hacia los

que presenten una menor afinidad por el agua, para permitir estos continuos cambios verticales.

Esta complejidad estructural requiere una particular atención en la disposición de los materiales y para la puesta en marcha de los procesos biológicos. La mezcla de materiales lignocelulósicos se pone en capas sucesivas, ninguna de ellas tratada con aguas residuales y, generalmente, adicionada con un activador biológico para acelerar y controlar el desarrollo microbiano.

La fase de puesta en marcha se considera concluida cuando en el interior de la cama se desarrolla una temperatura próxima a los 40-50 °C, índice del correcto metabolismo bacteriano.

En la fase productiva, los animales se comportan como en presencia de una cama normal; los orines son drenados y las heces son depuestas preferentemente en un área limitada (zona de defecación); estas últimas son periódicamente puestas en contacto con la capa biológicamente más activa (a la profundidad de 10-30 cm), mediante enterramiento (la operación se hace como media una vez a la semana) en puntos diversos de la cama, en el interior del mismo box.

**Los animales
que
permanecen
estabulados
sobre camas se
encuentran
sensiblemente
más tranquilos**

El oxígeno necesario para el metabolismo microbiano se suministra mediante un ligero tratamiento de toda la capa superficial en su totalidad; la continua acción de dar la vuelta a las capas superficiales, debida a la actividad de hozar de los animales, favorece también la aireación de las capas intermedias de la cama.

La exotermia de los procesos biológicos desempeña un papel esencial para el correcto funcionamiento de las camas, favoreciendo la evaporación de una parte de los

líquidos; esta acción permite el control del contenido de humedad en valores óptimos para los procesos biológicos, contribuye a la reducción del volumen total de las heces y, sobre todo, favorece el mantenimiento de condiciones térmicas ideales en la capa superficial en contacto directo con los animales (**cuadro III**).

Otra importante función desarrollada por las primeras capas de la cama se refiere al metabolismo del nitrógeno. En las deyecciones el nitrógeno está presente en un 60% en forma amoniacal, y el amoníaco constituye uno de los elementos que determinan patologías o molestias respiratorias en los animales. La elevada relación

!! PRODUCTORES DE PORCINO !!

Si en los destetes de sus lechones está soportando problemas como, **FALTA DE APETENCIA, CRECIMIENTOS DEFECTUOSOS Y MORTALIDAD ELEVADA**, está perdiendo 6.000 pts. por cada **BAJA.....ADEMÁS !!!**

COMO PODRÁ COMPETIR CON UNA PRODUCCIÓN EUROPEA DE 180 MILLONES DE CERDOS ANUALES ?

LE AYUDAREMOS A SER MÁS COMPETITIVO INICIANDO SUS LECHONES CON LOS MÁS AVANZADOS PRODUCTOS PARA DESTETES ACELERADOS

LACTO ALIMENTO PAPILLA
RALTEC
SISTEMAS AVANZADOS DE NUTRICIÓN INTELIGENTE

Pídanos información y folletos del PLAN RALTEC.
Aceptamos Distribuidores en algunas Zonas



AP.TDO. 141-08500 VIC (BARCELONA)
FAX.(93) 8891737



C/N presente en la cama favorece la disposición orgánica de buena parte de la fracción amoniacal del nitrógeno, y esto está comprobado por el incremento de la concentración del nitrógeno que se verifica a estos niveles; la cuota de amoníaco que no entra en los ciclos metabólicos es retenida por la acción filtrante de las capas más superficiales de la cama.

A este propósito, es interesante observar que, en las experiencias en curso, la presencia de amoníaco gaseoso en los establos es mucho más baja en los boxes dotados de cama que en los de tipo tradicional con pavimento enrejado (Navarotto et al., 1992).

Dimensionado de las camas «profundas»

La cama profunda está vinculada a específicas relaciones de carga entre materiales a tratar y superficies activas. El substrato desarrolla, en efecto, una específico potencial de trabajo expresable como volumen de líquidos a evaporar y cantidad de materias a degradar.

En una serie de pruebas realizadas directamente en la explotación se ha constatado que los factores que limitan la funcionalidad de la cama son: la excesiva acumulación de humedad y la carga de nutrientes a asimilar. La carga animal específica por unidad de superficie se determina, por tanto, en relación al volumen de agua que se puede evacuar (evaporar) y a la cantidad de ración alimenticia seca convencional (al 16% de proteína) que determina la máxima puesta en libertad de nutrientes asimilables por la cama.

Estos valores se han identificado en 12 l de agua y en 4 kg de alimento seco por metro cuadrado de cama.

Utilizando estos dos parámetros es posible determinar una carga animal por unidad de superficie, en el estado de crecimiento del mismo animal.

A título explicativo, en el **cuadro IV** se muestran algunas cargas aplicables por unidad de superficie, en función del peso de los cerdos estabulados.



El alimento influye en la funcionalidad de la cama.

El correcto funcionamiento de la cama está asociado a la presencia de específicas condiciones, entre las que la ventilación es una de las principales. De una correcta circulación de aire depende, en efecto, una suficiente disponibilidad de oxígeno para los procesos biológicos, una menor dispersión del efecto térmico producido por el metabolismo bacteriano y una eficiente evaporación de los líquidos.

El cambio de aire debe ser capaz de llevar al exterior una cantidad de vapor igual a 7-8 l de agua al día por m². Sin embargo, la ventilación no debe determinar corrientes o excesivo movimiento del polvo, que podría provocar la aparición de molestias en el aparato respiratorio de los animales.

Generalmente se ha comprobado que la ventilación natural, obtenida mediante la construcción de amplias ventanas regulables, proporciona las mejores prestaciones de cambio compatibles con las condiciones de bienestar de los animales.

La evaporación de los líquidos se regula también mediante una particular construcción de la cubierta de los boxes, dota-

da de un eficiente efecto «chimenea» y de medios anticondensación que eviten su formación y la caída sobre la misma cama (Cerchiari, 1992).

Otro parámetro fundamental para el control y la eficiencia de la funcionalidad de la cama es el contenido de humedad del substrato; el agua distribuida sobre la cama tiene esencialmente dos orígenes: orines y agua dispersada con los abrevaderos.

La reducción de la dispersión del agua representa un objetivo fundamental en el proyecto de establos con cama, tanto para incrementar el volumen de deyecciones tratables, como para mantener los procesos biológicos, muy sensibles a la excesiva humedad.

En este tipo de establos, los animales tienen naturalmente un menor estímulo a la dispersión del agua durante el periodo estival, ya que el efecto de la evaporación hace agradable la permanencia sobre la cama; puede, por el contrario, darse el caso de que, en presencia de elevadas temperaturas exteriores, sea necesario humedecer el substrato para evitar una excesiva sequedad de las capas biológicamente activas.

Las operaciones de gestión de la cama consisten en el control del espesor, que tiende a reducirse por la acción de compactación producida por el pisoteco de los animales y por la ingestión de substrato, y en el enterramiento de las deyecciones. Esta última operación se realiza con frecuencia semanal y prevé la construcción de un pequeño hoyo, de unos 30 cm de profundidad, para el enterramiento de las deyecciones en la zona de reposo o de ejercicio del box, de modo que ponga las heces en contacto con la porción más activa de la cama y facilite el ataque bacteriano.

Al recubrir el hoyo se produce una acción de movimiento de la superficie, que facilita la aireación de las capas que estén inmediatamente debajo; la adición periódica de producto bioestimulante para acelerar la actividad biológica ha producido, en diversas pruebas, resultados heterogéneos, mejorando en algunos casos la funcionalidad de la cama (reducción de las exhalaciones gaseosas, baja volatilización del amoníaco, etc.) y no determinando en otras ninguna sustancial diferencia con respecto a camas no adicionadas.

Las operaciones de gestión de la cama se realizan actualmente a mano en la mayoría de los casos, y esto preferentemente porque las dimensiones de los boxes individuales no permiten la utilización de máquinas operadoras.

Sin embargo, a la vista de las potencialidades de mercado puestas de manifiesto

CUADRO III. TEMPERATURAS MINIMAS ACONSEJADAS (°C) EN LOS REFUGIOS PARA CERDOS, PARA DIFERENTES TIPOS DE PAVIMENTO (Chiappini et al., 1992)

Tipo de pavimento	Tipo de cría				
	Gestación	Parto	Destete entrada	Destete salida	Engorde
Cama	13	16	20	15	15
Enrejado	17	19	24	19	19
Enrejado integral	20	22	28	22	22

EUROFAN[®]



**Toda una gama para satisfacer sus
necesidades.**

VENTILACIÓN - CALEFACCIÓN.

REFRIGERACIÓN - GESTIÓN.

ETC...

JPN, S.L. Empresa encargada de la instalación ambiental del
multiplicador en tres fases de Porcino de Soria

EUROFAN[®]

Polígono Industrial Malpica, C/F Oeste
Urbanización Gregorio Quejido, Naves 55-56
50018 ZARAGOZA

Tel.: (976) 57 30 52 Fax: (976) 57 21 01

por este tipo de explotación, diversos ganaderos están evaluando la posibilidad de modificar o transformar pequeñas máquinas operadoras que permitan el acceso a los boxes y la mecanización de las operaciones de gestión.

Experimentación con camas

Las experimentaciones llevadas a cabo sobre camas con espesor de 40-50 cm no han conseguido resultados apreciables, confirmando el papel esencial de «almacenaje» desarrollado por las capas más profundas: en éstas se evidencia, en efecto, un progresivo estancamiento de líquidos que incide sobre la actividad de los microorganismos, reduciendo la temperatura de la biomasa y ralentizando los procesos de evaporación; al descenso de la temperatura le sigue un progresivo «encharcamiento» de la cama, lo que obliga al cambio de los animales a otros boxes.

También ha sido objeto de investigación la elección de los materiales que componen la cama: escasamente idóneos han resultado los demasiado finos y polvorosos, mientras que la viruta de madera, el serrín y los residuos de la trilla de los cereales en general (convenientemente triturados) han demostrado ser válidos. Hay que evitar de todos modos los materiales procedentes de elaboraciones industriales de la madera, ya que muchas veces están contaminados con colas o ligantes u otras sustancias tóxicas.

La granulometría de los materiales no debe ser demasiado gruesa, por la excesiva tendencia a la compactación con el tiempo y la posterior exigencia de continuos rellenos.

El uso de la paja se limita a la construcción de las capas más profundas, mientras que el serrín se presta para la construcción de las capas más superficiales; el empleo de serrín fresco sobre camas excesivamente humedecidas o sobrecargadas de aguas residuales se ha revelado útil para la recuperación de la plena funcionalidad biológica.

A la vista de la influencia de la composición de las aguas residuales, tanto sobre la funcionalidad de las camas como sobre la posibilidad de posterior evacuación sobre el terreno, diversos investigadores se han interesado por el sistema de alimentación, las dietas y, en particular, todas aquellas soluciones que llevan a una fuerte producción o consumo de líquidos.

Entre los resultados conseguidos se ha puesto de manifiesto, por ejemplo, que no es posible mantener los sistemas existentes de abrevaderos, si estos permiten un fuer-



La cama profunda desarrolla una doble función.

te derroche de agua; igualmente se encuentran dificultades con el uso de dietas líquidas.

Se han obtenido resultados interesantes, en general, con sistemas de alimentación en seco con pulverizados y a voluntad, con pilas monoplaza del tipo «come-bebe»; en estas condiciones, en algunos casos, se han conseguido unos incrementos productivos medios superiores a los obtenidos en explotaciones tradicionales (**cuadro V**) y, por tanto, la consecución del peso terminal en un tiempo inferior.

En cuanto a esta última particularidad, hay que comprobar si la disponibilidad de un animal más joven, a igualdad de peso, puede influir negativamente en el producto sacrificado, al menos según las exigencias del mercado nacional.

Ya en estas primeras observaciones se pone de manifiesto que la introducción de la cama bioacondicionada en la explotación porcina típica puede inducir unas variables en las metodologías de cría tradicional; una de estas es, sin duda, la for-

mulación de la ración alimenticia. La orientación hacia sistemas de alimentación «a voluntad», la disponibilidad de superficies para el hozado y la misma ingestión cotidiana de cantidades de cama y, por tanto, de fibra (unos 0,2 kg/día por cabeza), llevan a variar el índice de conversión de las dietas normalmente usadas.

Con la ingestión de la viruta, el animal ingiere también residuos de heces y cuanto se contiene en éstas (fármacos, metales pesados y otros microelementos presentes en los integradores), y estas alteraciones inducidas por el comportamiento animal deben ser equilibradas mediante una adecuación de los componentes de la dieta.

La ración alimenticia y los eventuales tratamientos sanitarios efectuados sobre los animales determinan también influencias sobre la funcionalidad de las camas.

La presencia de residuos antibióticos en las deyecciones puede, en efecto, influir en el metabolismo de los microorganismos de la capa más activa y superficial, aunque en las pruebas realizadas hasta ahora esto no se ha comprobado, dejando presuponer la instauración de una cierta tolerancia selectiva.

En cuanto al empleo de antibióticos, hay que evaluar la posibilidad de recirculación de estos elementos, a través de la ingestión de substrato por parte de los cerdos durante la acción del hozado, y, por tanto, de contaminación de las carnes en períodos posteriores al suministro original (Bonazzi, Navarotto, 1993).

Además de estas sustancias, también los metales pesados presentes en los integradores alimentarios son objeto de estudio, ya que la posibilidad de utilizar la cama durante largos períodos, que son de varios años para las capas más profundas, puede determinar su fuerte concentración, en perjuicio de la evacuación final de la biomasa con fines agronómicos, que se considera la utilización más racional, teniendo también en cuenta la potencial calidad del producto extraíble al final del ciclo.

El control de todos estos elementos puede ser eficazmente realizado, interviniendo solamente a nivel de la dieta alimenticia.

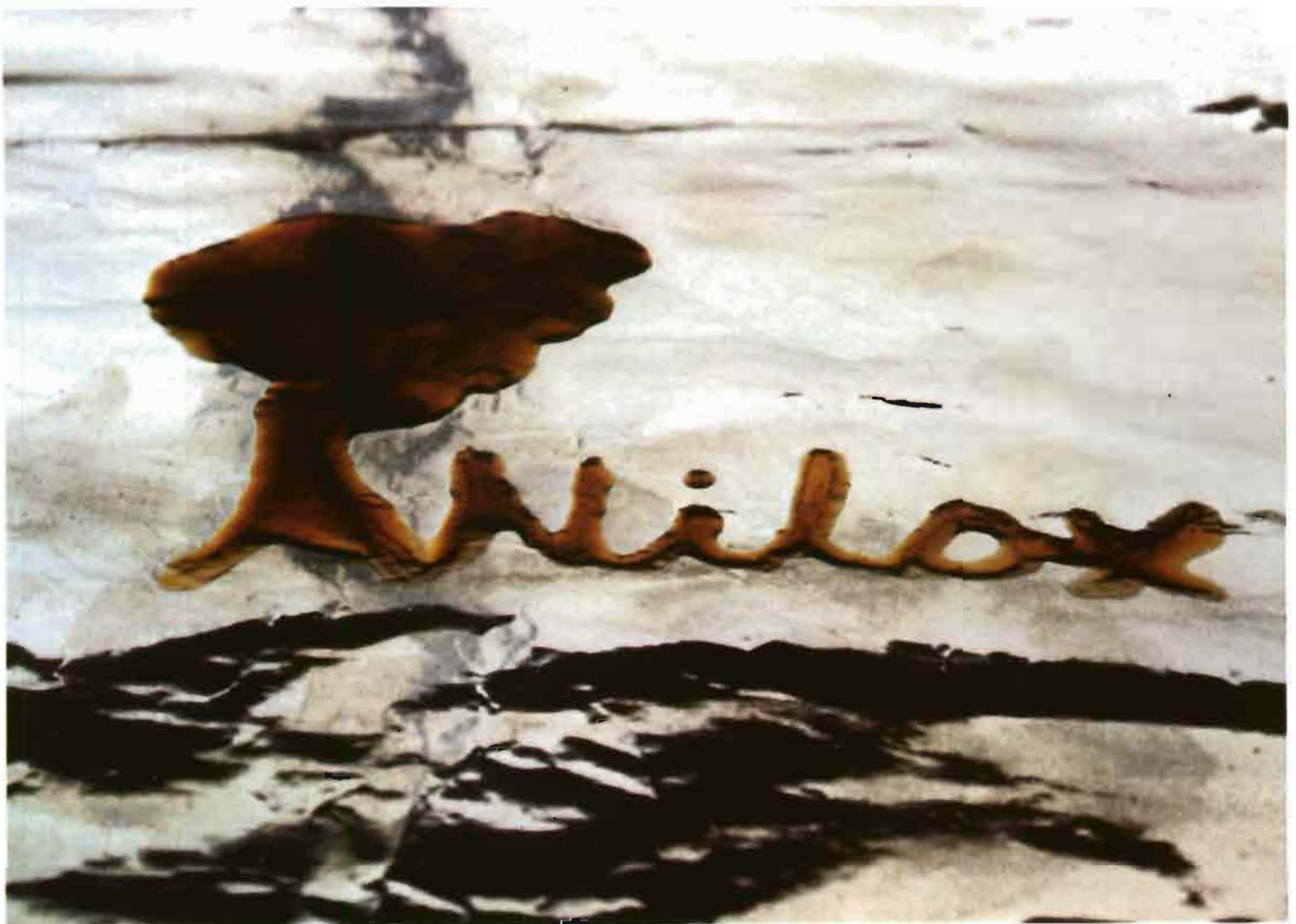
Sobre las características cualitativas de las camas agotadas existen en este momento pocos datos, y relativos sólo al agotamiento de las capas superficiales después de un año de funcionamiento como máximo.

En cuanto al estado de bienestar, en las experimentaciones realizadas con este tipo de cama se confirma cuanto ya se ha evidenciado.

Se reducen considerablemente las patologías respiratorias y los incidentes que

CUADRO IV. CARGA MAXIMA EN kg/m² EN RELACION CON EL PESO MEDIO DE LOS CERDOS (Cerchiari, 1992)

Peso medio de los cerdos (kg)	Peso vivo criado/m ² (kg)
7-25	60
25-50	75
50-100	85
>100	100



ANILOX®

ANTIOXIDANTE DE ALTA EFICACIA
HIGH EFFICIENCY ANTIOXIDANT



NATURE S/A

**AROMATIZANTES . SABORIZANTES . EDULCORANTES . COLORANTES ARTIFICIALES .
ACIDIFICANTES . FUNGICIDAS . ANTIOXIDANTES . FERMENTOS LACTEOS**

**FLAVORS . PALATABILITY AGENTS . SWEETENERS . ARTIFICIAL COLOURING AGENTS .
ACIDIFIERS . MOULD INHIBITORS . ANTIOXIDANTS . LACTOBACILLI**

POLIG. Ind. <<CAN COLL>> - C/ Industria, s/n. - Tel. (93) 843 91 28 - Fax (34 3) 843 60 32 - 08185 LLIÇÀ DE VALL (Barcelona) SPAIN

afectan a las patas, los fenómenos de agresividad y las mutilaciones en el rabo y en las orejas.

La correcta ventilación requerida para el funcionamiento de las camas evita la presencia de corrientes de aire y la concentración de amoníaco u otras exhalaciones derivadas de la fermentación de las heces, contribuyendo a la reducción de las atologías respiratorias.

Se manifiestan algunas perplejidades sobre la posibilidad de transmisión de infecciones o de parásitos a través de la rotación de mas ciclos sobre la misma cama; también en lo referente a este aspecto, se puede verificar que la temperatura alcanzada por la capa activa (hasta más de 50 °C en las partes más bajas de la cama) y los tiempos de exposición de los organismos a las mismas, unidos a los fenómenos de competitividad que se establecen en cada «sistema» biológico entre los mismos microorganismos, garantizan una suficiente higienización de la cama.

Los análisis realizados sobre camas extraídas al termino de algunos ciclos productivos no han evidenciado hasta ahora la presencia de parásitos (Navarotto et al., 1992).

Otros resultados surgidos de las experimentaciones, pero que merecen ulteriores confirmaciones, se refieren al incremento de productividad en explotaciones dotadas de camas y a la reducción de algunos costes productivos.

Los animales criados sobre cama parece que son capaces de alcanzar la madurez en un tiempo mas breve, a igualdad de ración alimenticia, permitiendo una reduc-

ción de los consumos por kilo de carne producida al año.

La menor incidencia de las patologías reduce los costes de producción (adquisición de fármacos, reducción del índice de mortalidad) e incrementa la duración de la reproductividad de las cerdas. La adopción de la tecnología en su totalidad reduce también sensiblemente el consumo de agua y de materiales para la limpieza y la desinfección de los establos al final del ciclo.

Además de estas ventajas, la adopción de la cama profunda permite conseguir también un interesante ahorro energético, eliminando la necesidad de calentar los establos en invierno y de refrigeración durante el verano.

La termorregulación de los boxes se facilita, en efecto, por la actividad biológica de la cama, gracias a la exotermia de los procesos microbianos y a la evaporación del agua de la superficie; de las pruebas realizadas se evidencia que las temperaturas mínimas alcanzadas por la capa superficial no descienden nunca por debajo de los 16-18 °C cuando la cama se mantiene perfectamente funcionando, con medias invernales próximas a los 20 °C.

Durante el verano, la termorregulación de la cama puede ser corregida, en caso

Los animales criados sobre cama parecen ser capaces de alcanzar la madurez con mayor prontitud

de excesiva elevación, mediante el baño de la capa superficial, mientras que la ventilación obtenida por el mantenimiento de los procesos biológicos y la evaporación son suficientes para garantizar un adecuado estado de bienestar térmico de los animales.

Desarrollo de las camas

De las experiencias realizadas hasta ahora, es posible evidenciar una cierta casuística de

aplicabilidad de la tecnología a las estructuras existentes, sin tener que recurrir a la construcción de nuevas. El interés ligado a ella resulta mayor cuanto más posible sea adaptar la cama a las estructuras existentes, teniendo también en cuenta la dificultad de obtener nuevas autorizaciones para la construcción de instalaciones porcinas.

La disponibilidad de infraestructuras ya destinadas a otros tipos de explotación, dotadas generalmente de pavimentos continuos, sin divisores o con verjas móviles, suficiente altura del cielo raso y amplias ventanas, facilita la inserción de las camas, construibles en boxes de amplias dimensiones que permiten racionalizar también las operaciones de tratamiento periódico de las camas mismas con medios mecánicos.

La potencialidad de la ventilación se dimensiona según las nuevas exigencias y se construyen amplias ventanas regulables y con aperturas sobre el techo, que permiten un buen efecto chimenea, y dotadas de sistemas anticondensación. Para la construcción o arreglo de los techos se prestan muy bien los paneles prefabricados de madera, por sus cualidades aisladoras, la sencillez de elaboración y la economía de instalación.

La reestructuración de explotaciones porcinas es ciertamente el caso de intervención más frecuente, pero también el más complejo, dada la variabilidad de las estructuras existentes y de las modalidades de llevar la gestión.

En estos casos, el paso a las camas se debe evaluar individualmente, considerando el coste de las intervenciones requeridas y comparándolo con la instalación en su conjunto; en efecto, con frecuencia se dispone de estructuras de mampostería, con boxes de pequeñas

CUADRO V. RENDIMIENTO PRODUCTIVO OBTENIDO EN DIVERSOS SECTORES DE CRIA CON ALIMENTACION HUMEDA EN COMEDORES MONOPLAZA, EN LOS QUE SE HAN CONSTRUIDO CAMAS BIOACONDICIONADAS (Cerchiarí, 1992)

Lechones de destete (datos obtenidos sobre 950 cabezas)

Edad al inicio de la prueba (días)	26
Edad al final de la prueba (días)	74
Peso al inicio de la prueba (kg)	6,93
Peso al final de la prueba (kg)	32,80
Duración de la prueba (días)	48
Incremento medio/día (g)	539
Índice de conversión	1,58
Mortalidad (%)	0,8

Lechones sin cebar (datos obtenidos sobre 730 cabezas)

Peso al inicio de la prueba (kg)	28,45
Peso al final de la prueba (kg)	60,37
Incremento medio/día (g)	786
Índice de conversión	2,18
Mortalidad (%)	0,18

Lechones en engorde (datos obtenidos sobre 256 cabezas)

Peso al inicio de la prueba (kg)	53,5
Peso al final de la prueba (kg)	159,8
Incremento medio/día (g)	780
Índice de conversión	3,18
Rendimiento/sacrificio (%)	82,6
Mortalidad (%)	0,57

dimensiones y con divisores fijos, y con sistemas de alimentación definidos, condiciones éstas que pueden limitar la posibilidad de construir camas profundas eficientes.

La existencia de pavimentos enrejados internos con fosas situadas debajo (por tanto, la posibilidad de recuperar volumetría), de boxes de mayores dimensiones y de sistemas de alimentación en seco, facilitan ciertamente la posibilidad de inserción de camas profundas. Generalmente es más sencillo intervenir en instalaciones de pequeñas y medianas dimensiones, y parece interesante la posibilidad de trabajar sobre compartimientos individuales en el interior de estructuras de dimensiones mayores (por ejemplo, sectores de engorde o destete en instalaciones de varios miles de cabezas).

Para las explotaciones en las que faltan las condiciones para montar las camas profundas existe la posibilidad de limitar la producción de aguas residuales mediante la utilización de tecnologías derivadas de las camas profundas. En este caso, la superficie requerida para la cama se construye exteriormente a la explotación, dentro de una fosa protegida por un cobertizo y sobre la cual discurre una máquina distribuyendo las aguas residuales y moviendo la superficie.

El purín producido es evacuado de los establos con sistemas tradicionales, buscando limitar obviamente el consumo de agua, y en el «reactor exterior» se realizan aquellos procesos de fermentación y evaporación que se desarrollan en las camas en el interior de los establos; en este caso, la instalación puede ser más eficazmente controlada desde el punto de vista de la funcionalidad, interviniendo sobre la aireación de la biomasa con máquinas auxiliares, y sobre el grado de humedad añadiendo material lignocelulósico o dosificando, si es el caso, la afluencia de las aguas residuales en función de las estacio-



Una correcta utilización de las camas precisa además de una buena ventilación natural y forzada.

nes y de la funcionalidad de la instalación misma.

El producto que se obtiene con el agotamiento de estas «camas exteriores» es del todo análogo al residuo de las camas interiores: aspecto turboso, ausencia de olores molestos, etc.

En el caso de proyectar nuevas instalaciones, la construcción de las estructuras requeridas para el funcionamiento de las camas resulta considerablemente simplificada.

La cama está contenida en el interior de estanques de cemento parcialmente enterrados, para evitar una excesiva elevación de las estructuras. Las paredes de los establos pueden ser construidas con materiales ligeros y no necesitan particulares aislamientos.

Las ventanas se construyen muy amplias y regulables, análogas en dimensiones y funcionalidad a lo normalmente utilizado en los establos para bovinos de engorde.

La altura del establo debe tener en cuenta la posibilidad de llevar la gestión de la cama con pequeñas máquinas operadoras, dotadas de brazo y pala; hay que evitar, por tanto, el uso de tirantes y atravesar los establos con conductos aéreos para el agua o para la distribución del pienso.

La cobertura del establo representa uno de los elementos constructivos más importantes, porque es de la construcción de un buen «sistema chimenea» de lo que depende parte de la eficiencia del sistema de ventilación.

Los boxes deben tener una capacidad mínima de contenido de 20-25 cabezas, pero preferiblemente deben ser dimensionados para albergar un número mayor de animales, múltiplo de 20, para poder adoptar comederos monoplaza dotados de bebederos.

Las divisiones de los boxes y de los pasillos internos deben ser preferentemente de tipo móvil y construidas con materiales ligeros, como verjas de acero inoxidable o hierro galvanizado en caliente. En la subdivisión de los boxes es necesario tener en cuenta el espacio para aislar a los animales durante el tratamiento periódico de la cama, representado por un box adjunto o, en el caso de establos de amplias dimensiones, por una sección del mismo box dotada de divisores móviles.

Para la construcción de establos con cama, parecen de particular interés las estructuras de madera en paneles prefabricados, de fácil instalación y con bajos costes de inversión respecto a los tradicionales establos de fábrica. ■

CUADROVI. CARACTERÍSTICAS DE LA CAMA BIEN ACONDICIONADA DESPUES DE 12 MESES DE USO. LOS ANALISIS SE REFIEREN A MUESTRAS MEDIAS PREPONDERANTES DENTRO DE LA CAPA SUPERFICIAL (primeros 30 cm) Y EN LA CAPA MAS PROFUNDA (últimos 15 cm) (Cerchiari, 1992)

Parámetros analíticos	Capa superficial	Capa profunda
Humedad (%)	55,65	68,25
Nitrógeno total (%)	0,8	0,18
Nitrógeno orgánico (%)	0,74	0,16
Nitrógeno amoniacal (%)	0,03	0,03
Nitrógeno nítrico (mg/l)	ausente	ausente
Nitrógeno nítrico (mg/l)	192,00	20,00
Materias orgánicas totales (%)	38,00	26,00
Cobre (mg/l)	202,00	5,60
Zinc (mg/l)	436,00	38,10
Hierro (mg/l)	310,00	7,00