

Uso de cama acumulada de compost en vacas de leche (1ª parte)

Introducción

Desde hace unos 10-15 años se ha incrementado el interés y la atención sobre el uso de cama compostada como un sistema alternativo para la zona de reposo en las granjas de vacuno de leche. La primera nave con cama compostada se construyó en Minnesota (EE.UU) en 2001 por un ganadero cuyo objetivo era mejorar el confort de su ganado, la salud y la longevidad del mismo y con el que fuera sencillo realizar las tareas diarias de cualquier granja lechera. Posteriormente este sistema ha sido implantado en algunas granjas de Israel, y desde 2007 existe un grupo de trabajo en Holanda (formado por ganaderos, industria y Administración) que pretende encontrar en este sistema una nueva forma de alojar a sus animales intentando adaptarlo a las condiciones holandesas y tratando de resolver los inconvenientes que puede presentar para alguno de los tres sectores que forman este grupo.

Lo que es un hecho es que la normativa y la propia demanda del consumidor pone cada vez más en entredicho el uso de los sistemas habituales de alojamiento (cama de paja y cubículos) por cuanto implica unas condiciones poco naturales para el ganado, con un permanente desplazamiento sobre superficies de hormigón y donde la calidad del descanso depende considerablemente del adecuado

diseño de esta zona (sobre todo en cubículos). Por otra parte, la cama de paja genera considerables problemas de mastitis, si bien, en nuestra opinión, éstos derivan de un insuficiente aporte de este material y de una excesiva densidad de ocupación, lo cual puede comprenderse, hasta cierto punto, por el elevado coste que puede llegar a tener la paja cuando se aporta en la cantidad necesaria.

Creemos que, bien manejados y diseñados, ambos sistemas pueden obtener excelentes resultados. Y lo mismo podríamos decir del sistema de compostaje in situ del material de cama que se expone en este artículo. Al menos, así lo demuestran los datos obtenidos de granjas comerciales que han empezado a aplicar este último sistema de cama para la zona de reposo.

Fundamentos del Compostaje

El compostaje es un proceso de degradación aeróbica y controlada de sustratos orgánicos llevado a cabo por la acción de microorganismos, transformándolo en un producto más estable y parecido al humus, que llamamos compost. Esencialmente es el mismo proceso que la descomposición natural pero que se intensifica y acelera mediante la mezcla de los residuos orgánicos con otros sustratos para optimizar el crecimiento microbiano. El proceso de compostaje debe desarrollarse bajo condiciones que permitan el desarrollo de bacterias termófilas (entre 50 y 70 °C). A causa de la acción de los microorganismos sobre los componentes de la materia orgánica se consume oxígeno y se produce CO₂, agua y calor (Figura 1). Las temperaturas alcanzadas reducen drásticamente el contenido de patógenos, de larvas de insectos y de semillas de malas hierbas, mejorando sus aptitudes para un potencial uso como abono en los cultivos.

El sistema, por tanto, necesita aireación, que tiene diversas funciones: proporcionar oxígeno a los microorganismos y regular el exceso de humedad por evaporación que, a su vez, mantendrá la temperatura en valores adecuados.

Para que el proceso pueda iniciarse deben cumplirse unas condiciones iniciales de humedad, estructura y composición.

Humedad. La falta de agua ralentiza el proceso y la materia orgánica no se puede descomponer totalmente. Si hay un exceso de agua, ésta satura los poros del sustrato en descomposición e impide que el oxígeno entre en este sustrato y limita el crecimiento de los microorganismos. Para iniciar el pro-



Antonio Callejo Ramos. Dr. Ingeniero Agrónomo
Dpto. de Producción Agraria-E.T.S.I.A.A.B.-UPM
antonio.callejo@upm.es

ceso se considera un intervalo óptimo de humedad entre el 30 y el 65%; en todo caso, siempre por debajo del 80%.

Porosidad: La porosidad, la estructura, la textura o el tamaño de las partículas que componen el sustrato afectan al proceso, ya que limitan o favorecen la aireación y, por tanto, la descomposición.

Relación Carbono/Nitrógeno (C/N). Esta relación se situará entre 25:1 y 35:1 para empezar el proceso.

Es importante destacar que el continuo aporte de heces y orina y de material de cama resulta en que el compost no esté totalmente estabilizado y curado cuando se limpia el establo, proceso que será preciso terminar posteriormente fuera del alojamiento para obtener un producto de la mayor calidad agronómica.

Compostaje de cama para las vacas

En el caso de la cama compostada, la materia orgánica va a ser aportada por el material de cama (generalmente serrín o virutas de madera) y por las deyecciones sólidas, mientras que la orina aporta el nitrógeno necesario para el proceso, además de humedad.

La aireación de la cama se consigue removiendo la capa superficial (25-30 cm) de la misma con un apero (cultivador o fresadora) acoplado a un tractor u otra maquinaria habitual en estas explotaciones (Figura 2). Esta tarea debe realizarse 2 veces al día, aprovechando el momento del ordeño, en el que la nave está vacía de vacas. Con este manejo el oxígeno entra en la cama y se difunde por la capa superficial, la cual debe quedar esponjosa para favorecer la entrada del aire.

Temperatura

La temperatura de la cama supone un buen indicador del nivel de actividad microbiana. La temperatura cerca de la superficie de la cama es muy próxima a la temperatura ambiente debido a que la evaporación del agua y el movimiento del aire disipan calor (de evaporación y de convección, respectivamente). La temperatura ideal, medida a una profundidad entre 15 y 20 cm por debajo de la superficie de la cama, debe estar entre 45 y 60 °C. Un valor térmico en este rango óptimo indica que el material orgánico se está descomponiendo rápidamente.

Cuando la temperatura de la cama excede de 6 °C puede suponer que las vacas no quieran tumbarse. Asimismo, se destruyen las bacterias aeróbicas que sustentan el proceso. Por el contrario, cuando la temperatura es inferior a 45 °C, el proceso de compostaje se vuelve demasiado lento, a menudo por un insuficiente aporte de oxígeno, demasiada humedad o una gran pérdida de calor durante el invierno.

Humedad

La humedad de las deyecciones, la orina y la actividad microbiana son las fuentes de humedad de la masa en compostaje; la humedad ideal se sitúa entre 45 y 55 %, pero entre 40 y 60% el proceso presenta aún una actividad significativa.

Cuando la humedad es demasiado baja los microorganismos no disponen de agua suficiente, el compost perderá temperatura y el ritmo de compostaje se ralentizará. Si la humedad es demasiado elevada, la masa en compostaje perderá condiciones de aerobiosis (el agua ocupa los poros que antes ocupaba el oxígeno), el ritmo de descompo-

Figura 2. Algunos dispositivos utilizados para remover la cama (Bewley, 2012)



La calidad del proceso depende de mantener el apropiado equilibrio de carbono, nitrógeno, oxígeno, humedad, temperatura y actividad microbiana. Cuando la cantidad de cama, la densidad del ganado, el aporte de oxígeno y la humedad son las adecuadas, la población microbiana crece y produce el calor suficiente para mantener seca la cama y la actividad bacteriana aeróbica y continuar el proceso de compostaje que, como hemos comentado, es continuo, pues continuo es el aporte de deyecciones y el de material de cama.

Cuando el proceso de compostaje se desarrolla correctamente, la superficie aparece seca y esponjosa. Sin embargo, cuando no es así, la superficie aparece húmeda y apelmazada.

sición microbiana será lento y, por consiguiente, el compostaje y la producción de calor serán también lentos.

A falta de instrumental para medir la humedad, queda el recurso, rudimentario pero suficiente, de coger un puñado de cama con las manos. Si no se puede formar una pelota, la cama está demasiado seca, lo que puede ocurrir si se añade material de cama con demasiada frecuencia (Figura 3, siguiente página). Si, por el contrario, al formar una pelota y apretarla entre las manos caen gotas de agua es que su humedad es excesiva, y es un síntoma de que debe añadirse nuevo material de cama seco (Figura 4, siguiente página). Cuando la cama se compacta y tiene excesiva humedad

Uso de cama acumulada de compost en vacas de leche

Figura 3. Ejemplo de cama con buena temperatura (134,6 °F = 57 °C) y seca (Bewley, 2012)



Figura 4. Ejemplo de compost demasiado húmedo y con baja temperatura (99,5 °F = 37,5 °C) (Bewley, 2012)



Figura 5. La ventilación es esencial para mantener la cama seca, sobre todo en climas fríos (Bewley, 2012)



Figura 6. En zonas o épocas calurosas, la ventilación natural y la radiación solar son suficientes para secar la cama (Galama, 2011)



también se reduce la temperatura de la misma además de endurecerse y tornarse incómoda para el animal, pudiendo resultar lesiva para la piel y ubre de las vacas.

Humedad-Temperatura

Las temperaturas excesivas de la cama (más de 65 °C) se producen cuando la actividad microbiana es muy alta por la presencia de materia orgánica fácilmente digestible y la humedad está próxima al valor inferior del rango óptimo. En estas condiciones, la cama no tiene agua suficiente para enfriarse por evaporación. La falta de agua se produce cuando la densidad de vacas es baja, la velocidad del aire es excesiva (seca la cama más rápidamente) o el tiempo es caluroso y seco. En estos casos, puede ser necesario añadir agua a la cama.

Para mantener el nivel de humedad reseñado en el apartado anterior el manejo de la cama debe permitir eliminar unos 40 kg de agua (heces y orina) por animal y día para evitar que el compost se humedezca. El calor producido por la descomposición de la materia orgánica no es suficiente para secar tanta humedad, por lo que es necesario disponer de una buena ventilación (Figura 5), en función de las condiciones climáticas de la explotación. En zonas cálidas como Israel la ventilación natural es suficiente (Figura 6). Por el contrario, en climas fríos el calor que genera el compost será clave. Este calor puede aumentarse incrementando la frecuencia y profundidad del aireado, además de disminuyendo la densidad de animales. También podemos reducir la humedad de la cama compost aumentando la superficie disponible por animal (menor densidad) e incrementando la profundidad de la labor de removido de la cama.

Relación Carbono:Nitrógeno (C:N)

Para que el compostaje se produzca a un ritmo óptimo, la relación C:N debe estar entre 25:1 y 30:1. Si se percibe olor a NH₃ en el alojamiento, la relación C:N probablemente esté por debajo de 25:1.

Densidad

La densidad óptima de animales para una cama compost dependerá de la cantidad de deyecciones, sólidas y líquidas, que reciba diariamente. La humedad de las heces y la cantidad de orina producida también depende de la humedad de la ración que consumen las vacas y de la mayor o menor ingestión de agua (mucho mayor en verano). Si las vacas producen más deyecciones o éstas son más húmedas se necesitará más superficie por vaca o más material que absorba el exceso de humedad. El objetivo es mantener un correcto equilibrio entre la actividad bacteriana del compost y la superficie seca para los animales. Las recomendaciones van desde 7,4 m²/vaca de Janni (2007) para una vaca Holstein de 540 kg, 8,6 m²/vaca (Barberg y col., 2008a y 9 m²/vaca (Back y col., 2013), todos los autores citados por Castillejos (2015). Teniendo en cuenta que las vacas Holstein actuales tienen un peso superior al referido, nuestra opinión es que cada vaca debe disponer de una superficie útil de descanso de, al menos, 10 m².

Claves para manejar el compostaje de la cama

Lo fundamental es mantener una aireación apropiada de la cama y una densidad de animales correcta. Cuando la cama es removida frecuentemente y de modo uniforme, las deyecciones sólidas y la orina de la superficie son incorporadas a la masa de la cama al mismo tiempo que el oxígeno

Uso de cama acumulada de compost en vacas de leche

y la humedad. El resultado es un mejor calentamiento y descomposición de la materia orgánica.

Para iniciar una cama de compost en un establo tras su limpieza se necesita extender sobre el suelo una capa de 30 cm del material de cama. En todo caso, debemos asegurarnos de que la maquinaria que va a remover la cama diariamente no se topa con el suelo en estos primeros momentos del proceso. La nueva cama de compost debe iniciarse cuando en un período de 4 a 6 semanas son de esperar temperaturas ambientales superiores a 10 °C. La nueva cama a compostar debería prepararse en una época en que la producción de calor

alcanzase un máximo antes de la llegada de las bajas temperaturas que pudieran congelar la cama. El hecho de no alcanzar una cama suficientemente activa a la llegada del invierno puede conducir a una baja producción de calor que no pueda compensar las pérdidas térmicas debidas al frío y no conseguir, por consiguiente, unos buenos resultados a lo largo del invierno.

La cama se suele retirar y limpiar la nave en otoño o en primavera, cuando pueda esparcir el compost en terreno cultivable, lo que dependerá de la zona y del tipo de cultivo. Si el compost es vendido para su uso en jardinería, la época de retirada y limpieza es más amplia. Cuando se retira la cama su espesor puede alcanzar 1,2 m, dependiendo de la cantidad de material aportado y de la actividad de compostaje. La mayoría de los ganaderos vuelven a colocar entre 15 y 30 cm de compost viejo en la nueva cama para ayudar al arranque de la actividad microbiana. Si es posible, lo mejor es conservar la capa más superficial, que es la de mayor actividad microbiana.

Dada la altura que puede alcanzar la cama, ésta se rodea de un muro realizado en hormigón, aunque también pueden utilizarse otro material como guardaraíles de carretera (Figuras 7 y 8).

También es totalmente aconsejable colocar los bebederos fuera de la zona de descanso e inaccesibles desde ella. De esta forma se evita un nivel de humedad excesiva alrededor de los bebederos. Además, al obligar a las vacas a salir de la zona de reposo para beber, no se disminuye la superficie de esta zona que es realmente utilizable por los animales (Figura 9).

Figura 7. Cama soportada por muros de hormigón (Janni, 2008)



Figura 8. Cama soportada por guardaraíles (Bewley, 2012)



Figura 9. Bebedero únicamente accesible desde el pasillo de alimentación (Bewley, 2012).
Obsérvese el muro de hormigón que soportará la cama acumulada



Aireación de la cama

La clave del proceso es remover y mezclar diariamente la cama para mantenerla limpia, seca, blanda y confortable para las vacas, por un lado, y por otro, para aportar oxígeno a los microorganismos e incorporar las heces y la orina a la cama. Esta tarea se realiza por medios mecánicos (cultivador o fresadora) en un espesor de, al menos, 30 cm y dos veces al día. Periódicamente conviene hacer una labor más profunda (45 cm) con un arado chisel para reducir la cantidad de cama que sería necesario aportar e incrementar la temperatura de la cama. Realizar dos pases cruzados contribuye a incrementar la aireación.

Conviene remover la cama durante el tiempo que las vacas acuden a la sala de ordeño y la nave está vacía. No sólo es más fácil hacer esta labor sino que se minimiza la posibilidad de que el polvo generado durante la remoción de la cama cause problemas respiratorios a los animales. Si es posible, las vacas no deberían entrar en el establo hasta una hora después de haber removido la cama, para permitir un mejor secado de la capa superficial de la cama, especialmente en invierno. La puesta en marcha de los ventiladores, si los hubiera, ayuda a acelerar este proceso de secado.

Se debe procurar utilizar maquinaria que no sea demasiado pesada para evitar la compactación de la cama, ya que dificulta la penetración del aire y, por ello, limita la actividad bacteriana.

Material de cama

Los técnicos e investigadores de Minnesota, lugar donde surgió este nuevo tipo de cama para el ganado lechero, sugieren utilizar viruta de madera o serrín, preferiblemente de pino o de otras maderas blandas. La cama empezará a compostar correctamente si este material tiene menos del 18%

de humedad, por lo que debe adquirirse bien seco. El serrín es un material que proporciona una adecuada relación entre su superficie y el volumen (facilitando la acción microbiana) es fácil de "labrar" y absorbe bien la humedad, si bien en muchas zonas puede resultar un material escaso y, por tanto, caro. Debido a ello, se está investigando en nuevos materiales que cumplan los requisitos necesarios, habiéndose hecho pruebas con mazorcas de maíz molidas, paja de soja, paja de lino, de un tamaño de unos 2 cm, con buenos resultados. La paja de cereales tienden a retener mucha agua por lo que su secado es lento y por esta razón no son buenos materiales para compostar. Se puede utilizar paja de cereales, a condición de estar muy picada y alternarla o mezclarla con serrín.

Otros residuos de madera que pueden contener una mayor o menor proporción de astillas o partículas con bordes afilados no son recomendables por su menor absorción de agua y porque pueden dañar al animal.

Debe evitarse el serrín o viruta de madera procedente de cedro pues contiene aceites y materiales orgánicos que inhiben la actividad microbiana necesaria para el compostaje.

El material de cama debe aportarse en un espesor de 10 a 20 cm, antes de que la humedad se incremente en exceso. La frecuencia de aporte depende de cuanta evaporación haya, cuantas heces y orina se aporte (densidad de ganado), de la estación del año y de la temperatura y humedad ambientales. Por regla general, se suele aportar cada 6 semanas. Algunos productores aportan menores cantidades pero con más frecuencia. También debe aportarse más cantidad en tiempo húmedo o cuando haya sobreocupación del establo; o cuando el material usado tenga mayor humedad de la aconsejable.

Otras consideraciones del alojamiento

El diseño del alojamiento, la ventilación, la frecuencia y oportunidad del aporte de material nuevo y seco, el secado de la cama, la frecuencia y profundidad de la labor de remover la cama y evitar la sobreocupación de animales son las claves para un buen compostaje de la cama. Un manejo incorrecto o una incorrecta coordinación de los factores antes reseñados pueden dar lugar a unas condiciones indeseables de la cama, vacas sucias, elevado recuento celular y mayor incidencia de mamitis clínicas.

Por tanto son fundamentales aspectos que hemos tratado en números anteriores de Frisona Española, sobre todo los referentes a la orientación de los edificios y la ventilación y refrigeración.

En efecto, la cama en compostaje genera humedad y calor adicionales respecto a lo producido en otros modelos de alojamiento como cama de paja y cubículos (en especial en verano) con el mismo número de animales.

Debe evitarse que entre agua desde el exterior, por lo que se recomienda situar el suelo de la nave ligeramente elevado sobre el terreno circundante. También deben buscarse terrenos que no presentan el ascenso de humedad por capilaridad por la existencia de capas freáticas demasiado superficiales. En algún caso podría ser conveniente colocar un sistema de drenaje bajo la cama, aunque si el compost se mantiene con un óptimo nivel de humedad no habría necesidad de evacuar el exceso de agua.

Cama compostada y bienestar de la vaca

El modelo de producción europeo tiene en el bienestar animal uno de sus pilares fundamentales, siendo éste un aspecto que preocupa cada vez más a los ciudadanos; al menos es lo que contestan en las encuestas realizadas. Otra cuestión es si todos están dispuestos a pagar un precio superior por un producto obtenido de animales que gozan de mayor bienestar. Sin entrar en otras consideraciones, es evidente que en las explotaciones lecheras actuales, muy intensivas en general, con suelos de hormigón por el que se desplazan las vacas constantemente, la incidencia de



Existen otras formas de luchar contra las micotoxinas...

T5X

Mucho más que un secuestrante

Con 4 acciones principales:

- Acción **secuestrante**.
- Activación de la **capacidad detoxificante** del animal.
- Bloqueo de la **agresión oxidativa** de los metabolitos producidos por el metabolismo hepático.
- Potenciación del **sistema inmune** de los animales.

neovia

Additives & difference

invivo
made every day for animal

SETNA NUTRICIÓN, S.A.U.
C/ El Clavo, 1 · Pol. Ind. Santa Ana · 28522
Rivas Vaciamadrid (Madrid) España
Tel.: (34) 91 666 85 00 / Fax: (34) 91 666 71 91
setnanutricion@setna.com · www.setna.com

Uso de cama acumulada de compost en vacas de leche

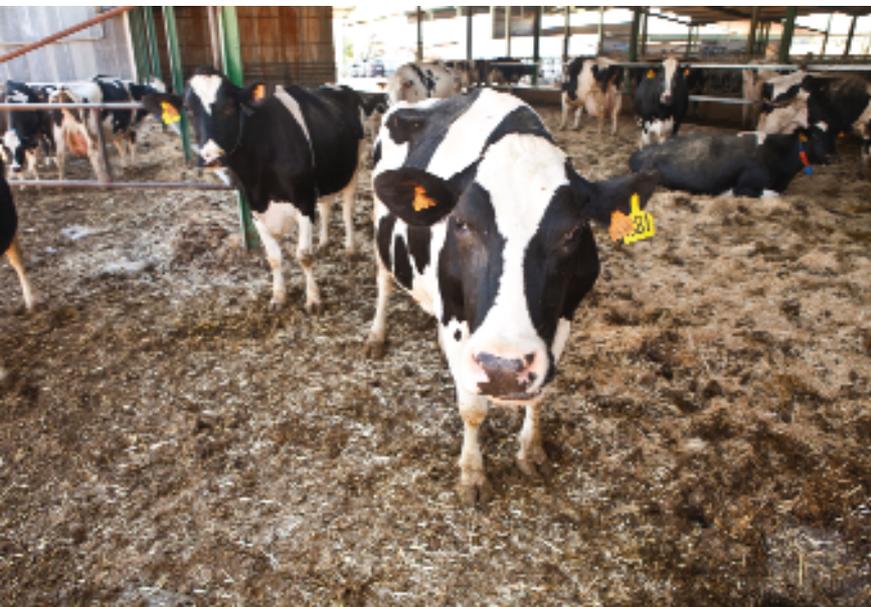
cojeras es muy elevada. Esta patología ocasiona cuantiosas pérdidas de producción y aumenta los costes por los tratamientos veterinarios.

Por otro lado, cuando los cubículos no funcionan bien (dimensiones inadecuadas, falta de mantenimiento, diseño incorrecto, etc.) el tiempo de descanso de los animales se reduce ostensiblemente, pasan mayor tiempo de pie y aumenta la incidencia de cojeras.

Somos un tanto escépticos en cuanto a valorar el confort de las vacas mediante el uso de unos índices (como el índice de confort o el índice de uso) que miden el número de vacas que están tumbadas en la zona de descanso cuando estamos presentes para hacer ese conteo. Salvo que dispongamos de cámaras de video de filmación continua, esos índices nos dan solo una foto, no la película completa de cómo se comportan las vacas a lo largo del día y, por tanto, cuantas horas permanecen tumbadas. A pesar de ello, son índices de utilización habitual. Lobeck (2011) observó que la cama de compost superó (85,9%) el porcentaje ideal del índice de confort (85%) y fue superior al de los cubículos (81,4%), y también tuvo un mayor índice de uso (76,8 % vs 71,5%).

También se ha observado un mayor tiempo de descanso en la cama de compost (13,1 h) que en los cubículos (9,6 h) (Eckelkamp, 2014; cit. por Castillejos, 2015)). Este mismo autor señaló que las vacas con cojeras clínicas permanecieron más tiempo tumbadas en la cama de compost que en el cubículo.

Finalmente, debe señalarse que cuando las vacas se desplazan sobre una superficie que les proporciona mayor confianza, la manifestación de celos es más evidente.



Cama compostada y mamitis

Quizá sea éste el aspecto más controvertido y el que puede generar más escepticismo o recelo en el ganadero, al tratarse la cama compostada de un material orgánico elaborado, en parte, a partir de las propias deyecciones del ganado. El material orgánico incrementa el crecimiento bacteriano, lo que se asocia a un aumento de la cantidad de bacterias en el pezón, lo que a su vez tiene una correlación directa con la incidencia de bacterias ambientales. Sin embargo, los primeros estudios con cama compostada han obtenido recuentos de cé-

lulas somáticas en tanque comparables a otros alojamientos. Incluso se han obtenido resultados de RCS inferiores en cama compostada que en cubículos. Castillejos y col. (2015) no han encontrado diferencias en el RCS entre dos granjas de cama caliente convencional y otras dos con cama compostada.

Nuestra opinión es que el sistema de alojamiento no es el condicionante fundamental para una alto RCS siempre que se maneje correctamente. Y hay muchos más factores que el material de cama utilizado:

- Superficie disponible por animal
- Cantidad de material de cama aportado
- Vacas tumbadas en los pasillos por un diseño incorrecto del cubículo o una superficie de descanso sucia, húmeda o dura.
- Malas condiciones ambientales
- Ubicación de los bebederos
- Etc.

Conclusiones

En esta primera entrega sobre el uso de cama compostada en los alojamientos de vacas lecheras hemos querido exponer una ¿nueva? alternativa a los dos sistemas tradicionales: cama de paja y cubículos. No vamos a soslayar las debilidades del sistema; entre otras, la servidumbre de trabajo que supone remover la capa superficial de la cama dos veces al día. O el necesario control sobre la temperatura y la humedad de la cama para asegurar un adecuado ritmo de compostaje. O la necesidad de asegurar una adecuada ventilación, probablemente superior a la de los otros sistemas.

Pero ...¿acaso la cama de paja o los cubículos no presentan numerosos inconvenientes? Insistimos en que ninguno es un mal sistema per se, sino que es su mal manejo el que genera los problemas.

No hemos hablado aún de necesidades de espacio ni de costes. Esto lo dejamos para una segunda entrega.

Bibliografía

- Barberg, A.E. y col. 2007. *Compost Dairy Barns in Minnesota: a descriptive study*. *Applied Engineering in Agriculture*, 23(2):231-238.
- Bewley, J. y col. 2012. *A virtual guide to compost bedded pack barn design features and management considerations*. *Extension Service University of Kentucky, College of Agriculture*.
- Castillejos, L. 2015. *La cama compost, ¿es una alternativa a los sistemas tradicionales de estabulación para vacuno lechero?* XX Congreso Internacional ANEMBE de medicina Bovina. Burgos.
- Flotats, X. y col. 2004. *Guía de los tratamientos de las deyecciones ganaderas*. *Agència de Residus de Catalunya*.
- Janni, K. 2008. *Compost Dairy barns: an alternative dry manure housing system*. *Livestock and Poultry Environmental Learning Center*.
- Lobeck, K.M. y col. 2011. *Animal welfare in cross-ventilated, compost-bedded pack, and naturally ventilated Dairy barns in the upper Midwest*. *J.Dairy Sci.* 94:5469-5479.
- McFarland, D. 2006. *Design and Management of quality cow resting areas*. *Penn State Extension*.