Uso de cama acumulada de compost en vaca de leche (II)

Introducción

En el número nº 210 abordábamos la primera parte de este trabajo, referido al uso de cama acumulada de compost como una alternativa de alojamiento a los tradicionales de cama de paja o de otro material y al sistema de cubículos. En esa primera entrega se explicaron los fundamentos del compostaje, las condiciones necesarias para que tuviera lugar de forma eficiente, las claves para manejar este proceso, así como su relación con el bienestar del animal. En este sentido debemos recordar que este tipo de cama surge con el fin de mejorar el confort de la vaca, aumentar su longevidad y reducir el coste inicial del establo (Wagner, 2002), a la vez que, potencialmente, reducir el riesgo de mamitis asociada a las camas convencionales, sobre todo de paja[1].

Figura 1. Sistema de alojamiento con "cama caliente", con uso de paja (cortesía de Kammel)

Figura 2. Establo con cama de compost comprado y sin pasillo de alimentación (cortesía de Kammel)

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

En esta segunda entrega veremos cuáles son los criterios fundamentales a la hora de diseñar y dimensionar un alojamiento con este tipo de cama y cuál es su coste, comparándolo con el de otros sistemas más conocidos.

Para evitar confusiones, queremos recordar que la denominada "cama caliente" es diferente del sistema de compostaje. Aquél es el sistema habitual sin cubículos y en el que el material orgánico empleado como absorbente (lo más habitual es paja de cereales, pero se pueden utilizar otros) es añadido diariamente para mantener la cama seca (Figura 1). La temperatura que puede alcanzar (15-45 ºC) y las condiciones de anaerobiosis son ideales para el crecimiento de microorganismos patógenos.

Por el contrario, en el compostaje de la cama, la aireación frecuente (2 veces/día) de la capa más superficial (20-30 cm) contribuye a disipar el calor generado en el proceso y a introducir el oxígeno necesario en dicho proceso. El material se introduce periódicamente, entre 1 y 5 semanas, dependiendo de la estación del año, el nivel de humedad y la limpieza de los animales. Cuando se empieza a observar suciedad en ellos suele ser un buen indicador de la necesidad de aportar cama en la zona de reposo.

También cabe la posibilidad del uso de compost como cama para las vacas, ya elaborado y maduro y adquirido en una planta de compostaje, y el cual se va incorporando periódicamente a la zona de reposo (Figura 2). Requiere mayor disponibilidad de superficie por animal.

Criterios de dimensionamiento

Densidad

La densidad óptima de ocupación depende de la cantidad de deyecciones, sólidas y líquidas, depositadas en la cama. Más humedad requiere mayor superficie por vaca o más material que absorba esa humedad. Basándose en la producción

[1] *En nuestra opinión, el tipo de alojamiento per se no es la causa principal de una mayor incidencia de mamitis, sino un mal diseño, dimensionamiento o manejo del mismo.*

de heces y orina de una vaca, Janni y col. (2007) recomendaban 7,5 m^2/vaca para animales Holstein de 540 kg o 6 m^2/vaca para vacas Jersey de 410 kg[2]. Las granjas israelíes no añaden material de cama durante el proceso por lo que, para compensar la menor capacidad de retención de agua, recomiendan un mínimo de 15 m^2/vaca cuando el pasillo de alimentación, hormigonado, se limpia con arrobadera, y entre 20-30 m^2/vaca cuando el compost también cubre el pasillo de alimentación (por tanto, éste no está hormigonado).

Téngase en cuenta que las condiciones climatológicas de Israel (Figura 3) provocan una gran evaporación y no suele ser necesario aportar material que vaya absorbiendo una creciente humedad como sucede en zonas o épocas frías.

En cualquier caso, como mínimo, todas las vacas deben poder estar tumbadas a la vez y aún dejar espacio para que algunas puedan desplazarse al comedero o al bebedero.

Figura 3. Las granjas de Israel requieren mucha menos cantidad de aporte de cama (Galama y col., 2011)

Diseño

Las naves donde se va a utilizar cama compostada (compostaje *in situ*) requieren un diseño y orientación adecuadas y un excelente manejo en lo que se refiere a proporcionar una adecuada ventilación y una superficie seca sobre la que las vacas van a tumbarse. Su diseño no va a diferenciarse mucho de una "cama caliente" convencional, con paja como material absorbente; tendrá un pasillo de alimentación, generalmente de hormigón y limpiado mediante pala arrobadera, y una zona de reposo con cama en compostaje. La diferencia fundamental es que esta zona de reposo se separa del pasillo de alimentación mediante un muro que suele tener 1,20 m de altura, accediéndose a dicho pasillo a través de únicamente dos o tres zonas abiertas en el muro. Su misión será la de sujetar la cama que, según va compostándose y añadiéndose material absorbente, va ganando altura, de forma que impida que esta cama se derrame sobre el pasillo de alimentación. Debe también considerarse la instalación de una barrera protectora sobre este muro para evitar accidentes cuando la acumulación de cama llegue o esté próxima a su altura máxima (Figura 4).

Figura 4. Muro de contención de la cama con valla protectora (cortesía de Kammel)

Puede ser necesaria una altura de 1,8 m si el establo se limpia sólo una vez al año. Algunos técnicos sugieren que la base de la zona de reposo esté 60 cm por debajo del nivel del pasillo de alimentación, empezar el proceso de compostaje con una cama de 60 cm de espesor y así sólo acumular otros 60 cm por encima del nivel de dicho pasillo.

Este muro de contención de la cama también puede configurarse con bloques prefabricados de hormigón (Figura 5).

Figura 5. Bloques prefabricados de hormigón para contener la cama acumulada (cortesía de Kammel)

Debido a esta acumulación de la cama, y para garantizar un volumen estático suficiente y no dificultar el paso de la maquinaria, estas naves deben tener suficiente altura en las fachadas, del orden de 4,5-5 m, y de 1 a 3 cm de abertura en la cumbrera por cada metro de anchura de nave. Esta cumbrera debe estar protegida con un caballete para evitar la entrada de agua en los días de lluvia que humedezca la cama, o bien disponer un faldón de la cubierta sobrepuesto al otro (ver Frisona Española, nº 197, pág. 110, figura 7). Los faldones sobrepuestos en la cumbrera pueden limitar la salida del aire caliente si la parte abierta está orientada hacia la dirección de donde proceden los vientos dominantes.

Puesto que en el proceso de compostaje se debe eliminar un gran cantidad de humedad, es preciso garantizar la ventilación, con necesidades superiores a las de otro sistema de alojamiento, y para eliminar rápidamente el polvo que se origina en el proceso de aireación de la cama, dos veces

[2] *A nosotros nos parece una superficie insuficiente, máxime cuando el peso de las vacas Holstein que manejamos actualmente es muy superior al indicado. Pensamos que la superficie mínima debería ser de 10 m^2/vaca.*

por día. Ventiladores dispuestos al efecto se observan en la Figura 4 y en la Figura 6.

Los bebederos deben situarse en el pasillo de alimentación y a ellos las vacas sólo deben acceder desde este pasillo, no desde la zona de reposo (Figura 7). Con ello, se minimiza el riesgo de humedecer la cama y los bebederos se mantienen más limpios.

La superficie mínima a proporcionar a cada vaca es de 10 m^2, área que no incluye el pasillo de alimentación.

Figura 6. Ventilación con ventiladores de baja velocidad y elevado caudal

Figura 7. El acceso al bebedero debe hacerse únicamente desde el pasillo de alimentación (cortesía de Kammel)

Ejemplo de dimensionamiento:

Consideremos que un ganadero planea construir un establo para 60 animales con este tipo de zona de reposo. Esta zona tendría 10 m de ancho. Si consideramos una superficie por vaca de 10 m^2,

- el área de reposo debería tener una superficie de 60 vacas x 10 m^2/vaca = 600 m2.
- Longitud del establo: 600 m^2/10 m = 60 m
- Dimensiones de la zona de reposo: 60m x 10m.

A esta anchura deberíamos añadirle 4,5 m del pasillo de alimentación (al colocar los bebederos en este pasillo, recomendaríamos 5 m de anchura para una cómoda circulación de los animales y buen acceso al comedero), más otros 5 metros de anchura del pasillo de distribución, para una cómoda circulación del remolque distribuidor de la ración. El establo tendría, por tanto, unas dimensiones de 60m x 20m = 1.200 m^2.

La tabla 1 muestra las necesidades de espacio para alojar 80 vacas en cinco tipos diferentes de alojamiento.

Costes del sistema

Coste de construcción

Cuando se construye una nueva nave para alojar a las vacas el coste de la misma es uno de las principales inversiones de la granja, además de la sala de ordeño. El alojamiento en cama de compost tiene menor coste inicial que el de cubículos por el menor empleo de hormigón en el suelo, la ausencia de separadores de los cubículos y la ausencia o menor necesidad de arrobaderas para la limpieza de los pasillos; sólo existe, y no siempre, el pasillo de alimentación, de acceso al comedero, si bien puede ocurrir que la normativa ambiental exigiera una base de hormigón bajo la cama para evitar filtraciones de nutrientes (N, P, K) al suelo.

No obstante, la mayor superficie por vaca necesaria requiere una estructura de mayores dimensiones.

Black y col. (2013), en un estudio realizado en 47 granjas de Kentucky (EE.UU.), calcularon un coste de 79±29 USD[3]/m^2 con pasillo de alimentación hormigonado, y de 49±21 USD/m^2 sin este pasillo. En estas naves no hubo que hormigonar el suelo bajo la cama.

Asumiendo una superficie de 9,3 m^2/vaca, el coste de estas naves fue de 1.051± 407 USD/vaca con pasillo hormigonado y de 493±196 USD/vaca sin dicho pasillo.

Horner y col (2007) elaboraron distintos modelos de alojamientos representando 29 situaciones diferentes, con variaciones en el número de vacas, el sistema de ventilación, el tipo de cama y el sistema de manejo de deyecciones. En su estudio estimaron que el alojamiento de cama compostada tenía un

[3] *USD. Dólares USA*

Tabla 1. Comparativa de la superficie total necesaria en 5 tipos de alojamientos

Tipo de alojamiento	Dimensiones de la nave (m x m)[1]	Superficie total (m^2)	Espacio de comedero (cm/vaca)	Superficie (m^2/vaca)
81 cubículos en 3 filas	45 x 16	720	55,5	8,9
80 cubículos en 2 filas (cola-cola)	55 x 13,5	742,5	69	9,3
80 cubículos en 2 filas (cabeza-cabeza)	65 x 13	845	81	10,5
Cama de compost[2]	50 x 20	1.000	62,5	12,5
Cama de compost[3]	65 x 16	1.040	81,25	13,0

[1] La longitud original (en pies) se ha redondeado considerando distancia entre pórticos de 5 m
[2] Considerando 61 cm/vaca de comedero, y 9,3 m^2/vaca de superficie de reposo
[3] Considerando la anchura de una nave de 3 filas de cubículos y 9,3 m^2/vaca de superficie de reposo.

(pasa pág. 98)

Tabla 2. Comparativa de costes de dos tipos de cama compostada frente a un alojamiento de cubículos *(Galama y col., 2011)*

	Cubículos	Compost	Compostaje in situ
Nº de vacas	150	150	150
Área de reposo (m^2/vaca	3	15	8
Material de cama		Compost	Viruta de madera
Acumulación de cama en un año (m)		0,5	1
Precio de material de cama (€/m^3)		10	5
Longitud del establo (m)	48	49	49
Anchura del establo (m)	29	59	37,5
Sup. disponible (m^2/vaca)	7,7	17,6	10,6
Sup. del establo (m^2/vaca)	9,3	19,3	12,2
Precio de superestructura (POS) (€/m^2)	80	80	80
POS con fosa de purín (€/m^2)	180		
POS de área de reposo (€/m^2)		24	49
POS de área de alimentación y de ejercicio (€/m^2)		49	49
Tiempo de trabajo requerido (h/vaca y año)	1,2	1,8	1,2

coste por vaca (900 USD) del 46% respecto al de otro con cubículos con cama de colchoneta (1.950 USD) y del 50% respecto a cubículos con cama de arena (1.800 USD).

Como hemos comentado, un alojamiento con cama compostada requiere de menos gasto en hormigón y otras instalaciones que otro con cubículos, pero debe ser más grande por la mayor superficie necesaria, por lo que puede que el coste inicial no sea, *a priori*, más ventajoso para el primer sistema citado.

De las cifras expuestas en la tabla 1 se deduce que un establo de cama compostada requiere entre un 40 y un 55% más de superficie que otro con 3 filas de cubículos. Por tanto, únicamente considerando los costes de inversión, debería determinarse si el ahorro en hormigón, en separadores y en arrobaderas para limpieza de pasillos podría compensar el coste extra de esta mayor superficie necesaria.

La tabla 2 muestra los costes de un alojamiento para 150 vacas con cama de compost ya curado adquirido en una planta de compostaje y otro con cama en compostaje continuo in situ (viruta de madera y aireación) frente a un sistema de cubículos. Los alojamientos con cama de compost, en sus dos versiones, tienen menores costes de inversión en infraestructura debido a la ausencia de fosa de purines, aunque sí se requiere una instalación exterior para almacenar el compost que se retira. La superestructura es, sin embargo, más costosa por la mayor superficie y volumen que es necesario construir.

Como se puede observar, la longitud es la misma en los tres sistemas, ya que viene determinada por la longitud de comedero necesaria. La diferencia está en la anchura

Tabla 3. Inversión estimada en tres sistemas de alojamiento *(Galama y col., 2011)*

	Cubículos	Compost	Compostaje in situ
Estructura			
Trabajos preparatorios	10.850	9.378	7.002
Infraestructura	250.387*	83.859	88.659
Cubierta	111.283	228.750	144.750
Total construcción	*372.521*	*321.988*	*240.412*
Instalaciones			
Sistema retirada de deyecciones	7.500	5.000	5.000
Cornadiza	10.819	10.920	10.920
Cubículos, bebederos	43.800	15.000	15.000
Iluminación	6.955	14.297	9.047
Fontanería y electricidad	10.000	10.000	10.000
Ventilación		24.000	12.000
Aireación de la cama			18.000
Total instalaciones	*79.074*	*79.221*	*79.969*
Almacenamiento de deyecciones			
Fosa de purín (para 6 meses)		63.360	63.360
Solera de estercolero (para 6 meses		6.188	3.300
Total almacenamiento deyecciones	*0*	*69.548*	*66.660*
Total	**451.595**	**470.756**	**387.041**
Total por vaca	3.011	3.138	2.580
Diferencia respecto a cubículos		+128	-430

**Incluyendo fosa de purines*

que se precisa para proporcionar la superficie necesaria en cada uno de ellos.

El precio del material de cama puede ser bastante diferente en cada zona, según sea su disponibilidad.

La tabla 3 muestra los costes de inversión para cada uno de los tres sistemas indicados. El establo con compostaje *in situ* es 430 €/plaza más económico que el de cubículos, mientras que el establo con compost adquirido es 128 €/plaza más caro, debido a la mayor superficie por vaca que requiere.

El coste anual del establo con cama con compostaje in situ son 14€/vaca más bajo que el de cubículos, mientras que el de cama de compost comprado es 91 €/vaca más caro (Tabla 4).

Tabla 4. Coste anual de los tres sistemas de alojamiento *(Galama y col., 2011)*

	Cubículos	Compost	Compostaje in situ
Estructura	236	204	152
Instalaciones	48	49	50
Almacenamiento deyecciones	0	44	42
Energía	57	68	63
Material de cama	20	75	40
Mano de obra	24	37	24
Total	**385**	**477**	**371**
Diferencia respecto a cubículos		***+91***	***-14***

Coste del material de cama

Al coste de la construcción habría que añadir el coste del material de cama y su disponibilidad. El mejor material, la viruta de madera, no siempre es fácil de conseguir, sobre todo en invierno, cuando la demanda puede ser mayor. Un incremento de 25 céntimos por vaca y día puede suponer un incremento de la factura anual de 7.300 € en un establo de 80 vacas. Por ello, es recomendable considerar la posibilidad de construir un almacén cubierto para comprar y acumular este material de cama cuando mayor es la disponibilidad y menor es el precio.

En el estudio de Horner citado el coste del material de cama suponía una media de 6,55±4,72 USD/m^3 para todos los materiales empleados, lo que se traducía en 0,07±0,03 m^3/vaca y día (0,70±0,49 USD/vaca y día) con material más húmedo, y 0,05±0,04 m^3/vaca y día (0,35±0,37 USD/vaca y día) con materiales más secos.

El mayor uso de cama se produce en épocas frías o húmedas, cuando el calor generado por la cama en compostaje no es suficiente para mantenerla seca ni hay una elevada evaporación ambiental. En esta situación, se puede reducir el gasto en material de cama:

- Permitir el acceso de las vacas al pasto si las condiciones atmosféricas son benignas.
- Incrementar la circulación de aire en el establo cuando las vacas están en el ordeño, pero se debe evitar un excesivo enfriamiento de la cama.
- Usar un material más seco en invierno y otro más húmedo en verano.
- Almacenar el material de cama bajo cubierta para evitar que se humedezca con la lluvia y la humedad ambiental.

No obstante, no sólo debe considerarse el coste de construcción del establo y el del material de cama. Los estudios realizados hasta el momento muestran que en estos establos el confort de los animales es mayor, mejor es también la manifestación de los celos (menos días abiertos), mayor es la longevidad de las vacas (menor coste de reposición) y menor puede ser la incidencia de mamitis y de cojeras (menores costes veterinarios y menores costes por eliminación involuntaria de animales).

Además, el mayor volumen del establo (por la mayor superficie suministrada a cada vaca y la mayor altura de la nave) también conduce a unas mejores condiciones ambientales, sobre todo en verano.

En cualquier caso, siempre recomendamos que un establo sin cubículos se diseñe y dimensione para que sea fácil su posible transformación posterior a cubículos, si se desea, aunque el número de animales alojados sea muy distinto en ambos sistemas.

Resumen

Los establos con cama en compostaje abren una nueva posibilidad de alojamiento de las vacas lecheras, con consecuencias favorables sobre el bienestar de las mismas, aspecto éste que empieza

→

a ser cuestionado en aquellas zonas, como la UE, donde una buena parte de la población es muy sensible a estos temas.

Como todo sistema de alojamiento, tiene sus luces y sus sombras, algunas de las cuales han sido expuestas en las páginas anteriores. Como no nos cansamos de repetir, muchos de los fallos que se pueden observar en cualquier granja no son inherentes al alojamiento per se, sino a un mal manejo del mismo. Así, en este modelo de cama compostada es importante respetar determinadas condiciones para que pueda funcionar correctamente:

- Suficiente superficie por animal.
- Ventilación adecuada.
  - Altura elevada
  - Evitar proximidad de edificios
  - Aberturas en cumbreras suficientes
  - Adecuado diseño de esta cumbrera
  - Disponibilidad y colocación de ventiladores
- Correcta orientación del edificio.
- Muros de contención de la cama.
- Suficiente espacio de comedero.
- Suficiente espacio de bebedero y acceso al mismo desde el pasillo de alimentación.
- Evitar cuello de botella en el movimiento de animales.
- Mantener la humedad y la temperatura de la cama en valores adecuados.
- Evitar empezar el compostaje en otoño o invierno.
- Aportar la cantidad de cama necesaria.

Las cifras de lo que consideramos suficiente, correcto, adecuado o necesario han sido expuestas con anterioridad en este trabajo o en otros anteriores publicados en esta misma revista.

Se requiere aún más estudios para intentar solucionar las sombras del sistema, sobre todo determinar materiales de cama asequibles y con buenas propiedades para su compostaje, incluso la posible utilización de suelos sintéticos bajo la cama que proporcionen drenaje en climas donde la pérdida de humedad mediante evaporación es más problemática. Asimismo, la excesiva humedad de la cama produce mayores emisiones de amoniaco, siendo éste otro inconveniente a solucionar.

Referencias Bibliográficas

Klass, I.C. y col. 2010. Cultivated barns for Dairy cows: An option to promote cattle welfare and environmental protection in Denmark? Dansk Veterinaertidsskrift, 93;20-29.

Black, R.A. y col. 2013. Compost bedded pack dairy barn management, performance, and producer satisfaction. Journal of Dairy Science, 96:8060-8074.

Galama, p. y col. 2011. Prospects for bedded pack barns for dairy cattle. Wageningen UR Livestock Research. 70 pp.

Tyson, J. Thinking about a compost bedding pack? Acceso el 11 de abril de 2016. http://extension.psu.edu/animals/dairynews/2011/thinking-about-a-compost-beddinge-pack

Janni, K. y col. 2005. Composting bedded pack barns for Dairy housing. University of Minnesota. Dairy Extension Service.

Kammel, D.W. 2010. Compost bedded barn design and management. University of Wisconsin Extension.

Taraba, J. 2012. Compost bedded pack barns. Composting and design considerations. University of Kentucky.

Gay, S.W. Bedded pack dairy barns. Acceso el 10 de abril de 1016. https://pubs.ext.vt.edu/442/442-124/442-124.html