

Gestión de residuos en las granjas de vacuno de leche (VI):

Gestión de estiércol fluido

Introducción

Hay tres posibles tipos de excretas generadas en las granjas de vacuno lechero. La producción de estiércol y orina constituye la base de las excretas que, almacenadas en esta forma, dan lugar a un producto líquido de tipo purín. La adición de cama de paja combinada con estiércol y orina da como resultado la producción de un producto sólido similar al estiércol. Estos purines o excrementos tienen una consistencia favorable para su manejo y su mejoramiento agronómico.

Entre estos dos estados físicos, existe un tercer tipo de deyecciones llamado purín pajoso o estiércol blando o fluido. Estos productos intermedios son difíciles de manipular, requieren mayor superficie de almacenamiento y son más difíciles de esparcir correctamente en el campo.

Del mismo modo que las deyecciones tipo purín y estiércol más o menos compacto, este estiércol blando o purín pajoso resulta de una combinación de factores relacionados con (ver Frisona Española nº 239): el tipo de alojamiento, la ración de alimento, la cantidad de paja añadida y el tipo de animal (vaca lechera o novilla). Los tres últimos criterios están vinculados al sistema de producción y, en particular, al tipo de forraje mayoritario en la ración y al recurso paja. Por lo tanto, la elección del método de alojamiento debe realizarse de acuerdo con el sistema con el objetivo de producir deyecciones de calidad, evitando el estiércol blando y el purín pajoso.

Si, por alguna razón particular, el modelo de alojamiento y de producción dan como resultado la producción de estos productos intermedios, se deben implementar soluciones técnicas con el objetivo de mejorar la consistencia de estos productos intermedios para obtener una composición de purín o de estiércol y, en última instancia, optimizar su valoración agronómica.

Las deyecciones bovinas y su consistencia

El purín, forma de excreta líquida que debe almacenarse en fosa, se obtiene mezclando orina y heces (Figura 1). Este purín, cuyo contenido de materia seca no excede el 11%, puede bombearse y luego esparcirse utilizando equipos (cisternas) provistos de dispositivos de distribución, bien en abanico (en vías de ser prohibida) o en deposición superficial o ligeramente enterrada. La relación C/N de este producto está entre 8 y 15.

Figura 1. Almacenamiento de purín en fosa de hormigón



El estiércol tiene las características de un producto sólido que se puede almacenar en pilas sobre una plataforma (Figura 2). Su producción re-

Antonio Callejo Ramos. Dr. Ingeniero Agrónomo, Dpto. Producción Agraria E.T.S.I. Agronómica, A. y de B.-U.P.M. - antonio.callejo@upm.es www.linkedin.com/in/antoniocallejoramos

Figura 2. Almacenamiento de estiércol compacto sobre plataforma.



sulta de la mezcla de excrementos con paja en cantidades más o menos grandes. Solo los abonos calificados como estiércol blando a compacto (FMC), estiércol compacto (FC) y estiércol muy compacto (FTC) son fácilmente manejables en la granja. La altura de almacenamiento de estos productos, que supera los 1,30 m en un estercolero de tres paredes, permite reducir las superficies de almacenamiento. La proporción de efluente o estiércol líquido que contiene este estiércol está entre el 0 y el 13%. Para su transporte y distribución no requieren necesariamente del uso de maquinaria estanca. El contenido de materia seca de este estiércol se sitúa entre el 15 y el 35% y la relación C/N superior a 15.

Sin embargo, algunas situaciones dan como resultado un tipo de deyecciones que no entran en las categorías de purines o de estiércol compacto. Estos excrementos, calificados como purines pajosos o estiércol blando o fluido, complican su manejo en la granja y durante su distribución.

El **purín pajoso** (Figura 3) requiere una trituración importante en partículas finas para mejorar su bombeabilidad. En todos los casos, su consistencia espesa compromete el uso de dispositivos de distribución tipo cisterna en el momento del esparcimiento.

Figura 3. Purín pajoso almacenado en fosa (Institut d'Élevage).



El **estiércol blando**, cuya altura de almacenamiento es inferior a 1,00 m, requiere una superficie

de almacenamiento mayor y genera un gran volumen de estiércol líquido o efluente, entre el 23 y el 33%. Su escasa consistencia obliga a utilizar una puerta estanca en el esparcidor para su transporte, sin garantizar la calidad de su distribución en el campo.

Factores que influyen en la consistencia excrementos

Los excrementos de ganado provienen de una combinación de varios factores, de los que cuatro son los principales, como ya fueron expuestos en Frisona Española nº 239, y que se sintetizan en:

El **tipo de alojamiento** tiene un impacto en el tipo de deyecciones generadas a partir del tipo de área de reposo y de área de ejercicio diseñadas. Los cubículos dispuestos cola con cola y cabeza con cabeza, por ejemplo, ilustran las diferencias. Para el primero, se obtienen uno o dos tipos de purines y/o de estiércol y para el segundo solo uno.

La **cantidad de material de cama añadida**, fundamentalmente paja, en el área de reposo o, incluso, en el área de ejercicio (pasillos) es un elemento importante que condiciona el tipo de deyecciones generadas. Debido a la cantidad de paja agregada y la frecuencia con que se añade, el nivel de encamado fija el tipo de producto, pero también su consistencia. Incluso un mismo tipo de alojamiento puede ser el origen de varios tipos de deyecciones.

El **tipo de animal** influye en la consistencia de los excrementos a través de los volúmenes de agua ingeridos y del contenido de nitrógeno de la ración. Por tanto, las vacas lecheras producen estiércol más pastoso en comparación a las novillas.

Finalmente, la **ración de alimento**, en virtud de su contenido en materia seca, también influye sobre el tipo de deyecciones. Así, las raciones que consisten principalmente en ensilaje de hierba son la fuente de estiércol con mayor proporción de agua, en comparación con las raciones a base de heno.

Aporte de paja: menos de 1 kg para purines y más de 3 kg para estiércol compacto

La Tabla 1 muestra de manera simplificada las excretas obtenidas, al retirarlas del alojamiento, sin mezclarse con otros excrementos o efluentes, según 2 factores: el tipo de alojamiento y la cantidad de paja. Las cantidades de paja mencionadas representan un orden de magnitud que debe ajustarse según el contexto de producción. El límite entre purín, purín pajoso, estiércol blando y estiércol compacto es, a veces, difícil de establecer y debe adaptarse caso por caso.

Tabla 1. Consistencia de las deyecciones según el aporte de paja y el tipo de alojamiento (Institut d'Élevage)

Alojamiento	Zona	Aporte de paja (kg/vaca y día)					
		0	1	2	3	4	≥ 5
Estabulación con cama caliente	Área encamada						
	Suelo enrejillado pasillo rascado sobreelevado	■	■	■	■		
	Pasillo rascado cubierta al mismo nivel que área de paja		■	■			
	Pasillo rascado no cubierto	■	■	■			
Cubículos cabeza-cabeza	Pasillo enrejillado	■					
	Pasillo rascado cubierto		■	■	■	■	
	Pasillo entre filas de cubículos		■	■	■	■	
Cubículos cola-cola	Pasillo de alimentación cubierto	■	■	■	■	■	
	Pasillo de alimentación no cubierto	■	■	■	■	■	
Estabulación fija		■		■	■	■	

■ Purín ■ Purín pajoso/estiércol blando (LP/FM) ■ Estiércol pastoso a muy compacto (FMC, FC, FTC)

Aportes de paja inferiores a 1 kg/vaca y día, permiten obtener un purín fácilmente manejable (trasvase, bombeo, almacenaje) y se puede esparcir con equipos que garanticen una calidad de esparcimiento satisfactoria.

La obtención de estiércol compacto (figura 2) requiere un aporte de más de 3 kg de paja/vaca y día. Este estiércol requiere una superficie de almacenamiento más pequeña y se puede esparcir uniformemente en las parcelas.

1 a 3 kg de paja: estiércol blando o purín pajoso

Un cierto número de combinaciones con aportes de paja de entre 1 y 3 kg/vaca y día conducen a la producción de estiércol blando o purín pajoso (Tabla 1). Algunas son inevitables y resultan del equilibrio entre el manejo del alojamiento (en particular, la disponibilidad de paja), los animales y su alojamiento. Este es el caso, por ejemplo, de los cubículos de cabeza con cabeza donde el suministro de paja rara vez supera los 3 kg/vaca y día, y donde las zona de descanso y la zona de circulación están bien delimitadas (Figura 4). Este también es el caso de las áreas de alimentación frente a las áreas de reposo encamadas cuando los ganaderos echan paja en los pasillos de circulación o de ejercicio, a veces con cantidades importantes (1 a 2 kg/vaca y día) para obtener un estiércol que, al final es de consistencia deficiente.

Figura 4. Cubículos cabeza-cabeza con aporte de paja de 3 kg/vaca y día (Foto cortesía de J.L. Míguez)



Muchas otras situaciones también conducen a la producción de productos de consistencia intermedia, como resultado de prácticas a veces injustificadas o inconsistentes cuyo único objetivo es obtener un solo producto, sin tener en cuenta su consistencia. Este es, por ejemplo, el caso de las áreas de ejercicio no cubiertas en las que el ganadero echa paja. O el caso de almacenar en el mismo lugar deyecciones de consistencia muy diferente, obtenidas en zonas distintas de la granja.

Todas estas situaciones de mezcla de excrementos de diferente tipo o de mezcla de excrementos con paja dan como resultado la obtención de un producto heterogéneo, debido a un encamado insuficiente y a la ausencia de pisoteo por parte de los animales.

Estos escenarios no permiten un manejo óptimo de las deyecciones, tanto en la granja como en el momento de su esparcido en el campo. Para asegurar valorización agronómica, estas situaciones requieren la implementación de técnicas de drenaje (o de separación) que dan como resultado purines y estiércol que se pueden esparcir en buenas condiciones.

Técnicas de drenaje para mejorar la consistencia de las deyecciones

Para resolver los problemas de almacenamiento y esparcimiento de estiércol blando o purines pajosos, se han desarrollado técnicas para obtener productos valiosos desde el punto de vista agronómico.

Estas técnicas permiten la producción de sólidos esparcibles con esparcidores sin puerta estanca, es decir, estiércol pastoso a compacto o estiércol compacto. Los productos obtenidos, purines sin paja y estiércol líquido, son bombeables y esparcidos mediante dispositivos de distribución como inyectores superficiales o mangueras. Se pueden describir tres grupos de técnicas:

- Drenaje durante la transferencia, cuyo principio consiste en drenar los excrementos durante la retirada con arrobadera, entre el edificio y la estructura de almacenamiento.
- Drenaje durante el almacenamiento, basado en la separación de sólidos y líquidos en la plataforma de almacenamiento.
- Clasificación de deyecciones, donde el objetivo es evitar la mezcla de partes sólidas y líquidas y realizar un almacenamiento separado.

Estas técnicas no son específicas de un tipo de alojamiento determinado. Su elección está vinculada a los objetivos del ganadero y a las limitaciones de la granja.

La implementación de estas técnicas da lugar a las respectivas proporciones de estiércol y purines. Así, una técnica que da como resultado una distribución de 70/30 significa que la parte de estiércol representa el 70% y la de purín el 30%. Los porcentajes se aplican luego a cada una de las referencias de producción de estiércol y purines tomadas por separado para el tipo de animal y el tipo de alojamiento en cuestión.

El estiércol líquido no se ve afectado directamente por estas proporciones; su volumen está relacionado con la cantidad de estiércol producido.

Drenaje de excrementos durante la transferencia

Drenaje sobre un enrejillado

El principio de funcionamiento es drenar los excrementos durante el raspado con la arrobadera entre el alojamiento y la estructura de almacenamiento instalando una rejilla de goteo a la salida de la nave, en el área de transferencia. La separación se realiza gracias al paso de las deyecciones sobre esta rejilla. Los líquidos, estiércol líquido y purines, caen a través de las ranuras y la parte sólida, el estiércol, se transporta más allá de la rejilla hacia el estercolero.

La rejilla de goteo está formada por barras paralelas de metal u hormigón de 12 a 16 cm de anchura, de 3,5 a 7 cm de distancia y una longitud mínima de 2,50 m (figura 5). La porción abierta, dependiendo del ancho de las ranuras, varía del 16 al 27%. El espacio entre las rejillas se adapta al producto generado en el edificio: la presencia de paja impone un espacio reducido entre las rejillas; la presencia significativa de purines requiere mayor espaciamiento. Las barras paralelas están dispuestas paralelamente al eje de la arrobadera (figura 6).

Un canal perpendicular al eje de raspado está dispuesto debajo de la rejilla de goteo (Figura 6). Este canal que recoge los líquidos se vacía por gravedad o por bombeo a la fosa de almacenamiento. La longitud del canal está relacionada con el número de pasillos a limpiar o con la distancia que lo separa del pozo de almacenamiento.

Figura 5. Enrejillado para drenaje



La rejilla de goteo se coloca en el área de transferencia entre el edificio y el estiércol. Su posicionamiento debe permitir:

- el paso de animales si es necesario,
- el paso de maquinaria,
- recoger el jugo del estiércol cuando esté al mismo nivel,
- Recolección de lixiviados del área de transferencia si no está cubierta.

Cuando la rejilla se encuentra en un área de paso de animales, el espacio entre las barras no debe exceder los 3,5 cm.

El volumen de deyecciones obtenido es función del ancho de las barras y del espaciamiento entre ellas, y por tanto del espacio de drenaje. El estercolero de tres paredes se dimensionará sobre la base de un estiércol blando compacto.

Dado que el ganadero no conoce con precisión el tipo de residuo a raspar, puede ser aconsejable fijar temporalmente las barras de la rejilla de goteo para ajustar su separación al tipo de producto. Una vez realizado el ajuste, se puede proceder a su fijación definitiva. Cualquiera que sea el medio de raspado, la velocidad del raspador debe reducirse al pasar sobre la rejilla para facilitar la separación de líquidos.

Ejemplo 1 de Dimensionamiento

50 vacas lecheras, en cubículos cabeza-cabeza, con aporte de 3 kg de paja/vaca y día.

El enrejillado de drenaje consta de barras separadas 5 cm que logran una separación estiércol-purín del 70/30, logrando un estiércol pastoso a compacto, que es posible almacenar hasta 1,30 m de altura.

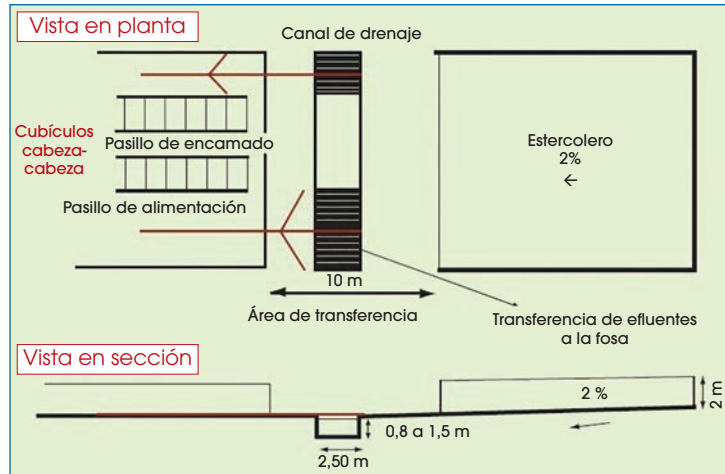
La capacidad de almacenamiento necesaria para 4 meses será la siguiente:

- Superficie cubierta de estercolero (3 muros)**
- $5,8 \text{ m}^2 \times (1\text{m}/1,30\text{m}) \times 50 \text{ vacas} \times 70\% = 156 \text{ m}^2$
- Volumen útil de fosa cubierta**
- Purín: $156 \text{ m}^2 \times 1,3 \text{ m} \times 0,13 = 26 \text{ m}^3$
 - Purín drenado: $7,2 \text{ m}^3 \times 50 \text{ vacas} \times 30\% = 108 \text{ m}^3$
 - Total volumen fosa: 108 m^3

Drenaje en suelos enrejillados

El principio consiste en drenar los excrementos durante el raspado antes de almacenarlos. El enrejillado al final del alojamiento proporciona el drenaje buscado. Durante el raspado, los líquidos, estiércol líquido y purines caen por el suelo de rejilla y la parte sólida avanza hacia el estercolero.

Figura 6. Enrejillado para drenaje en la zona de transferencia



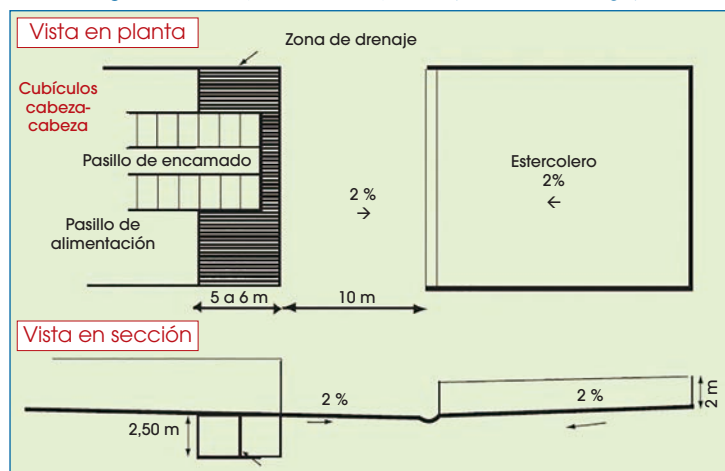
El suelo enrejillado se dispone con las ranuras en el eje del raspado. El ancho de las ranuras, entre 3,5 y 4 cm, da una relación constante abertura/superficie total del 16%. Solo la longitud de la rejilla varía según el sistema de almacenamiento de líquidos:

- una longitud de drenaje de 2,50 a 3,00 m se asocia generalmente con un canal con transferencia de líquidos por gravedad o por bombeo al pozo (Figura 7);
- cuando la longitud de drenaje esté entre 5 y 6 m, se puede instalar un foso de almacenamiento debajo de la rejilla. La capacidad de este pozo y el tipo de excretas a almacenar (purines) requieren la construcción de una pared transversal para asegurar la mezcla (Figura 8).

Figura 7. Enrejillado de drenaje de 2,5 m de longitud.



Figura 8. Drenaje sobre enrejillado (Institut d'Elevage)



Gestión de estiércol fluido

Las rejillas de drenaje se pueden colocar en el mismo plano que las superficies de hormigón o ir seguidas de un "escalón" para permitir el pre-almacenamiento de la parte sólida en la zona inferior (Figura 9).

Figura 9. Caída de las deyecciones a un plano inferior (Institut d'Elevage)



Las rejillas de drenaje se colocan en el alojamiento o en el área de transferencia de acuerdo con varios criterios:

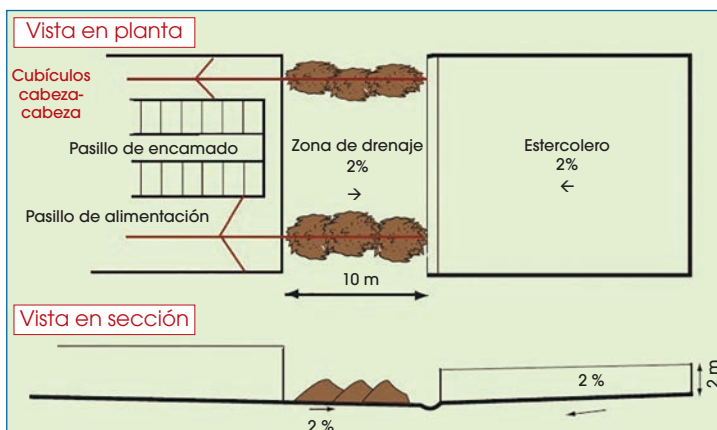
- el paso de la maquinaria de carga de estiércol,
- recoger el jugo del estiércol cuando esté al mismo nivel,
- recogida de lixiviados del área de transferencia si no está cubierta.

Cuando la longitud de drenaje es de 5,00 a 6,00 m, el dispositivo generalmente se coloca en el último tramo de la nave (Figura 10). Este diseño reduce la superficie del área de transferencia y evita que el agua de lluvia se acumule en el pozo. A di-

Figura 10. Enrejillado de drenaje en el extremo de la nave.



Figura 11. Drenaje de estiércol sobre plataforma (Institut d'Elevage)



ferencia de las rejillas colocadas en la zona de transferencia por la que circulan las máquinas, la instalación en el interior de la nave evita tener que recurrir a rejillas reforzadas más caras.

El raspado de los pasillos se puede realizar utilizando un tractor o una arrobadera accionada por cable o por un pistón hidráulico. En el caso de la arrobadera, el carril de guía del raspador se inserta entre las rejillas de drenaje. Los excrementos sólidos no se detienen en el piso de rejilla, sino que se empujan más allá, de donde se recogen periódicamente con un tractor.

El estercolero de tres paredes se clasifica sobre la base de estiércol blando compacto.

Como la porción abierta de la rejilla es relativamente baja, la velocidad de raspado debe reducirse cuando las excretas pasan sobre el dispositivo. En todos los casos, se recomienda no almacenar los excrementos en esta zona de drenaje, ya que solo la puesta en movimiento permite la separación de la parte más fluida a través del piso enrejillado.

Ejemplo 2 de Dimensionamiento

50 vacas lecheras, en cubículos cabeza-cabeza, con aporte de 3 kg de paja/vaca y día.

El enrejillado de drenaje tiene una longitud de 2,5 m que logra una separación estiércol-purín del 80/20, logrando un estiércol pastoso a compacto, que es posible almacenar hasta 1,30 m de altura.

La capacidad de almacenamiento necesaria para 4 meses será la siguiente:

Superficie cubierta de estercolero (3 muros)

• $5,8 \text{ m}^2 \times (1\text{m}/1,30\text{m}) \times 50 \text{ vacas} \times 80\% = 178 \text{ m}^2$

Volumen útil de fosa cubierta

• Purín: $178 \text{ m}^2 \times 1,3 \text{ m} \times 0,13 = 30 \text{ m}^3$

• Purín drenado: $7,2 \text{ m}^3 \times 50 \text{ vacas} \times 20\% = 72 \text{ m}^3$

• Total volumen fosa: 102 m^3

Drenaje sobre plataforma

El área de transferencia de hormigón entre el edificio y la estructura de almacenamiento se utiliza para drenar los productos raspados. El principio se basa en el flujo natural por gravedad de los líquidos sobre esta área gracias al pre-almacenamiento de los excrementos raspados, durante un período más o menos largo.

El área de drenaje es un área de hormigón con una pendiente del 2% dirigida hacia un canal de recolección de líquidos (Figura 11). La extensión de esta área debe ser suficiente para almacenar los excrementos raspados durante un período de 4 a 10 días en base a los, aproximadamente, 1,50 m requeridos por día de raspado (Figura 12).

Figura 12. Drenaje del estiércol sobre una plataforma no cubierta



Gestión de estiércol fluido

El área de drenaje está situada en el área de transferencia o en el frente del estercolero.

El drenaje requiere un pre-almacenamiento en una franja sobre la losa, luego la recuperación con un tractor para asegurar el almacenamiento final. Para evitar múltiples operaciones con el tractor, se recomienda el uso de un raspador mecánico. Permite el pre-almacenamiento sin la intervención del operario.

El drenaje permite una ganancia de superficie de almacenamiento del 23%, comparable a la transición de estiércol blando (FM) a estiércol blando a compacto (FMC). Como las áreas de drenaje y almacenamiento son generalmente las mismas, el tamaño del conjunto se basa en un área total requerida para el almacenamiento de estiércol blando en un estercolero de 3 paredes.

Ejemplo 3 de Dimensionamiento

50 vacas lecheras, en cubículos cabeza-cabeza, con aporte de 3 kg de paja/vaca y día.

El drenaje del estiércol sobre una plataforma de hormigón logra una separación estiércol-purín del 100/0, logrando un estiércol pastoso, que es posible almacenar hasta 1,0 m de altura.

La capacidad de almacenamiento necesaria para 4 meses será la siguiente:

Superficie cubierta de estercolero (3 muros)

- $5,8 \text{ m}^2 \times 50 \text{ vacas} = 290 \text{ m}^2$

Volumen útil de fosa cubierta

- Purín: $290 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m} \times 0,23 = 67 \text{ m}^3$
- Purín drenado: 0 m^3
- Total volumen fosa: 67 m^3

Drenaje de excrementos durante el almacenamiento

Drenaje sobre estercolero con muros de drenaje y canal de recogida de efluente

El principio se basa en el almacenamiento de residuos en un estercolero equipado con una pared de drenaje y un canal de recogida de efluente. El líquido, mantenido a un nivel constante en el canal, permite que el estiércol esté en contacto directo y permanente con este efluente y asegura intercambios por capilaridad entre las fases sólida y líquida.

El estercolero está equipado con tres paredes (Figura 13). La pared del fondo, o incluso uno de los dos lados, está perforada de arriba a abajo. Para el funcionamiento del proceso, el suelo del esterco-

lero tiene una pendiente de entre 5 y 8%, orientado hacia el muro de drenaje colocado en la parte inferior de la estructura. Este muro de drenaje está hecho de postes o viguetas de 20 a 25 cm de ancho, espaciadas de 5 a 8 cm, tras el que se instala un canalón detrás de estas paredes perforadas (Figura 14). El canalón tiene un ancho suficiente, de unos 50 cm, para permitir un fácil mantenimiento. Una tubería dispuesta en el fondo del canal dirige el líquido al pozo de almacenamiento. Un tubo vertical instalado en el tubo asegura que los líquidos se mantengan a un nivel constante en el canal. La altura del líquido en el canalón es regulable gracias a la superposición de manguitos en la tubería vertical, que hace variar su altura.

Figura 14. Estercolero drenante con postes de madera y canal de recogida de efluentes de nivel constante (Institut d'Elevage)



La efectividad de este dispositivo se basa en la longitud de filtración en la parte inferior de la estructura y la distancia que separa el estiércol del muro de drenaje. Por este motivo, se recomienda realizar estructuras donde la pared del fondo sea más larga que las laterales.

El raspado se realiza mediante arrobadera o con tractor. En el primer caso, el estiércol transportado al frente del estercolero debe introducirse posteriormente con el tractor.

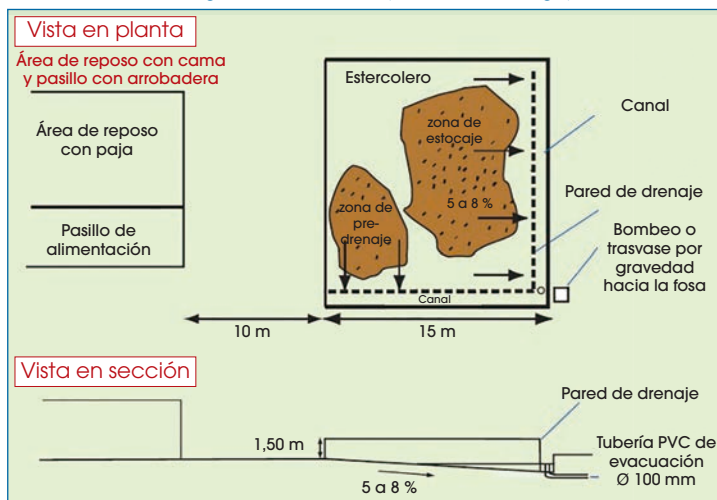
Todos las deyecciones almacenadas se encuentran en forma de estiércol. Los únicos líquidos que resultan del drenaje son de tipo purín. La mejora en la consistencia del estiércol se nota después de un período de drenaje más o menos largo (3 a 4 meses) y después de trasvasar el efluente; el estercolero se dimensiona sobre la base de un estiércol blando en un estercolero de tres paredes.

Para facilitar la separación líquido-sólido de productos con bajo contenido en paja, el ganadero puede pre-drenar parte de la estructura por un período más o menos largo antes de llevar a cabo el almacenamiento final. El apilamiento comienza en la parte anterior de la estructura, a lo largo de la pared de drenaje. Debe evitarse depositar deyecciones muy blandas contra la pared. Es preferible depositar allí inicialmente los productos más compactos, con más paja, que evitarán el paso del estiércol muy blando al canalón.

Si la estructura tiene solo una pared filtrante en el fondo, se debe reservar un espacio libre entre la pila y uno de los lados para evitar la acumulación de efluente en el frente de la pila y permitir su flujo hacia el pared perforada situada en el fondo del estercolero.

De ocho a diez días antes de que vaciar el estercolero, se debe drenar los líquidos del canalón a la fosa para asegurar un drenaje completo.

Figura 13. Esquema de un estercolero con paredes drenantes y recogida de efluente (Institut d'Elevage)



Ejemplo 4 de Dimensionamiento

50 vacas lecheras, alojadas en área de reposo con paja y con pasillo de alimentación en el que se aporta 1 kg de paja/vaca y día.

El drenaje del estiércol sobre una plataforma con paredes drenantes y recogida de efluente logra una separación estiércol-purín del 100/0, logrando un estiércol pastoso, que es posible almacenar hasta 1,0 m de altura.

La capacidad de almacenamiento correspondiente al pasillo limpiado por arrobadera (no se incluye la cama acumulada) necesaria para 4 meses será la siguiente:

Superficie cubierta de estercolero (3 muros)

- $3,5 \text{ m}^2 \times 50 \text{ vacas} = 175 \text{ m}^2$

Volumen útil de fosa cubierta

- Purín: $175 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m} \times 0,23 = 40 \text{ m}^3$
- Purín drenado: 0 m^3
- Total volumen fosa: 40 m^3



Drenaje sobre estercolero con suelo de rejilla

El principio se basa en el almacenamiento de excretas en un estercolero equipado con enrejillado en el suelo. El drenaje se realiza a través de esta rejilla; el efluente se almacena en el pozo situado bajo el estercolero.

El estercolero está equipado con 3 paredes sólidas y el suelo está hecho de viguetas o planchas perforadas de hormigón para ganado en toda la superficie (Figura 15). Las ranuras de las rejillas, de 3,5-4 cm, aseguran una porosidad del 16%. Las rejillas no tienen pendiente. El foso de almacenamiento habilitado debajo debe tener paredes para asegurar la mezcla (Figura 16). La profundidad del foso, adaptada al volumen de almacenamiento necesario, está entre 2,00 y 2,50 m, adecuado para este tipo de uso.

Deben colocarse rejillas reforzadas para permitir el paso de la maquinaria con la que se retira el estiércol. El área de transferencia debe tener una pendiente dirigida hacia el estercolero.

El raspado se puede mecanizar mediante arrobadera o realizarlo con tractor. El estiércol que se almacenará es estiércol blando a compacto (FMC) en un estercolero de tres paredes.

Dada la superficie de drenaje distribuida por toda la estructura se tiene la garantía de obtener una buena separación de líquidos y sólidos. El predrenaje en las rejillas alrededor de la estructura puede ayudar a mejorar la eficiencia del drenaje, pero no es esencial. Este dispositivo sigue siendo relativamente caro y es adecuado para granjas con espacio disponible limitado.

Ejemplo 5 de Dimensionamiento

50 vacas lecheras, en cubículos cabeza-cabeza, con aporte de 3 kg de paja/vaca y día.

El drenaje del estiércol sobre estercolero enrejillado logra una separación estiércol-purín del 70/30, logrando un estiércol pastoso a compacto, que es posible almacenar hasta 1,3 m de altura.

La capacidad de almacenamiento necesaria para 4 meses será la siguiente:

Superficie cubierta de estercolero (3 muros)

- $5,8 \text{ m}^2 \times 1/1,30 \times 50 \text{ vacas} \times 70\% = 156 \text{ m}^2$

Volumen útil de fosa cubierta

- Purín: $156 \text{ m}^2 \times 1,3 \text{ m} \times 0,13 = 26 \text{ m}^3$
- Purín drenado: $7,2 \text{ m}^3 \times 50 \text{ vacas} \times 30\% = 108 \text{ m}^3$
- Total volumen fosa: 134 m^3

Clasificación de deyecciones

El principio consiste en diferenciar las deyecciones generadas, utilizando un tractor, en el área de vida de los animales o en el área de transferencia. Esta clasificación se lleva a cabo durante el raspado de los excrementos hacia las estructuras de almacenamiento.

Este dispositivo no requiere ninguna disposición particular (Figura 17). Al clasificar en el edificio, el ancho de la arrobadera debe adaptarse al de los pasillos para raspar los dos tipos de excrementos por separado (Figura 18). Como se ve, la zona del pasillo aledaña a los cubículos presenta una gran cantidad de paja, mientras que en la zona derecha sólo se va a retirar estiércol blando.

Figura 15. Esquema de un estercolero sobre suelo enrejillado (Institut d'Elevage)

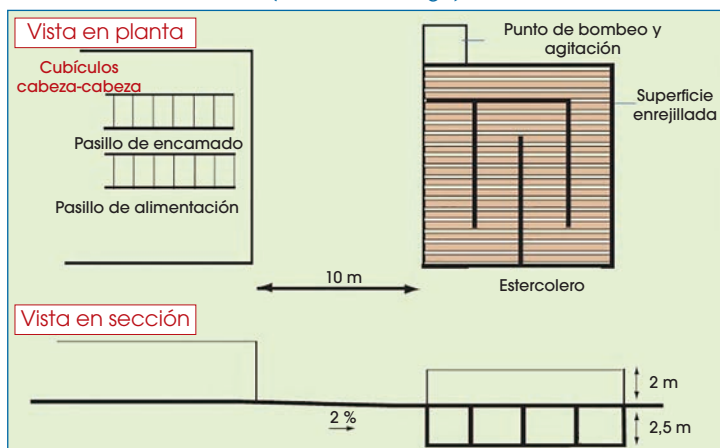


Figura 16. Foso de almacenamiento bajo enrejillado (Institut d'Elevage)



Gestión de estiércol fluido

Figura 17. Diferenciación de deyecciones en el alojamiento (Institut d'Elevage)

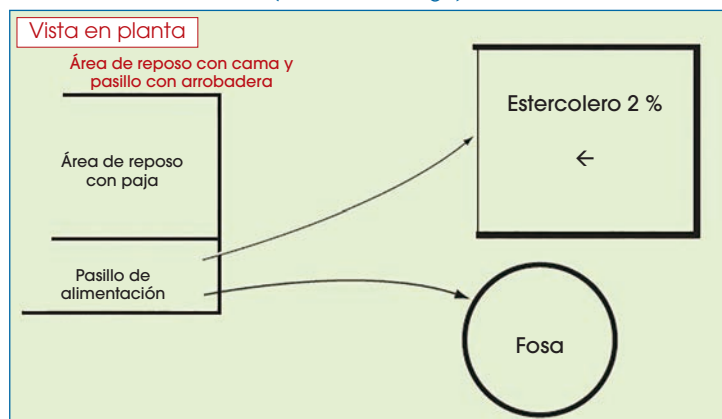


Figura 18. Diferenciación de deyecciones en el interior del alojamiento (Institut d'Elevage)



Al clasificar en el área de transferencia, los excrementos, que han salido previamente del edificio, no deben mezclarse. Esta clasificación se facilita cuando se instala una caída de baja altura (1,00 m) en el extremo de la arrobadera para facilitar la separación líquido-sólido. El área de transferencia debe ser de tamaño suficiente para facilitar la maniobra durante la clasificación.

Los tipos de excrementos se distribuyen según proporciones que dependen del ancho de los pasillos. El estercolero de tres paredes se dimensionará sobre la base de estiércol blando a compacto (FMC).

Para facilitar la clasificación y evitar la mezcla de excretas debido al pisoteo de los animales, se recomiendan dos rascados diarios. La efectividad de la separación está ligada a la percepción del ganadero de los diferentes tipos de excrementos y a su experiencia. Sin embargo, es preferible la presencia de una pequeña cantidad de paja en el estiércol blando, que demasiado estiércol blando en el estiércol compacto.

Ejemplo 6 de Dimensionamiento

50 vacas lecheras, alojadas en área de reposo con paja y con pasillo de alimentación, al mismo nivel, de 4 m de anchura.

El ganadero limpia el pasillo con una arrobadera de 2 m de anchura, logrando un reparto 50/50 y un estiércol para almacenar de tipo blando a compacto.

La capacidad de almacenamiento correspondiente al pasillo limpiado por arrobadera (no se incluye la cama acumulada) necesaria para 4 meses será la siguiente:

Superficie cubierta de estercolero (3 muros)

- $3,5 \text{ m}^2 \times (1\text{m}/1,30 \text{ m}) \times 50 \text{ vacas} \times 50\% = 67 \text{ m}^2$

Volumen útil de fosa cubierta

- Purín: $67 \text{ m}^2 \times 1,3 \text{ m} \times 0,13 = 11 \text{ m}^3$
- Purín drenado: $4,3 \text{ m}^3 \times 50 \text{ vacas} \times 50\% = 107 \text{ m}^3$
- Total volumen fosa: 118 m^3

Síntesis

Varias técnicas operativas permiten mejorar la consistencia del estiércol blando o del estiércol de paja. Ahora se ofrecen los medios a los ganaderos para producir abono de calidad que pueda almacenarse y esparcirse en buenas condiciones. Todos los dispositivos de drenaje permiten obtener purines sin paja y/o purines compactos que pueden almacenarse a una altura superior a 1,30 m. Los costes relacionados con la implementación de estas técnicas son muy variables y se compensan parcial o totalmente mediante el establecimiento de instalaciones de almacenamiento adecuadas y por la eliminación de los costos indirectos vinculados a la mezcla repetida de estiércol, por ejemplo. La Tabla 2 proporciona una evaluación comparativa de los diferentes procesos técnica y económicamente.

Resumen

Los estiércoles blandos o pastosos, de consistencia intermedia, son difíciles de manipular y esparcir: su gestión plantea un problema.

En este trabajo se ha descrito un conjunto de técnicas operativas basadas en el drenaje y clasificación de las excretas con el fin de mejorar la consistencia del estiércol blando y obtener estiércol y/o purines compactos. Este trabajo describe, analiza y compara las seis técnicas posibles. Proporciona elementos relacionados con el diseño e implementación, los tipos de excrementos obtenidos, el dimensionamiento de las estructuras de almacenamiento asociadas, etc.

Bibliografía

Institut d'Elevage, Chambres d'Agriculture. 2005. La gestión des fumiers mous

Tabla 2. Ventajas e inconvenientes de las técnicas de drenaje de estiércoles blandos (Institut d'Elevage)

	Sobre enrejillado en zona de transferencia	Sobre suelo enrejillado	Sobre plataforma	En estercolero con muros drenantes y canal de recogida de efluente	En estercolero con suelo enrejillado	Clasificación de deyecciones
Compacidad	-	+	+	+	++	+
Mano de Obra	-	-	++	++	-	++
Eficacia	++	++	+	+	++	+
Posibilidad de autoconstrucción	+	+	++	++	-	++
Coste	+	+	--	-	+++	--