



# Gestión de residuos en las granjas de vacuno de leche (IV): Capacidad de almacenamiento de deyecciones (2)

## Introducción

En el pasado número de Frisona Española (nº239) explicábamos los factores condicionantes que, según la metodología francesa, conducen a determinar el tipo de residuo generado en las granjas de vacuno lechero. Recordemos brevemente que el tipo de residuo (fundamentalmente caracterizado por su consistencia) estaba determinado por el tipo de alojamiento, el régimen alimenticio, la cantidad de paja empleada y el tipo de animal. En este nuevo trabajo vamos a exponer la metodología propuesta por la normativa francesa para el cálculo del volumen de fosa o superficie de estercolero necesaria para el almacenamiento de los distintos tipos de deyecciones generados y expuestos en el anterior trabajo, como hemos mencionado.

El método no es del todo sencillo, pues tiene en cuenta numerosos parámetros y maneja un número elevado de tablas, según la especie, aunque nosotros únicamente nos referiremos al vacuno lechero.

Una de las particularidades del método es que tiene en cuenta el agua de lluvia que puede caer sobre las superficies no cubiertas del alojamiento y sobre la propia fosa si ésta no está cubierta. En el caso de un estercolero, determina la cantidad de lixiviados que pueden producirse y determina el volumen de la fosa o tanque para su almacenamiento.

**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](http://www.linkedin.com/in/antoniocallejoramos)

Es cierto que el régimen pluviométrico en Francia es notablemente superior al de nuestro país. Pero no es menos cierto que, de tener en cuenta la posibilidad de almacenar la lluvia caída sobre la superficie de una granja lechera, en ocasiones torrencial, podría ahorrarse no pocos "accidentes" por desbordamiento de una fosa insuficientemente dimensionada.

## Cálculo de la capacidad de almacenamiento de estercoleros (efluentes sólidos: estiércol)

En primer lugar, debe señalarse que la cantidad de material de cama (paja, viruta de madera, serrín, etc.) aportada en la cama, en la práctica más habitual, no influye o influye muy poco en el volumen total del estiércol recogido, al no representar más que de un 5 a un 15% de la masa de deyecciones recogida. Sin embargo, la cantidad de paja utilizada en el encamado sí tiene un destacado papel en la consistencia del residuo, haciendo que el estiércol sea más o menos sólido, tal y como explicábamos en el número anterior.

## Superficies de almacenamiento de referencia

Los valores de referencia utilizados están expresados en m<sup>2</sup>/animal y para el caso de 4 o 6 meses de almacenamiento. Estas referencias tienen en cuenta las pérdidas de volumen relacionadas con la maduración del producto a lo largo del tiempo, y están tabuladas. La Tabla 1 muestra los valores de referencia para vacas lecheras con una producción entre 6.000 y 8.000 kg de leche.

En todos los casos habría que aumentar la capacidad de almacenamiento teniendo en cuenta el agua de lluvia y los consiguientes residuos:

- Aguas marrones de áreas de ejercicio no cubiertas.

**Tabla 1.** Valores de referencia de almacenamiento de deyecciones para vacas produciendo entre 6.000 y 8.000 kg de leche

Modo de alojamiento	Subunidad		Paja (kg/animal)	Tipo de deyección a almacenar	Características del estiércol (altura de almacenamiento)	Referencias por plaza para un almacenamiento de				
						4 meses		6 meses		
						m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	
<b>Estabulación fija</b>	Con cama		3 a 4	Estiércol compacto purín	sin muro (1,30 m)	4,7	0,9	6,5	1,3	
	Sin cama		0	purín			7,2		10,8	
<b>Estabulación libre con área de ejercicio</b>	Cama de paja en pendiente		5 a 7	Estiércol compacto purín	Sin muro (1,00 m)	5,5	0,2	7,6	0,3	
	Cama de paja	Cama acumulada	6 a 8	Estiércol del área de reposo	Acumulación en área de reposo (ver Tabla 2)					
		área de ejercicio cubierta	Pasillo hormigón	0 a 2	Estiércol fluido purín	3 muros (1,00 m)	3,5	0,8	4,8	1,1
			Pasillo enrejillado	0	purín			4,3		6,5
		Área de ejercicio NO cubierta		0	purín			4,3	6,5	
	Cubículos	área de ejercicio cubierta	Pasillo hormigón	3 a 4	Estiércol fluido purín	3 muros (1,00 m)	5,8	1,3	8,0	1,8
			Pasillo enrejillado	0 a 1	purín			7,2		10,8
		Área de ejercicio NO cubierta	Pasillo enrejillado (picada)	0-0,5	purín			7,2		10,8
0			purín				7,2		10,8	

- Agua de lluvia sobre otras superficies no cubiertas.
- Lixiviados del estercolero.
- Agua de lluvia sobre fosa.

Para vacas con otro nivel de producción, se aplica los coeficientes que figuran en la Tabla 2.

La Tabla 3 muestra las necesidades de almacenamiento en el caso de novillas de 1 a 2 años.

La Tabla 4 indica el coeficiente a aplicar en el caso de novillas de distinta edad.

Las superficies de almacenamiento señaladas en las tablas 1 y 3 hacen referencia a un tipo de estiércol y a un estercolero de almacenamiento según la combinación de estiércol y estercolero más frecuente. Las alturas medias adoptadas para la elaboración de estas referencias son descritas posteriormente, y no corresponden a la altura máxima real alcanzada por la masa de estiércol, sino a la altura media que tendría de poder formar un paralelepípedo (Figura 1).

**Tabla 2.** Coeficientes de minoración o mayoración del volumen de residuos generados por vacas lecheras con distintos niveles de producción

Nivel de Producción (P) (kg)	Coeficiente (%) a aplicar al valor de referencia
P < 4.500	75
4.500 ≤ P < 6.000	85
<b>6.000 ≤ P &lt; 8.000</b>	<b>Valor de referencia</b>
8.000 ≤ P < 9.000	110
9.000 ≤ P < 10.000	115
P ≥ 10.000	

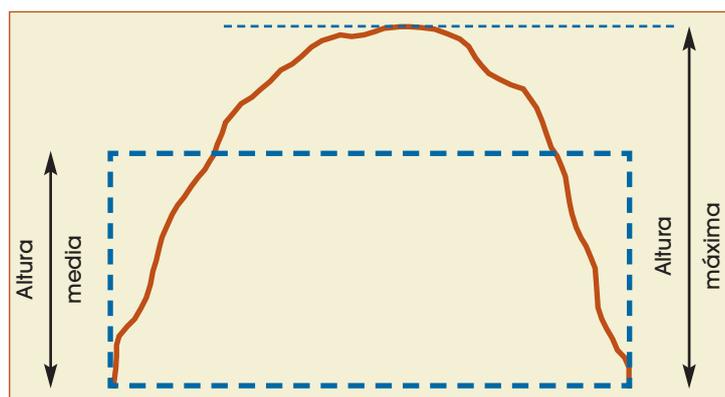
**Tabla 4.** Coeficientes de minoración o mayoración del volumen de residuos generados por novillas de 6 a 12 meses y de más de 24 meses

Edad novillas	Coeficiente (%) a aplicar a la referencia (tabla 3)
6 - 12 meses	70
1 - 2 años	100 (referencia)
> 2 años	120

**Tabla 3.** Valores de referencia de almacenamiento de deyecciones para novillas de 1 a 2 años

Modo de alojamiento	Subunidad		Paja (kg/animal)	Tipo de deyección a almacenar	Características del estiércol (altura de almacenamiento)	Referencias por plaza para un almacenamiento de				
						4 meses		6 meses		
						m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	
<b>Estabulación fija</b>	Con cama		2 a 3	Estiércol compacto purín	sin muro (1,30 m)	2,8	0,5	3,8	0,7	
	Sin cama		0	purín			3,6		5,4	
<b>Estabulación libre con área de ejercicio</b>	Cama de paja en pendiente		4 a 5	Estiércol compacto purín	Sin muro (1,00 m)	3,4	0,1	4,7	0,2	
	Cama de paja	Cama acumulada	5 a 8	Estiércol del área de reposo	Acumulación en área de reposo (ver Tabla 2)					
		área de ejercicio cubierta	Pasillo hormigón	0 a 2	Estiércol fluido purín	3 muros (1,00 m)	1,9	0,4	2,7	0,6
			Pasillo enrejillado	0	purín			1,8		2,7
		Área de ejercicio NO cubierta		0	purín			1,8	2,7	
	Cubículos	área de ejercicio cubierta	Pasillo hormigón	3 a 42 a 3	Estiércol fluido purín	3 muros (1,00 m)	3,8	0,9	8	1,2
			Pasillo enrejillado	0 a 1	purín			3,6		5,4
		Área de ejercicio NO cubierta	Pasillo enrejillado (picada)	0-0,5	purín			3,6		5,4
0			purín				3,6		5,4	

**Figura 1.** Superficie de almacenamiento según una altura definida en el montón de estiércol



El estiércol<sup>1</sup> no tiene siempre la misma consistencia y, por ello, no puede conseguirse siempre una misma altura del montón.

- Un estiércol muy compacto (FTC) de cama acumulada se amontona muy bien y su altura media sobre una plataforma sin muro perimetral puede ser de 1,60 m.
- Para los estiércoles con menos contenido en MS, como el estiércol compacto (FC) de área de reposo en pendiente con cama de paja, el originado en una estabulación fija sin retirada mecánica, o el recogido mediante arrobadera en pasillos hormigonados, o los mezclados en el propio estercolero, se estima que su altura media puede alcanzar 1 m de altura, sin muro de contención.
- En el caso del estiércol originado en una estabulación fija pero con recogida mecanizada, la altura media es de 1,30, en ausencia de muro de contención, debido a la forma cónica del montón que se forma bajo el evacuador mecá-

nico. Esto significa que el extremo de la pila puede alcanzar entre 4,0 y 4,5 m de altura (Figura 2).

- Para el estiércol pastoso (FM) recogido en los establos de cubículos o en el área de ejercicio asociado a una zona de reposo con cama de paja, la altura media de almacenamiento es mucho más baja cuando no se construyen o instalan muros de contención. El almacenamiento de este tipo de estiércol requiere construir 3 muros de contención, formando una U, que permitan mantener una altura media del montón de 1,0 m.

La altura de almacenamiento adoptada para el cálculo de referencias se muestra en la Tabla 5. Los valores sombreados (con \*) se corresponden con los casos indicados en las tablas 1 y 3 de referencia.

### **Corrección de las necesidades de almacenamiento de estiércol (superficie de estercolero) cuando el producto difiere del tipo de estiércol de referencia**

La corrección a aplicar se traduce en una reducción de la superficie cuando el estiércol producido se puede almacenar a una altura superior (por modificación del tipo de alimentación y de la cantidad de paja aportada) y cuando se construyen muros de contención, no previstos en la referencia. Del mismo modo, la corrección se traduce en un aumento de la superficie necesaria de estercolero cuando el estiércol producido se puede amontonar a una altura menor que la de referencia o si el estercolero dispone de muros de altura inferior a la de referencia.

El coeficiente de corrección se determina por la relación entre las dos alturas de almacenamiento:

Habitualmente, la altura de los muros de contención es de 1 a 2,5 m, a veces de 3 m (Figura 3).

**Figura 2.** Retirada y apilado de estiércol con elevador mecánico en una estabulación fija



**Tabla 5.** Altura media de almacenamiento (m) y porcentaje de purín para diferentes tipos de estiércol

Nº de muros	Características del estiércol						Purín (% del volumen de estiércol)
	0 o 1		2	3			
Altura de muros	1,0 m a 2,0 m		2,5 m	3,0 m	4,0 m		
Estiércol muy fluido (FTM)	0,5	0,6	0,7				33
Estiércol fluido (FM)	0,65	0,85	1*				23
Estiércol fluido a compacto (FMC)	0,80	1,1	1,3				13
Estiércol compacto (FC)							
- Estabulación fija con evacuador (FC)	1,3*	1,4	1,6	2			15
- Área de reposo con cama de paja en pendiente (FC)	1,0*	1,4	1,6	2			4
- Otros estiércoles compactos	1,0*	1,4		2			8
Estiércol muy compacto (FTC)	1,6*	2	2	2,3	2,6	3,5	0

<sup>1</sup> El tipo de estiércol generado se explicó en el número 239 de Frisona Española, bajo los criterios señalados en dicho trabajo y en la introducción de este artículo.

La solución ganadora para el destete

**Tradi**  **ait**

Leche maternizada para  
rumiantes

**Rumi**  **pock**

Núcleos para piensos  
de arranque

Estas alturas se suelen corresponder con los estándares de construcción. Para estercoleros con muros de más de 3 m de altura, la superficie de almacenamiento puede reducirse a condición de que el estiércol sea muy compacto, apto para ser amontonado a gran altura sin producción excesiva de lixiviados.

Las superficies de estercolero obtenidas únicamente consideran el almacenamiento del estiércol. Es preciso añadir la superficie necesaria de trabajo y de maniobras de la maquinaria cuando sea necesario. Cuando el estercolero no está cubierto, habrá que tener en cuenta el volumen de agua de lluvia que caerá sobre él<sup>2</sup>, y orientar (si es posible) la pendiente en sentido contrario del montón para evitar la formación de bolsas de agua y de purín en el estercolero. Lo ideal es que el suelo del estercolero tenga pendiente hacia el exterior, donde los lixiviados del estiércol (incluyendo el agua de lluvia) pueda drenarse hacia el exterior y ser recogidos en un canal que los conduzca hacia el pozo o fosa de almacenamiento de líquidos.

**Figura 3.** Estercolero con 3 muros de contención de 2 m de altura



#### **Ejemplo 1. (referencia)**

Considérese un rebaño de 50 vacas lecheras en cubículos cabeza con cabeza y aporte de paja a razón de 3 kg/vaca y día) y alimentadas con ensilado de maíz, y produciendo estiércol pastoso o fluido (FM) retirado mediante arrobadera<sup>3</sup> (Figura 4). El estiércol se almacena sobre una plataforma cubierta, con 3 muros de contención. El purín se almacena en una fosa también cubierta.

**Figura 4.** Alojamiento en cubículos con aporte de paja y limpieza de pasillo con arrobadera (cortesía de J.L. Míguez)



Las necesidades de almacenamiento para un período mínimo reglamentario de 4 meses se establecen en la Tabla 1:

- **Estiércol fluido:**  
 $5,8 \text{ m}^2/\text{vaca} \times 50 \text{ vacas} = 290 \text{ m}^2$  de estercolero
- **Purín: 23 % del volumen de estiércol:**  
 $0,23 \times (5,8 \text{ m}^2/\text{vaca} \times 1 \text{ m}) \times 50 \text{ vacas} = 65 \text{ m}^3$  útiles de fosa

#### **Ejemplo 2**

Considérese otra granja, con el mismo número de animales, el mismo tipo de alojamiento y el mismo tipo de estercolero, pero donde la cantidad de paja se limita a 2 kg/vaca y día. El tipo de estiércol obtenido es muy fluido (FTM)<sup>4</sup> y en el que la altura de almacenamiento en un estercolero con 3 muros es de 0,70 m (Tabla 5).

<sup>2</sup> Este cálculo será abordado en un trabajo posterior  
<sup>3 y 4</sup> (Ver figura 6, Frisona Española 239, pág. 86)

## Gestión de residuos en las granjas de vacuno de leche (IV)...

La superficie de almacenamiento señalada en la tabla de referencias deberá ser mayorada según el coeficiente "a":

$$a = \frac{1,0}{0,70} = 1,43$$

El porcentaje de purín de este estiércol es del 33%, pues el estiércol es más fluido que el del ejemplo 1.

En este caso, las necesidades de estercolero serán:

- *Estiércol muy fluido:*  
 $5,8 \text{ m}^2/\text{vaca} \times 50 \text{ vacas} \times 1,43 = 417,7 \text{ m}^2 \text{ de estercolero}$
- *Purín:*  
 $(5,8 \text{ m}^2/\text{vaca} \times 1 \text{ m})^5 \times 0,33 \times 50 \text{ vacas} = 95,7 \text{ m}^3 \text{ útiles de fosa}$

### Ejemplo 3

50 novillas alimentadas con ensilado de hierba y alojadas sobre cama de paja en pendiente con 5 kg de paja/animal y día. El estiércol es amontonado sobre una plataforma cubierta con 3 muros y el purín en una fosa, también cubierta.

La cantidad de cama aportada en este tipo de alojamiento y con este tipo de animal conducen a la producción de un estiércol compacto (FC)<sup>6</sup>. La diferencia con relación a la referencia (altura media de almacenamiento de 1,0 m) radica en la

disponibilidad de 3 muros (altura de almacenamiento de 1,60 m), lo que va a permitir una reducción de la superficie de estercolero según el coeficiente de ajuste "a":

$$a = \frac{1,0}{1,6} = 0,62$$

Las necesidades de superficie de almacenamiento para una duración de 4 meses, según la Tabla 2, son:

$$3,4 \text{ m}^2/\text{novilla} \times 50 \text{ novillas} \times 0,62 = 105,4 \text{ m}^2 \text{ de estercolero}$$

### Capacidad de almacenamiento en el caso de cama de paja acumulada

En el caso de una estabulación libre con cama de paja (u otro material) acumulada (Figura 5), este área de reposo se corresponde con la superficie de almacenamiento del estiércol, en la medida en que éste permanezca allí al menos durante el tiempo de almacenamiento mínimo que marca la normativa (4 meses).

En el caso de que el ganadero retire el estiércol tras un período de acumulación inferior al mínimo establecido, el estiércol deberá ser almacenado sobre una plataforma estanca con el fin de alcanzar el período reglamentario necesario, o ser almacenado en el campo en las condiciones que la normativa establezca.

La Tabla 6 indica la superficie de estercolero a prever en el caso de almacenar el estiércol sobre una plataforma hormigonada (estercolero), durante 4 o 6 meses. Esta solución se adapta bien al compostaje del estiércol en la propia granja.

Las superficies indicadas en la Tabla 6 se corresponden con una altura media de almacenamiento de 1,60 m, en ausencia de muros (Tabla 5, estiércol muy compacto, FTC).

Para hacer un cálculo riguroso de la capacidad de almacenamiento de este estiércol, se han tenido en consideración dos aspectos:

#### a. Principio de cálculo de referencias

La tabla 6 se ha elaborado con el fin de optimizar la superficie de almacenamiento, estableciendo la más pequeña posible teniendo en cuenta la duración reglamentaria. Por esta razón, un período reglamentario, por ejemplo de 4 meses, casi nunca corresponde a un período de producción de 4 meses.

Como regla general, al elaborar la tabla se decidió que el estiércol de la última limpieza no se almacenaría en una plataforma (incluyendo cuando la duración del almacenamiento sea un múltiplo exacto de la frecuencia de limpieza), sino depositado en el campo si su tiempo de maduración en el edificio es suficiente. Por otro lado, la periodicidad de la limpieza considerada para establecer las referencias es un compromiso entre una capacidad de almacenamiento lo más pequeña posible y un intervalo de tiempo entre dos limpiezas compatibles con la salud de los animales y buen manejo de la cría.

Todas estas consideraciones han llevado al uso de referencias de 4 y 6 meses para el cálculo de los tiempos de producción de estiércol y los siguientes intervalos de limpieza (Tabla 7).

Figura 5. Nave de vacas con sistema de cama acumulada



Tabla 6. Superficies de almacenamiento de estiércol para cama acumulada

Modo de alojamiento	Subunidad	Referencias por plaza para el estiércol recogido en el área de reposo, almacenado en una superficie sin muros (1,6 m de altura media de almacenamiento) y una duración de almacenamiento de:	
		4 meses	6 meses
		m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Vacas lecheras	Sólo cama de paja	3,10	5,65
	Con área de ejercicio	1,25	2,25
Novillas	Solo cama de paja	1,25	180
	Con área de ejercicio	0,60	0,90
Bovinos de cebo	Sólo cama de paja	1,25	1,80
	Con área de ejercicio	0,60	0,90

<sup>5</sup> Superficie de 5,8 m<sup>2</sup> por la altura de referencia de 1 m cuando el estercolero tiene 3 muros (tabla 5)

<sup>6</sup> (figura 2, Frisona Española, n° 239, pág. 83)

**Tabla 7.** Duración de la producción de estiércol y periodicidad de retirada de cama acumulada consideradas para la elaboración de referencias

	4 meses de almacenamiento		6 meses de almacenamiento	
	Duración de producción	Periodicidad de limpieza	Duración de producción	Periodicidad de limpieza (meses)
Vacas lecheras	2 meses	2 meses	4 meses	2 meses
Novillas y bovino de engorde	2 meses	2 meses	3 meses	3 meses
Terneros de cría	4 meses	15 días a 2 m	6 meses	15 días a 2 m

**b. Influencia de la maduración del estiércol**

Teniendo en cuenta la maduración del estiércol durante el almacenamiento (debajo de los animales o en una plataforma), la acumulación de estiércol en una estructura no es lineal. Por eso la superficie necesaria para almacenar la producción de un mes no es igual a 0,5 veces el área necesaria para almacenar la producción durante 2 meses sino de 0,6 veces. Así, las capacidades para períodos de entre 2 y 4 meses se calculan por interpolación entre los valores

$$(0,6 \times \text{referencia a 4 meses}) \text{ y la referencia a 4 meses}$$

Para periodos entre 4 y 6 meses, es necesario proceder por interpolación (entre 4 y 6 meses), y por extrapolación más allá de los 6 meses.

**Ejemplo 4**

55 vacas lecheras disponen de un área de reposo sobre cama de paja acumulada con un pasillo de ejercicio cubierto donde se obtiene purín (Figura 6). El estiércol se almacena en un estercolero no cubierto y sin muros, y los lixiviados y el purín se almacenan en una fosa exterior con una profundidad útil de 2,5 m.

**Figura 6.** Alojamiento con zona de reposo de cama acumulada y pasillo provisto de arrobadera de limpieza



**a) Capacidad de almacenamiento correspondiente a un período de 4 meses con retirada de la cama cada 2 meses**

Cuando el área cubierta con paja se retira después de dos meses de uso, se considera que el estiércol producido durante un primer período de dos meses se almacena en una plataforma externa. El producto del segundo período de dos meses permanece almacenado debajo de los animales. Para la parte que se limpia mediante arrobadera (pasillo de ejercicio), las necesidades de almacenamiento por un período reglamentario de 4 meses son (tabla 1):

$$\text{Purín: } 4,3 \text{ m}^3/\text{vaca} \times 55 \text{ vacas} = 236,5 \text{ m}^3$$

Para el estiércol acumulado, depositada en un estercolero (plataforma sin muros), las necesidades de superficie se especifican en la tabla 6:

$$\text{estiércol muy compacto: } 1,25 \text{ m}^2/\text{vaca} \times 55 \text{ vacas} = 68,7 \text{ m}^2$$

**b) Capacidad de almacenamiento correspondiente a un período reglamentario impuesto de 6 meses con retirada de la cama cada 2 meses**

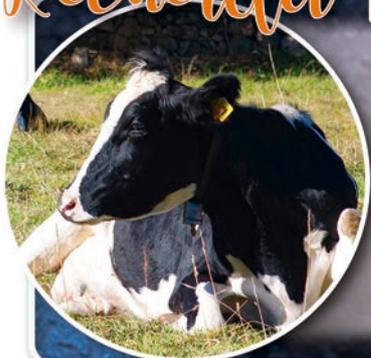
Cuando se realizan dos retiradas de la cama con un intervalo de dos meses, es necesario, para respetar un período de almacenamiento reglamentario que pueda ser de 6 meses (por ejemplo, como parte de una orden de autorización), almacenar el estiércol equivalente a la producción de 4 meses (2 retiradas de cama). El producto del tercer bimestre permanece almacenado en el alojamiento para 6 meses se lee directamente en la tabla 5. Vemos que es casi el doble (2,25 m<sup>2</sup>/vaca) que durante 4 meses (1,25 m<sup>2</sup>/vaca), pero no exactamente el doble, teniendo en cuenta la maduración del producto.

**c) Si hay una retirada cada mes, o después de 3 meses,** el almacenamiento a prever para satisfacer un período reglamentario de 4 meses corresponde a: estiércol del 1º mes + el del 2º mes + el del 3º mes

# Recuerda Programa I-SA

Programa de recogida de información, con la colaboración de ganaderos y veterinarios, de las principales patologías para el control y mejora de la salud animal en la ganadería de vacuno lechero.

Se recogen datos sobre casos de cetosis, fiebre de la leche, desplazamiento de abomaso, abortos, metritis, retención de placenta, mamitis, neumonía y otras patologías.



## Gestión de residuos en las granjas de vacuno de leche (IV)...

(el del 4º mes ocupará el lugar del producido durante el primer mes, que puede ser evacuado de antemano).

En este caso, el almacenamiento corresponde a 3 meses de producción en lugar de a 2. Sabiendo que las necesidades de almacenamiento durante 4 meses corresponden a 2 meses de producción y las de 6 meses de almacenamiento a 4 meses de producción, tendremos que utilizar estas dos referencias. Para tener en cuenta la maduración real del producto correspondiente a un período de almacenamiento de 3 meses, es necesario proceder por interpolación lineal entre 4 y 6 meses.

Si tomamos el ejemplo del punto a), las necesidades de almacenamiento para el área de ejercicio que se limpia mediante arrobadera son idénticas.

En la hipótesis de una limpieza todos los meses, las necesidades de almacenamiento para la cama acumulada serían:

$$\text{FTC} \frac{2,25 - 1,25}{4 - 2} + 1,25 = 1,75 \text{ m}^2$$

es decir, para 55 vacas: **96,25 m<sup>2</sup>**

donde:

- 2,25 es el área de 2,25 m<sup>2</sup>/vaca necesaria para 6 meses de almacenamiento
- 1,25 es el área de 1,25 m<sup>2</sup>/vaca necesaria para 4 meses de almacenamiento
- (4-2) corresponde a la diferencia en el tiempo de producción de estiércol que separa estas dos referencias (4 meses de producción durante 6 meses de almacenamiento - 2 meses de producción durante 4 meses de almacenamiento)

**d) Caso muy frecuente de almacenamiento en la parcela donde se esparcirá el estiércol acumulado después de un período mínimo regulatorio reducido a dos meses:**

- Si hay retirada de la cama cada dos meses o más, no hay obligación de proporcionar almacenamiento en plataforma estanca.

El estiércol procedente de la cama acumulada se puede depositar en la parcela de esparcimiento directamente, porque no es susceptible de fluir. De acuerdo con el ejemplo dado en el punto a), el almacenamiento necesario se limita al purín recogido en el pasillo de ejercicio, limpiado mediante arrobadera.

- Si hay limpieza todos los meses, es necesario proporcionar almacenamiento en una plataforma estanca, con una capacidad adicional de un mes para que el tiempo total de maduración/drenaje del estiércol sea un total de dos meses (1 mes bajo los animales y 1 mes adicional en la plataforma).

Si tomamos el ejemplo del a), las necesidades de almacenamiento del purín recogido en el pasillo de ejercicio son idénticas.

Las necesidades de almacenamiento para la cama acumulada que se indican en la Tabla 5 corresponden a 2 meses de producción de estiércol. En este caso específico, la plataforma debe poder almacenar sólo un mes de producción de estiércol.

La superficie de la plataforma será 0,6 veces la dada en la Tabla 5. Este coeficiente de 0.6 ya se ha explicado anteriormente, al comentarse la influencia de la maduración del estiércol.

$$\text{FTC: } 1,25 \times 0,6 = 0,75 \text{ m}^2/\text{vaca}$$

es decir, para 55 vacas, 41,25 m<sup>2</sup>.

### Resumen

Hemos expuesto un procedimiento de cálculo de las necesidades de almacenamiento de estiércol siguiendo las recomendaciones francesas (Institut de l'Élevage). Somos conscientes de que se trata de un procedimiento algo complejo, pero también creemos que proporciona una mayor precisión y seguridad.

En este trabajo hemos abordado el cálculo de estiércol, en general compacto o muy compacto. En posteriores trabajos veremos las necesidades de almacenamiento de estiércol más fluido y, sobre todo, la capacidad que debe preverse para almacenar lixiviados y agua de lluvia cuando ésta cae sobre superficies, estercoleros y fosas no cubiertas.

### Referencias

Capdeville, J. y Gervais, F. (Coord.). 2019. *Calcul des capacités de stockage des effluents d'élevage ruminant, équin, porcin, avicole et cynicole. Institut de l'Élevage (IDELE).*

