



# Gestión de residuos en las granjas de vacuno de leche (III): Cálculo de la capacidad de almacenamiento de deyecciones (1): Factores condicionantes

## Introducción

El almacenamiento de las deyecciones en las granjas de vacuno lechero supone un importante capítulo de las inversiones necesarias. El creciente tamaño de las granjas obliga a diseñar y construir fosas de purín o estercoleros de grandes dimensiones para almacenar estos residuos el tiempo necesario hasta que pueden ser distribuidos en el campo, como forma de gestión más habitual, aunque no la única.

La normativa suele exigir una capacidad de almacenamiento mínima de 3 o 4 meses, según la Comunidad Autónoma. Pero es eso, capacidad mínima. Habrá que contemplar un período más prolongado de almacenamiento si la situación de las parcelas donde se prevé aplicar esas deyecciones no es la adecuada para hacerlo: bien porque el cultivo esté en una fase de su ciclo vegetativo que lo impide, bien porque el suelo está helado o encharcado, bien porque está en alguna de las circunstancias especificadas en el Código de Buenas Prácticas Agrarias que corresponda que lo impida o desaconseje.

De forma general, estos Códigos (publicados por cada Comunidad Autónoma) contemplan la duración del almacenamiento de deyecciones de forma que la distribución de estos efluentes se realice en los períodos del año más favorables desde el punto de vista de la lucha contra los riesgos de polución de las aguas, principalmente debida a nitratos.

**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 bastante frecuente utilizar valores muy genéricos con relación a la producción de deyecciones por parte del ganado lechero y, a partir de esas cifras, calcular el volumen de fosa o de estercolero necesario para un determinado período de tiempo. En este trabajo queremos ser más exhaustivos y, a partir de datos y referencias francesas, ofrecer una metodología más precisa para calcular el volumen de deyecciones generado y, a partir de ahí, determinar el volumen de instalación de almacenamiento de éstas que se necesita.

## Factores que determinan la capacidad de almacenamiento

### Número de animales

Como es lógico, el volumen de deyecciones generado depende, en primer lugar, del número de animales que hay en un alojamiento. Cuando la granja dispone de varias naves, el número de animales debe determinarse nave por nave, teniendo en cuenta no tanto el número de animales que se alojan sino el número máximo de animales que podría albergar cada nave, si este número máximo está dentro del objetivo de producción, presente o futuro.

### Tipo de efluente

Cuando lo que se va a almacenar es purín (efluente líquido), el almacenamiento será en forma de fosa enterrada o tanque de almacenamiento estanco sobre el suelo. En este caso, su capacidad se expresa en m<sup>3</sup>. Si las deyecciones son de tipo más o menos sólido (estiércol), la capacidad de la plataforma que se construye para tal fin, con o sin muros se expresa en m<sup>2</sup>. En Francia, la normativa establece diferencias en la capacidad mínima de almacenamiento según los efluentes sean líquidos

(mayor) o sólidos (menor), y según el tiempo en que los animales permanecen estabulados a lo largo del año. Y estos valores pueden variar de una zona a otra, según su vulnerabilidad en función de la normativa relativa a la protección frente a la contaminación por nitratos.

### Duración del almacenamiento

Las tablas que se expondrán en futuros trabajos indican la capacidad de almacenamiento para 4 o 6 meses. Ya hemos señalado en la introducción que, según los condicionantes agronómicos, la duración del almacenamiento puede ser más prolongada que la indicada como mínima en la normativa. En este caso, la capacidad de almacenamiento necesaria debe ser calculada específicamente.

En el caso de deyecciones más líquidas o fluidas, el volumen a almacenar se determina de forma proporcional a la duración del almacenamiento mediante una simple regla de tres.

En el caso del estiércol o deyecciones más sólidas y compactas, la capacidad de almacenamiento no aumenta de forma proporcional al tiempo de almacenaje pues la pérdida de humedad y la fermentación dan lugar a una reducción del estiércol almacenado, tomado como referencia la capacidad de almacenamiento para 4 y para 6 meses que indiquen las tablas.

#### Ejemplo:

- Superficie de estercolero para 4 meses: 4 m<sup>2</sup>
  - Superficie de estercolero para 6 meses: 5,4 m<sup>2</sup>
  - Para 5 meses la superficie sería:  
 $4 + ((5,4-4)/2) = 4,7 \text{ m}^2$
  - Para 7 meses, la superficie necesaria sería:  
 $5,4 + ((5,4-4)/2) = 6,1 \text{ m}^2$
- Por tanto, el incremento de capacidad de almacenamiento sería de  $((5,4-4)/2) = 0,7 \text{ m}^2$  por cada mes suplementario

### Otros factores

En el caso de los alojamientos lecheros, las recomendaciones francesas establecen numerosos factores adicionales que condicionan el tipo de deyecciones generadas y, por tanto, sus necesidades de almacenamiento:

- si la zona de ejercicio está o no cubierta,
- si el área de reposo está en pendiente o no,
- el tipo de área de reposo (cama de paja o cubículos),
- el tipo de suelo
- el aporte de paja (kg/animal y día)
- si el área de ejercicio está enrejillada o es limpiada mediante arrobadera

También establecen diferencias según el tipo de obra de almacenamiento de deyecciones:

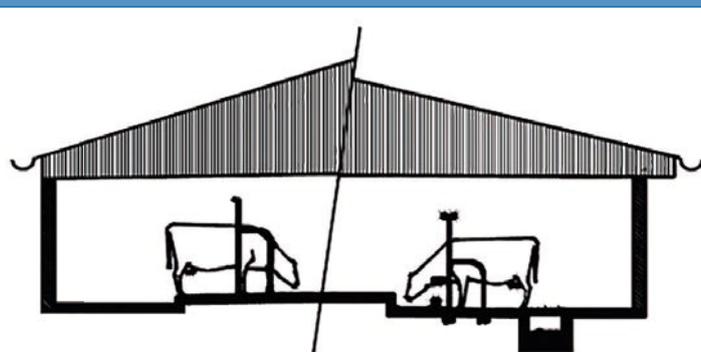
- Tipo de fosa de purín: cubierta o no cubierta
- Tipo de estercolero: número y altura de los muros, si existen; cubierto o no cubierto.

Asimismo, estas recomendaciones proporcionan cifras sobre el volumen de efluentes generados en la sala de ordeño, el cual es estrictamente proporcional al tiempo de generación para cada tipo de efluente -aguas blancas y los diversos tipos de aguas verdes-, (ver Frisona Española nº 238).

En cuanto a los jugos de ensilado, proporcionan referencias de los metros cúbicos generados por cada 100 m<sup>3</sup> de silo, teniendo en cuenta que estos efluentes solo se generan en las primeras semanas tras el cierre del silo, por lo que no tendría sentido expresar su producción en función del tiempo.

Las tablas que aparecen a lo largo de estas páginas –acompañadas de una figura que permite comprender el tipo de alojamiento al que corresponden–, muestran el tipo de deyección generada según los cuatro criterios o factores considerados (tipo de alojamiento, tipo de animal, tipo de ración y cantidad de paja empleada).

Cuando un tipo de alojamiento está formado por dos o más sub-unidades, produciendo cada una de ellas un efluente diferente, la cantidad indicada de material de cama utilizada (paja) que figura en la primera fila de la tabla no concierne a todas las subunidades o áreas de la instalación, sino solo a aquella área donde se utilice.



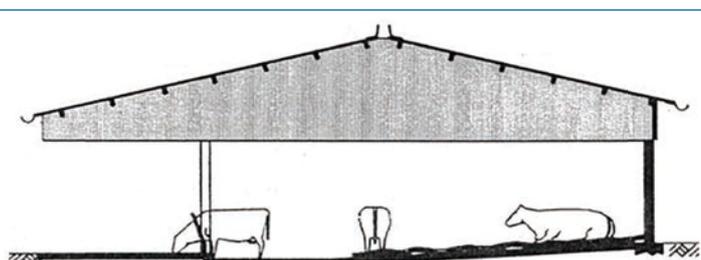
#### Vacas lecheras

Ración alimenticia	Cantidad de paja (kg/animal y día)					
	0	1	2	3	4	≥5
Silo de hierba	Purín		FM	FMC	FC® <sup>1</sup>	
Silo de maíz	Purín		FMC	FC®	FC®	
Heno	Purín		FC®	FC®	FC®	

#### Novillas

Ración alimenticia	Cantidad de paja (kg/animal y día)					
	0	1	2	3	4	≥5
Silo de hierba	Purín	FM	FMC	FC®		
Heno	Purín	FMC	FC®	FC®		

Figura 1. Tipo de alojamiento: Estabulación fija



#### Vacas lecheras

Ración alimenticia	Cantidad de paja (kg/animal y día)						
	0	1	2	3	4	5	6
Silo de hierba					FM	FMC	FC®
Silo de maíz					FMC	FC®	FC®
Heno					FC®	FC®	FC®

#### Novillas y cebo

Ración alimenticia	Cantidad de paja (kg/animal y día)						
	0	1	2	3	4	5	6
Silo de hierba			FM	FM	FMC	FC®	
Heno			FMC	FC®	FC®	FC®	

Figura 2. Tipo de alojamiento: Área de reposo con paja y pendiente

<sup>1</sup> FC® estiércol compacto no susceptible de fluir y que puede acumularse en el campo después de 2 meses de maduración en el alojamiento o en estercolero.

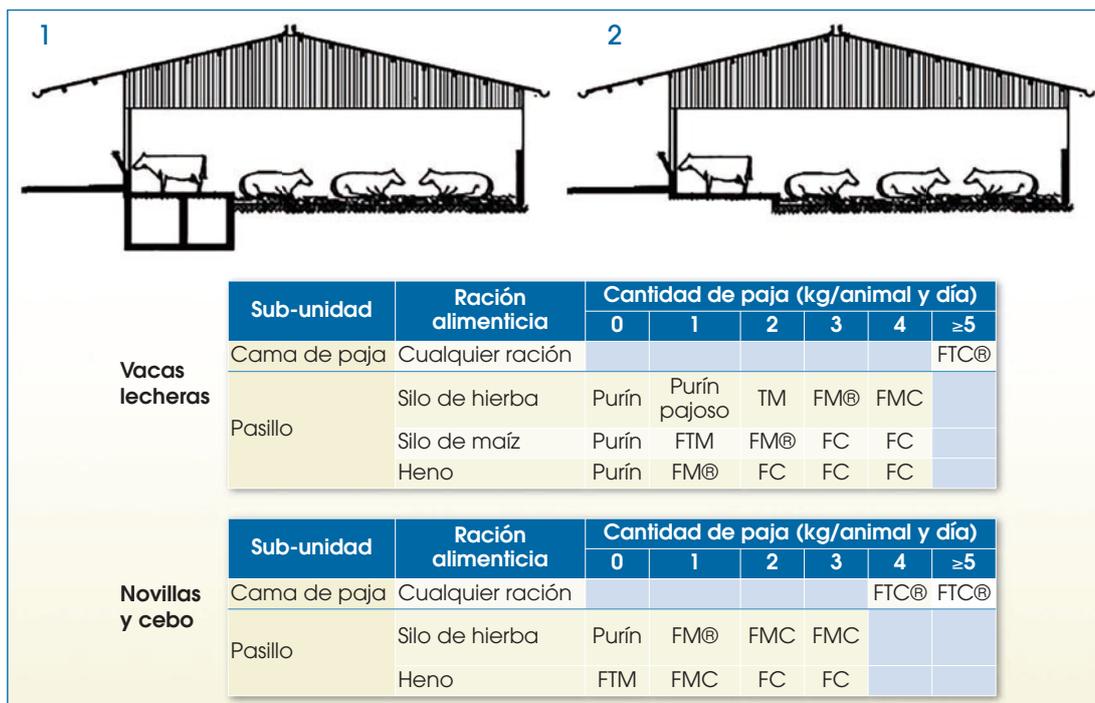


Figura 3. Tipo de alojamiento: 1) Área de reposo con paja y pasillo cubierto sobre enrejado; 2) Área de reposo con paja y murete o no de separación y pasillo cubierto sobre elevado y limpiado con arrobadera

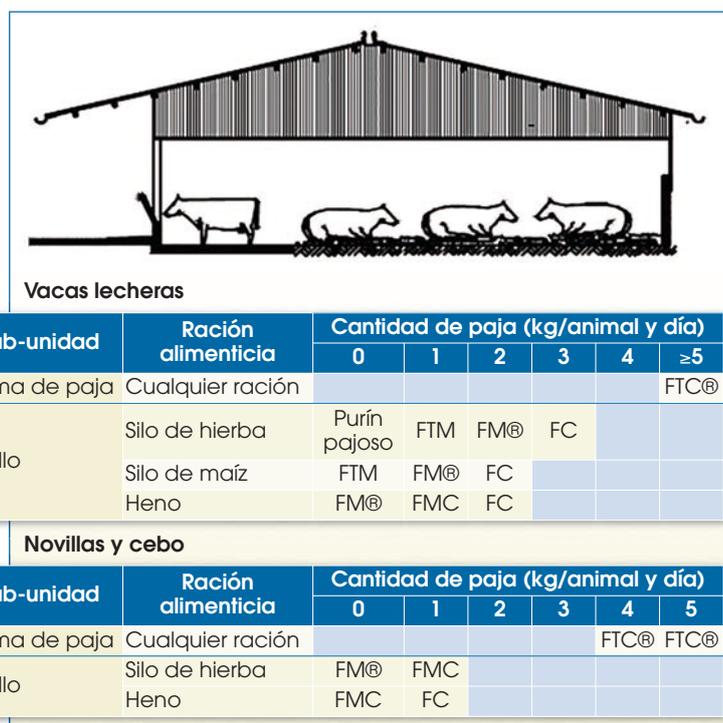


Figura 4. Tipo de alojamiento: Área de reposo con paja y pasillo cubierto limpiado con arrobadera al mismo nivel



Para evitar elaborar una tabla de volumen de deyecciones producidas para cada tipo de animal, en el caso del bovino se ha tomado un animal de engorde de 1 a 2 años y 600 kg de peso como animal de referencia, y al resto de animales se les aplica el coeficiente que señala la Tabla 1.

Tabla 1. Coeficientes a aplicar para el cálculo del volumen de deyecciones producido

Tipo de animal	Coeficiente
6 a 12 meses	0,7
1 a 2 años (400 kg)	0,7
1 a 2 años (500 kg)	0,8
1 a 2 años (600 kg)	1 (referencia)
> 2 años	1,2
Toros	1,3
Vacas de engorde (para sacrificio)	1,2

#### Caracterización de las deyecciones del Bovino de Leche. Factores de variación

El cálculo de la capacidad de almacenamiento de las deyecciones del vacuno lechero precisa de la determinación previa del tipo de deyecciones producidas. Las tablas y figuras que aparecen en estas páginas permiten caracterizar las deyecciones según los cuatro criterios siguientes:

##### Tipo de alojamiento

Se describen once tipos de alojamiento, que constituye la clave de entrada a esta caracterización. Según la gestión de la instalación y el tipo de deyecciones obtenidas, el tipo de alojamiento se divide en dos o más unidades de funcionamiento. Por ejemplo, en una estabulación con cama de paja y área de ejercicio limpiada con arrobadera se tratarán estas dos zonas de forma diferenciada.

##### El tipo de animal

La influencia del tipo de animal sobre las deyecciones, en el caso del ganado bovino, requiere la diferenciación en dos tipos de animales: vacas le-

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

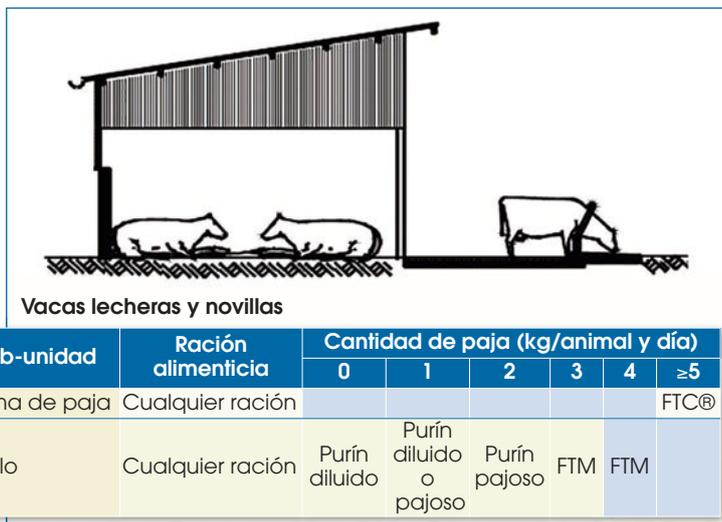


Figura 5. Tipo de alojamiento: Área de reposo con paja y pasillo limpiado con arrobadera y no cubierto

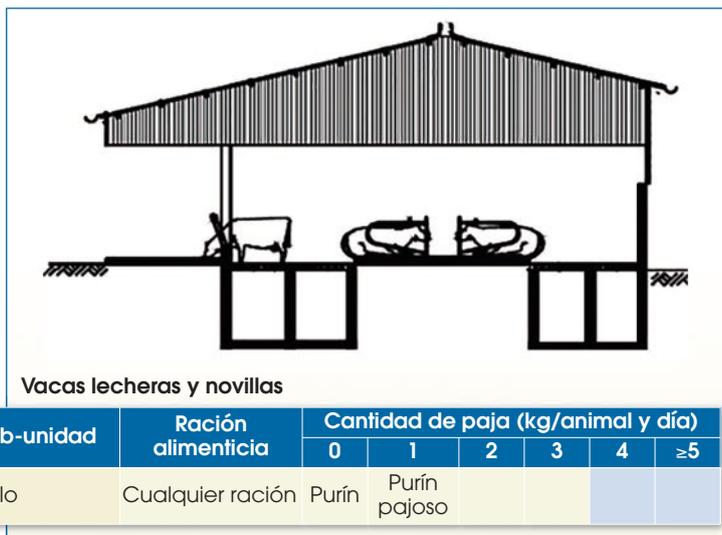


Figura 6. Tipo de alojamiento: Cubículos y emparrillado sobre fosos

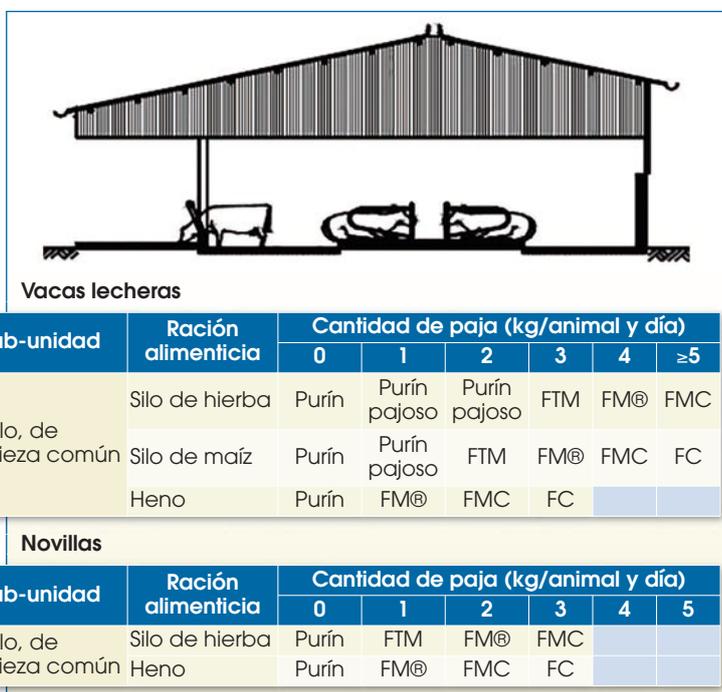


Figura 7. Tipo de alojamiento: Cubículos cabeza con cabezas limpiadas con arrobadera



cheras, y novillas y bovinos de cebo<sup>2</sup>. El modelo y/o el nivel de producción también interviene en el cálculo del volumen de almacenamiento necesario.

### La ración alimenticia

El contenido en Materia Seca (MS) de la ración condiciona de manera decisiva el tipo de deyecciones producidas. En las tablas que se muestran posteriormente se incluyen 2 o tres raciones representativas de las prácticas alimenticias actuales y referidas a cada tipo de animal. Estas raciones permiten ilustrar diferentes casos, pero siempre debe considerarse que el elemento fundamental es el contenido en MS.

### Cantidad de paja empleada

La incidencia del encamado con paja en el tipo de deyecciones generadas se tiene en consideración sobre la base de las prácticas más habituales de un aporte diario de paja comprendido entre 0 y 6 kg/animal y día. La cantidad de paja corresponde al área del alojamiento considerada o al alojamiento completo si no se ha considerado esta subdivisión.

En el caso de utilizar otro material de cama que la paja de cebada o de trigo, su capacidad de absorción de la humedad de las heces y de la orina puede ser muy diferente a la de la paja, por lo que las cantidades de estos materiales que es preciso utilizar para lograr el mismo tipo de deyección a manejar pueden ser muy diferentes a las reflejadas en las tablas para el caso de la paja de cereales.

Hay otros factores no contemplados en las tablas siguientes que pueden condicionar en mayor o en menor medida el tipo de deyecciones producidas: tiempo de permanencia diaria de los animales en el alojamiento, la lluvia en las zonas no cubiertas, etc. En estas situaciones será necesario efectuar corregir el tipo de deyecciones (modificar la cantidad) según el contexto de producción.

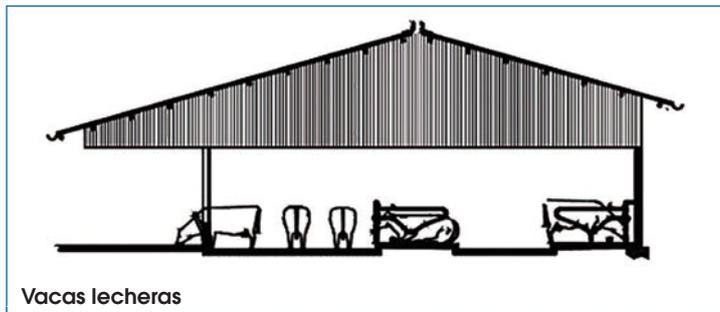
<sup>2</sup> Habría una tercera categoría, la de vacas nodrizas, pero en España no se da este modelo de producción



### Tipos de Deyecciones

Según las referencias estudiadas, la combinación de los 4 factores anteriores (tipo de alojamiento, tipo de animal, tipo de ración y cantidad diaria de paja empleada, conducen a la caracterización de nueve tipos de deyecciones (residuos de producción considerados como fertilizantes orgánicos):

- Purín
- Purín diluido
- Purín diluido pajoso
- Purín pajoso
- Estiércol muy pastoso o fluido (FTM)
- Estiércol pastoso (FM)



### Vacas lecheras

Sub-unidad	Ración alimenticia	Cantidad de paja (kg/animal y día)					
		0	1	2	3	4	≥5
Pasillo, de limpieza común	Silo de hierba	Purín	Purín pajoso	Purín pajoso	FTM	FM@	FMC
	Silo de maíz	Purín	Purín pajoso	FTM	FM@	FMC	FC
	Heno	Purín	FTM	FM@	FMC	FC	
Pasillo de alimentación, 60% de la Ref.	Silo de hierba	Purín	Purín pajoso	FTM	FM	FMC	
	Silo de maíz	Purín	FTM	FM	FMC	FC	
	Heno	Purín	FM	FMC	FC		
Pasillo entre filas de cubículos, 40% de la Ref.	Silo de hierba	Purín	FTM	FM	FMC	FC	
	Silo de maíz	Purín	FTM	FMC	FC		
	Heno	Purín	FM	FC			

### Novillas

Sub-unidad	Ración alimenticia	Cantidad de paja (kg/animal y día)					
		0	1	2	3	4	≥5
Pasillo, de limpieza común	Silo de hierba	Purín	FTM	FM@	FMC		
	Heno	Purín	FM@	FMC	FC		
Pasillo de alimentación, 50% de la Ref.	Silo de hierba	Purín	FM	FMC			
	Heno	Purín	FMC	FC			
Pasillo entre filas de cubículos, 50% de la Ref.	Silo de hierba	Purín	FM	FMC			
	Heno	Purín	FMC	FC			

Figura 8. Tipo de alojamiento: Cubículos cola con cola y pasillos limpiados con arrobadera



# SINBAD

## SERVICIO DE INFORMACIÓN DE LA BASE DE DATOS

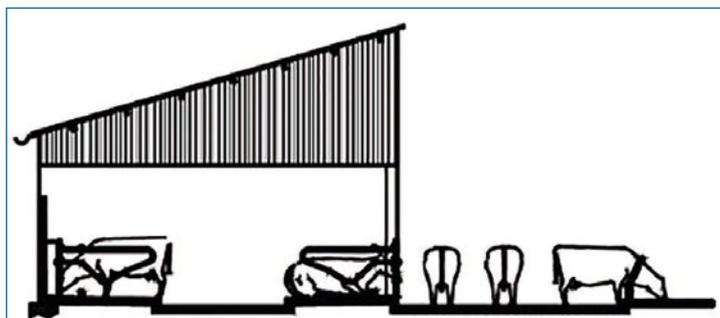
# CONAFE

### SINBAD SOCIOS

- ➔ consulta de Ganaderías
- ➔ consulta de animales
- ➔ servicios de acoplamiento y salud podal
- ➔ estadísticas de lactaciones, índices genéticos, calificaciones y RCS

### SINBAD FREE

CONSULTA DE animales POR SU n° GENEALÓGICO, CIB O NOMBRE COMPLETO



Vacas lecheras

## Distribución de las deyecciones en as diferentes áreas

La distribución de las deyecciones entre las áreas de ejercicio de alimentación y las de circulación (entre filas de cubículos o detrás de éstos, según su configuración), o entre las áreas de ejercicio y de reposo, es función del tipo de alojamiento, pero también del modo en cómo se utiliza y del tipo de animal.

Se constata que la cantidad de deyecciones recogidas en cada una de estas áreas oscila entre el 40 y el 60% de la cantidad total producida. Las referencias propuestas en las tablas tienen en cuenta estas variaciones y reflejan las diferencias entre tipos de animales.

En novillas y bovinos de engorde, el modo habitual de alojamiento conduce, de forma general, a un reparto uniforme de las deyecciones sobre toda la superficie del alojamiento. Por ello, las referencias propuestas en las tablas señalan una distribución al 50% entre el pasillo (o área) de alimentación (junto a la cornadiza o comedero) y la zona de reposo (pasillo entre filas de cubículos, zona de reposo con cama de paja).

En el caso de las vacas lecheras, la mayor parte del tiempo que las vacas están de pie lo están en el pasillo de alimentación, por lo que las tablas reflejan un reparto de las deyecciones de 60/40 (cornadiza/área de reposo).

Las tablas reflejan los casos más habituales. Ciertas prácticas de manejo del ganado como la posible salida de los animales al pasto, ciertos modelos de alojamiento (zona de reposo y pasillo de alimentación limpiado con arrobadera situados al mismo nivel), o ciertas configuraciones de los cubículos (disposición en 3 filas), dan lugar a un reparto de las deyecciones diferente de las referencias indicadas en las tablas. En estos casos, es conveniente ajustar el coeficiente de reparto y la cantidad de deyecciones correspondientes.

## Resumen

En este trabajo se han expuesto los distintos tipos de deyecciones generadas según distintos factores de variación: tipo de animal, tipo de alojamiento, ración predominante y cantidad de paja aportada, ilustrado con distintas figuras y tablas.

En el próximo trabajo veremos cuál es el tipo de almacenamiento más adecuado para cada tipo de deyección, así como el cálculo del volumen a almacenar y las dimensiones de los sistemas de almacenamiento.

## Referencias

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

Sub-unidad	Ración alimenticia	Cantidad de paja (kg/animal y día)					
		0	1	2	3	4	≥5
Pasillo, de limpieza común	Cualquier ración	Purín diluido	Purín diluido o pajoso	Purín diluido o pajoso	FTM	FTM	FM
Pasillo de alimentación, 60% de la Ref.	Cualquier ración	Purín diluido	Purín diluido o pajoso	Purín pajoso	FTM	FM	FM
Pasillo entre filas de cubículos, 40% de la Ref.	Silo de hierba	Purín	FTM	FM	FMC	FC	
	Silo de maíz	Purín	FTM	FMC	FC		
	Heno	Purín	FM	FC			
<b>Novillas</b>							
Sub-unidad	Ración alimenticia	Cantidad de paja (kg/animal y día)					
		0	1	2	3	4	≥5
Pasillo, de limpieza común	Cualquier ración	Purín diluido	Purín diluido o pajoso	Purín pajoso	FTM	FTM	FM
Pasillo de alimentación, 50% de la Ref.	Cualquier ración	Purín diluido	Purín diluido o pajoso	Purín pajoso	FTM	FM	FM
Pasillo entre filas de cubículos, 50% de la Ref.	Silo de hierba	Purín	FM	FMC			
	Heno	Purín	FMC	FC			

Figura 9. Tipo de alojamiento: Cubículos cola con cola con arrobadera. Pasillo de alimentación NO cubierto

- Estiércol semicompacto (FMC)
- Estiércol compacto (FC): con posibilidad de fluir (FCSE) o sin posibilidad de fluir (FCNSE)
- Estiércol muy compacto (FTC): no fluye

Los alimentos que figuran en las tablas son los ingredientes mayoritarios de la ración. En ningún momento se consideran ingredientes únicos.

Por ejemplo, en las vacas lecheras alojadas en un alojamiento con la zona de reposo encamada con 3 kilos de paja por vaca y día, consumiendo mayoritariamente silo de hierba (figura 4), el tipo de deyecciones generado en el área de ejercicio sería un estiércol compacto (FC), mientras que si el nivel de encamado fuera de 2 kilos por vaca y día, estaríamos hablando de un estiércol pastoso (FM).

El estiércol compacto (FC) se considera que tiene capacidad para fluir, y de ser retirado fácilmente mediante arrobadera, si bien tras dos meses en el estercolero y el consiguiente drenaje de líquidos, este estiércol compacto pierde esa capacidad de fluir y podría ser almacenado directamente en el campo, si la normativa lo permite.

Los tipos de deyecciones que se mencionan se corresponden con los generados durante el período invernal, y considerando una precipitación media de 65 mm por cada uno de los meses de invierno.