



# SUBPGAN

BIOECONOMÍA PARA LA VALORIZACIÓN  
DE SUBPRODUCTOS GANADEROS



## MANUAL DEL GANADERO PARA EL ADECUADO MANEJO DE LOS SUBPRODUCTOS GANADEROS



Financian: \_\_\_\_\_





**SUBPGAN**  
BIOECONOMÍA PARA LA VALORIZACIÓN  
DE SUBPRODUCTOS GANADEROS

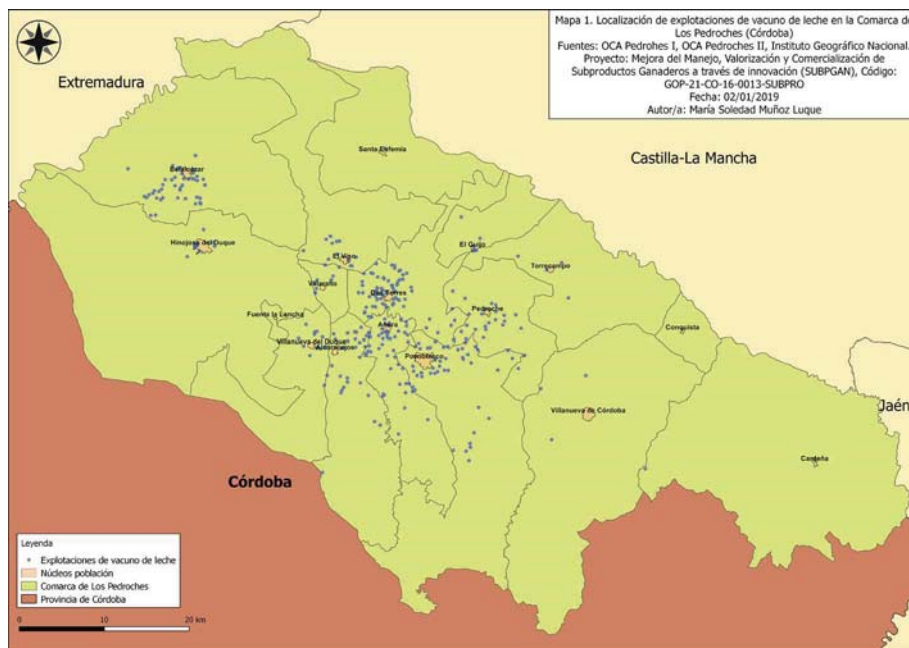


## 0. Índice.

1. Introducción	4
2. Manejo de los subproductos ganaderos	5
2.1. Uso de estiércol sólido	5
2.2. Uso de purines	5
3. Puntos a considerar en la retirada de subproductos ganaderos	6
4. Puntos a considerar en el correcto manejo del estiércol para su uso como cama	7
4.1. Control de temperatura	7
4.2. Tamaño de partículas	7
4.3. Cubierta de los montones de estiércol	7
4.4. Aireación	7
5. Alternativas al manejo actual de los subproductos ganaderos	8
5.1. Alternativas estudiadas para las deyecciones ganaderas en general	9
5.1.1. Separación sólido / líquido (S/L)	
5.1.2. Almacenamiento	
5.2. Alternativas analizadas para las deyecciones sólidas	11
5.2.1. Aplicación directa	
5.2.2. Compostaje básico	
5.2.3. Tratamientos posteriores	
- Compost avanzado. Cobertura de pilas y aireación forzada	
- Vermicompostaje	
- Catálisis enzimática	
5.3. Alternativas analizadas para las deyecciones líquidas	13
5.3.1. Aplicación directa	
5.3.2. Tratamientos posteriores	
- Pirólisis	
- Co-digestión anaerobia	
6. Recomendaciones	15

## I. Introducción.

En la Comarca de los Pedroches se sitúa el 76% de las ganaderías de bovino de leche de la provincia de Córdoba, por lo que existe una gran concentración de granjas de vacuno que es preciso controlar para evitar daños en el entorno.



Mapa. Localización de las ganaderías de vacuno de leche en la Comarca de los Pedroches.

Destacar como en Andalucía, es Córdoba, la provincia que aglutina el mayor número de animales con un 61% del censo autonómico. A nivel nacional, por provincias Córdoba se encuentra entre las 6 primeras provincias tras Lugo, A Coruña, Asturias, Cantabria y Pontevedra.

En la actualidad, el número de ganaderías de vacuno de leche en la Comarca de Los Pedroches se sitúa en 341 y un censo medio de 55.173 vacas. La mayor concentración de ganaderías se encuentra en torno a los municipios de Dos Torres, Añora, Belalcázar, Pozoblanco y Alcaracejos.

En la Comarca de los Pedroches se producen 866.246 toneladas de estiércol y 674.388 m<sup>3</sup> de purines al año, procedentes de las ganaderías de vacas de leche, así como 3.962.090 de kg de nitrógeno.

Esta generación de nitrógeno indica que una incorrecta gestión del estiércol puede convertirse en un problema debido a la contaminación del suelo por un exceso de nitrógeno, con implicaciones tanto para el medio ambiente como para la Salud Pública.

## 2. Manejo actual de los subproductos ganaderos.

Teniendo en cuenta lo analizado en las distintas ganaderías, el uso que se está haciendo de los subproductos ganaderos en la Comarca de los Pedroches es el siguiente:

### 2.1. Uso de estiércol sólido.

Los ganaderos utilizan cama de estiércol seco, tratado previamente de forma adecuada.



Fotografías: Extracción de la cama y su posterior vaciado en el carro esparcidor. Fuente: Proyecto SUBPGAN.

Los ganaderos extienden sobre una superficie, normalmente de tierra apelmazada y con bajo riesgo de lixiviado, una capa fina del estiércol que, por la acción del sol, y de los movimientos de volteo va secándose y sufriendo una serie de cambios en su composición que permite el compostaje. Una vez el estiércol está compostado y seco, se almacena en montones para su utilización posterior a lo largo del año.

A pesar de ser una práctica generalizada en las ganaderías de vacuno de la Comarca de los Pedroches, no está estandarizada.

### 2.2. Uso de purines.

La aplicación directa en campo del estiércol y purín, es la aplicación más utilizada en las ganaderías de la Comarca. A través del Plan de Gestión de Subproductos Ganaderos se lleva a cabo un control de la cantidad de residuos vertidos en el campo.

*El aporte máximo anual de nitrógeno en zonas no vulnerables es de 210 kg N/ha, descendiendo a 170 Kg N/ha en zonas vulnerables a la contaminación por nitratos (Orden 1 de junio de 2015).*

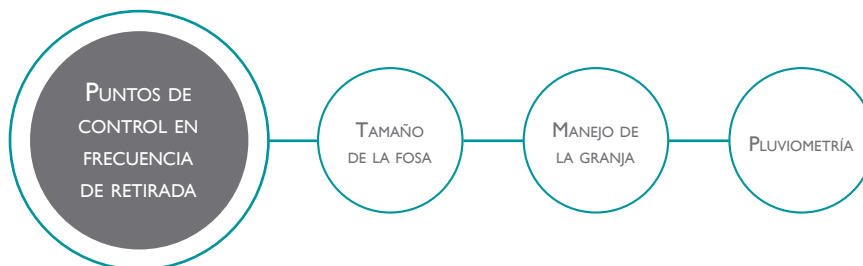
Las ganaderías de la Comarca disponen de fosas de hormigón de superficie media 20x15 m<sup>2</sup>, correctamente impermeabilizadas, que les permite almacenar los purines durante un período de 3 meses como máximo. Dichas fosas están situadas en un lugar accesible tal y como se puede comprobar en las fotografías siguientes:



Fotografías. Fosa de purines. Fuente: Proyecto SUBPGAN.

Los purines de las fosas se recogen en cisternas de purines y son distribuidos en parcelas cercanas a las ganaderías, ya que el coste económico y temporal de llevar el material a zonas muy lejanas es relativamente elevado.

### 3. Puntos a considerar en la retirada de subproductos ganaderos.



En función del tamaño que tenga la fosa, la pluviometría de la zona (con una media comarcal de 422 litros/m<sup>2</sup>) y el manejo de la ganadería en lo que a cama se refiere, la retirada será más menos frecuente.

## 4. Puntos a considerar para el correcto manejo del estiércol para su uso como cama.



### 4.1. Control de temperatura.

Si se mantiene a más de 55°C durante 15 días, está asegurada la higienización. Se recomienda el uso de termómetros para el control de la temperatura.

### 4.2. Tamaño de las partículas.

Mientras más grandes, más dificultad existe para que los microorganismos aerobios penetren y lleven a cabo el proceso de formación de compost.

### 4.3. Cubierta de los montones de estiércol.

Los montones de estiércol deberían de estar cubiertos para evitar escorrentías en épocas de lluvia.

### 4.4. Aireación.

Fundamental, ya que los microorganismos actuantes en la formación del compost, son aerobios, es decir, necesitan oxígeno para realizar su trabajo.

## 5. Alternativas al manejo actual de los subproductos ganaderos.

La gestión inicial de los subproductos ganaderos de vacuno de leche intensivo en la Comarca del Valle de Los Pedroches debería seguir las pautas descritas en este punto, que se engloban en la siguiente figura, garantizando una gestión eficiente, innovadora y respetuosa con los objetivos ambientales que se plantean en el proyecto.

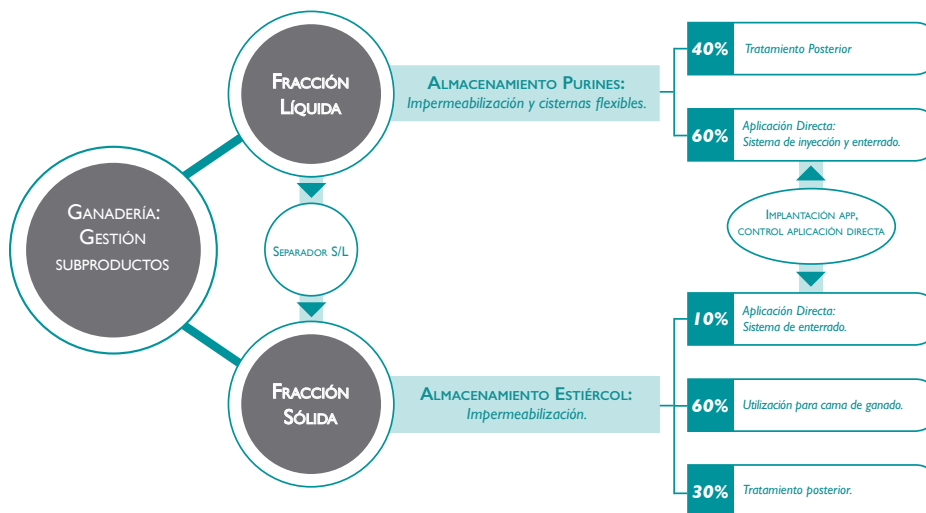


Figura. Esquema resultante de la primera gestión por separado de los subproductos ganaderos. Fuente: Proyecto SUBPGAN.

Para el estiércol se ha determinado que el 60% se destine a la generación de cama, y el resto para aplicación directa y/o para otros tratamientos. Puesto que la aplicación directa en las parcelas agrícolas se hace principalmente con el purín, se ha estimado que solo un 10% del estiércol será usado con ese fin, quedando un excedente del 30% de la producción total de estiércol que tendrá que gestionarse de forma colectiva en diferentes plantas de tratamiento.

Para el caso de los purines, se ha estimado que un 60% será utilizado como aplicación directa en campo. El resto de los purines (40% de excedente) serán destinados a tratamientos posteriores para revalorizar el subproducto y obtener un beneficio socioeconómico, además de ambiental por la no lixiviación de material a las masas de agua, como, por ejemplo, plantas de tratamiento de digestión anaerobia.



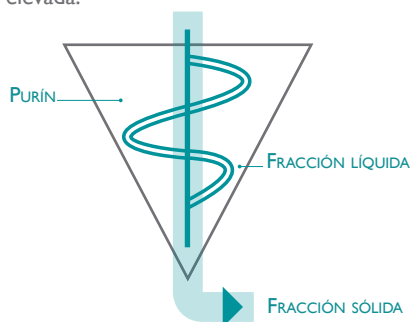
También se ha llevado a cabo en el proyecto, la creación de una aplicación web (APP) para la correcta gestión de la aplicación directa en campo, donde se podrá almacenar la información en tiempo real de todas las fertilizaciones de cada ganadero en cada parcela. Con esta herramienta nos aseguraremos de que se cumple el nivel máximo exigido por la legislación, sirviendo como control y gestión para el ganadero a la hora de realizar la aplicación directa.

### 5.1. Alternativas estudiadas para las deyecciones ganaderas en general.



#### 5.1.1. Separación sólido/líquida (S/L).

La instalación de un separador sólido/líquido permitiría el aumento de la capacidad de gestión de cada fracción. Implica obtener una fracción líquida clarificada con una menor concentración de sólidos, y una fracción sólida con reducción de la humedad y concentración de sólidos más elevada.



Fotografía. Separador Sólido/Líquido. Fuente: Proyecto SUBPGAN.

Se recomienda un sistema de **separación S/L por presión**, concretamente por **prensa de tornillo**, ya que en cuanto a relación coste/eficacia parece el más rentable y asequible. La prensa de tornillo presenta un alto rendimiento con bajos requisitos de potencia y mantenimiento. Al reducir el volumen del subproducto contenido en la fosa, se contribuye a ahorrar costes de transporte y de eliminación.

### 5.1.2. Almacenamiento.

La fracción sólida se almacenará en **suelo impermeabilizado** evitando lixiviaciones en época de lluvia. Los estercoleros pueden ser básicamente de tres tipos: de **plataforma, semienterrado y enterrado**. Se aconseja una pendiente mínima de un 3% que facilite el acúmulo de lixiviados, o en el caso de existir un depósito de líquidos, se produzca un drenaje hacia el mismo.

La fracción líquida se almacenará en **balsas impermeabilizadas** y de ahí se podrán almacenar, a su vez, en **cisternas flexibles** durante la época de lluvias.

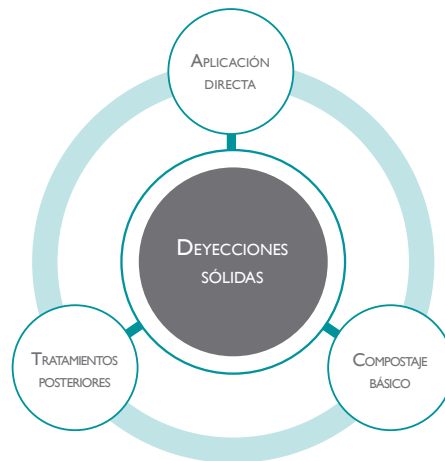


Fotografía: Cisterna flexible vacía y llena. Fuente: Proyecto SUBPGAN.

La instalación de **cisternas flexibles**, constituidas de poliéster altamente resistente, no requieren de permisos de obras ni grandes obras de infraestructura para almacenar líquidos. Su instalación requiere una superficie plana, estable y horizontal. La conexión para su llenado y vaciado se hace con mangueras flexibles.

Después del almacenamiento temporal, el contenido de las **cisternas flexibles** puede ser transportado hasta plantas de tratamiento o para su aplicación directa en campo. Poseen unos respiraderos de desgasificadores para la evacuación del gas acumulado en su interior: dicho gas metano puede ser conducido a una antorcha de quemado para eliminarlo, para reducir la contaminación por gases de efecto invernadero (GEI), o reconducido a un tanque de fermentación, formando parte de una planta de biogás.

## 5.2. Alternativas analizadas para las deyecciones sólidas.



### 5.2.1. Aplicación directa.

Aplicación directa y enterrado posterior: hace que el material quede completamente mezclado con la capa superficial del suelo, evitando la volatilización de gases de efecto invernadero (GEI) y aumentando la tasa de mineralización de nitrógeno, por lo que los cultivos absorberían de manera más eficaz el nitrógeno aplicado, **disminuyendo la lixiviación en un 35% aproximadamente.**

### 5.2.2. Compostaje básico.

- Es un proceso biológico aerobio que combina fases mesófilas (temperatura y humedad medias) y termófilas (temperatura superior a 45°C).

- Transforma los residuos en un producto (compost) estable e higienizado, que presenta un importante contenido en materia orgánica y nutrientes, pudiendo ser aplicable como abono.

- Se puede llevar a cabo en plantas de compostaje especializadas o en la propia ganadería.

- La pila de estiércol se debe dejar descomponer y comprobar la temperatura periódicamente. Importante voltear periódicamente con la ayuda de tractor para que el material se oxigene. Esta etapa puede durar entre 2-3 meses y en ella el volumen se reduce en un 40-50% aproximadamente.

- Cuando la temperatura sea estable, se pasará a la fase de maduración. Durante este tiempo se reduce el número de volteos (aproximadamente 1 por mes o mes y medio). Esta etapa puede durar de 3 a 4 meses.

### 5.2.3. Tratamientos posteriores.

- **Compostaje avanzado, cobertura de pilas y aireación forzada:** Reduce los olores durante el proceso de fermentación. El producto que se obtiene con este sistema de compostaje es de mejor calidad, que con compostaje básico.

La aireación forzada está compuesto por una red de tuberías de aireación sobre la cual se coloca el estiércol a compostar. Las alturas de los montones de estiércol pueden ser de 2 a 2,5 m. Para el suministro de aire se utiliza una tubería de drenaje de plástico. La inyección de aire está controlada por un ordenador o cronómetro, con aporte de oxígeno en función de la temperatura alcanzada en los montones de estiércol. En este proceso, se fermenta el material durante 3 o 4 semanas y se madura después durante otras 4 semanas más.

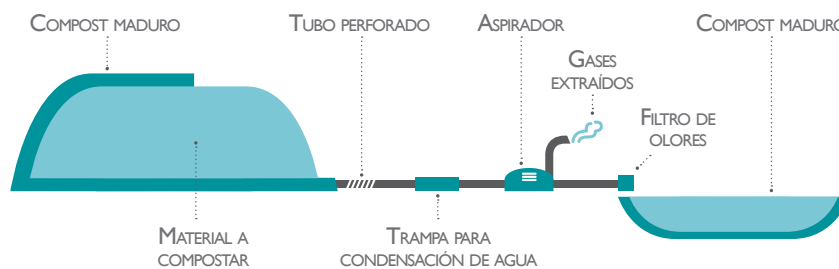


Figura. Diagrama compostaje pilas estáticas, con aireación forzada. Fuente: Proyecto SUBPGAN.

- **Vermicompostaje:** La materia orgánica se biodegrada con ayuda de lombrices de tierra. En el Proyecto SUBPGAN se han utilizado lombrices de la especie lombriz roja de California (*Eisenia foetida*).

El material se deposita en lechos con una anchura de 1,20 m y una altura no superior a 30-40 cm. Las lombrices se colocarán a través de una capa de vermicompost maduro encima del material y solas pasarán a la parte inferior para seguir descomponiendo la materia nueva.

La humedad tiene que ser controlada periódicamente, por lo que sería conveniente que se disponga de un sistema de riego automático para no disminuir el aporte de agua necesario para las lombrices.

Al cabo de 3 o 4 meses el material estará listo para recogerse.

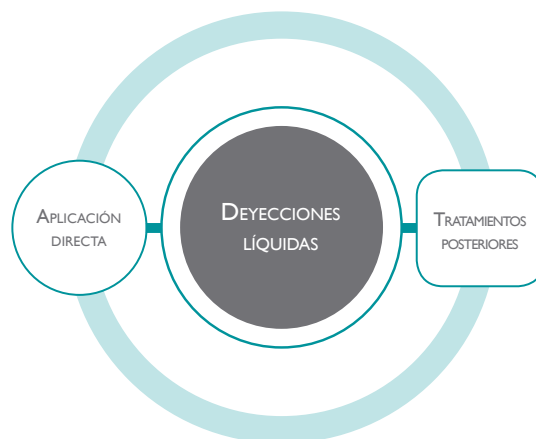


Fotografías: Montones de compost de estiércol para el vermicompostaje (izquierda). Lombriz roja de California (derecha). Fuente: Proyecto SUBPGAN.

- **Catálisis enzimática:** El objetivo es producir materias primas de segunda generación para la producción de bioetanol.

La temperatura óptima está entre 40-50°C, con un pH en torno a 5 y tiempo que oscila entre 72-96 h. A pesar de que es una buena alternativa de gestión del estiércol por la producción de bioetanol, la reducción del nitrógeno es mínima, ya que esta técnica actúa principalmente sobre el carbono.

### 5.3. Alternativas analizadas para las deyecciones líquidas.



### 5.3.1. Aplicación directa.

Para el caso de los purines, la nueva normativa obliga a utilizar las mejores técnicas disponibles (MTD) para disminuir la contaminación por gases de efecto invernadero (GEI), y aumentar la mineralización de los cultivos, con dos técnicas:

- *Tubos colgantes (aplicación a ras del suelo).*
- *Sistema de inyección y enterrado (incorpora el purín a profundidades de 1 a 6 cm).*



Fotografías: sistemas de tubos colgantes (izquierda) y de inyección y enterrado (derecha) para purines. Fuente: Proyecto SUBPGAN.

### 5.3.2. Tratamientos posteriores.

- **Pirólisis:** La descomposición de la materia orgánica (por ejemplo estiércol de vaca a elevadas temperaturas 300–500°C).

Los productos resultantes que se obtienen de esta técnica son: gas combustible (syngas), hidrocarburos condensables de cadena larga (aceite de pirólisis) y carbón vegetal (biochar).

**- Codigestión anaerobia:**

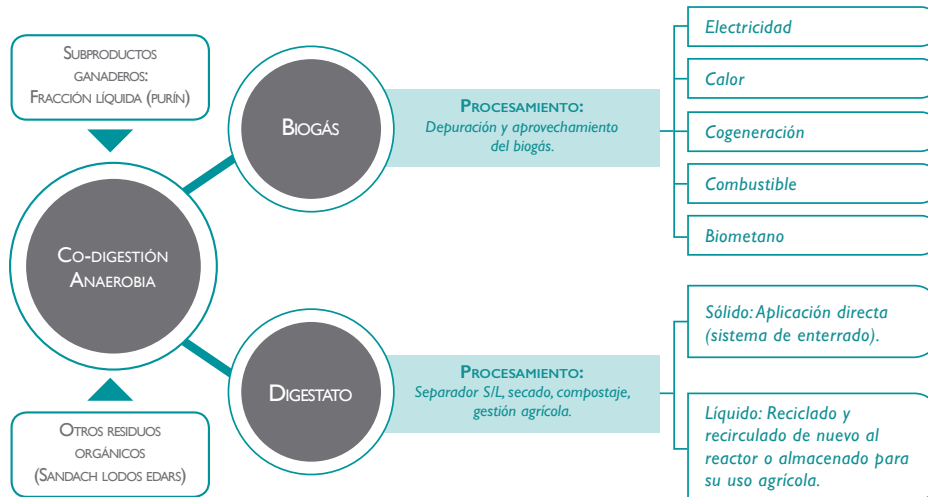


Figura. Esquema general co-digestión anaerobia. Fuente: Proyecto SUBPGAN.

## 6. Recomendaciones.

1. Respetar los códigos de buenas prácticas agraria, así como la legislación pertinente en esta materia, (ejemplo, la Orden de 1 de junio de 2015, por la que se aprueba el programa de actuación aplicable en las zonas vulnerables a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias designadas en Andalucía). Asegurando una aplicación directa en campo en los momentos adecuados y con las mejores técnicas disponibles.
2. El 88% de las ganaderías de vacuno de leche se encuentran sobre la masa de agua subterránea de Los Pedroches, por lo que las prácticas de gestión de subproductos ganaderos deben ser realizadas cuidadosa y adecuadamente para evitar la contaminación de las aguas.
3. Importante evitar la contaminación en las ganaderías, para ello se debe garantizar la impermeabilización de los espacios de almacenamiento, fosas bien dimensionadas e impermeabilizadas y realizar un adecuado manejo y transporte de los subproductos ganaderos hasta su destino final.
4. Priorizar la gestión y el tratamiento de la fracción líquida, porque es la que presenta la mayor problemática ambiental y de gestión. Para ello se deben incorporar nuevas técnicas de gestión de los subproductos ganaderos en la propia granja, como el separador sólido/líquido y las cisternas flexibles. Con esta tecnología, no se requiere una elevada inversión inicial y favorece una mejor gestión de las dos fracciones, sólida y líquida.
5. Usar la fracción sólida como material de cama, siempre y cuando sea correctamente tratado y gestionado (fundamental temperatura y aireación).
6. Favorecer la gestión colectiva frente a la individual.





# SUBPGAN

BIOECONOMÍA PARA LA VALORIZACIÓN  
DE SUBPRODUCTOS GANADEROS



Financian: \_\_\_\_\_

