



DESARROLLO SOSTENIBLE

Gestión de estiércoles y purines ganaderos

Secuestro de carbono y economía circular

Jesús M^a Mangado Urdániz

INTIA

“Y así se pueden recoger frutos más abundantes, si se vuelve la tierra por sí, estercolándola frecuente, oportuna y moderadamente”. Esta cita procede del libro segundo de la obra *Los doce libros de Agricultura* que escribió Lucio Moderato Columela hacia el año 42 de la era cristiana.

Esta práctica la han seguido agricultores y ganaderos desde tiempo inmemorial comprobando (conocimiento empírico) que, aportando los recursos orgánicos generados en las explotaciones ganaderas sobre los suelos agrícolas, mejoraban su estructura, su capacidad de retención de agua y su fertilidad, de modo que se mantenía, e incluso se incrementaba, su producción.

Actuando de esta forma los agricultores y ganaderos han sido, sin ser conscientes de ello, pioneros en seguir algunos de los principios básicos de la Economía Circular, ya que reutilizan en su proceso productivo un material que se genera dentro su actividad y que debe ser considerado como un recurso, no como un residuo, como a veces se empeñan en denominarlo algunas administraciones.

La sociedad actual está muy sensibilizada con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la lucha contra el cambio climático y esto le da una nueva perspectiva a la gestión de estiércoles y purines. Su uso como fertilizante tiene como consecuencia, además de mantener la producción agrícola de los suelos sobre los que se aporta, la retención de carbono (secuestro de C) en esos suelos. En este artículo se presentan los resultados de dos experiencias llevadas a cabo en Navarra que ratifican y cuantifican estos planteamientos.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

En la **Tabla 1** y en la **Figura 1** se muestran las características generales y las localizaciones de las dos experiencias.

Tabla 1. Características generales de los ensayos

	VALTIERRA	OSKOTZ
BIOGEOGRAFÍA	región mediterránea, sector bardenero-monegrino, distrito bardenero	región eurosiberiana, sector cántabro vascónico, distrito navarro-alavés
TERMOTIPO	mesomediterráneo	colino
OMBROTIPO	semiárido	húmedo
SUELO	aluvial, franco arcilloso, yesos y arcillas, con abundante grava en el perfil superior	aluvial, franco limoso sin pedregosidad en el perfil superior
RETENCIÓN DE AGUA	muy baja	alta
CULTIVO	sucesión de 4 cultivos forrajeros	rotación de 2 cultivos forrajeros
RECURSO ORGÁNICO	estiércol vacuno carne	purín vacuno leche
MANEJO	secano	secano
APROVECHAMIENTO	pastoreo	siega y ensilado
DURACIÓN	4 años	2 años

Figura 1. Localización de las experiencias



EXPERIENCIA EN VALTIERRA

La experiencia se lleva a cabo en la finca El Serrón (Valtierra), gestionada por INTIA, en la que se desarrollan experiencias sobre el sistema “ovino carne-cereal” en condiciones de secano semiárido. Esta experiencia se desarrolló durante cuatro años (2005 a 2009) y consistió en el manejo en pastoreo con ovino de carne de la raza autóctona “navarra” de una sucesión de cuatro cultivos forrajeros adaptados al secano semiárido, con dos variantes de manejo agrícola:

- **Convencional**, control de las malas hierbas y fertilización químicas.
- **Orgánica**, sin tratamientos de control de malas hierbas y fertilización con estiércol de vacuno de carne.

Sucesión de cultivos

Las características de la sucesión de los cultivos anuales empleada son (**Figura 2**):

- **Lluejo+veza**: cultivo asociado que se aprovecha en pastoreo en dos momentos, en estado vegetativo pre-

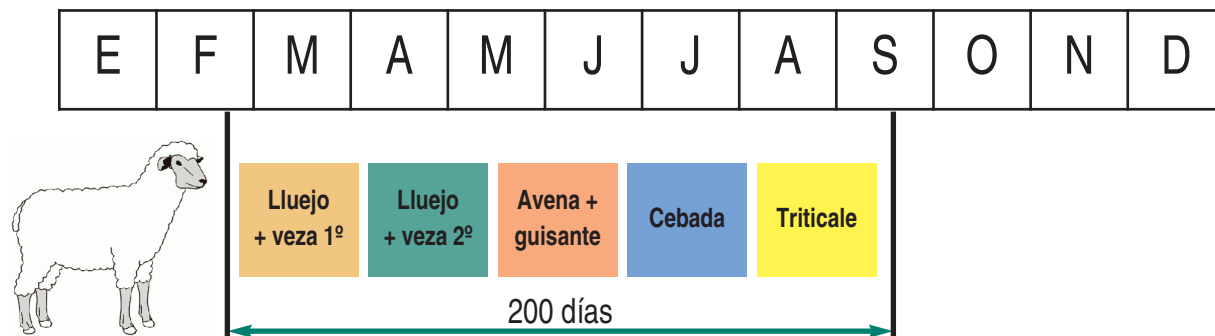
coz y sobre el rebrote del lluejo tras el primer pastoreo.

- **Triticale**: cereal que se aprovecha en pastoreo en estado de grano maduro.
- **Avena+guisante**: cultivo asociado que se aprovecha en pastoreo en la fase de inicio de la formación de granos.
- **Cebada**: cereal que se aprovecha en pastoreo en estado de grano maduro.

Figura 2. Sucesión de los cultivos anuales



Figura 3. Esquema del manejo en pastoreo de la sucesión de cultivos



En la **Figura 3** se esquematiza el manejo en pastoreo de esta sucesión de cultivos.

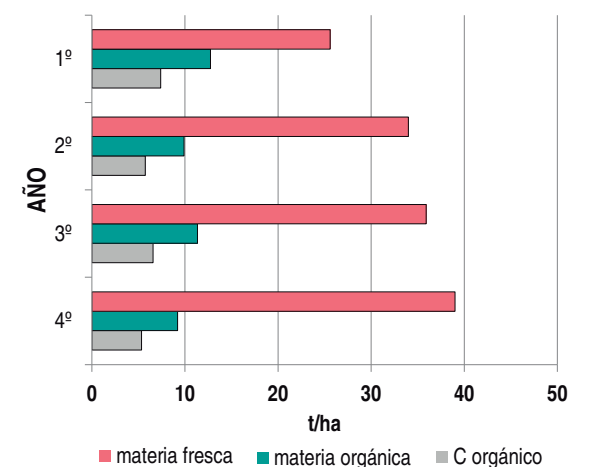
El objetivo es obtener por hectárea de 8.000 a 10.000 raciones de mantenimiento de ovejas vacías de 55 kg de peso vivo durante unos 200 días. La evaluación de la productividad de la rotación se hace por cantidad y calidad de la producción agrícola y por las raciones obtenidas en pastoreo para cada uno de los cultivos y manejos y de la rotación completa.

Aporte orgánico

En la variante fertilización orgánica de manejo agrícola se utilizó estiércol procedente de una explotación de vacuno de carne próxima apilado al exterior, lo que hace que sus características sean variables a lo largo de los años. La aportación se hace en el mes de octubre de cada año, previo a la siembra de cada uno de los cultivos. En el **Gráfico 1** se presentan las aportaciones realizadas cada año de experiencia.

Las aportaciones medias en cada uno de los cuatro años fueron de 33,6 t/ha por año de estiércol fresco con un 50,6 % de humedad y un 33,5 % de materia orgánica. Esto supuso la aportación media anual de 6,3 t/ha de carbono y un total de 25 t de carbono/ha a lo largo de la experiencia.

Gráfico 1. Aportaciones de estiércol



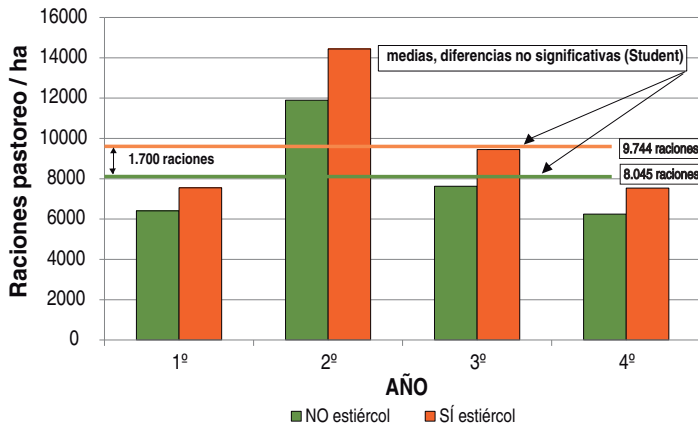
Producciones

Las productividades obtenidas en cada manejo se evaluaron como “raciones de mantenimiento” de ovejas de 55 kg de peso vivo obtenidas sobre todos los recursos pascícolas ofertados por la sucesión de cultivos cada año. En el **Gráfico 2** se presentan los resultados.

Labores de estercolado en la finca de Valtierra



Gráfico 2. Raciones en pastoreo



No se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre las medias de raciones obtenidas en los cuatro años de experiencia, aunque se constata una tendencia a que cada año el número de raciones obtenidas sobre los cultivos con fertilización orgánica supera al de las obtenidas sobre los cultivos en manejo convencional, de forma que sobre los primeros se obtienen, cada año, unas 1.700 raciones/ha más que sobre los segundos.

Suelos

Los suelos sobre los que se establecieron los cultivos en esta experiencia tradicionalmente habían sido cultivados para la producción de cereal de invierno (cebada y, recientemente, trigo duro) en la modalidad de ‘año y vez’. Las condiciones agroclimáticas de estos entornos no favorecen la obtención de altos rendimientos agrícolas por lo que en el año de producción las cosechas de cereal difícilmente superaban los 2.000 kg de grano/ha, con grandes diferencias interanuales, mientras que en el año de descanso se aprovechaban los barbechos en pastoreo con ovino en régimen extensivo.

Previo al inicio de la experiencia se analizó el perfil agrícola de estos suelos (0 a 20 cm) y al finalizarla se volvió a repetir la analítica diferenciando los suelos según el manejo que se les había dado (sin estiércol / con estiércol). En el **Gráfico 3**

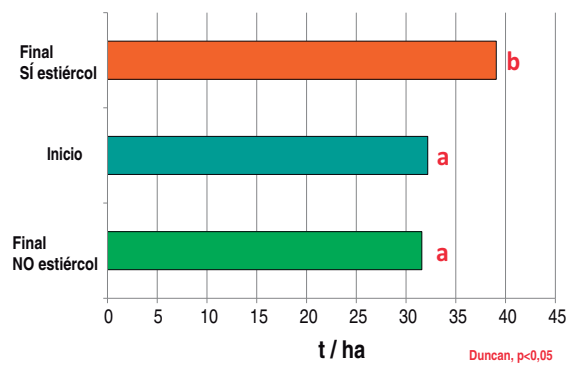
se presenta la comparación de resultados de contenido en carbono en los primeros 20 cm del perfil de estos suelos.

Encontramos que el contenido en carbono de los 20 primeros cm del perfil del suelo al final de 4 años de manejo convencional es similar al existente al inicio de la experiencia, en el entorno a 32 t de C/ha, sin diferencias estadísticamente significativas entre ambos. Sin embargo, al cabo de 4 años de aportaciones sistemáticas de estiércol, este contenido alcanza 39 t de C/ha, significativamente superior a los otros dos casos.

Paralelamente se evaluó el efecto de los dos manejos sobre la salud de los suelos. Para ello se analizaron los perfiles catabólicos de las comunidades microbianas presentes en los suelos en ambos manejos como medida de su actividad y diversidad funcional y se analizó el contenido en carbono de la biomasa microbiana y la actividad y diversidad fisiológicas bacterianas.

Los resultados obtenidos parecen indicar que el estiércol es una fuente de nutrientes más variada que la fertilización mineral y ello favorece la actividad biológica en los suelos que lo reciben. Así mismo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de humedad gravimétrica de los suelos, siendo superior en los que habían recibido fertilización orgánica.

Gráfico 3. Contenido en carbono de los suelos (0–20 cm)



Pastoreo cebado, grano menudo



Asistencia las 24 horas del día



Lely Center
Lely Ibérica CSV S.A.
Pol. Ind. Iruregaña
Naves 5-6,
31195 Aizoain
Teléfonos:
629 083587
948 597079

UN SERVICIO EXCELENTE TRABAJANDO 24 HORAS LOS 365 DIAS

Durante el pasado 2015, el Lely Center de Aizoain instaló 14 nuevos Lely Astronaut en diferentes granjas del País Vasco y Navarra. Este número de robot ordeñará durante este 2016 al menos 1.000 nuevas vacas en sistema de ordeño robotizado. Esta clara apuesta por la tecnología tiene como objetivo principal la consecución de la mejora de rendimientos y rentabilidad de las explotaciones ganaderas, objetivos éstos de vital importancia en momentos tan críticos como los que se están viviendo hoy en día en el sector lechero.

Desde Lely queremos agradecer la confianza depositada en nosotros y nos ponemos a su servicio desde hace más de 25 años las 24 horas del día, los 365 días del año.

EVOLVE.



EXPERIENCIA EN OSKOTZ

Esta experiencia se enmarca dentro del proyecto europeo Life NITRATOS (LIFE 10 ENV/ES/47) y se desarrolla en Oskotz (Valle de Imotz) sobre la base territorial de una explotación de vacuno de leche. Consistió en el seguimiento de una rotación forrajera de dos cultivos/año, aprovechados por siega para su conservación mediante ensilado y mantenida durante dos años (2012 a 2014). Se plantearon tres variantes de manejo agrícola:

- **Suelo desnudo**, sin fertilización ni cultivo.
- **Convencional**, cultivo de la rotación forrajera con fertilización química.
- **Purín de vacuno de leche**, cultivo de la rotación forrajera con fertilización orgánica.

Rotación de cultivos

Consiste en la sucesión sobre la misma parcela y en el mismo año de dos cultivos anuales:

- **Maíz**: ocupa el terreno en los meses de junio a septiembre. Se cosecha por “picado” de la planta entera en la situación grano lechoso-pastoso, con un contenido aproximado de materia seca de 30 a 35 %. Se conserva mediante ensilado y es uno de los componentes forrajeros en las raciones de producción del vacuno lechero.
- **Raigrás italiano alternativo**: ocupa el terreno en los meses de noviembre a abril. Se cosecha por siega en la situación de final de encañado y tras un periodo corto de prehenificado se ensila con un contenido de materia seca de 30 a 40 %. Es uno de los componentes forrajeros en las raciones de producción del vacuno lechero.

El objetivo es maximizar la producción vegetal y la calidad y el valor nutritivo obtenido por unidad de superficie.

En la **Figura 4** se esquematiza el manejo de esta rotación durante los dos años de duración de la experiencia.

Las precipitaciones registradas en el primer trimestre de 2013 mantuvieron los suelos en capacidad de campo durante ese periodo, lo que impidió la aportación prevista de purín sobre el cultivo raigrás 1. Así mismo, por el mismo motivo de fuertes precipitaciones, se retrasó el laboreo y la implantación del cultivo maíz 2 al final de la primavera de 2013.

Aportes orgánicos

En la variante de fertilización orgánica se utilizó el purín generado en la explotación de vacuno de leche propietaria de la base territorial donde se lleva a cabo la experiencia. La previsión era hacer dos aportaciones de purín al año, una en presiembra del cultivo de maíz (mediados de mayo – mediados de junio) y otra sobre el cultivo de raigrás, a la salida del invierno, al alcanzar la integral térmica de 200°C desde 1 de enero. Como se ha dicho, las fuertes precipitaciones del invierno de 2012 a 2013 impidieron llevar a cabo la aportación sobre el cultivo de raigrás 1, por lo que únicamente se llevaron a cabo tres aportaciones de purín según se refleja en la **Figura 4**. En el **Gráfico 4** se presentan las características de las aportaciones realizadas.

Las aportaciones medias fueron de 22,3 m³/ha de purín de vacuno de leche con un 6,6 % de materia seca y un 5,3 % de materia orgánica. Esto supuso la aportación de 2,06 t de carbono/ha a lo largo de los dos años de experiencia.

Producciones

La productividad obtenida en cada manejo se evaluó como la producción de biomasa forrajera por unidad de superficie (kg de materia seca/ha) obtenida sobre cada cultivo. En el **Gráfico 5** se presentan los resultados.

En el cultivo de maíz forrajero la variante con fertilización orgánica supera en producción a la variante convencional en

Figura 4. Esquema del manejo de la rotación de cultivos

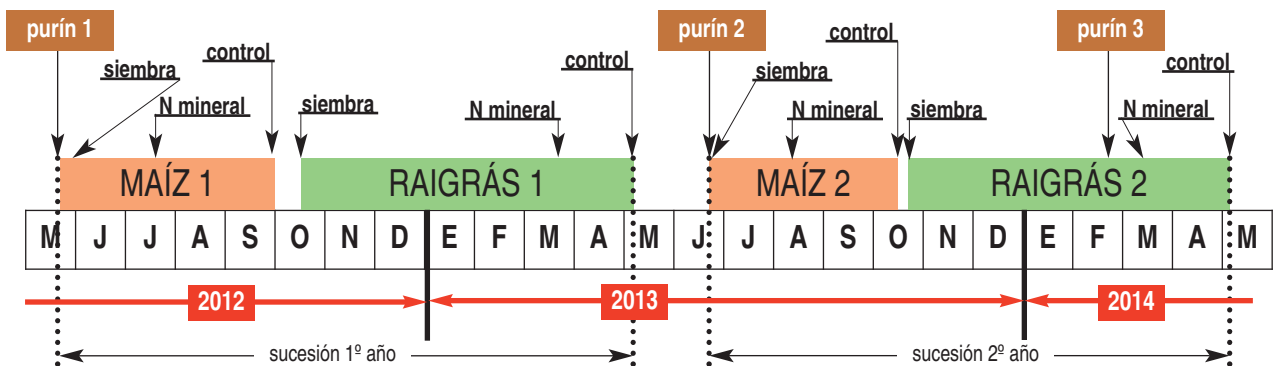
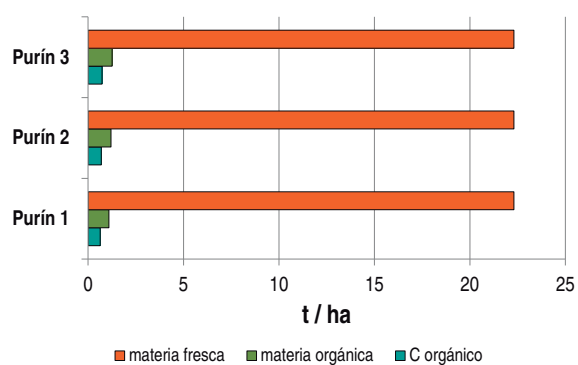


Gráfico 4. Aportaciones de purín



los dos años de experiencia, aunque solamente el primer año lo hace de una forma estadísticamente significativa. En el cultivo de raigrás la variante orgánica supera a la convencional el primer año de ensayo, mientras que en su segundo año la tendencia se invierte. Cabe resaltar que la diferencia obtenida en el primer año de raigrás es estadísticamente significativa, superando la variante con fertilización orgánica a la variante convencional aunque, como se ha apuntado, sobre la primera no se aportó purín por el exceso de precipitaciones ocurridas en el primer trimestre de 2013.

Suelos

Los suelos sobre los que se establecieron los cultivos en esta experiencia se han manejado para la producción de forrajes y recibido fertilización orgánica desde tiempo inmemorial. Se trata de suelos de gran calidad, profundos, sin pedregosidad en su perfil, con buenas características físicas y niveles de fertilidad altos.

Previo al inicio de la experiencia se analizó el perfil agrícola de estos suelos (0 a 20 cm) y al finalizarla se volvió a repetir la analítica diferenciando los suelos según el manejo que se les había dado (sin fertilización ni cultivo; cultivo de la rotación forrajera y fertilización química; cultivo de la rotación forrajera y fertilización orgánica). En el **Gráfico 6** se presenta la comparación de los resultados de contenido en carbono en los primeros 20 cm del perfil de estos suelos.

Picado de maíz en Oskotz



Gráfico 5. Producción de biomasa

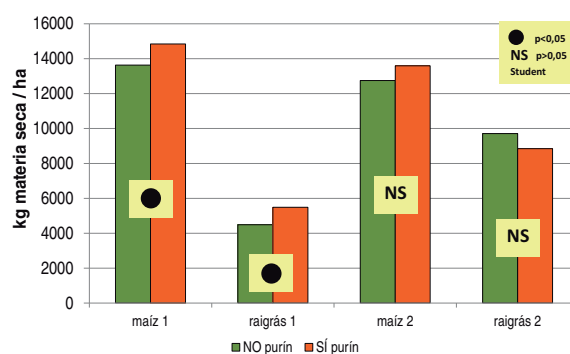
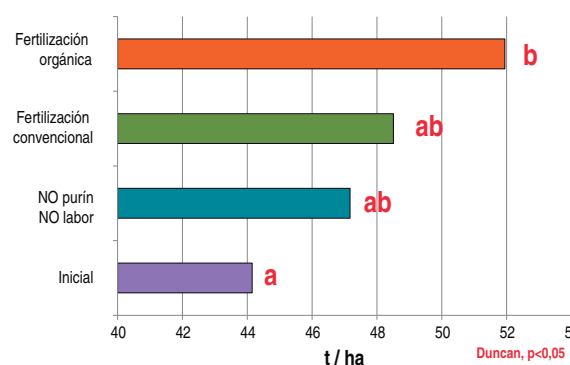


Gráfico 6. Contenido en carbono de los suelos (0 – 20 cm)



Encontramos que el contenido en carbono de los 20 primeros cm del perfil del suelo de la variante que ha recibido fertilización orgánica es significativamente superior al carbono contenido en ese mismo perfil al inicio de la experiencia.

También es superior, aunque no se encuentran diferencias estadísticamente significativas, a los contenidos en carbono de las variantes que no han recibido fertilización orgánica, se hayan cultivado o no. A su vez, estas dos variantes, aunque presentan un contenido superior a la situación inicial, no difieren significativamente de ella.

El incremento en el contenido de carbono (secuestro de carbono) en los 20 primeros centímetros del perfil del suelo de la variante que ha recibido fertilización orgánica en los dos años de experiencia respecto a la situación inicial alcanza las 7,8 t/ha, o lo que es lo mismo, 780 gramos de carbono secuestrado en los primeros 20 cm del perfil del suelo por cada metro cuadrado de superficie de la parcela.



Ensayo raigrás en Oskotz

CONCLUSIONES FINALES

En las muy diversas condiciones agroecológicas en las que se han llevado a cabo estas experiencias:

- Los cultivos fertilizados con recursos orgánicos no solo han mantenido su productividad sino que en la mayor parte de las ocasiones la han incrementado con respecto de esos mismos cultivos manejados de forma convencional.
- La fertilización orgánica ha incrementado de forma estadísticamente significativa el contenido en carbono (secuestro de carbono) en los primeros 20 cm del perfil de los suelos manejados en estas experiencias respecto a la situación inicial.
- En situaciones climáticas y edáficas poco favorables a la producción agrícola el incremento en el contenido en materia orgánica de los suelos que reciben fertilización orgánica contribuye a incrementar la actividad y diversidad biológica y mejora su eficiencia en la conservación de la humedad, lo que es especialmente relevante en situaciones de secano semiárido.

Dentro de la “Estrategia europea para el fomento de la economía circular” la Comisión Europea ha adoptado un paquete de medidas para estimular el tránsito hacia un crecimiento económico competitivo y sostenible. Entre ellas está la revisión de la normativa de abonos para facilitar el reconocimiento de los abonos orgánicos.

Pues bien, resulta que los agricultores y ganaderos conocen desde tiempos remotos las ventajas que tiene la aportación de materiales orgánicos sobre la producción agrícola y la fertilidad de los suelos y la practican de la forma que se representan en los esquemas de las **Figuras 5 y 6**.

Figura 5. Ciclo de reutilización de recursos orgánicos para la producción de forrajes

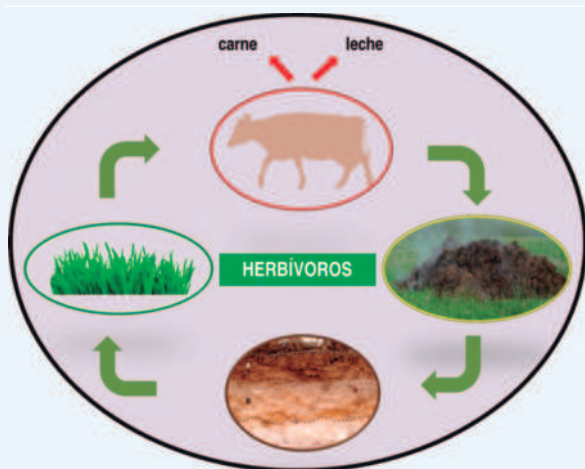
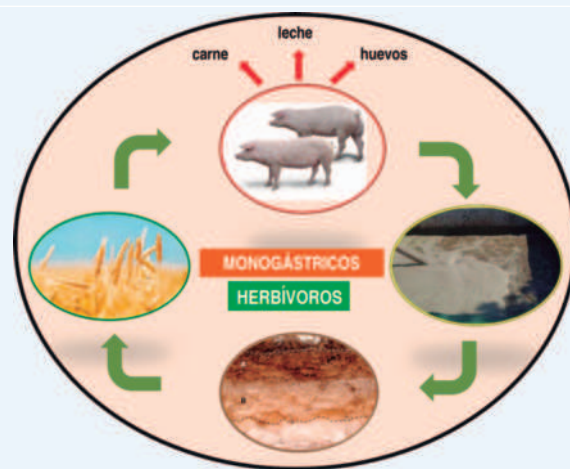


Figura 6. Ciclo de reutilización de recursos orgánicos para la producción de granos



Estos ciclos son sencillos, eficientes y de sentido común. Las deyecciones del ganado doméstico se aportan a los suelos agrícolas mejorando su fertilidad y productividad. Las producciones agrícolas obtenidas se utilizan para alimentar al ganado doméstico, forrajes y granos en el caso de herbívoros y granos en el caso de monogástricos. El ganado doméstico produce alimentos (carne, leche, huevos) que salen del sistema y materia orgánica que se reutiliza en el proceso, cerrando el ciclo.

En este proceso se minimiza la generación de residuos ya que las deyecciones ganaderas no deben considerarse como tales, aunque haya organismos y entidades que se empeñen en hacerlo, sino que se trata de recursos que se reutilizan dentro del proceso productivo.

Todos estos conceptos y prácticas son los que propone hoy día la llamada **ECONOMÍA CIRCULAR**, resultando que los agricultores y ganaderos han practicado sus fundamentos desde siglos antes del desarrollo de esta teoría económica.