

Código de buenas prácticas de vacuno de carne



Índice



5

Introducción



7

Agradecimientos



8

**Consideraciones
Previas**



14

**1. Manejo de
la Alimentación
y Materias Primas**



40

2. Actuaciones sobre el Funcionamiento del Rumen



54

3. Genética, Reproducción y Manejo



84

4. Gestión de Estiércoles



122

5. Manejo de Pastos y Cultivos



Estrategia carbono neutral 2050



Introducción



Provacuno viene trabajando desde mediados de 2019 en una estrategia para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero e incrementar el secuestro de carbono a través de prácticas de manejo y de utilización de los pastos y recursos forrajeros de sus explotaciones. La estrategia la hemos denominado **ESTRATEGIA CARBONO NEUTRAL 2050**. El objetivo que se persigue es alcanzar la neutralidad climática del sector vacuno de carne español en 2050, mediante el secuestro del carbono equivalente a los gases de efecto invernadero que generan en sus procesos productivos.

La cadena de valor de la carne de vacuno ha decidido asumir un papel proactivo en la reducción de las emisiones y en su sostenibilidad ambiental, promoviendo las actividades de investigación y desarrollo tecnológico para aplicar los resultados a la actividad diaria de sus productores. Las primeras actividades que se van a desarrollar en esta estrategia son la puesta en marcha de un código de buenas prácticas, cuya aplicación se promoverá en el sector ganadero, y que, más adelante, se ampliará al resto de la cadena de valor, así como la caracterización socioeconómica y productiva del sector, que servirá para establecer las bases sobre las que poner en marcha proyectos de investigación aplicada dirigidos al objetivo que se persigue.

Para la redacción del Código de buenas prácticas hemos contado con investigadores españoles de la red **REMEDIA**, y con técnicos del sector del vacuno de carne. Todos ellos aparecen como autores del trabajo. **PROVACUNO** agradece a los miembros de la red científica de mitigación de gases de efecto invernadero en el sector agroforestal su contribución desinteresada para la elaboración de este código de buenas prácticas.

Eliseu Isla Argelich
Presidente de PROVACUNO

Saludo de Red REMEDIA

Red REMEDIA es una red científica que desde 2012 constituye un espacio de encuentro entre los distintos agentes en el ámbito de la investigación para la mitigación del cambio climático en los sectores agrario, ganadero y forestal en España. Como red científica, su principal objetivo es potenciar la actividad investigadora a través de la colaboración multidisciplinar. Igualmente importantes para nuestra Red son la transferencia de conocimiento y la difusión de información científica a las administraciones públicas, el sector privado y la sociedad en su conjunto.

La solicitud de Provacuno para que la Red REMEDIA colabore en la redacción de esta guía encaja perfectamente con nuestra vocación de transferencia del conocimiento. Este trabajo es, al mismo tiempo, un reto apasionante para nuestra Red pues, a fin de cuentas, son los científicos que la integran los que, habitualmente de forma altruista, realizan estas labores de transferencia y difusión; lo hacen además a título propio y no en el de la Red, que únicamente actúa como punto de encuentro, generando el espacio para la colaboración entre ellos y con agentes como Provacuno.

Para establecer el equipo de trabajo se realizó una comunicación a todos los socios de la Red, solicitando la participación voluntaria de investigadores con conocimiento en la temática. Como resultado, se creó un grupo de 17 investigadores de 7 centros de investigación que ha redactado, con profundo rigor científico, pero también con la intención de llegar de forma clara y concisa a los productores, el presente documento.

Deseamos que este documento sea útil para ayudar al sector a reducir sus emisiones y esperamos que sea el punto de inicio de muchas más actividades conjuntas.

Salvador Calvet Sanz
Coordinador de la Red REMEDIA



Agradecimientos

AUTORES

RED REMEDIA

Fernando Estellés Barber (Universitat Politècnica de València) • Coordinación

Salvador Calvet Sanz (Universitat Politècnica de València)

Pol Llonch Obiols (Universitat Autònoma de Barcelona)

Alejandro Belanche Gracia (Estación Experimental del Zaldín. CSIC)

David R. Yáñez (Estación Experimental del Zaldín. CSIC)

Haritz Arriaga Sasieta (NEIKER)

Pilar Merino Pereda (NEIKER)

Roberto Ruiz Santos (NEIKER)

Nerea Mandaluniz Astigarraga (NEIKER)

Isabel Albizu Beitia (NEIKER)

Inmaculada Batalla Garlito (Basque Center for Climate Change)

Agustín del Prado (Basque Center for Climate Change)

Guillermo Pardo (Basque Center for Climate Change)

Óscar González Recio (Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias)

Carolina Reyes Palomo (Universidad de Córdoba)

Cipriano Díaz Gaona (Universidad de Córdoba)

Vicente Rodríguez Estévez (Universidad de Córdoba)

COLABORADORES

PROVACUNO

Paula Martínez (ASOPROVAC) • Coordinación

Jairo Peña (Cárnicas Medina)

Leticia Diez (UPA)

Matilde Moro (ASOPROVAC)

Gemma Rodríguez (ANAFRIC)

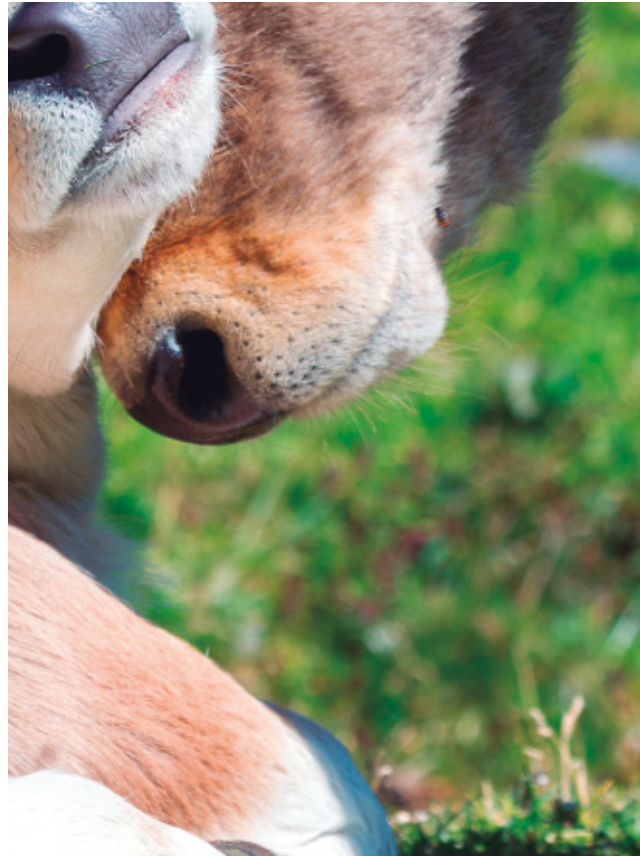
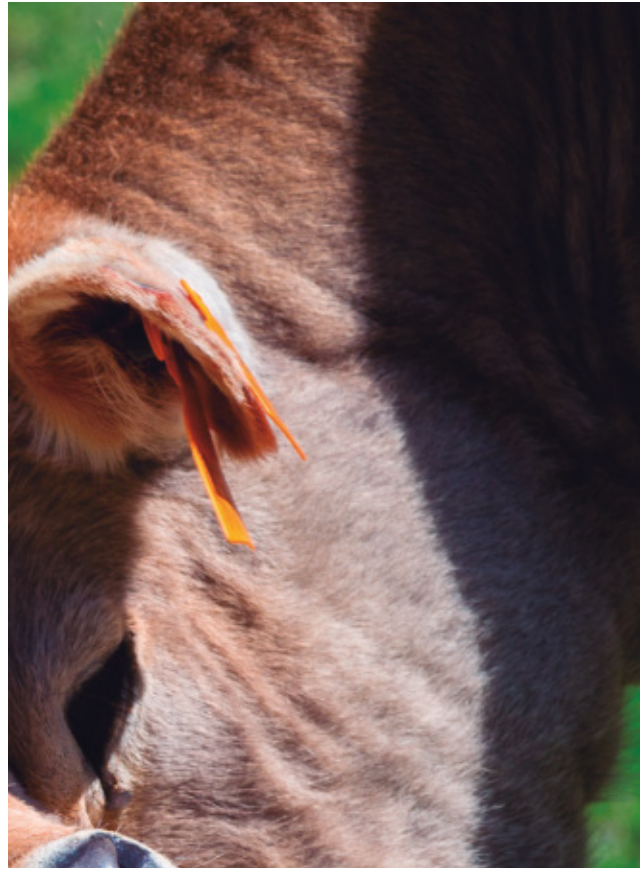
Mercedes Cámara (ANICE)

Sergio Martín (ANICE)

María Manso (Carnimad)

Alejandro Gutiérrez (Cooperativas Agroalimentarias)

Pablo Rincón (ASAJA)



Consideraciones Previas



El presente documento recoge un compendio de medidas encaminadas a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la producción de vacuno de carne. El punto focal de las medidas se encuentra en las explotaciones ganaderas, con y sin tierras, aunque siempre se hace referencia al posible efecto de estas medidas sobre otros eslabones de la cadena productiva (p. ej. producción de alimentos). El documento está destinado fundamentalmente a productores y otros agentes de la cadena productiva (p. ej. integradoras, fábricas de pienso, etc.).

Con este fin, se han identificado las medidas aplicables en la producción de vacuno de carne en España, con una base científica probada, estructuradas en 5 grandes bloques:



Dentro de cada bloque se han identificado las medidas de mitigación disponibles, describiendo brevemente el fundamento de éstas, los efectos sobre los diferentes GEI, tanto directos como indirectos, las posibles sinergias o antagonismos con otros contaminantes, así como la disponibilidad tecnológica y económica de cada medida. Con esta información, se pretende que cada productor pueda identificar las medidas

más aplicables en términos coste-beneficio a su explotación.

Con el fin de facilitar la interpretación de la información, se han generado unas escalas semicuantitativas que permitan identificar de forma rápida el efecto de una medida concreta sobre las emisiones de GEI, su coste y su disponibilidad siguiendo la escala de la página siguiente.



Emisiones GEI



reducción de emisiones <10%

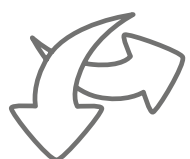


reducción de emisiones entre 10 y 25%



reducción de emisiones >25%

Efectos cruzados



implica empeorar otros impactos



no hay interacciones o son divergentes



conlleva mejoras en otros impactos

Beneficio



sin beneficio y con coste



poco beneficio económico



con beneficio económico

Disponibilidad



escala laboratorio



pruebas de campo



disponible ya

TABLA RESUMEN CON LAS MEDIDAS RECOGIDAS EN EL DOCUMENTO

Mejora de la digestibilidad de la dieta • 1.1				
Ajustar niveles de proteína • 1.2				
Utilizar fuentes locales de proteína • 1.3				
Utilizar subproductos • 1.4				
Alimentación de precisión • 1.5				
Mejorar conservación de forrajes y ensilados • 1.6				

Aditivos que reducen CH₄ • 2.1

Aditivos que mejoran funcionamiento del rumen • 2.2

Desarrollo rumial temprano • 2.3



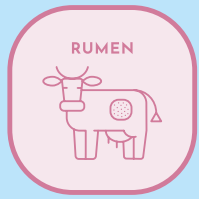
Aumentar el tiempo de pastoreo • 5.1				
Planes de fertilización • 5.2				
Tubos colgantes • 5.3				
Inyección • 5.4				
Mejorar el pH del suelo • 5.5				
Incorporar leguminosas • 5.6				
Uso de fertilizantes orgánicos • 5.7				
Utilizar fertilizantes inorgánicos de baja emisión • 5.8				
Incorporar pastoreo rotacional • 5.9				
Uso técnicas de no/mínimo laboreo • 5.10				
Preservar las superficies de pastoreo • 5.11				
Preservar el paisaje de dehesa y agroforestal • 5.12				

EMISIONES GEI

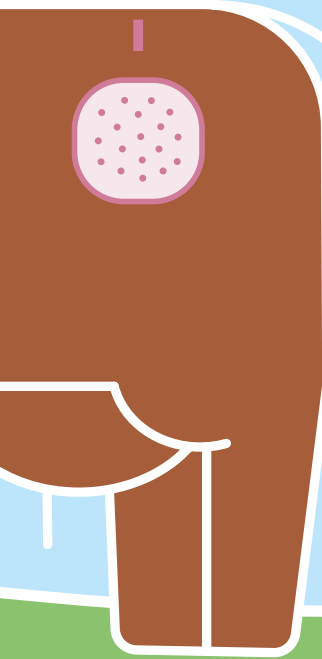
- reducción de emisiones <10%
- reducción de emisiones entre 10 y 25%
- reducción de emisiones >25%

EFFECTOS CRUZADOS

- implica empeorar otros impactos
- no hay interacciones o son divergentes
- conlleva mejoras en otros impactos



Ganadería de precisión • 3.1				
Selección de reproductores • 3.2				
Mejora del bienestar • 3.3				
Estrategias de alojamiento • 3.4				
Aumento de la longevidad • 3.5				
Mejora de la fertilidad • 3.6				
Mejora de la salud • 3.7				



Cubierta de balsas de purines • 4.1				
Aumentar frecuencia retirada de estiércol • 4.2				
Almacenamiento estiércol sólido • 4.3				
Separación sólido-líquido de purines • 4.4				
Mantener costra en balsas • 4.5				
Compostaje • 4.6				
Digestión anaerobia • 4.7				
Uso de aditivos inhibidores • 4.8				
Aplicación del estiércol sólido • 4.9				

BENEFICIO

- sin beneficio y sin coste
- poco beneficio económico
- con beneficio económico

DISPONIBILIDAD

- escala laboratorio
- pruebas de campo
- disponible ya



1

Manejo de la Alimentación y Materias Primas



Medida 1.1. Mejora de la dieta mediante mayor aporte de concentrado o forraje de calidad

Breve descripción

El tipo de dieta afecta sustancialmente a las emisiones de GEI de origen entérico tanto en términos absolutos (g/d) como en términos relativos por unidad de MS ingerida o de producto. Mientras que la alimentación con dietas poco digestibles (p.ej. a base de forrajes o algunos subproductos fibrosos) permite reducir las emisiones causadas por la producción de los alimentos, estas dietas incrementan las emisiones por unidad de MS ingerida y por unidad de producto. Por lo tanto, es preciso incrementar la digestibilidad de la dieta mediante estrategias nutricionales. En este punto, el incremento del aporte de concentrado y la alimentación con forrajes de buena calidad son las dos opciones más ampliamente utilizadas.



Es preciso
incrementar
la digestibilidad
de la dieta





Efecto directo sobre las emisiones

El incremento del aporte de concentrado reduce las emisiones debido a que propicia una fermentación propiónica de modo que el propionato actúa como sumidero de hidrógeno evitando que se desvíe hacia la producción de metano.

La alimentación con forraje de buena calidad permite incrementar la digestibilidad del alimento y alcanzar mayores rendimientos originando una reducción de las emisiones por unidad de producto (si bien las emisiones diarias pueden verse incrementadas). El uso de leguminosas forrajeras es hoy en día una estrategia que permite reducir las emisiones hasta un 10%. Un correcto manejo del pasto y pastoreo, unido al cambio en las especies forrajeras y una correcta formulación de la dieta, teniendo en cuenta dichos aspectos, permite reducir las emisiones por unidad de producto en hasta un 30% en comparación con la alimentación con forraje de baja calidad.



Efectos cruzados

Estas estrategias pueden suponer un incremento del coste de la alimentación pero también proporcionan mayores rendimientos productivos por lo que, teóricamente, los animales podrían salir a matadero con anterioridad dejando su plaza disponible (especialmente en cebaderos). Un mayor aporte de concentrados puede hacer subir la huella de C por emisiones y otros impactos medioambientales aguas arriba si los concentrados están compuestos por ingredientes que en su ciclo de vida de producción han generado emisiones de GEI y otros impactos altos (p. ej. soja). Un mayor uso de cereales y oleaginosas en la alimentación compite con la alimentación humana por los recursos agrícolas.



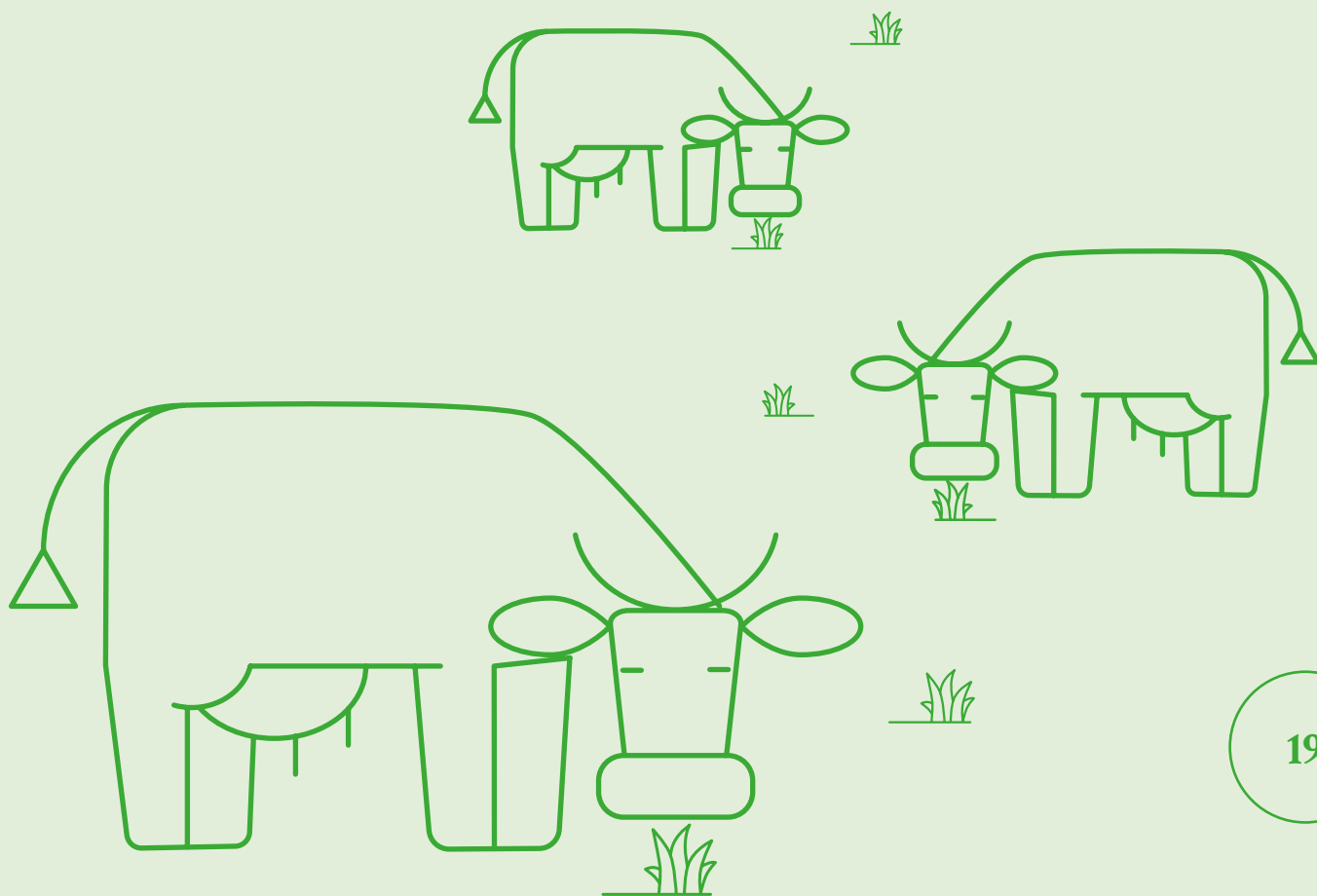
Beneficio

Depende del tipo de animal y disponibilidad de pastos.



Disponibilidad

Disponible ya.



Medida 1.2.

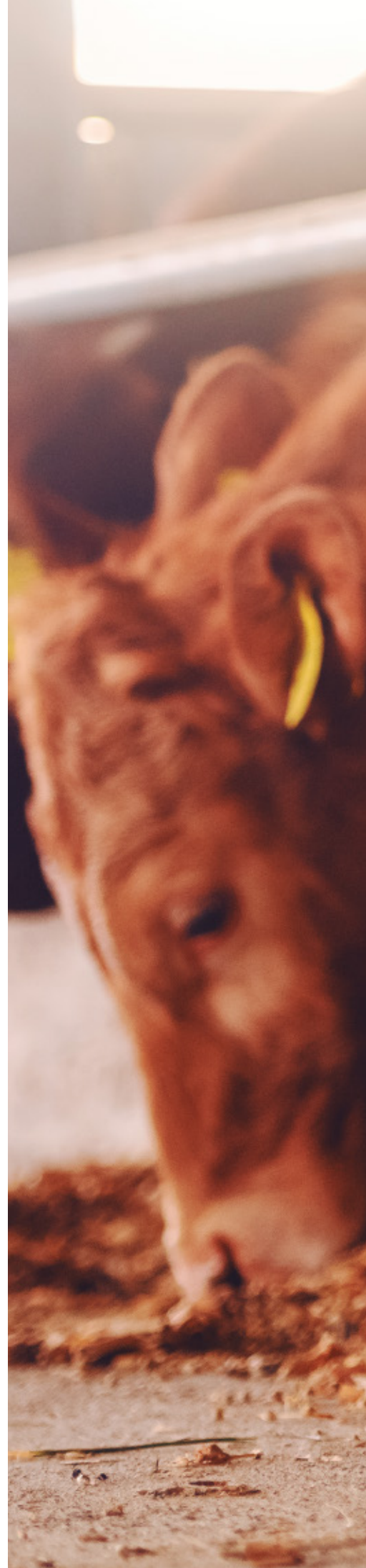
Ajustar los niveles de proteína en la ración

Breve descripción

El relativo bajo precio de la proteína (soja principalmente) durante los últimos años ha hecho que su porcentaje de inclusión sea elevado para evitar que sea un factor limitante en la dieta. Sin embargo, no se ha tenido en cuenta que el exceso de proteína es excretado (principalmente por orina) en forma de urea. Una parte de esta urea se volatiliza en forma de amoníaco (NH_3) y, posteriormente, otra parte se pierde en forma de óxidos de N (p. ej. N_2O) y lixiviación de nitratos en agua. Además, el animal rumiante precisa de gastar energía para deshacerse de este exceso de energía, lo que podría incluso tener efectos negativos.

Por contrario, una dieta excesivamente baja en proteína puede limitar la síntesis de proteína microbiana ruminal, así como los parámetros productivos. Por lo tanto, es preciso ajustar el nivel de proteína (y energía) en cada una de las etapas productivas; para ello es necesario hacer una buena estimación de las necesidades nutricionales, así como realizar un meticuloso y frecuente análisis del alimento (p. ej. NIRS). En animales de alta producción también se puede suplementar con aminoácidos esenciales si la calidad de la proteína dietética es baja.

Todo ello acarrea una reducción de las emisiones de meta-no por unidad de producto.







Efecto directo sobre las emisiones

Reducir el nivel de proteína en la dieta (si estaba en exceso) permite reducir las emisiones N urinario y, por lo tanto, de N_2O .

Incrementar el nivel de proteína en la dieta (si estaba en defecto) permite maximizar la productividad, reduciendo las emisiones por unidad de producto.



Efectos cruzados

Un ajuste en el nivel de ingesta proteica permite reducir la huella de C no solo por reducir las emisiones en la explotación (p. ej. N_2O en pastoreo) sino por reducir el impacto medioambiental aguas arriba al reducir los insumos de N (p. ej. en concentrados). En especial, si se reducen ingredientes de los concentrados con alta huella medioambiental (p. ej. soja procedente de deforestación). También se reducen otros contaminantes, tanto atmosféricos como el NH_3 , como en aguas y suelos.



Beneficio

En caso de exceso de proteína en dieta, su reducción permite reducir el coste de la dieta sin que se reduzca la productividad.

En caso de dietas bajas en proteína, su incremento acarrea un ascenso del coste de la dieta, pero también se ven incrementados los parámetros productivos.



Nivel tecnológico

Disponibles ya herramientas, tanto para estimar el contenido de proteína en la dieta como para estimar su cinética de degradación ruminal (NIRS). Los aminoácidos esenciales también están disponibles comercialmente.



Medida 1.3. Reemplazar suplementos proteicos importados por productos locales

Breve descripción

La proteína importada (soja principalmente) posee una elevada huella de carbono debido a que su producción suele implicar deforestación en su lugar de origen, elevado uso de fertilizantes industriales y un transporte intercontinental. Por ello, el uso de alimentos proteicos locales o regionales tales como el uso de leguminosas en grano (guisante, colza, etc.), pellet de alfalfa o forrajes de leguminosas, permite reducir dicha huella de carbono. En este sentido, alimentar con silo de maíz o de leguminosas permite reducir las emisiones en comparación con el silo de raigrás. El forraje de colza se ha visto que también reduce las emisiones aunque los efectos son variados sobre la productividad. Combinar maíz y silo de legumbres frecuentemente incrementa la ingestión y reduce las emisiones por unidad de producto.





El uso de alimentos proteicos locales permite reducir la huella de carbono



Efecto directo sobre las emisiones

Permiten reducir total o parcialmente el consumo de soja importada y su huella de carbono asociada, debida a la deforestación, en su caso, o al transporte internacional.



Efectos cruzados

Habitualmente los sustitutivos de la soja suelen poseer un porcentaje de proteína y un valor biológico de la misma inferior a la soja, por lo tanto, la eficiencia en el uso de la proteína puede ser menor. El precio de la ración también puede aumentar.



Beneficio

Dada la menor calidad proteica de las alternativas a la soja, los niveles productivos se pueden ver afectados negativamente si no se hace un correcto racionamiento de la dieta. Por otro lado, la dependencia del mercado exterior de soja se reduce, lo que permite trabajar con precios de la ración más estables.



Nivel tecnológico

Disponible ya.




Medida 1.4. Utilizar subproductos agroindustriales, residuos vegetales y alimentos novedosos

Breve descripción

Los subproductos agro-industriales (subproductos de cítricos, bagazo de cervecería, destrío de frutas y verduras, orujo, etc.) representan una fuente barata de alimento para rumiantes ya que de otro modo no pueden ser utilizados por ninguna otra especie de animales de abasto. El problema es que en su mayoría deben ser consumidos a nivel local o regional ya que su transporte no es rentable (elevado contenido en agua); a ello hay que añadir que estos productos son frecuentemente estacionales.

El uso de alimentos novedosos como el pienso alcalinizado o el pellet de paja pueden suponer una herramienta en sistemas de cebo.





Los subproductos
agro-industriales
tienen un gran
potencial
para reducir
las emisiones



Efecto directo sobre las emisiones

Permiten aportar carbohidratos fácilmente fermentables (reduciendo así la formación de CH₄ en el rumen) a bajo coste, facilitando disminuir el suministro de forraje. Además, muchos subproductos son ricos en compuestos activos como taninos, saponinas, aceites esenciales o sustancias antimicrobianas que permiten modular la microbiota ruminal hacia una fermentación propiónica, que reduce también la producción de CH₄ de origen entérico. Al tratarse de subproductos o residuos de otros procesos industriales, su huella de carbono es muy reducida.



Efectos cruzados

El efecto sobre las emisiones directas “per sé” es bajo pero permiten reducir el nivel de inclusión en la dieta de otros productos con una mayor huella de carbono, con la consiguiente reducción de emisiones “aguas arriba”. En algunos casos el uso de ciertos subproductos de la industria agroalimentaria o residuos vegetales en alimentación animal podrían estar compitiendo por usos alternativos (p. ej. bioenergía) que fueran medioambientalmente mejores.



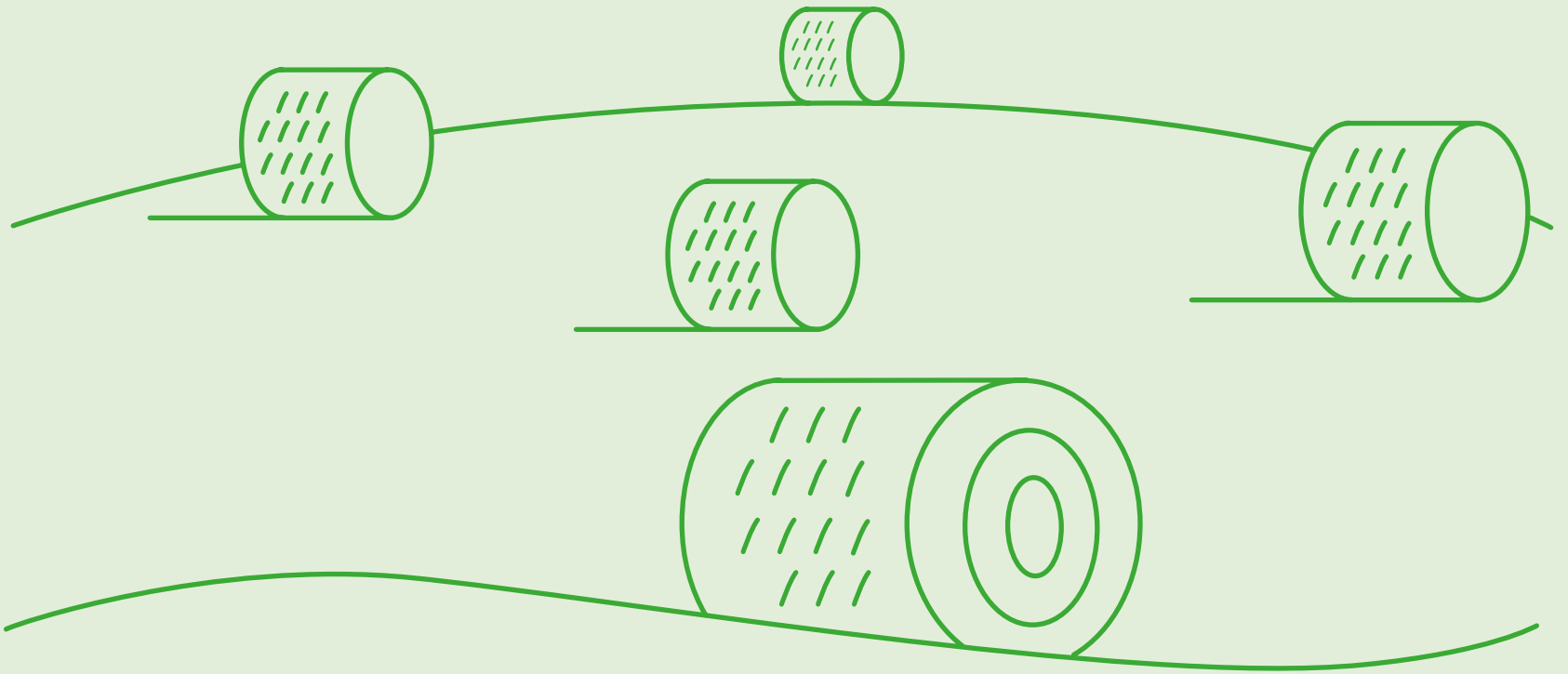
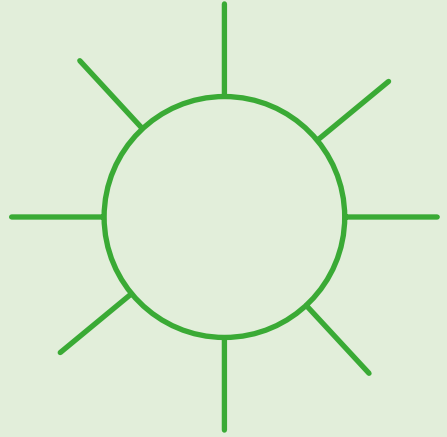
Beneficio

Es un beneficio compartido cuando los subproductos están disponibles en cercanía y a bajo coste.



Nivel tecnológico

Algunos ganaderos los utilizan habitualmente pero su utilización no está generalizada ya que se precisa inversión tecnológica para incrementar su densidad energética para que sea rentable su transporte y distribución a media-larga distancia.



Medida 1.5. Alimentación de precisión

Breve descripción

La alimentación de precisión consiste en suministrar el nutriente apropiado en el momento apropiado y al animal apropiado. Ello se debe a que las necesidades nutricionales de los animales cambian a lo largo del ciclo de producción. Por lo tanto, entender las necesidades nutricionales a diario puede representar una estrategia para maximizar la productividad y reducir las emisiones de metano. Realizar raciones personalizadas en vacuno de leche se ha observado que puede incrementar la productividad y reducir las emisiones de metano en un 15-20% y la excreción de N (20-30%), que resulta en una reducción de las emisiones de las excretas. Además, la constante monitorización de los animales mediante herramientas de ganadería de precisión en lo referido a su estado fisiológico, sanitario, productivo, nutricional, reservas corporales y su nivel genético, permite tener acceso al “big data” que hoy en día es una herramienta accesible al ganadero a la hora de tomar decisiones y gestionar la explotación. Por lo tanto, la alimentación de precisión, que combina manejo de pastos y dieta, requiere una tecnología avanzada para monitorizar los pastos, las necesidades alimenticias y la producción de forraje de forma apropiada.



Ajustar continuamente el aporte de nutrientes a las necesidades de cada animal es una estrategia con gran potencial para reducir las emisiones





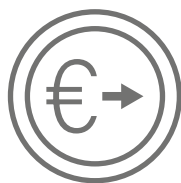
Efecto directo sobre las emisiones

Permite optimizar la alimentación mediante un correcto manejo de la carga ganadera, calidad de del pasto, disponibilidad de dieta, así como reducir los periodos improductivos (edad al primer parto, periodo seco, etc.) y mejorar el progreso genético, si se dispone de un control exhaustivo de los datos de animales individuales.



Efectos cruzados

La optimización del consumo de recursos tiene beneficios al reducirse los insumos de la explotación, tanto en lo referente a las emisiones de gases de efecto invernadero como en otros contaminantes.



Beneficio

La alimentación de precisión representa una inversión sustancial y requiere de personal cualificado y altamente dedicado para recabar datos. Por ello los efectos no suelen ser a corto sino a medio-largo plazo.



Nivel tecnológico

Esta técnica está muy avanzada en otras especies ganaderas y empieza a implantarse también en el vacuno de carne. La necesidad de una recogida de datos precisa y exhaustiva hace que aún se encuentre poco extendida pese a sus beneficios.



Medida 1.6. Mejorar conservación de forrajes y ensilados.

Breve descripción

La recolección de forraje en una etapa temprana de madurez aumenta su contenido de carbohidratos solubles y reduce la lignificación de las paredes celulares de las plantas, lo que aumenta su digestibilidad y disminuye la producción de CH₄ entérico por unidad de MS digestible, reduciendo las emisiones de GEI.

En los procedimientos de henificación o ensilado se produce pérdida de materia seca, que varían según el procedimiento de conservación y el lugar de almacenamiento. El heno y el maíz empacado y almacenado en el interior puede sufrir pérdidas inferiores al 6%. Cuando ese heno se empaca, y se almacena en el exterior, las pérdidas de materia seca pueden situarse entre el 10 y el 20%, aunque en ocasiones pueden llegar hasta el 40%. Cuando el procedimiento de almacenamiento es el ensilado, las pérdidas de materia seca oscilan entre el 5 y el 25%.

En el proceso de henificación es esencial mantener el equipo en buenas condiciones. El corte puede causar pérdidas del 2% y el empacado del 6%, pero una recolección mal ajustada puede causar pérdidas de hasta el 12% de la materia seca disponible. La pérdida de materia seca



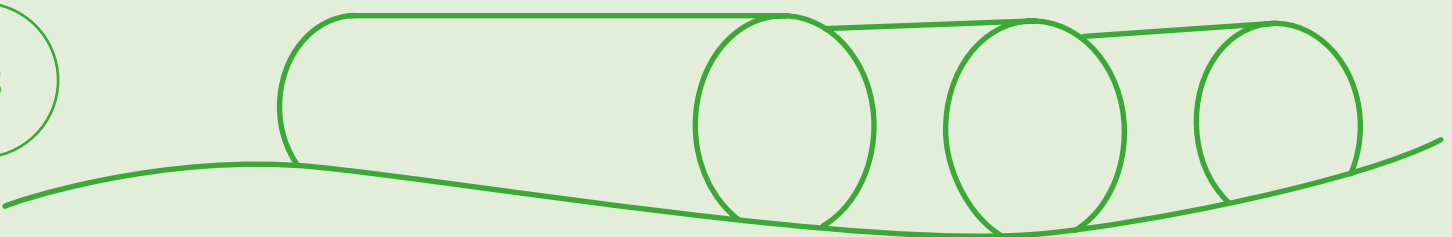
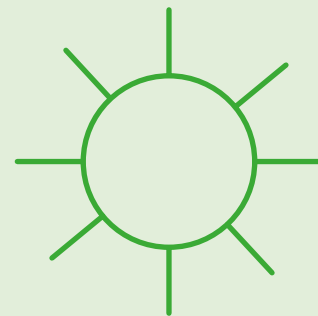
El heno y el maíz empacado
y almacenado en el interior
puede sufrir pérdidas
inferiores al 6%



se asocia frecuentemente con el contenido de humedad, la exposición a la precipitación y el contacto de la bala con el suelo. También se pueden reducir las pérdidas envolviendo pacas secas que están demasiado húmedas para el almacenamiento convencional de heno.

La mayoría de las pérdidas de ensilaje parecen ocurrir en el período inicial de carga y fermentación. La fermentación, que reduce el pH del ensilaje, ocurre durante la primera semana a un mes de almacenamiento, después de lo cual el ensilaje es relativamente estable hasta un año con pérdidas mínimas, si el silo está bien sellado y se siguen buenas prácticas de almacenamiento. Por lo tanto, se cree que las pérdidas son resistentes a las variaciones en el tiempo de almacenamiento. También se produce una pérdida significativa de materia seca durante la extracción del almacenamiento.

Los aditivos se utilizan con frecuencia para mejorar la preservación del ensilaje, especialmente de maíz, y pueden ser una herramienta de gestión importante para reducir las pérdidas de almacenamiento, particularmente en ensilajes de baja calidad. Sin embargo, algunos aditivos pueden contribuir significativamente a las emisiones netas de gases de efecto invernadero de la biomasa almacenada. El uso de urea y amoníaco para acondicionar el forraje a ensilar aumentaría directamente los GEI a través de la volatilización del N_2O de los silos.





Efecto directo sobre las emisiones

El aumento de la calidad o digestibilidad del forraje aumentará la eficiencia de la producción y esto probablemente resultará en una disminución de la intensidad de las emisiones entéricas de CH₄.

Por otra parte, la pérdida de materia seca digestible en la cosecha o en el silo debido a las pérdidas de fermentación normales, se traducirá en un rendimiento animal reducido y un aumento de los GEI, por unidad de producto, emitidos.



Efectos cruzados

Como todas las medidas que conllevan un aumento en la eficiencia productiva y el aprovechamiento de recursos, esta medida reducirá la producción de otros contaminantes de forma directa.



Beneficio

Mejorar los procesos de henificación y ensilado para reducir la pérdida de materia seca, significa mejorar la calidad nutricional del forraje con el mismo coste.



Nivel tecnológico

Disponible ya.



2

Actuaciones sobre el Fun- cionamiento del Rumen



Medida 2.1. Incorporación de aditivos reductores de las emisiones de CH₄

Breve descripción

Esta medida se basa en modular el funcionamiento del rumen de los animales a través de la adición de aditivos (p. ej. aceites vegetales, taninos, ácidos orgánicos o extractos fitogénicos o sintéticos) en la alimentación o agua de bebida.

Alterar el funcionamiento del rumen a través de aditivos







Efecto directo sobre las emisiones

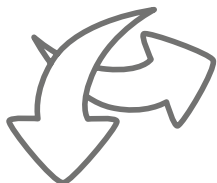
El CH_4 se produce en el rumen mediante la actividad de las arqueas metanogénicas que utilizan gran parte del H_2 generado por la fermentación anaerobia de carbohidratos para reducir CO_2 a CH_4 . Se pueden establecer 3 etapas en este proceso donde los aditivos pueden ejercer una acción que derive en la reducción de la producción de CH_4 : (i) disminuir la producción del H_2 , principal sustrato para las metanogénicas, (ii) empleo de 'sumideros' alternativos de H_2 mediante la adición de compuestos que al ser metabolizados necesiten H_2 y (iii) compuestos que inhiben directamente la acción de las arqueas metanogénicas, fundamentalmente la actividad de la enzima methyl-coenzyma M reductasa (MCR) .

Ejemplos de las tres categorías serían:

- i) aceites vegetales, saponinas y taninos que reducen la actividad de protozoos y por ende la producción de H_2 .
- ii) ácidos orgánicos como el malato o fumarato también algunos compuestos polifenólicos que en su degradación anaerobia precisan el consumo de H_2 .
- iii) compuestos extractos fitogénicos (como organosulfurados), de microalgas (*Asparagopsis taxiformis*) o de síntesis como el 3-nitrooxypropanol (3-NOP) .

Por qué reduce las emisiones:

Dada la variabilidad de aditivos disponibles, hay un rango amplio de variación en cuanto a la reducción de emisiones pero, en general, es elevado (puede llegar hasta el 30-40% expresado por kg de materia seca ingerida).



Efectos cruzados

La principal barrera en el empleo de estos compuestos es que en pocas ocasiones la reducción de la producción de CH₄ se traduce en un beneficio productivo por una actividad metabólica más eficiente. Hay algunas excepciones, pero sin duda esto limita el empleo a nivel comercial en aquellos casos que los aditivos ya estén disponibles en el mercado. Los principales efectos negativos serían: reducción de ingesta en el animal a dosis elevadas y bajada de la digestibilidad de la fibra (a veces asociada a la anterior).



Beneficio

En relación a lo comentado arriba sobre la falta de efectos claros en la productividad animal, en la mayoría de los casos, el principal escollo es el coste de los compuestos.



Nivel tecnológico

Hay muchos productos ya en el mercado como es el caso de extractos de plantas, pero ninguno está registrado oficialmente, hasta la fecha, como aditivo zotécnico para reducir las emisiones. Algunas empresas que desarrollan estos aditivos han iniciado el proceso de registro en la UE.

Medida 2.2. Incorporación de aditivos para optimizar la función ruminal

Breve descripción

Se trata del empleo de compuestos (extractos de plantas fundamentalmente) que ejercen un efecto modulador sobre la microbiota ruminal, de manera que el perfil de fermentación anaerobia favorece la producción de propionato a expensas de la de acetato. Dentro de los aditivos para optimizar la función ruminal también estarían incluidos los probióticos. El más utilizado en animales adultos para modular la función ruminal es la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).





Los aditivos son,
normalmente,
compuestos que
ejercen un efecto
modulatorio sobre
la microbiota rumial



Efecto directo sobre las emisiones

El propionato producido en la fermentación ruminal es un compuesto que reporta más energía metabólica al animal una vez se absorbe y metaboliza en hígado. La producción de propionato consume H_2 mientras que la de acetato lo genera, de ahí el efecto reductor de la producción de CH_4 . Por ello esta medida está relacionada con algunas presentadas en la sección anterior. El alcance de la medida en relación con la disminución de CH_4 va a variar dependiendo si lo medimos en relación a la ingesta o a la ganancia de peso; generalmente es mayor el efecto en el segundo caso.

El modo de acción para reducir las emisiones depende del tipo aditivo considerado:

—Los aceites esenciales poseen un efecto antimicrobiano, antioxidante y mejoran la absorción de nutrientes. El efecto sobre las emisiones es muy variable y no siempre mejoran la ganancia media diaria (GMD), aunque sí el índice de conversión.

—El modo de acción de los taninos consiste en evitar la degradación de la proteína a nivel ruminal y posteriormente favoreciendo su liberación en el intestino. Su efecto in-vivo no presenta gran consistencia respecto a ensayos in-vitro. Se ha mostrado una reducción significativa en las emisiones de metano en algunos ensayos con diversos tipos de taninos. La reducción de la excreción de nitrógeno urinario se ha observado como un efecto más consistente, lo que previene la volatilización de amonio y óxido nitroso. Los taninos no suelen mejorar la GMD.

—Las saponinas poseen un efecto anti-protozoario como principal modo de acción. Fruto de ello reducen las emisiones de metano en torno al 6%. El efecto in vivo es muy variable. Una de sus mayores limitaciones consiste en su efecto transitorio, ya que las bacterias ruminales desarrollan la habilidad para in-

activar las saponinas tras un periodo de tratamiento superior a 2-3 semanas. Las saponinas no suelen mejorar la GMD.

—En cuanto al uso de levadura, su principal modo de acción consiste en consumir oxígeno ruminal, promover el crecimiento de bacterias consumidoras de lactato y favorecer un ambiente anaerobio estricto que fomenta la actividad de microorganismos fibrolíticos, así como una modulación de la microbiota simbiótica ruminal. La levadura no suele reducir las emisiones de metano. La ventaja de esta estrategia nutricional radica en que favorece la degradación de la fibra e incrementa el pH ruminal, permitiendo así evitar procesos de acidosis ruminal y la consecuente bajada en los índices de conversión.



Efectos cruzados

En su mayoría estos aditivos no suelen reducir las emisiones de metano “per sé” pero en muchos casos incrementan la productividad y la eficiencia del rebaño; por lo tanto, la intensidad de las emisiones (por unidad de producto) se ven reducidas. Este incremento en la eficiencia ayudaría a reducir la emisión de otros contaminantes.



Beneficio

Muchos de estos aditivos (p. ej. levaduras, aceites esenciales) se suelen utilizar de forma habitual en los piensos comerciales de animales de alta producción (vacas lecheras) debido a que mejoran la productividad y previenen acidosis. Su aplicación en terneros de cebo podría ser rentable. Sin embargo, en vacas nodrizas sería más complejo debido a que es necesario minimizar los costes de la ración.



Nivel tecnológico

Disponible ya.

Medida 2.3. Optimización del desarrollo ruminal en edades tempranas

Breve descripción

El rumiante cuando nace carece de rumen funcional, ya que se alimenta a base de leche que pasa directamente al omaso y se digiere posteriormente. Durante las primeras semanas de vida el rumen se va desarrollando y colonizando por una compleja mezcla de microorganismos procedentes del alimento, del agua, del suelo o las heces, y del contacto con animales adultos. Existe evidencia que muestra que si conseguimos modular esta primera fase de colonización y conseguir que se establezca una microbiota más eficiente, ésta perdurará en el animal adulto. Esto es especialmente importante en aquellos sistemas lecheros que generan terneros mamones, los cuales se separan de la madre al nacer y no tienen contacto con animales adultos hasta después del destete.

Las estrategias a emplear incluyen: aditivos fitogénicos, probióticos o cambios en el régimen alimenticio.





Si conseguimos modular
la microbiota en las
primeras semanas de
vida, ésta permanecerá
en el animal adulto



Efecto directo sobre las emisiones

Estas estrategias nutricionales no suelen suponer una disminución de la emisiones de metano diarias (incluso las pueden aumentar); sin embargo, permiten mejorar los niveles productivos y minimizar el estrés y ralentización del crecimiento durante el destete. Por ello, indirectamente pueden reducir las emisiones por unidad de producto a través de una mejora de la eficiencia productiva, lo que redunda en una reducción de las emisiones en la producción vitalicia del animal.



Efectos cruzados

Estas estrategias tienen por objetivo acelerar el desarrollo anatómico, microbiológico y funcional de rumen para que el animal aproveche de forma eficiente, y lo antes posible, el alimento sólido. Esto incrementa la eficiencia del animal, aumentando la productividad y el consumo de recursos por unidad de producto a largo plazo.



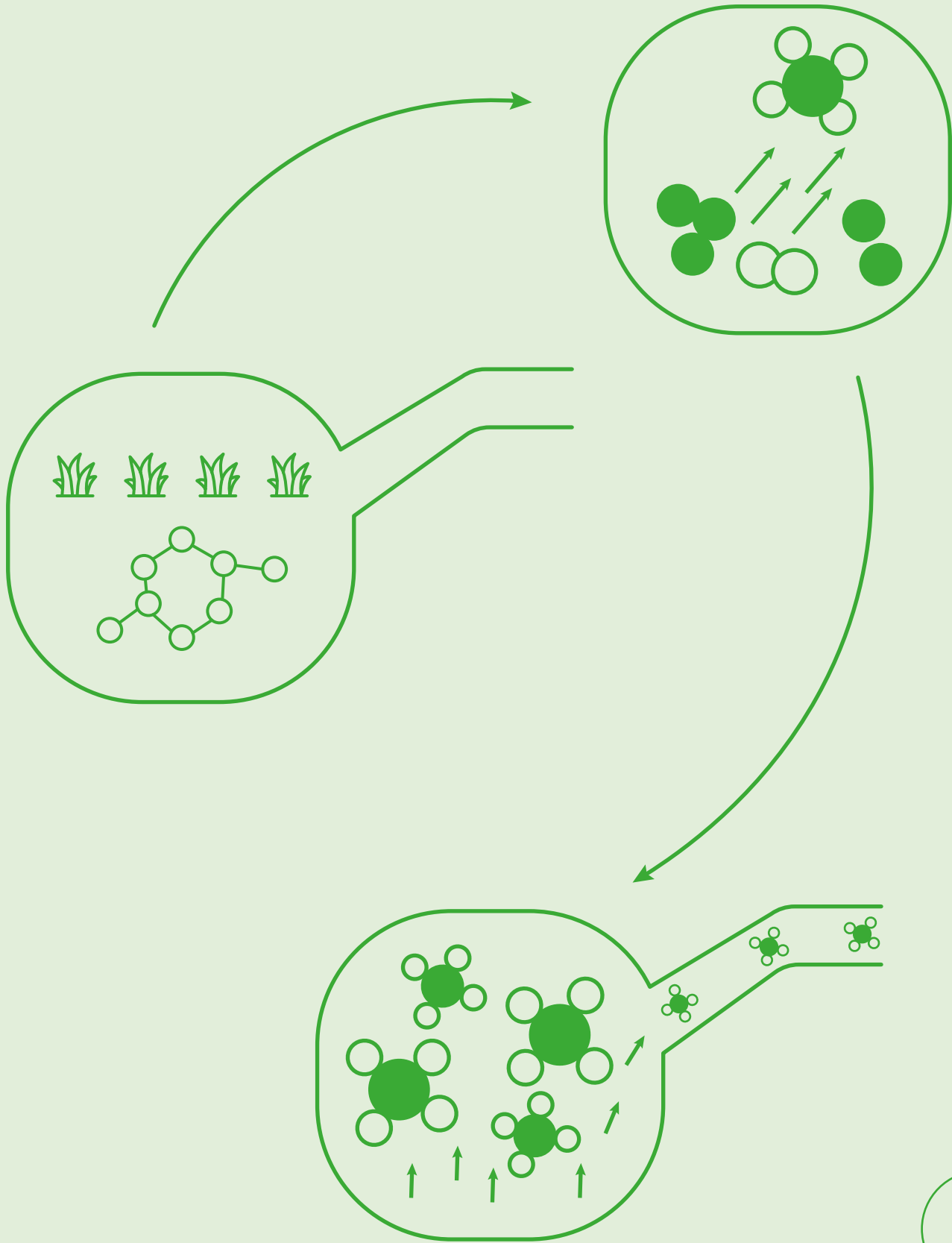
Beneficio

Las intervenciones nutricionales a edades tempranas están especialmente recomendadas en terneros separados de la madre tras el parto y criados en lactancia artificial. El beneficio económico resultante compensa los costes operativos.



Nivel tecnológico

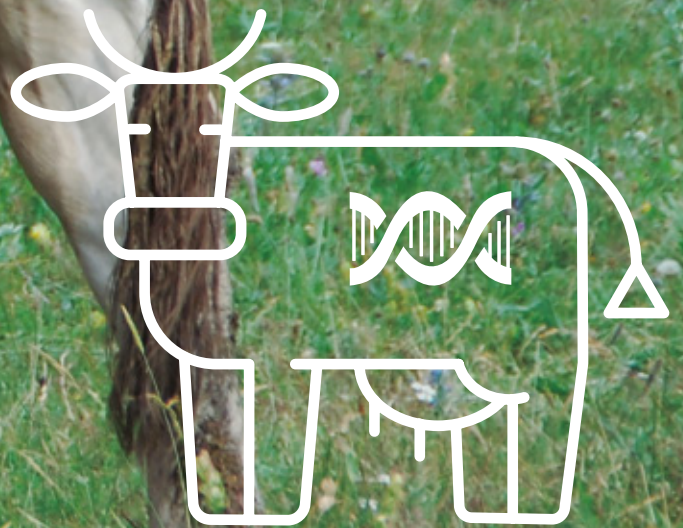
Disponible ya, aunque con un enorme potencial de desarrollo.





3

Genética, Reproducción y Manejo



Medida 3.1. Recogida de datos/ ganadería de precisión

Breve descripción

La obtención de información propia de la producción es esencial para tomar decisiones basadas en evidencias. La ganadería de precisión consiste en utilizar las tecnologías de la información y las comunicaciones para mejorar el control de la granja y del animal con el fin de mejorar el desempeño general de la granja. Abarca un amplio rango de tecnologías de monitorización, manejo, alimentación, control de comportamiento, etc.





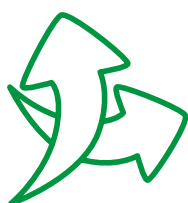
La obtención de
información es
esencial para
tomar decisiones



Efecto directo sobre las emisiones

El efecto de esta medida es totalmente indirecto. Es decir, no limita por sí misma los procesos por los que se producen las emisiones sino que contribuye a optimizar el manejo de la granja haciéndola más eficiente y evitando emisiones derivadas de esas ineficiencias (p. ej. detección precoz de animales poco productivos).

La magnitud de su impacto es limitada: únicamente optimiza la producción pero no elimina las emisiones necesarias. Aún así, el potencial de reducción de CH₄ a nivel de granja puede superar el 20%.



Efectos cruzados

Esta medida puede contribuir a cumplir otras con mayor eficacia como son: el control de la alimentación (tanto la cantidad como el tipo), la optimización del ganado, la gestión del pastoreo, etc., reduciendo así emisiones de otros gases como el NH₃, contaminación de suelos y aguas.



Beneficio

La mayor parte de estas medidas implican la instalación de sistemas automáticos de recogida de datos, aunque la recogida y análisis sistemático de datos por métodos tradicionales también supone un avance muy relevante.



Nivel tecnológico

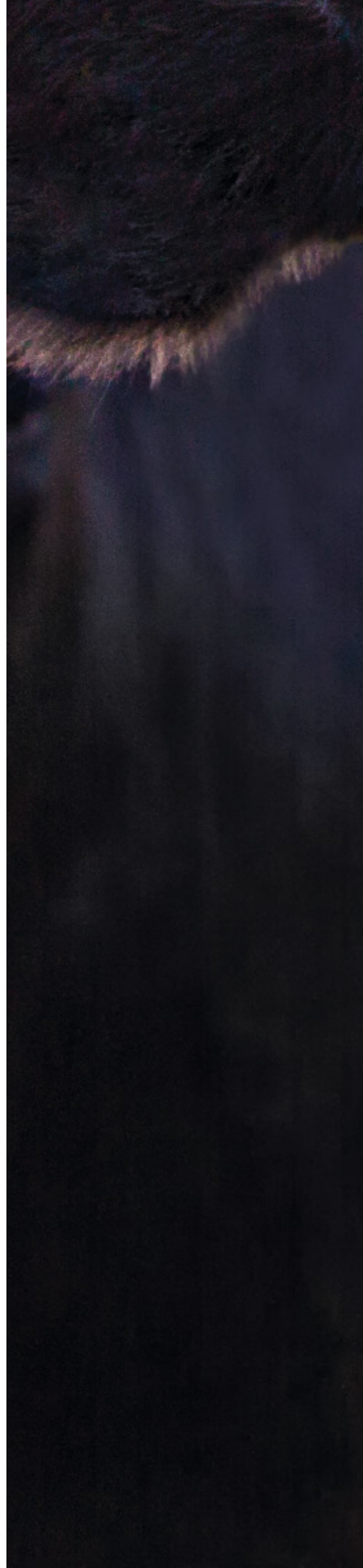
Se ha desarrollado más en el vacuno lechero, aunque también existen aplicaciones para pastoreo. Tecnológicamente es una medida disponible, aunque su implementación está limitada por otras cuestiones: conectividad en el medio rural, propiedad de la información generada, grado de formación del ganadero, etc.




Medida 3.2. Selección de reproductores

Breve descripción

La selección de reproductores consiste en utilizar como padres y madres de la siguiente generación a aquellos toros y vacas con valores genéticos superiores para los caracteres de interés. Los catálogos de reproductores ofrecen una alta variedad de machos que pueden usarse en inseminación artificial. Además, es importante fomentar y participar en los programas de mejora para disponer el valor genético de las vacas del rebaño.



A close-up photograph of a dark brown cow's face, focusing on its eyes and nose. The cow's fur is short and dense. The lighting is dramatic, with highlights on the cow's eyes and the bridge of its nose, while the rest of its face and the background are in deep shadow. The text is centered over the right side of the cow's face.

Utilizar animales con
alto valor genético
ayuda a mejorar la
productividad



Efecto directo sobre las emisiones

La selección de animales con mayores tasas de eficiencia comporta una menor ingestión de alimento por kg de producto, y provoca un crecimiento más rápido, necesitando menos tiempo productivo y reduciendo las emisiones.

Otro de los caracteres relacionados es el intervalo entre partos. Seleccionar animales más fértiles, que tengan un intervalo entre partos óptimos, reduce los periodos improductivos de los animales, minimizando así las emisiones globales.

La selección genética tiene un efecto medio-alto sobre las emisiones, pero a largo plazo.



Efectos cruzados

Como medida de aumento de la eficiencia del rebaño, el potencial de reducción de otras fuentes contaminantes es también elevado para otros gases no GEI y emisiones al suelo y aguas.



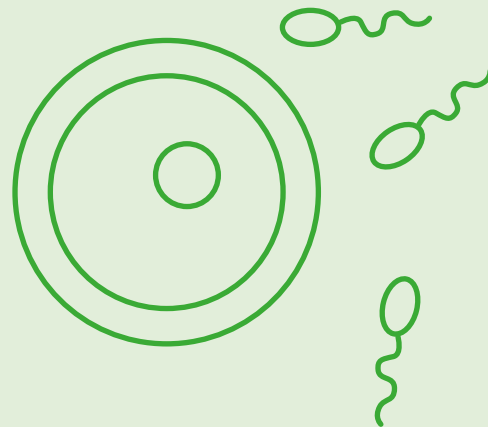
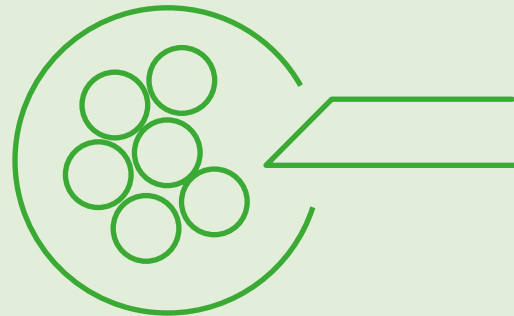
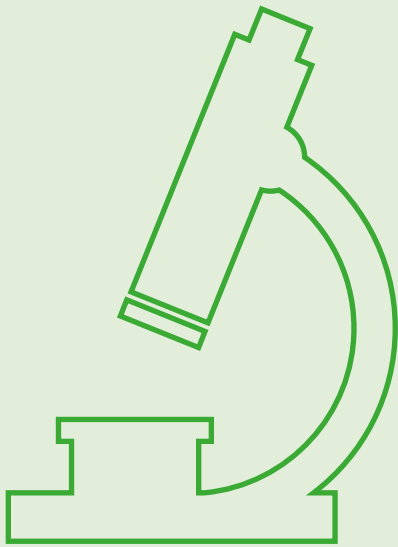
Beneficio

La selección de reproductores para unas menores emisiones puede, además, mejorar la rentabilidad del rebaño, siendo una de las estrategias de mejora de la rentabilidad y la eficiencia productiva que puede ser implementada a menor coste. Además, la mejora realizada cada año se acumula en las siguientes generaciones. No obstante, requieren una inversión para poder implementar inseminación artificial, y un tiempo para planificar y elegir los acoplamientos de las vacas con los machos más adecuados, evitando posibles efectos negativos en la descendencia.



Nivel tecnológico

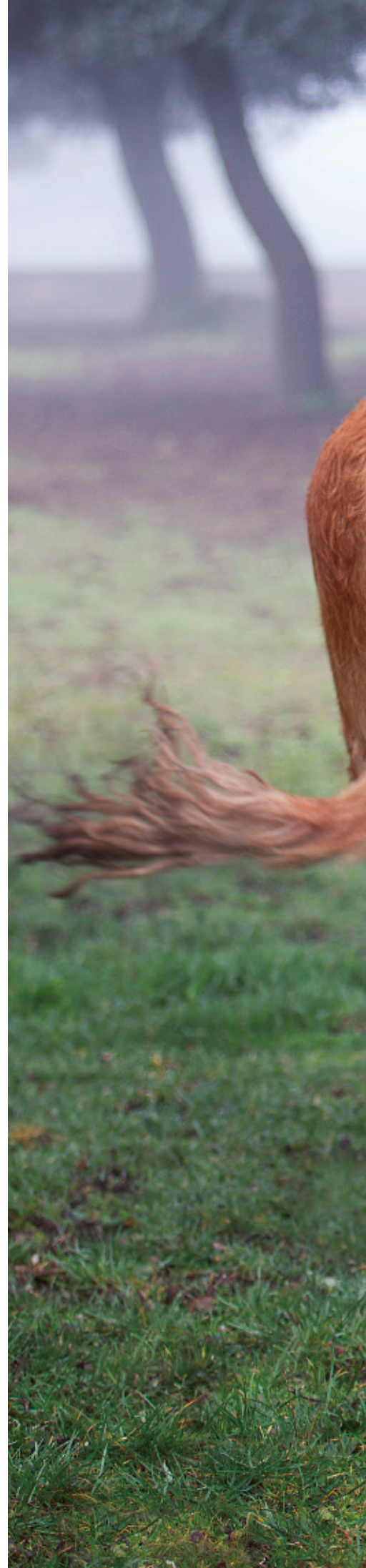
Las evaluaciones genéticas para algunos caracteres relacionados con las emisiones ya están disponibles. Es necesario introducir en los programas de mejora la evaluación de caracteres de emisiones directas de metano.



Medida 3.3. Mejora del bienestar

Breve descripción

En algunos casos, las mejoras en el bienestar animal pueden aumentar la productividad. Por ejemplo, una disminución del estrés social, un mejor estado de salud o una mejor supervivencia de la descendencia son medidas que permiten mejorar distintos aspectos del bienestar animal a la vez que mejoran la productividad y reducen la intensidad de las emisiones.





Las mejoras en el
bienestar animal
pueden aumentar
la productividad



Efecto directo sobre las emisiones

En términos generales, el aumento de bienestar suele comportar un aumento de la eficiencia productiva, consiguiendo más unidad de producto por igual o menos cantidad de alimento. Esto se debe principalmente a la reducción de la respuesta de estrés, la cual reduce la capacidad de movilizar recursos para la producción. Al mismo tiempo, el estrés aumenta la susceptibilidad a padecer enfermedades, las cuales tienen un potente efecto de incremento de la intensidad de emisiones GEI.



Efectos cruzados

Aquellas estrategias seleccionadas para reducir las emisiones GEI basadas en la mejora del bienestar animal tienen claramente el doble efecto positivo de mejorar dos aspectos importantes con respecto a las preocupaciones sociales; la calidad ética de la producción animal y su impacto sobre el medio ambiente. Estas estrategias suelen, además, mejorar la eficiencia productiva, por lo que suelen tener también un efecto positivo sobre la sostenibilidad económica de las explotaciones ganaderas. El incremento en la eficiencia del rebaño llevará también a una reducción de las emisiones de otros gases y contaminantes por unidad de producto.

En otros casos, la mejora del bienestar animal puede tener el efecto contrario, es decir, aumentar las emisiones GEI. Un ejemplo está relacionado con la capacidad de los animales de expresar su conducta natural, como por ejemplo, el pastoreo. En determinadas circunstancias, si el pastoreo no está gestionado adecuadamente, puede estar ligado a un aumento de las emisiones GEI (especialmente de óxido nitroso).



Beneficio

Estas medidas permiten un doble beneficio e incluso un triple, si se dan las condiciones de mejora del bienestar, reducción de las emisiones y aumento de la rentabilidad.



Nivel tecnológico

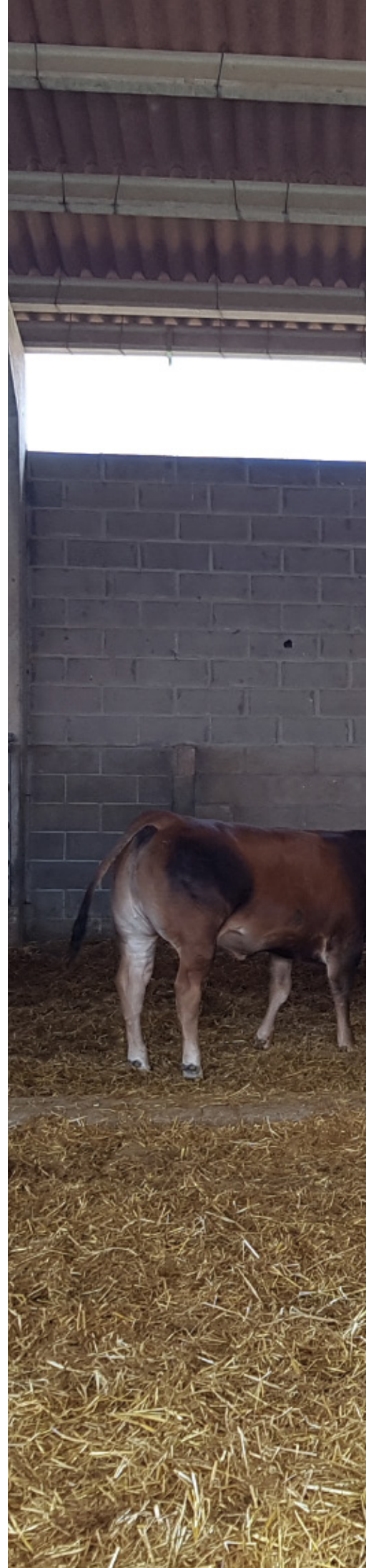
Disponible ya.




Medida 3.4. Estrategias de alojamiento

Breve descripción

La intensificación del alojamiento, basado en el confinamiento en espacios cerrados y el incremento de la densidad (nº de animales por unidad de superficie) puede contribuir a disminuir las emisiones relativas de GEI. La intensificación busca la mayor rentabilidad del sistema basada en la optimización de los recursos. Esto permite la mejora de la eficiencia del sistema, consiguiendo menos productos de desecho por unidad de producto, y por consiguiente, disminuye la intensidad de emisiones GEI.





La intensificación
busca la mayor
rentabilidad basada
en la optimización
de los recursos



Efecto directo sobre las emisiones

Un aumento de la densidad así como una restricción del acceso al pasto, son características de los sistemas intensivos. Por un lado el aumento de la densidad se asocia con un aumento de la productividad. Por el otro, un acceso al pasto restringido (confinamiento) disminuye la proporción de energía para el mantenimiento. Además, el confinamiento permite capturar excretas lo cual, en términos generales, disminuye las emisiones de N_2O .

La reducción de las emisiones de GEI en los sistemas intensivos también puede lograrse a partir de factores adicionales como la mejora de la digestibilidad de la dieta, puesto que este alojamiento implica una alimentación desligada del pastoreo (forraje rico en fibra) y normalmente basada en dietas concentradas.



Efectos cruzados

Para una mitigación eficiente de los GEI, una elevada densidad debe coincidir con un aumento en el suministro de alimento, ya que se espera que el aumento de la densidad por sí sola reduzca la producción y aumente la intensidad de emisiones GEI por animal. Además, si la densidad en los sistemas de pastoreo alcanza un umbral (que variará con el tipo de ecosistema de pasto) se puede exceder la capacidad de los pastos para operar como sumidero de carbono y provocar el efecto contrario.

Además, la reducción de emisiones se obtiene sobre todo en cálculos relativos de las emisiones basados en la unidad de producto, puesto que si los cálculos se hacen por unidad de superficie, el aumento en la densidad resulta en un aumento relativo de las emisiones.



Beneficio

El aumento de la densidad puede comprometer el bienestar debido al incremento de la competencia por los recursos, lo que resulta en mayor agresividad y más estrés social. que puede comprometer la productividad. Se requiere el uso de más instalaciones, con el coste asociado.



Nivel tecnológico

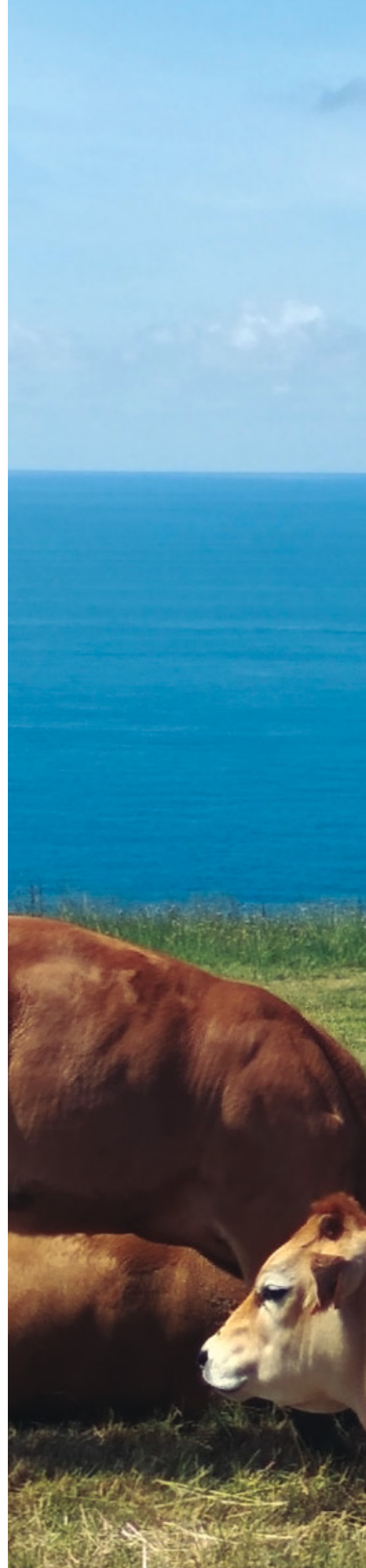
Disponible ya.



Medida 3.5. Aumento de la longevidad

Breve descripción

Aumentar la vida útil de las hembras reproductoras (siempre dentro de los parámetros productivos y de salud tolerables) ayuda a reducir el número de animales de reposición necesarios. Los animales de reposición consumen recursos y emiten gases de efecto invernadero durante su periodo no productivo, haciendo que aumenten así las emisiones del rebaño.



Los animales de
reposición consumen
recursos y emiten gases
de efecto invernadero





Efecto directo sobre las emisiones

Las emisiones totales del rebaño se reducen al tener menos animales improductivos que consumen menos recursos y generan menos CH₄ y estiércol.

Dependiendo de la longevidad actual de la explotación, el margen de mejora y reducción de emisiones es variable, pero se encontraría en un rango medio.



Efectos cruzados

Esta medida no tendría efectos sobre otras fuentes de emisión de GEI, pero sí sobre el bienestar de los animales, implicando una mejora del mismo. Por otro lado, cualquier reducción en el consumo de recursos y producción de deyecciones llevaría a mitigar la contaminación por otros gases, aguas y suelos.



Beneficio

Si se alcanza el óptimo, esta medida debería mejorar la productividad económica de la explotación al reducirse el consumo de recursos.



Nivel tecnológico

Disponible ya.



Medida 3.6. Mejora de la fertilidad

Breve descripción

Aumentar la fertilidad de las hembras reproductoras ayuda a reducir el número de vacas nodrizas en el rebaño para tener una producción dada. Los animales improductivos que no paren en su tiempo y forma consumen recursos y emiten gases de efecto invernadero durante su periodo no productivo, haciendo que aumenten así las emisiones del rebaño.





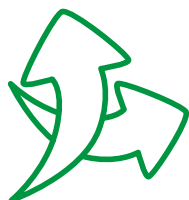
Aumentar la fertilidad de las hembras reproductoras ayuda a reducir el número de vacas nodrizas



Efecto directo sobre las emisiones

Las emisiones totales del rebaño se reducen al tener menos animales improductivos que consumen menos recursos y generan menos CH₄ y estiércol.

Dependiendo de la fertilidad actual de la explotación el margen de mejora y reducción de emisiones es variable, pero se encontraría en un rango medio.



Efectos cruzados

El incremento de la eficiencia del rebaño implica una reducción de periodos y animales improductivos, reduciendo el consumo de recursos y producción de deyecciones por unidad de producto; esto implica una reducción potencial de otras fuentes de contaminación.



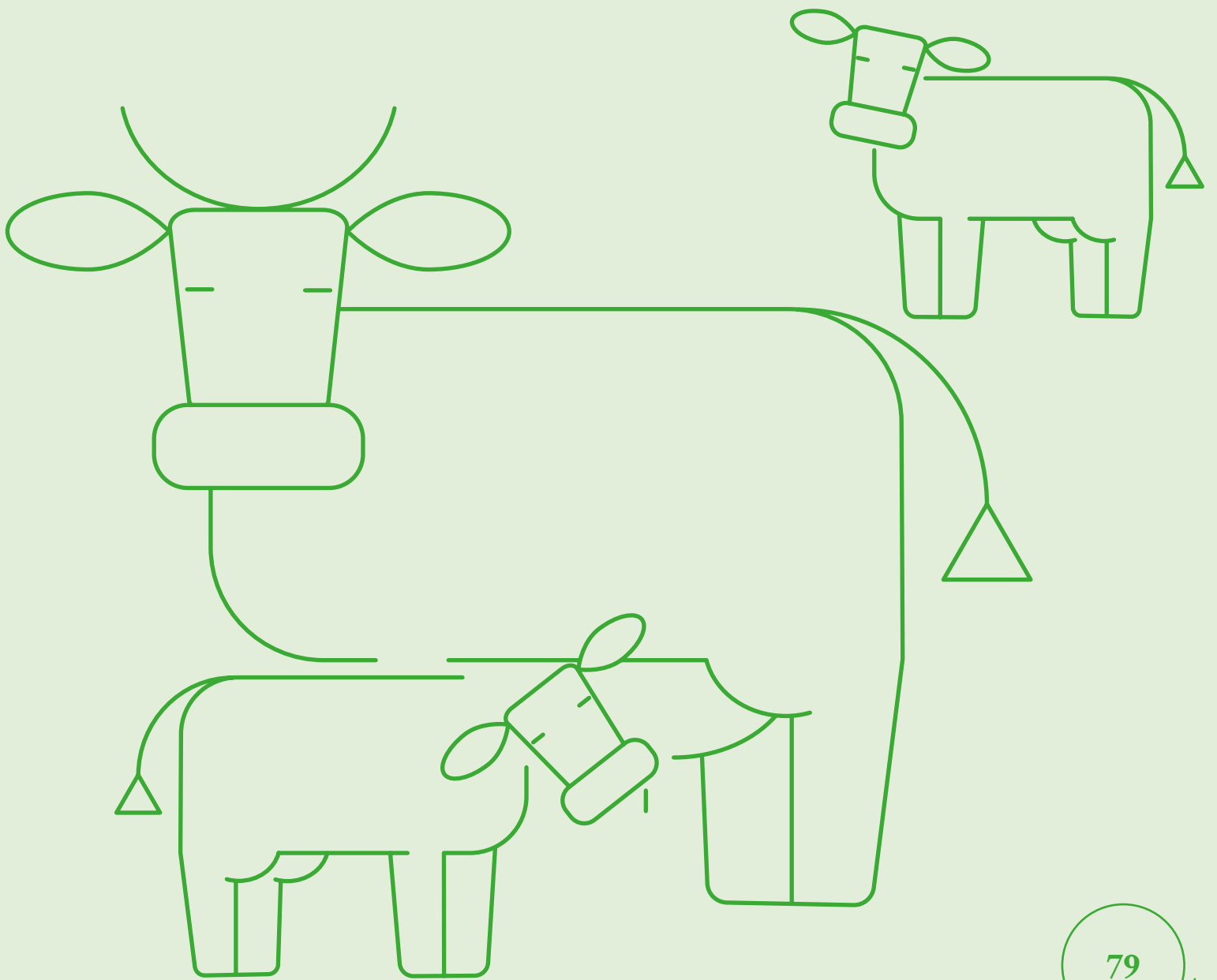
Beneficio

El coste de mejorar la fertilidad es relativamente bajo y el beneficio es alto, tanto en mejora de productividad económica de la explotación como de reducción de emisiones de GEI.



Nivel tecnológico

Disponible ya.



Medida 3.7. Mejora de la salud

Breve descripción

Los problemas de salud tales como enfermedades, pero también lesiones, provocan que se necesiten más animales para producir la misma cantidad de producto. La mejora de la salud permite una mejora de la eficiencia productiva del rebaño, de modo que se puede producir más alimento con menos animales. Un rebaño que goce de buena salud maximiza su capacidad productiva optimizando los recursos y disminuyendo los desechos.



La mejora de la salud
permite una mejora de
la eficiencia productiva





Efecto directo sobre las emisiones

Un peor estado físico y de salud del ganado produce una menor ingesta de alimento, una reducción en la capacidad de digerir los alimentos y mayores requerimientos de energía para el mantenimiento; esto puede conducir a un aumento en la tasa de eliminación involuntaria, lo que aumenta la intensidad de las emisiones.

Además, una mejor salud puede reducir la tasa de reposición debido a lesiones y enfermedades y, por lo tanto, es probable que extienda la vida productiva promedio del rebaño. La capacidad de una mayor longevidad de los animales como medida de mejora de la productividad y reducción de las emisiones de GEI se aborda en otro apartado de este documento.

Las mejoras en la salud de los animales también mejoran los resultados productivos, lo que se traduce en una mayor eficiencia en el uso de los recursos, y permite la utilización íntegra de todos los derivados del animal, que también mejora la eficiencia.



Efectos cruzados

Como en otras medidas, una mejora de la eficiencia general del rebaño reduce las emisiones de otros gases y contaminantes en la explotación. Además, la mejora de la salud implica un incremento del bienestar animal.



Beneficio

Una mejora de salud tiene, sobretodo, una repercusión positiva sobre la productividad de los animales, incrementando así la productividad de la explotación.



Nivel tecnológico

Disponible ya.





4

Gestión de Estiércoles




Medida 4.1.

Estiércol líquido: Cubierta de balsas

Breve descripción

Las balsas de purines procedentes de sistemas de alojamiento sin material de cama son fuentes relevantes de CH_4 . Cubrir estas balsas evita la emisión descontrolada de este gas. Esta técnica funciona mejor cuando la cubierta es completamente impermeable y se equipa la balsa con un sistema de recuperación del gas o con una llama piloto que queme la mezcla de gases producida para evitar la rotura de la cubierta. Si la cubierta no es impermeable (p. ej. la formación de costras naturales o la adición de cubiertas orgánicas como paja), el efecto es más incierto.





Cubrir las balsas
de purines reduce
la emisión
descontrolada
de CH₄



Efecto directo sobre las emisiones

Si la cubierta es impermeable, permite capturar el CH_4 , que puede quemarse formando CO_2 (24 veces menor efecto invernadero) o aprovechar ese biogás para la generación de energía. Si la cubierta es semipermeable, pueden aumentar las emisiones de N_2O



Efectos cruzados

Al reducirse la pérdida de nutrientes en el purín, su capacidad como fertilizante se incrementa pudiendo reducir así el uso de fertilizantes sintéticos. Por otro lado, al aumentar el contenido en nitrógeno del purín, las emisiones de N_2O durante la aplicación al campo pueden ser mayores si no se toman medidas. Se reducen las emisiones de NH_3 y los olores.



Beneficio

Es una medida con un coste elevado, fundamentalmente en balsas grandes. No debe ser prioritaria.



Nivel tecnológico

Disponible ya.



Medida 4.2. Estiércol sólido: Frecuencia de retirada de la cama

Breve descripción

La cama profunda (almacenamiento durante largos períodos de tiempo) puede ocasionar mayores emisiones de N_2O y CH_4 , al acumularse mayor cantidad de material degradable y hacerlo en condiciones de compactación (ausencia de oxígeno). Retirar frecuentemente la cama (p.ej. frecuencia de al menos 1 vez al mes) impediría que se emitieran estos gases en el alojamiento interior.





Retirar frecuentemente
la cama impediría
que se emitieran gases
 N_2O y CH_4



Efecto directo sobre las emisiones

Las emisiones de CH_4 disminuyen porque es más difícil que se den las condiciones anaerobias necesarias. Adicionalmente, una retirada relativamente frecuente impide que transcurre el tiempo necesario para que se produzca esta emisión. En cualquier caso, las emisiones del estiércol sólido son relativamente bajas, luego esta medida no reduce de forma radical las emisiones de la granja.

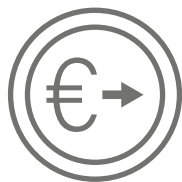
Igualmente, las emisiones de N_2O se reducen por la menor cantidad de sustrato disponible, y porque se dificultan las reacciones anaerobias necesarias para la desnitrificación. El potencial de reducción es bastante incierto pues las emisiones de N_2O procedentes del estiércol son altamente variables.



Efectos cruzados

Puede ser efectiva para reducir también la emisión de NH_3 e incrementar el valor fertilizante del purín.

El problema de esas emisiones se traslada a los estercoleros, donde pueden continuar las emisiones que con retiradas menos frecuentes se producirían en granja. Para evitarlo, es conveniente acompañar la retirada frecuente con un adecuado manejo del estiércol almacenado (compostaje).



Beneficio

No tiene coste de instalación añadido pero sí coste de funcionamiento: se requiere más trabajo y coste energético para la retirada frecuente.



Nivel tecnológico

Disponible ya.



Medida 4.3. Estiércol sólido: Almacenamiento.

Breve descripción

La forma de almacenamiento del estiércol sólido, tras la salida de la explotación, tiene pocos efectos sobre la emisión de gases. No obstante, es recomendable, por la posible contaminación del entorno, su conservación sobre una superficie de hormigón o de un suelo compacto e impermeable en su defecto. En ambos casos, es conveniente recoger los drenajes mediante una canaleta, para su almacenamiento en un depósito específico. Es conveniente cubrir el estercolero con una cubierta, con independencia de la recomendación de cubrir el propio estiércol con paja, o con un plástico flexible para evitar el contacto directo con el aire.



A large, dense pile of straw or hay is shown, resting on a concrete surface. The straw is golden-brown and appears to be in the process of being processed or stored. In the background, there are some metal structures and a white tarp. The text is overlaid on the bottom part of the image, enclosed in a white-bordered box.

Es recomendable conservar el estiércol sobre una superficie impermeable



Efecto directo sobre las emisiones

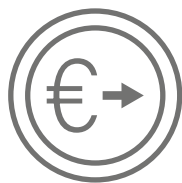
La reducción de las emisiones de gases se producirá como consecuencia de impedir el contacto directo entre el estiércol y el aire, que es el lugar el que se produce la liberación de CH_4 . Dicha emisión disminuye sustancialmente por debajo de los $10\text{ }^\circ\text{C}$ de temperatura ambiental y aumenta por encima de los $25\text{ }^\circ\text{C}$.

Se han realizado valoraciones del impacto que tiene el manejo del estiércol, estimando los porcentajes de reducción de las emisiones que se consiguen. Cuando se mantiene el estiércol sobre un suelo impermeable, y con un sistema de drenaje, el porcentaje de reducción de emisiones oscila entre un 0 y un 3%. Si cubrimos el estiércol con paja o con un plástico, estabilizado frente a la radiación ultravioleta, el porcentaje de reducción se ha valorado entre 2 y 5%.



Efectos cruzados

Proteger los estercoleros con una cubierta para impedir la acción directa del sol, introducirlos dentro de un cobertizo o cubrir la superficie del estiércol, reducen las emisiones de NH_4 . Por otra parte, depositarlo sobre superficies compactas o impermeables y recoger los lixiviados, reduce el riesgo de contaminación de acuíferos.



Beneficio

El hormigonado de la solera del estercolero, la construcción de una canaleta y un depósito, así como la cubierta, tiene un coste de inversión que se compensa solo parcialmente por el incremento del valor fertilizante del estiércol.



Nivel tecnológico

Disponible ya.



Medida 4.4. Estiércol líquido: Separación sólido-líquido

Breve descripción

En explotaciones con sistemas de recogida de purines líquidos, se trata de instalar un sistema que permita separar la fracción sólida de los mismos, permitiendo hacer una gestión diferenciada de las dos fracciones. Incluye un variado abanico de tecnología que permite separar en mayor medida los componentes sólidos del purín (heces y restos de cama) de la fase líquida (agua y elementos disueltos). Esa separación es mejor o peor según la tecnología utilizada (a tecnología más costosa, mejor separación). Para ser efectivo debe realizarse cuanto antes, preferiblemente sobre purín recién excretado o almacenado poco tiempo.





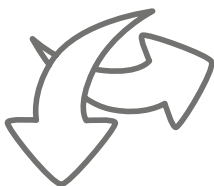
Para ser efectivo debe realizarse cuanto antes, idealmente sobre purín recién excretado



Efecto directo sobre las emisiones

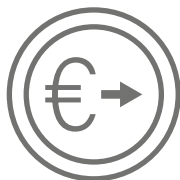
Este tratamiento no afecta por sí mismo a las emisiones, pero puede facilitar el tratamiento de las fases separadas para reducir la emisión de gases en su conjunto. La fase sólida puede someterse a un proceso de compostaje en la que el mayor riesgo a considerar es la posible emisión de N_2O . Por su parte, la reducción del contenido en materia orgánica de la fase líquida reduce las emisiones de CH_4 debidas a la fermentación anaerobia en las balsas o lagunas. Dada la amplia tipología de separadores existentes, los resultados dependen del separador utilizado.

La reducción de las emisiones de CH_4 en este sistema puede ser muy elevada.



Efectos cruzados

La presencia de una mayor concentración de nitrógeno en forma mineral en la fase líquida obtenida puede incrementar las emisiones de NH_3 . A su vez, este NH_3 emitido puede llevar a un incremento de las emisiones secundarias de N_2O . Para evitar este problema deben utilizarse técnicas que reduzcan las emisiones de NH_3 (como la aplicación y enterrado rápido de la fase líquida).



Beneficio

El manejo de las deyecciones en dos fases con características diferentes permite realizar un uso agronómico más eficiente. La obtención de una fase sólida compostable aumenta el valor del producto fertilizante. El coste del equipamiento necesario es elevado, por lo que solo debería contemplarse en explotaciones con un tamaño medio-alto.



Nivel tecnológico

Disponible ya. Hay una gran variedad de separadores disponibles.



Medida 4.5. Presencia costra

Breve descripción

Las fosas de purín pueden presentar una costra de grosor variable en su superficie. La presencia de dicha costra se ha relacionado con la reducción de las emisiones de NH_3 y olores desagradables. La costra evita el contacto del purín con la atmósfera, disminuyendo la circulación de aire sobre la superficie emisora. La forma y el grosor de costra más efectivos siguen siendo desconocidos, así como los factores que promuevan o aceleren su formación. No obstante, se considera que factores como: (i) el uso de material de las camas (serrín, paja, etc.), (ii) la nutrición, (iii) el tipo de llenado de la fosa (superior o inferior), (iv) la frecuencia de llenado de la fosa, o (v) las condiciones climáticas, afectan en su formación.





La costra evita
el contacto del purín
con la atmósfera



Efecto directo sobre las emisiones

Las emisiones de CH_4 pueden verse también reducidas por la creación de zonas aeróbicas en los primeros cm de la superficie, donde el CH_4 se convierte en CO_2 por la acción de las bacterias metanotróficas.

Por el contrario, puede contribuir a aumentar las emisiones de N_2O debido a la creación de estas zonas aeróbicas y anaeróbicas, las cuales dan lugar a los procesos de nitrificación y desnitrificación.



Efectos cruzados

La presencia de costra puede reducir, en función de sus características de grosor y extensión, hasta un 60% de las emisiones de NH_3 durante el almacenamiento del purín. Al reducirse significativamente las pérdidas de N en forma de NH_3 , la capacidad fertilizante del purín puede verse incrementada. Este hecho puede traducirse en: (i) una menor dependencia de los fertilizantes sintéticos, y (ii) la necesidad de optimizar la gestión de los purines en campo para minimizar las pérdidas de NH_3 y N_2O .



Beneficio

No tiene coste de instalación añadido.



Nivel tecnológico

Disponible ya.



Medida 4.6. Compostaje

Breve descripción

El compostaje es un tratamiento aeróbico que se aplica sobre los montones de estiércol, y cuyo producto final es un abono orgánico estabilizado denominado compost. También es posible compostar las fracciones sólidas derivadas de la separación sólido-líquido de los purines. Los principales beneficios del compostaje para las explotaciones ganaderas son: (i) la disminución del volumen de material orgánico a gestionar (almacenamiento y aplicación), (ii) la obtención de un producto con unas características físico-químicas homogéneas, (iii) una mayor concentración de nutrientes, (iv) la disminución eficaz de los patógenos, y (v) la reducción de los problemas derivados del olor.





Compostar aumenta el valor
fertilizante del estiércol



Efecto directo sobre las emisiones

Respecto a un almacenamiento de sólidos estándar, este sistema reduce a la mitad las emisiones de CH_4 (que son una fuente menor de emisiones en granjas de estas características). Las emisiones de N_2O no se ven afectadas significativamente respecto al mismo sistema de referencia.

Siendo el producto final (compost) un abono estabilizado en términos de N (elevada concentración de N orgánico de liberación lenta), las emisiones de N_2O tras la aplicación del compost en campo se reducen de manera significativa, pudiendo compensar las emisiones acumuladas durante el proceso de compostaje.



Efectos cruzados

El compostaje se relaciona principalmente con el aumento de las emisiones de NH_3 debido a la mineralización del N orgánico durante el propio proceso. Las emisiones de NH_3 pueden suponer hasta un 45% del contenido inicial del N en el estiércol. También se han descrito emisiones de N_2O debido a los procesos de nitrificación y desnitrificación, pero su magnitud durante el compostaje es significativamente inferior al observado en las emisiones de NH_3 . Las emisiones nitrogenadas pueden reducirse de manera significativa: (i) cubriendo el montón para limitar la transferencia interna de aire, (ii) evitando un excesivo número de volteos, (iii) controlando el sistema de aireación, (iv) aplicando estructurantes que mejoren la relación C/N o (v) mediante la compactación del montón de estiércol.

De igual modo que se señalaba anteriormente, al ser el compost un abono estabilizado en términos de N (elevada concentración de N orgánico de liberación lenta), las emisiones de NH_3 se reducen de manera muy significativa.



Beneficio

Existen diferentes sistemas de compostaje cuyos costes económicos pueden ser muy variables. Los sistemas más sencillos, y por tanto, más económicos, son los sistemas de compostaje en abierto (aire libre) con volteo mecánico o aireación forzada. Por el contrario, los sistemas cerrados con/sin volteo mecánico, o los basados en reactores (horizontales, verticales, en túnel), permiten un mejor control de las condiciones de compostaje, pero a costa de un coste económico superior. Las explotaciones ganaderas interesadas en compostar el estiércol o la fracción sólida del purín deberán analizar el coste-beneficio en cada caso particular. Una estrategia de reducción de costes puede ser la creación de una red de compostaje participada por diferentes explotaciones. Debido a sus propiedades físicas, su estabilidad y su forma orgánica del nitrógeno, el compost es un abono orgánico con un valor económico añadido con respecto al estiércol no tratado.



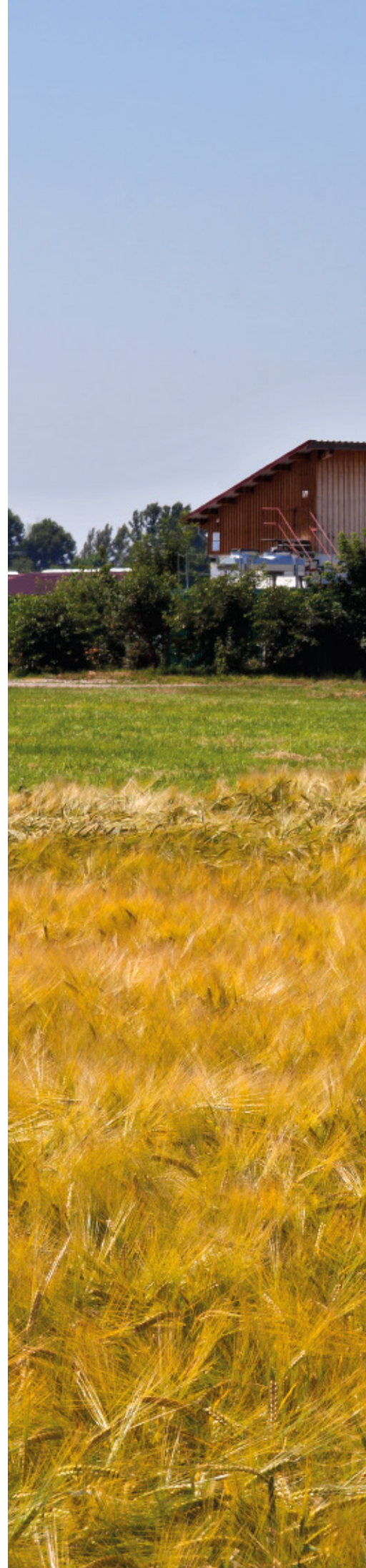
Nivel tecnológico

Disponible ya.

Medida 4.7. Digestión anaerobia

Breve descripción

La digestión anaerobia es un sistema de tratamiento que potencia la producción de metano procedente del estiércol, en condiciones controladas, con el objetivo de aprovecharlo para la obtención de energía mediante su combustión, habitualmente en un motor de cogeneración (produciendo energía térmica y eléctrica). Es habitual requerir la co-digestión con otros sustratos, idealmente de disponibilidad local, que complementan el potencial de los purines para generar biogás.





Es habitual requerir la
co-digestión con otros
sustratos para generar
biogás



Efecto directo sobre las emisiones

Reduce las emisiones de metano del estiércol líquido al producirse estas en condiciones controladas. Adicionalmente supone una fuente de energía renovable y limpia, pues a diferencia de los combustibles fósiles el CO₂ producido es de origen biogénico.

Es importante someter el purín al proceso de digestión anaerobia lo antes posible para evitar emisiones de CH₄ no controladas.

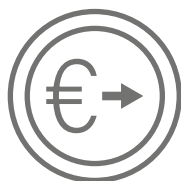
Potencialmente puede reducir en gran medida la emisión de metano procedente del purín. En cambio, no tiene sentido su aplicación a estiércol sólido con el objetivo de reducir las emisiones de metano.



Efectos cruzados

El proceso de digestión anaerobia no reduce la carga de nitrógeno del estiércol, y no necesariamente reduce las emisiones de amoníaco.

Requiere un esfuerzo de gestión adicional con mano de obra cualificada, tanto del propio proceso de digestión como de la gestión de los sustratos utilizados y los efluentes o digestatos.



Beneficio

La clave de su viabilidad económica es la valoración de la energía obtenida, que depende de la coyuntura de cada país. En España es, a día de hoy, una técnica poco viable, asumible solo por granjas o agrupaciones de cierta entidad que puedan abordar su inversión y mantenimiento (no solo de equipos, sino del personal responsable).



Nivel tecnológico

Es una tecnología madura, disponible en el mercado.



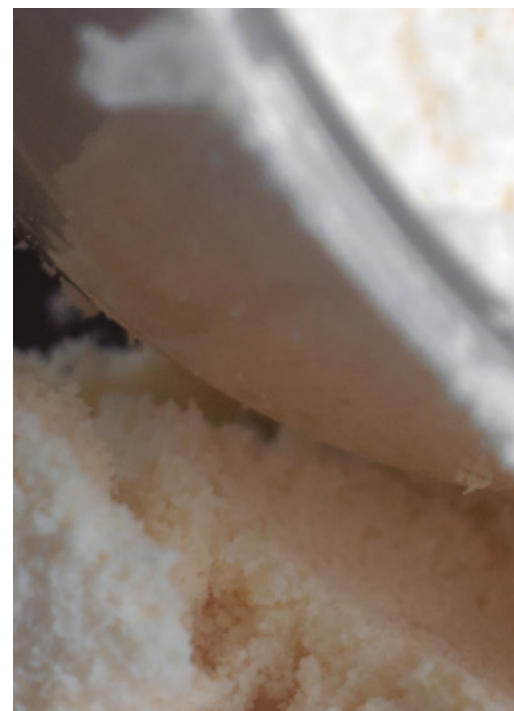
Medida 4.8. Uso de aditivos inhibidores

Breve descripción

Los procesos microbiológicos por los que se produce N_2O se pueden modificar gracias al uso de aditivos químicos. Existen dos tipos de aditivos inhibidores:

Inhibidores de la nitrificación: que inhiben la oxidación de NH_4^+ a NO_3^- . Los animales que reciben estos inhibidores con el alimento lo excretan sin alterar la orina, por lo que pueden ejercer su función sobre las excretas.

Inhibidores de la ureasa: impiden el paso de urea a amonio, por lo que presentan gran potencial para reducir las pérdidas de NH_3 por volatilización. Estos inhibidores se han aplicado tanto al suelo como al estiércol almacenado.



Los procesos microbiológicos por los que se produce N_2O se pueden modificar gracias al uso de aditivos químicos





Efecto directo sobre las emisiones

El uso de inhibidores de la nitrificación reduce las emisiones de N_2O asociadas a la orina en más de un 60% y puede aumentar la producción de pastos cuando se utilizan con animales en pastoreo.

Los inhibidores de la ureasa reducen la volatilización de NH_3 , ya que éste no llega a formarse y, por tanto, también las de N_2O , al ser el NH_3 un precursor de éste.



Efectos cruzados

Los inhibidores de la nitrificación reducen de forma directa la emisión de NH_3 , pero pueden aumentar el amonio disponible en el suelo, por lo que provocaría un aumento de las volatilizaciones de este gas a largo plazo.



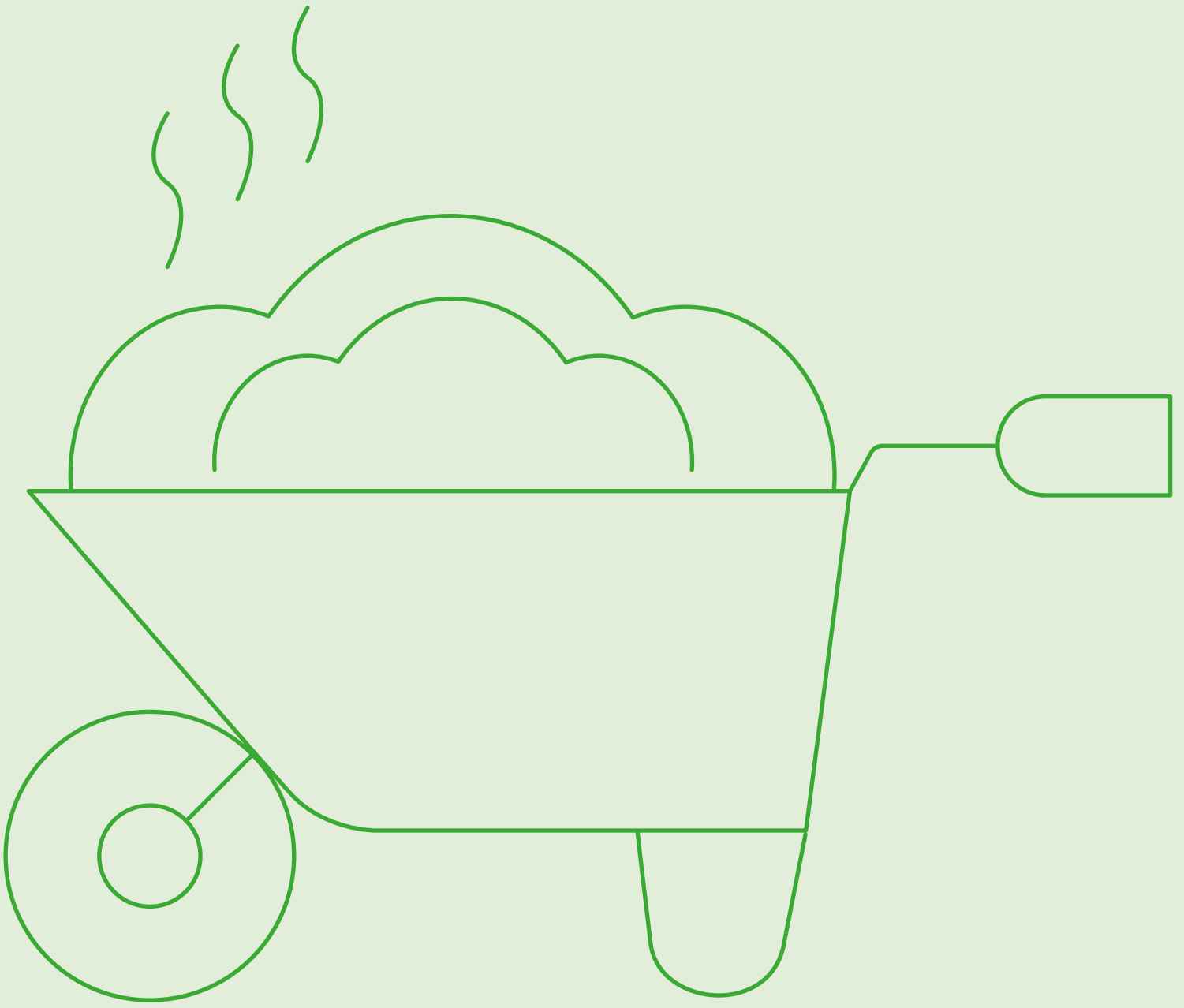
Beneficio

En principio, el único incremento de costes que supone es el de adquisición del aditivo.



Nivel tecnológico

Disponible ya.



Medida 4.9. Aplicación del estiércol sólido

Breve descripción

La aplicación del estiércol sobre el terreno debe realizarse aplicando una maquinaria adecuada. Si no se dispusiese de remolque esparcidor o rotatorio, deberá complementarse con un pase de cultivador o de gradas. Sea como sea, el estiércol debe enterrarse o mezclarse con la tierra en el momento de su aplicación o en las 4 horas siguientes. Enterrarlo después de las doce horas supone una pérdida importante del N aportado, por su volatilización como N_2O .

Otras precauciones en la aplicación del estiércol son:

- No aplicarlo en suelos húmedos, o en momentos de riesgo de lluvia, en los que se facilita la liberación de N_2O . Lo mismo se aplica a lugares inundados, nevados o helados.
- Analizar las características del terreno en el que se va a aplicar, especialmente pendientes o proximidad a cauces de agua, manantiales o pozos, para prevenir que se produzcan escorrentías o arrastres.
- Aplicar estiércol cuando lo requieran los cultivos, en la dosis apropiada, tal y como se recomienda en otra de las prácticas de esta guía.



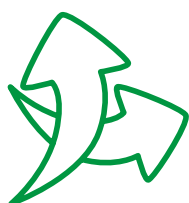


El estiércol debe enterrarse
o mezclarse con la tierra
cuanto antes



Efecto directo sobre las emisiones

Las recomendaciones de este apartado tienen un efecto sobre las reducciones de las emisiones de gases de efecto invernadero por la disminución de las emisiones de N_2O , tal y como ha sido descrito.



Efectos cruzados

La aplicación correcta del estiércol previene la contaminación de cauces de agua por escorrentías que se puedan producir en los terrenos con pendiente o en la proximidad de cauces de agua.



Beneficio

Implantar estas buenas prácticas no supone un mayor coste de aplicación; por el contrario, el N retenido en el suelo aumenta, por lo que se mejora la capacidad fertilizante del estiércol.



Nivel tecnológico

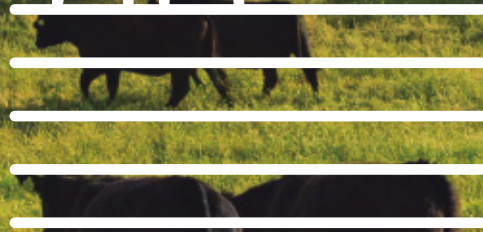
Disponible ya.





5

Manejo de Pastos y Cultivos

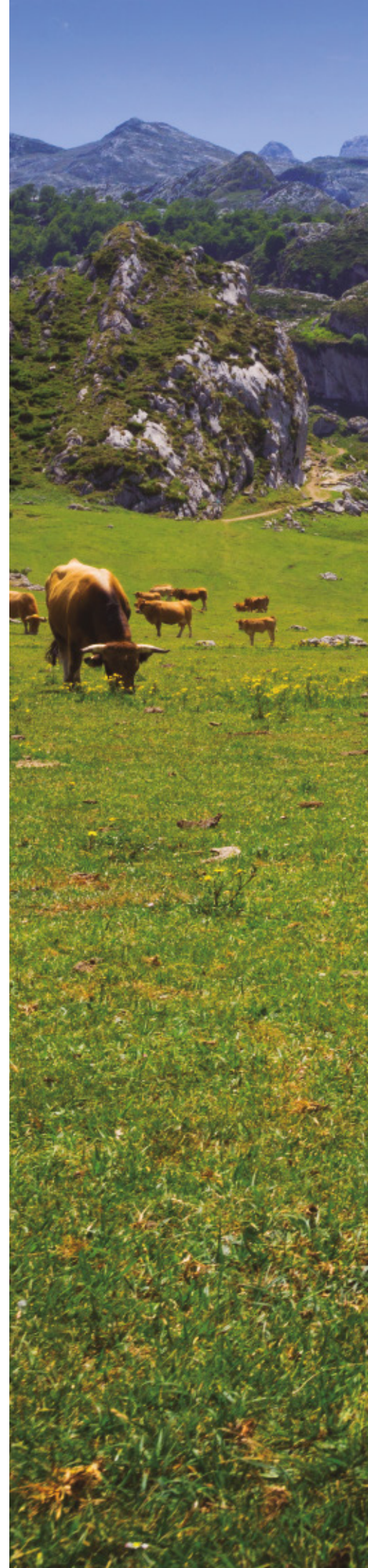


Medida 5.1. Incrementar el tiempo de pastoreo

Breve descripción

Aumentar la proporción del tiempo que los animales se encuentran en el exterior de las naves, aumenta la cantidad de deyecciones que se depositarán en el pasto. De esta manera, los nutrientes aportados por la alimentación retornan al suelo a través de la deposición de estiércol y orina.

Además, la alimentación de los herbívoros en pastoreo supone una menor necesidad de suplementación con cereales, soja, etc., y de este modo se reducen las emisiones que es preciso imputar a la producción y transporte de estos insumos.





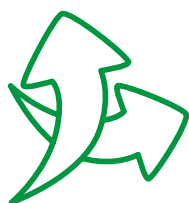
La alimentación en
pastoreo reduce la
necesidad de
suplementación
con concentrados



Efecto directo sobre las emisiones

Siempre y cuando la carga ganadera sea adecuada a la oferta del pasto, una mayor duración del pastoreo permitirá una distribución homogénea de las deyecciones en la superficie del pasto, lo que favorece una menor emisión de CH_4 y N_2O en relación al almacenamiento del estiércol y/o purín y a su posterior tratamiento en su caso y aplicación durante las operaciones de abonado en campo respectivamente. Será importante controlar la intensidad del pastoreo dado que, con una elevada carga animal, se podría dar lugar a mayores emisiones de N_2O , debido a que las heces se encuentran más expuestas a las condiciones ambientales, por la compactación del suelo provocada por el pisoteo de los animales. Este efecto sería mucho más desfavorable en condiciones de suelo húmedo y temperaturas templadas, en las que se favorecen los crecimientos microbianos en anaerobiosis y, por tanto, las emisiones de CH_4 y N_2O .

Si bien generalmente se considera que una dieta forrajera se asocia a mayores emisiones de metano del rumen, será preciso evaluar el posible efecto positivo del consumo de dietas forrajeras de alta calidad (teniendo en cuenta que los animales seleccionan entre las especies forrajeras a consumir), o de los taninos presentes en muchas de las especies arbustivas existentes.



Efectos cruzados

Las emisiones de amoníaco (NH_3) durante el pastoreo son bajas, ya que el nitrógeno amoniacal total (TAN) en la orina depositada directamente en los pastos es absorbido rápidamente por el suelo. Además, se dificulta el contacto de la

ureasa presente en las heces con la urea en la orina, ralentizando por tanto la emisión de amoníaco. La proporción de emisiones de NH_3 procedentes del alojamiento y después de la aplicación de estiércol/ purín, disminuirá a medida que aumente la duración del tiempo de pastoreo.

Por otra parte, los sistemas de pastoreo también tienen ventajas en cuanto a sostenibilidad y eficiencia, como el uso de tierras marginales que no compiten con la agricultura, mejora del bienestar animal, favorecer el ciclo de los nutrientes en el suelo y actuar como sumidero de C en mayor medida que una pradera de corte y siega. Y en el caso del aprovechamiento de rastrojos y barbechos, se reduciría el uso de combustibles fósiles (para limpiar las fincas) y fertilizantes inorgánicos (por pastoreo). Además, se potenciaría la imagen de una ganadería más ligada al territorio, mayor “naturalidad” de los sistemas ganaderos.



Beneficio

La implantación de planes de pastoreo adecuados requiere análisis y manejo de los recursos disponibles en continuo, para lo que es necesario disponer de mano de obra. En relación al manejo de excretas, supone un ahorro energético en cuanto a la supresión de las emisiones asociadas con la manipulación, tratamiento y transporte de las excretas almacenadas en la explotación.



Nivel tecnológico

Disponible ya.

Medida 5.2. Establecer planes de fertilización

Breve descripción

La fertilización nitrogenada de los cultivos forrajeros o de grano tiene efectos productivos, tanto en el valor nutritivo de la hierba fresca, como en la nutrición animal. Sin embargo, la dosis de fertilizante por encima de las necesidades de los cultivos conduce a un exceso de N, con la consiguiente reducción de la eficiencia en el uso de N y pérdidas al aire y agua.

En términos de contaminantes gaseosos, las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados están asociadas a las emisiones de óxido nitroso (N_2O) y de NH_3 .

En un Plan de abonado, se debe conocer con qué nutrientes cuenta el suelo y las necesidades del cultivo adaptadas a los rendimientos previstos, para estimar la cantidad y tipo de nutriente que será necesario aplicar.



En un Plan de
abonado deben
conocerse las
necesidades del
cultivo según su
productividad





Efecto directo sobre las emisiones

Las emisiones de N_2O se verán reducidas si las aplicaciones de fertilizantes se llevan a cabo ajustando la necesidad del cultivo a la dosis aplicada. Un exceso en la aplicación llevará a pérdidas de nutrientes en forma de emisiones, mientras que la fertilización insuficiente provoca una reducción en la productividad. Se tendrán en cuenta las aportaciones del pastoreo y se priorizará el uso de fertilizante orgánico producido en la explotación frente a la adquisición de fertilizante nitrogenado mineral.



Efectos cruzados

Las emisiones de NH_3 y pérdidas por lixiviación de nitratos también se verán reducidas si la dosis se ajusta a las necesidades del cultivo.



Beneficio

Esta técnica implica costes derivados de la realización de analíticas de suelo y asesoría sobre recomendaciones de abonado. El beneficio económico se consigue al ajustar la fertilización, y el coste derivado, a las necesidades reales de los cultivos.



Nivel tecnológico

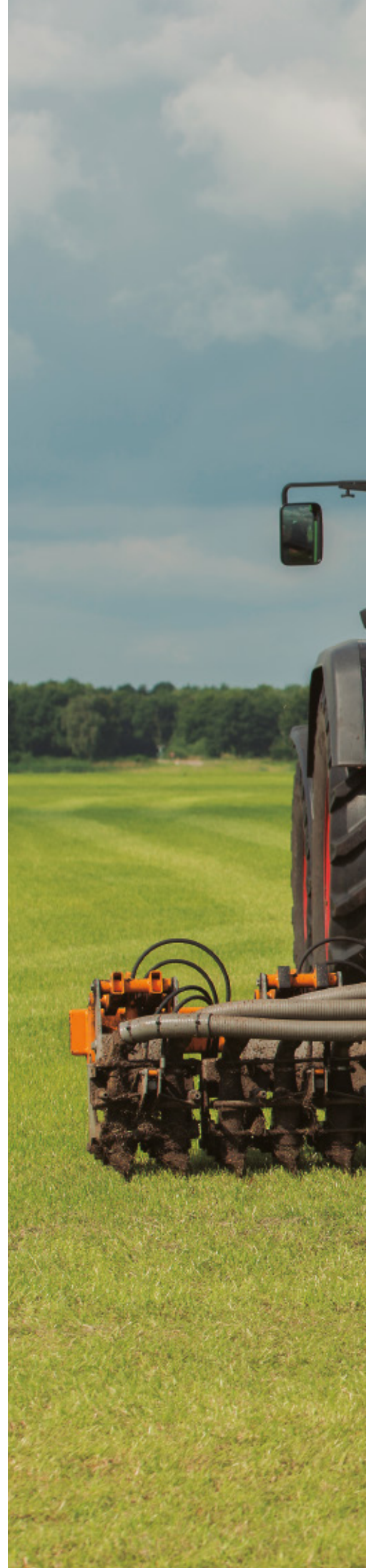
Disponible ya.



Medida 5.3. Tubos colgantes

Breve descripción

Consiste en la aplicación localizada de los purines mediante tuberías que lo depositan en la superficie del suelo. Se trata de una técnica diseñada para reducir las emisiones de amoníaco, y es una de las opciones permitidas para la aplicación del purín tras la restricción de las aplicaciones en abanico. El objetivo de esta técnica es reducir la superficie de purín en contacto con la atmósfera.





El objetivo es reducir
la superficie de contacto
entre el purín y la atmósfera



Efecto directo sobre las emisiones

No tiene un efecto directo en las emisiones de gases efecto invernadero aunque sí indirecto, reduciendo emisiones de N_2O . Por una parte, es una técnica de aplicación más precisa que puede reducir dosis (y por tanto las emisiones directas de N_2O). Por otra parte, reduce las emisiones de amoníaco, y por consiguiente, las emisiones indirectas de N_2O . Por tanto su potencial de reducción es bajo.



Efectos cruzados

Tiene importantes efectos cruzados positivos, desde la reducción de emisiones de amoníaco (su principal objetivo) y olores, hasta la posibilidad de ajustar mejor las dosis de fertilización).

Es aplicable, no obstante, en determinados cultivos principalmente herbáceos, y en determinados estados del cultivo. Es difícilmente aplicable en cultivos leñosos pero es conveniente en cobertera de herbáceos al ser poco intrusivo con el cultivo.



Beneficio

Al restringirse el uso del abanico en la aplicación de purines, la aplicación mediante tubos colgantes es probablemente la mejor alternativa existente en el mercado. Permite aprovechar mejor la capacidad fertilizante del purín, reduciendo así el consumo de fertilizantes.

Pequeñas granjas probablemente no pueden acceder a esta tecnología en propiedad, por lo cual se recomienda su uso compartido o alquilado.



Nivel tecnológico

Disponible en el mercado.

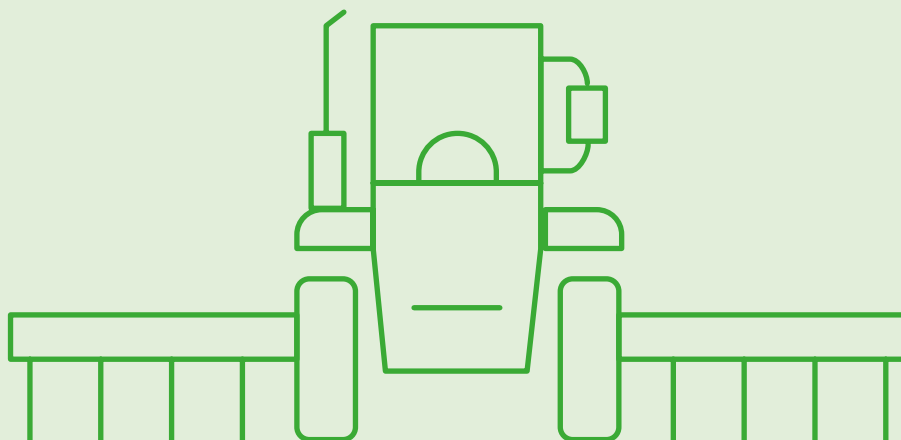


Medida 5.4. Inyección

Breve descripción

Consiste en la aplicación de estiércoles líquidos de forma localizada en el suelo. Combina un arado que abre surcos (de profundidad variable) en el suelo con unas mangueras que depositan el purín en el surco abierto. Es una técnica diseñada especialmente para reducir la emisión de amoníaco. Es una de las opciones permitidas para la aplicación del purín tras la restricción de las aplicaciones en abanico. Existe dificultad de utilizar esta medida en suelos de textura arcillosa.

Existe dificultad de utilizar esta medida en suelos arcillosos





Efecto directo sobre las emisiones

Reduce las emisiones indirectas de N_2O al reducir de forma significativa la emisión de amoníaco.

No obstante, se puede incrementar las emisiones directas de N_2O al incorporar el purín de forma superficial con respecto a lo que ocurre si se inyecta en profundidad.

Por tanto, desde el punto de vista de los gases efecto invernadero esta técnica no reduce de forma relevante las emisiones. Adicionalmente, estas pueden depender mucho de las condiciones ambientales, especialmente de la humedad del terreno.



Efectos cruzados

Los mayores valores añadidos de esta técnica es la posibilidad de aplicación localizada del estiércol a dosis ajustables, combinado con una reducción muy importante en la emisión de amoníaco.



Beneficio

Comparada con los tubos colgantes es una técnica que reduce más la emisión, pero tiene un mayor coste energético y de desgaste de maquinaria, debido a la necesidad de abrir surcos en el terreno. Por otro lado, permite aprovechar mejor la capacidad fertilizante del purín, reduciendo así el consumo de fertilizantes.



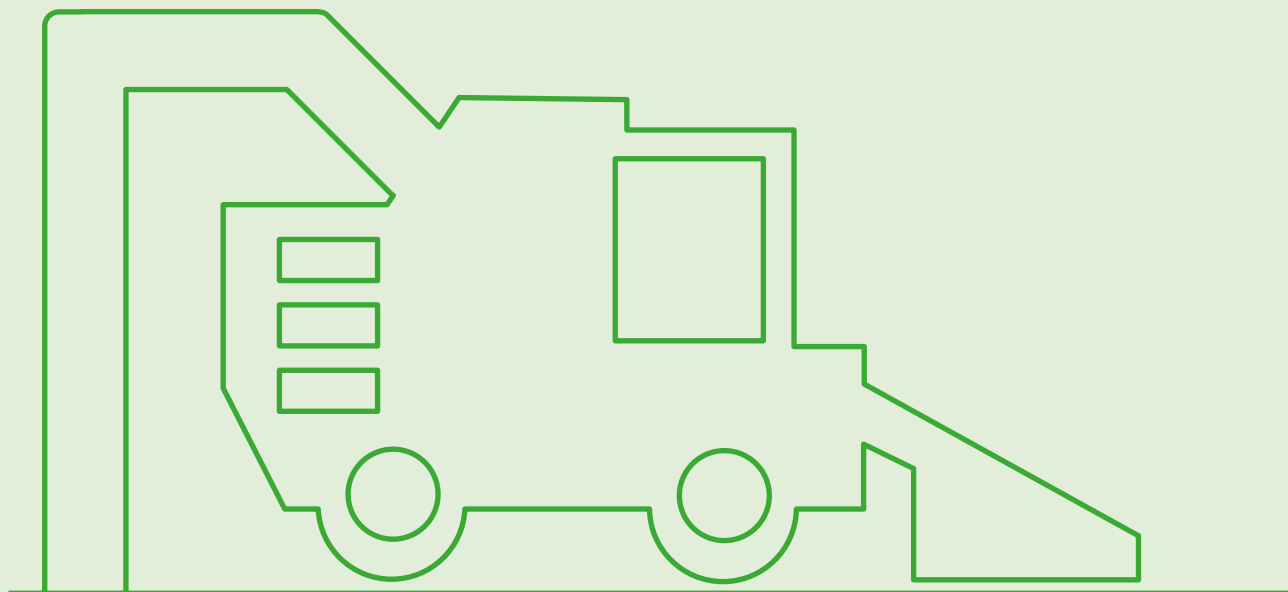
Nivel tecnológico

Disponible en el mercado.

Medida 5.5. Mejorar el pH del suelo

Breve descripción

Se puede mejorar la calidad del suelo de los suelos ácidos encalando para ajustar el pH a los niveles necesarios de los cultivos en la explotación. Los beneficios del encalado incluyen una mayor disponibilidad de nutrientes, una mejor estructura del suelo y mayores tasas de infiltración.





Efecto directo sobre las emisiones

El último paso de la ruta de desnitrificación en los suelos, la ruta de reducción de N_2O a N_2 , depende en gran medida del pH del suelo. Esta ruta se inhibe progresivamente cuando el suelo se acidifica por debajo de 7. Así, esto quiere decir que el encalado de suelos ácidos a pH cercano a 7 hace que la reducción de N_2O sea más eficiente y, de esa manera, disminuyan las emisiones directas de N_2O del suelo.

En suelos ácidos esta medida ha demostrado entre 49-66% reducción en emisiones de N_2O .



Efectos cruzados

Los beneficios del encalado en suelos ácidos incluyen una mayor disponibilidad de nutrientes, una mejor estructura del suelo y mayores tasas de infiltración, lo que redonda en una mayor productividad y menor riesgo de contaminación de aguas.



Beneficio

Se trata de una medida con un coste de ejecución muy reducido y con amplios beneficios.



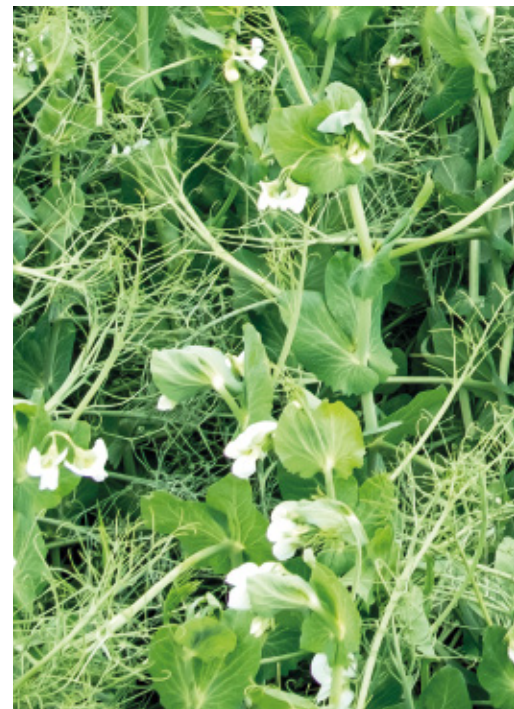
Nivel tecnológico

Disponible ya.

Medida 5.6. Incorporar leguminosas entre las pratenses

Breve descripción

La siembra de pratenses leguminosas proporciona una mejora en la calidad del pasto, y una reducción en la necesidad del uso de fertilizantes, ya que éstas fijan N en el suelo y contribuyen a incrementar su fertilidad, con la consecuente respuesta positiva en la producción de pasto. Esta estrategia de incrementar la cobertura de leguminosas frente al abonado nitrogenado es especialmente interesante en épocas/zonas de mayor sequía.





**Las leguminosas
proporcionan
una mejora en
la calidad del pasto**



Efecto directo sobre las emisiones

Los animales que aprovechan pastos ricos en leguminosas producen menos emisiones de CH_4 que los que lo hacen en pastos ricos en gramíneas. Esta reducción de emisiones se explica por la presencia de taninos condensados, una menor proporción de fibra, una mayor ingesta de materia seca y un paso más rápido por el rumen.

La presencia de leguminosas reduce las emisiones de N_2O en los sistemas de pastoreo, ya que el N atmosférico se fija en los rizomas de las leguminosas, y no queda libre para reaccionar. En mezclas optimizadas de gramíneas y leguminosas, las gramíneas toman N de las raíces de las leguminosas, por lo que se depende menos de la fertilización externa.

La presencia de leguminosas en los pastizales contribuye a fijar C, ya que esta fijación depende de la disponibilidad de N.

Esta práctica puede reducir hasta un 20% de las emisiones de CH_4 .



Efectos cruzados

La menor necesidad de fertilizantes externos reduce la demanda energética de la explotación y contribuye, por tanto, a reducir las emisiones “aguas arriba” y por tanto, la huella de C.

Además, algunas especies de leguminosas, debido a la presencia de otros compuestos secundarios, pueden mejorar la sanidad de los animales.

Algunas variedades de leguminosas requieren una resiembra cada pocos años. De esta manera, parte de las ventajas derivadas de la reducción de GEIs podrían verse penalizadas con una liberación de C del suelo cada vez que ese suelo es labrado en el proceso de resiembra. También, la baja persistencia y la necesidad de largos períodos de establecimiento son restricciones agronómicas a veces importantes para esta opción.



Beneficio

Además de todos los beneficios ambientales señalados, esta práctica puede suponer una reducción en el coste de la alimentación del ganado, ya que podría suplir una parte del aporte de pienso; si bien es cierto que esa reducción podría quedar compensada durante el primer año con el coste de implantación de la siembra.



Nivel tecnológico

Disponible ya.



Medida 5.7.

Reemplazar el uso de fertilizantes inorgánicos por orgánicos

Breve descripción

El empleo de enmiendas orgánicas, abonos en verde o técnicas de rotación de cultivos fijadores de nitrógeno, frente a fertilizantes de síntesis. Permite optimizar los ciclos de nutrientes, evitando el coste de producir fertilizantes sintéticos. Estas prácticas permiten avanzar hacia un proyecto de economía circular. Para ello, es fundamental contar con un plan de fertilización adecuado con dosis ajustadas a las necesidades de los pastos en el momento adecuado, así como el uso de sistemas de aplicación que minimicen las pérdidas de los nutrientes.

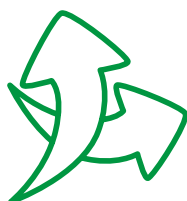
Permite optimizar los ciclos de nutrientes





Efecto directo sobre las emisiones

Se reducen las emisiones directas de N_2O , especialmente en los climas húmedos. Se puede estimar de forma general que el 1.6% del nitrógeno aplicado por fertilizantes de síntesis en climas húmedos se va a emitir en forma de N_2O frente a un 0.6% para el resto de inputs de nitrógeno (Guías IPCC, 2019). En las zonas secas se estima que aproximadamente se emite un 0.5% sea fertilizantes de síntesis o estiércoles/purines.



Efectos cruzados

Se considera que esta medida es muy beneficiosa ya que permite ahorrar las emisiones y energía correspondientes a la producción de fertilizante de síntesis (emisiones aguas arriba). También evitaría las emisiones correspondientes al transporte de estiércoles/purines si se hubieran aplicado en otras tierras.



Beneficio

Reducción de costes de compra de fertilizantes de síntesis, utilizando fuentes de fertilización orgánicas, favoreciendo esquemas de economía circular con beneficios, tanto ambientales como económicos.



Nivel tecnológico

Disponible ya.

Medida 5.8. Utilizar fertilizantes inorgánicos de baja emisión

Breve descripción

Las emisiones de N_2O provenientes de los suelos se pueden reducir a través de la aplicación de prácticas encaminadas a mejorar la capacidad del cultivo en captar N y competir con otros procesos que conllevan una pérdida de N en el sistema suelo-planta. Esto se puede hacer mediante el uso de fertilizantes de liberación lenta, el uso de fertilizantes amoniacales frente a los fertilizantes con base de nitrato, a través del uso de inhibidores de la nitrificación y combinaciones de fertilizantes ureicos con inhibidores de la ureasa.

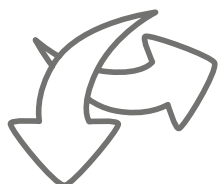




Efecto directo sobre las emisiones

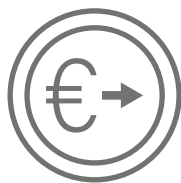
Los fertilizantes amoniacales o los de base ureica, frente a los fertilizantes con base de nitrato, reducen las emisiones de N_2O . Para evitar emisiones de amoníaco, los fertilizantes ureicos deben ir acompañados de inhibidores de la ureasa.

Los inhibidores de la nitrificación pueden reducir hasta un 50% las emisiones directas de N_2O . En zonas más húmedas su eficiencia es menor.



Efectos cruzados

En el caso de la urea puede darse como contrapartida una emisión muy alta de amoníaco.



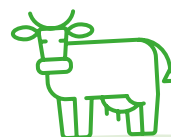
Beneficio

En general estos fertilizantes suelen tener un coste más elevado, con excepción de la urea (aunque en este caso se debe considerar el coste de los inhibidores de la ureasa).



Nivel tecnológico

Disponible ya.

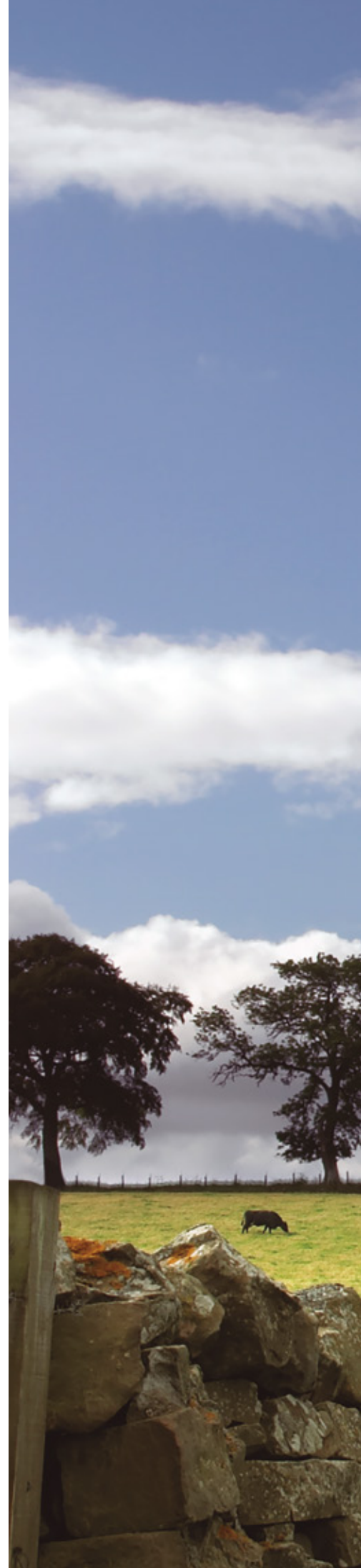


Medida 5.9. Incorporación de estrategias de pastoreo rotacional

Breve descripción

Las estrategias de pastoreo rotacional son empleadas para optimizar el aprovechamiento de los recursos pascícolas de las explotaciones. Se basan en la parcelación de la finca y en un calendario de pastoreo en el que se define el tiempo y el lugar donde va a pastorear un lote de animales a lo largo del año. Así, estos animales, hasta que no hayan aprovechado adecuadamente la parcela, no pueden pasar a la siguiente, ya que, si tienen demasiado espacio disponible, son muy selectivos con el alimento y no realizan un correcto aprovechamiento de las prateras presentes.

Esta técnica, además, permite el descanso de las parcelas pastoreadas y, si la carga ganadera está bien ajustada, se mejora la producción de pasto, en cantidad y calidad. Por otra parte, facilita la fijación de grandes cantidades de carbono en el suelo, lo que mejora su calidad de manera considerable.



Permite fijar grandes
cantidades de carbono
en el suelo

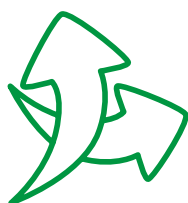




Efecto directo sobre las emisiones

Una buena distribución del pastoreo aumenta el contenido en carbono del suelo, por el aumento en materia orgánica y por la reducción de la erosión de las parcelas.

Se ha demostrado que el pastoreo rotacional contribuye a la fijación de grandes cantidades de carbono en el suelo. En este sentido, se considera que una tasa de crecimiento anual del 0,4% de las reservas de carbono del suelo en los primeros 30-40 cm de suelo, reduciría significativamente la concentración de CO₂ en la atmósfera. Por ello, se considera que los pastos, con el manejo apropiado, tienen un importante potencial para la lucha frente al cambio climático. Pese a ello, la captura de carbono puede presentar limitaciones en el tiempo cuando el manejo del suelo se estabiliza, además de ser reversible, si se vuelve a modificar el uso del suelo, ya que pueden incrementarse de nuevo las emisiones.



Efectos cruzados

Un aumento de la producción de recursos pascícolas conlleva una disminución del uso de alimentación complementaria, lo que reduciría las emisiones asociadas. No obstante, el aumento del consumo de este tipo de alimentos menos digestibles podría llevar a un aumento de las emisiones biogénicas. Esta medida presentaría además otros beneficios ambientales: como la mejora de los servicios asociados al ecosistema (mejor gestión del suelo, del territorio y del paisaje, reducción del uso de combustibles fósiles y fertilizantes inorgánicos, reducción del riesgo de incendios, mejora de la biodiversidad en general, etc.). Por otra parte, cabe esperar una mejor imagen de la actividad ganadera frente a la sociedad, y a los consumidores. Además, a medio-largo plazo se mejorará el valor paisajístico y cultural de estos ecosistemas y el valor de los productos obtenidos.



Beneficio

Es una medida fácil de implementar; el principal coste económico se relaciona con la parcelación del terreno con vallados fijos (postes, malla) o móviles (pastor eléctrico), la pérdida de parte de la superficie de pastoreo utilizada como pasillos para el acceso de los animales, la instalación de circuitos y puntos de agua, etc., así como la mano de obra necesaria para todo ello y el asesoramiento técnico que fuese necesario.

Sin embargo, una vez que se dispone de las parcelas de pastoreo, el ganadero se limita a mover los animales para cambiarlos de parcela, por tanto se reduce el tiempo dedicado al acopio y reparto de alimentos, echar camas, retirado del estiércol, etc. Además, habría menor necesidad de suplementar con alimentos de fuera de la explotación, aumento de la autosuficiencia alimentaria de las explotaciones ganaderas, y por tanto la reducción de los costes de alimentación.



Nivel tecnológico

Disponible ya.



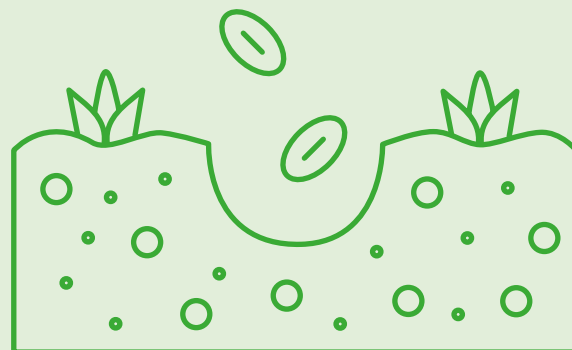
Medida 5.10. Utilizar técnicas de no laboreo o mínimo laboreo

Breve descripción

Las técnicas de no laboreo o laboreo mínimo se basan en la realización de siembra directa dejando que el suelo quede cubierto en más de un 30% de su superficie. De esta forma, se mantiene la cobertura vegetal del suelo durante todo el año y se previene la erosión.

Otra modalidad de resiembra con menor impacto sobre la estructura del suelo es la siembra en superficie e introducción posterior del ganado para facilitar la incorporación de la semilla al suelo mediante el pisoteo.

Se mantiene la cobertura vegetal del suelo durante todo el año





Efecto directo sobre las emisiones

El manejo del suelo tiene influencia directa sobre las emisiones de CO₂, ya que puede estimular su producción y acumulación en la estructura porosa del suelo a través de los procesos de mineralización de la MO.

En concreto, la acción mecánica del laboreo supone una rotura de los agregados del suelo, con la consiguiente liberación del CO₂ atrapado en su interior y su posterior emisión a la atmósfera. Al mantenerse la estructura del suelo, se disminuyen las pérdidas de CO₂ a la atmósfera y se aumenta la materia orgánica del suelo, lo que aumenta la capacidad productiva de este.



Efectos cruzados

Las emisiones asociadas al uso de maquinaria se disminuyen, y se reduce el uso de fertilizantes, optimizando así la productividad y reduciendo el riesgo de otros contaminantes.



Beneficio

La sustitución de la labor agrícola tradicional por la siembra directa no tiene por qué suponer una diferencia de costes significativa.



Nivel tecnológico

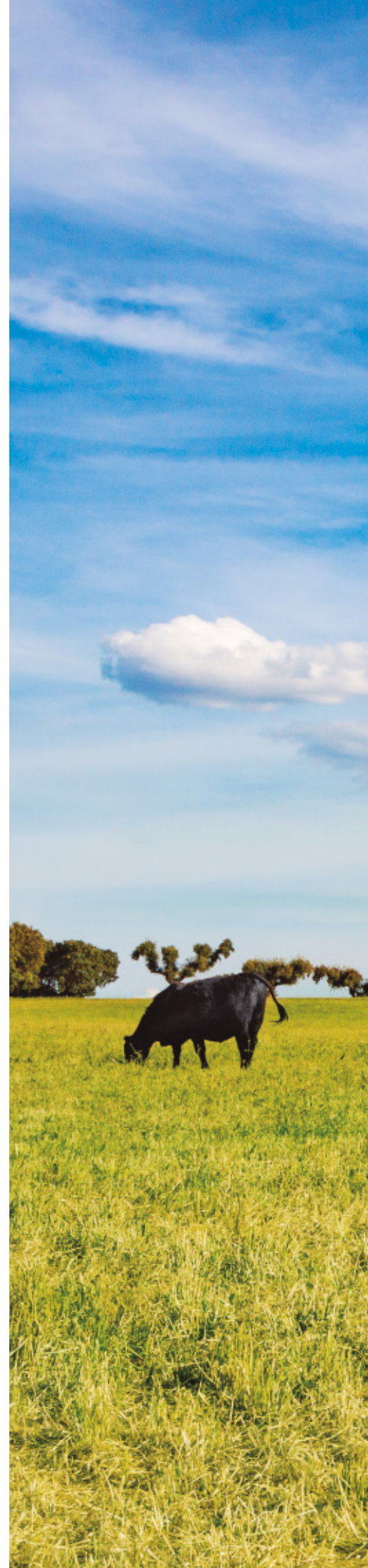
Disponible ya.

Medida 5.11. Conservar y mejorar las superficies de pastoreo

Breve descripción

La conservación y mejora de la superficie de pastoreo, debe entenderse como una estrategia de mejora a largo plazo, donde existe un beneficio tanto para el ganado, como para la mejora del pasto. Es una medida que engloba:

- Un plan integral de mejora del pastoreo, manteniendo un porcentaje de leguminosas.
- Un control de la altura del pasto, tanto a la hora de la entrada del ganado en la parcela, que será de unos 9-16 cm aproximadamente, como en el momento de la salida de los animales, que se hará cuando la altura del pasto haya caído hasta los 5 cm; el objetivo de estas decisiones es evitar sobrepastoreo y permitir una regeneración del pasto en la superficie pastoreada.
- Mejorar la resiliencia del ecosistema frente a las sequías mediante la aplicación de técnicas que mejoran la capacidad de retención de agua en el suelo, como puede ser el caso del diseño en línea clave (o *keyline*), considerando las curvas de nivel.
- Aumentar la diversidad vegetal para garantizar la productividad en distintas condiciones climáticas y/o momentos del año (distintas fenologías).
- Producción de cultivos (cereales, leguminosas, etc.) sobre praderas (*pasture-cropping*) u otras superficies mecanizables.



Es una estrategia a largo
plazo, que beneficia tanto
al ganado como al pasto





Efecto directo sobre las emisiones

Cuando el pastoreo se realiza en unas condiciones de equilibrio, pasto-ganado, con unas cargas ganaderas elevadas, se consiguen unos aportes de carbono en el suelo, que provocan el secuestro de carbono en el suelo. La magnitud del secuestro depende del tipo de suelo, así como del tipo de vegetación existente. No obstante, sirve para compensar una parte de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas en la propia explotación.

Las superficies pastoreadas requieren menos trabajos de maquinaria agrícola. Igualmente necesitan menos aportes de fertilizantes inorgánicos de síntesis, porque el estiércol contiene nitrógeno orgánico. Como consecuencia, cuando se gestiona la superficie de pastoreo de manera optimizada, se reducen tanto las emisiones de CO₂ como las emisiones de N₂O.



Efectos cruzados

Esta medida implica una reducción de la necesidad de conservar forrajes, porque los animales consumen a diente. Como consecuencia no hay consumo de energía en la recolección y conservación del forraje. Tampoco hay pérdidas de nutrientes en el proceso de conservación del forraje. Al final, como consecuencia, observamos un aumento de la eficiencia del sistema productivo, reduciendo las emisiones de gases y otros contaminantes por unidad producida.

Por otro lado, como resultado de una mayor disponibilidad y calidad de pasto (servicio ecosistémico de aprovisionamiento), cabe esperar la potenciación de otros servicios ecosistémicos (especialmente aumento de la biodiversidad y la reducción del riesgo de incendios).



Beneficio

Además de la mejora productiva y el incremento de la eficiencia, a corto plazo, la aplicación de esta medida implica una reducción de los costes maquinaria y los consumos energéticos, así como una reducción de los costes de la conservación del forraje. Esta medida lleva consigo una mayor formación por parte del productor, que debe conocer la dinámica de pasto. Por otra parte, se requiere una mayor dedicación, o utilizar más mano de obra para hacer los cambios del rebaño de una parcela a otra.

Este tipo de manejo proyecta una mejor imagen de la actividad ganadera, frente a la sociedad y a los consumidores. Todo ello, podría conducir a medio-largo plazo a un mayor relevo generacional, un factor clave en la conservación del pastoreo.



Nivel tecnológico

Disponible ya.



Medida 5.12.

Conservar y mejorar el paisaje de dehesa y agroforestal

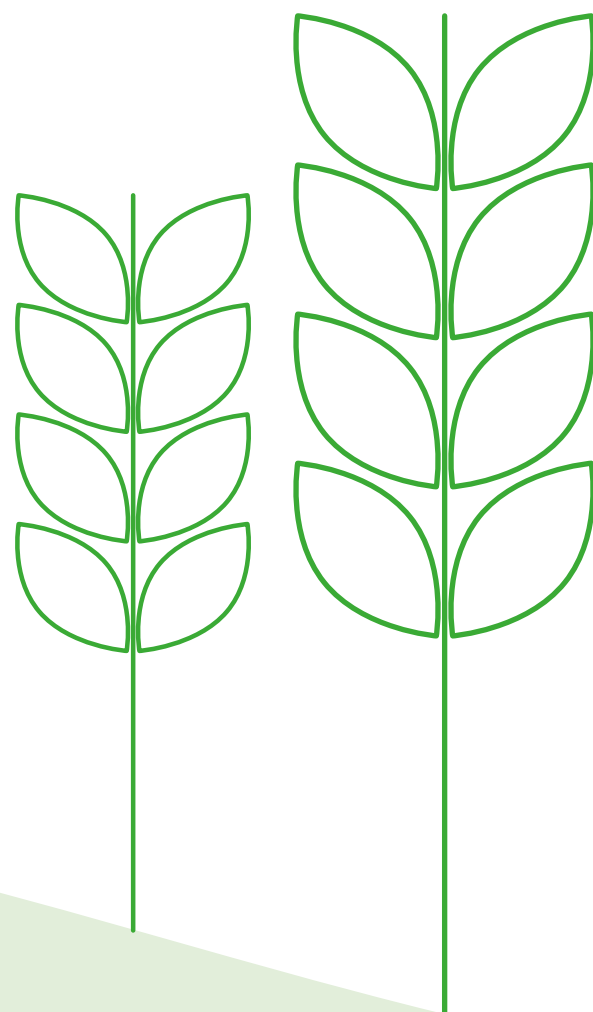
Breve descripción

La dehesa, como agroecosistema, requiere un enfoque integral, equilibrando todos sus elementos y potenciando las fortalezas que comportan la reducción de emisiones.

Se aconseja: mantener cargas ganaderas equilibradas, en función tipo de parcela, entre 0.15 y 0.3 UGM/ha; fomentar el aprovechamiento estacional de pastos, que favorezca el crecimiento de la vegetación herbácea; y apostar por la diversificación de especies (ovino, caprino, vacuno y porcino) para complementar el aprovechamiento adecuado del pasto.

Las masas arbóreas deben ser conservadas, evitando que el ganado las deteriore, realizando unas operaciones de poda adecuadas, con frecuencias no menores de 5 años en encinas y alcornoques.

Los desbroces de zonas matorralizadas, necesarios en el mantenimiento de la superficie herbácea, se recomienda hacerlos, preferentemente, mediante el uso de ganado (en función del estado inicial del pasto, valorar la especie o raza más apropiada), y en menor medida por medios físicos o mecánicos (maquinaria). Se trata de evitar desbroces masivos y mantener un paisaje en mosaico.



En cuanto a los cultivos de forrajes, se aconseja apostar por rotaciones de cultivos de entre 4 y 7 años, flexibles y diversificadas que permitan mejorar la fertilidad del suelo con el uso de leguminosas.



Efecto directo sobre las emisiones

La conservación del paisaje de dehesa u otro paisaje agroforestal repercute en el incremento de la capacidad de fijación de CO₂ por parte de las masas arbóreas, que han de mantenerse y conservarse. Igualmente, para garantizar la mayor capacidad de secuestro de carbono del suelo adhesionado, es preciso que exista una gestión adecuada de la superficie pastable, de igual manera que se ha recomendado para cualquier otra superficie pastable.



Efectos cruzados

Disminución de emisiones de alimentación comprada, en el caso de cultivos forrajeros para la alimentación del ganado.



Beneficio

El cultivo de forrajes para el ganado conlleva una reducción de costes en la compra de alimentación fuera de la explotación.



Nivel tecnológico

Disponible ya.

Gracias a todas las empresas y personas que nos han ayudado a ilustrar y mejorar este proyecto. Sin su colaboración no hubiera sido posible.

Asociación Galega de Cooperativas Agroalimentarias

Alejandro Gutiérrez

Beatriz Soret Lafraya. Universidad Pública Navarra

Cooperativa d'Ivars

COVAP

Dehesa Grande Sociedad Cooperativa

Emilio Polo

Federació Cooperatives Agràries de Catalunya

Jesús López Colmenarejo

José Manuel Macarulla Lacambra

Julio Corrochano

Leticia Díez

Manuel Lainez

Miguel Vergara

Pablo Rincón