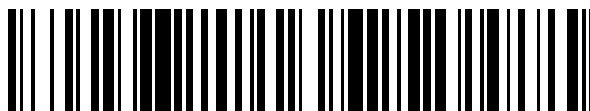


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 932 734**

51 Int. Cl.:

C05C 7/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.11.2019 PCT/EP2019/080869**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2020 WO20099321**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2019 E 19812921 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2022 EP 3880634**

54 Título: **Procedimiento para la reducción de la emisión de gases de los estiércoles**

30 Prioridad:

12.11.2018 DE 102018128173

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

24.01.2023

73 Titular/es:

**ALZCHEM TROSTBERG GMBH (100.0%)
Dr.-Albert-Frank-Straße 32
83308 Trostberg, DE**

72 Inventor/es:

**WINKLER, STEPHAN;
EBERL, MARTIN;
ERL, SUSANNE;
SANS, JÜRGEN y
BEZLER, JÜRGEN**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 932 734 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la reducción de la emisión de gases de los estiércoles

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero que dañan el medioambiente, metano y dióxido de carbono, de los estiércoles durante su almacenamiento. Además, la presente invención se refiere al uso de una composición, que suprime o bien reduce la emisión de gases de efecto invernadero que dañan el medioambiente, metano y dióxido de carbono de los estiércoles durante su almacenamiento.
- 10 Los estiércoles se consideran en la República Federal de Alemania como abonos que están sujetos a especificaciones y normas en materia de derecho relativo a los abonos. En particular, en el caso del uso y aplicación así como también en el caso de la puesta en circulación de estiércoles ha de cumplirse la Ley de fertilización, el Reglamento de fertilización y el Reglamento relativo a los abonos, así como también las directrices UE en sus versiones en cada caso actuales.
- 15 Así está regulada, por ejemplo con el reglamento de fertilización en vigor, la cantidad de esparcimiento y el tiempo de esparcimiento de estiércoles. Según esto, dentro de los plazos de suspensión, que dependiendo del tipo de suelo y del fruto afectan a varios meses al año, no deben esparcirse estiércoles sobre áreas útiles agrícolas. Debido a ello, las empresas agropecuarias que contienen animales útiles están obligadas a facilitar temporalmente suficientes espacios de almacenamiento para estiércol líquido, purín, excrementos líquidos, estiércol de cuadra y similares. De acuerdo con la situación legal actual es necesario absolutamente un almacenamiento de estiércoles durante al menos 150 días.
- 20 El documento US 2004/0016275 A1 describe el uso de composiciones de cianamida de calcio para reducir la salida de olores desagradables del estiércol líquido.
- 25 E. Sajeev *et al.*, Journal of Environmental Quality, 47:30-41 (2018) describen emisiones de gas y amoníaco en distintas etapas del procesamiento de estiércol líquido.
- 30 El documento US 2002/0121117 A1 así como el documento US 2014/0311200 A1 describen el uso de composiciones de cianamida de calcio para reducir la salida de olores desagradables del estiércol líquido. Tales olores desagradables se producen por ejemplo mediante compuestos que contienen azufre o mediante amoníaco.
- 35 Estiércol líquido, purín, excrementos líquidos, estiércol de cuadra y similares tienen una gran importancia desde siempre como estiércol para la explotación agrícola. Debido a la concentración de la cría de ganado agropecuario en un espacio limitado, en particular en el caso de la explotación en estabulación, se producen sin embargo estos estiércoles cada vez más y de forma más concentrada. Con el almacenamiento de estos estiércoles está asociada también una pluralidad de problemas no resueltos. Por ejemplo, durante el almacenamiento de los estiércoles, debido a procesos de fermentación aeróbicos y anaeróbicos así como degradación microbiana de las sustancias orgánicas
- 40 en los estiércoles, se producen gases de efecto invernadero que dañan el medioambiente, tal como metano (CH₄) o dióxido de carbono (CO₂).
- 45 Así, por ejemplo, en 2016 aproximadamente el 59 % de todas las emisiones de metano en Alemania procedían de la explotación agrícola. En este año, la gestión de estiércol (almacenamiento y esparcimiento de estiércol líquido y excrementos sólidos) constituyó el 19,2 % de todas las emisiones de metano de la explotación agrícola alemana. La mayor proporción del metano procedente del estiércol tiene su origen en los excrementos de ganados vacunos - y en medida más baja de cerdos. Los otros grupos de animales (por ejemplo aves de corral, asnos, caballos) son por el contrario despreciables (<https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas#textpart-1>).
- 50 Un comportamiento análogo con respecto a la emisión de gases nocivos para el clima puede observarse durante el almacenamiento de restos de fermentación, que se extraen de instalaciones de generación de biogás. También estos restos de fermentación, que se usan igualmente como estiércol, emiten durante el almacenamiento abiertos gases nocivos para el clima.
- 55 En el pasado no han faltado intentos para afrontar estos problemas. Así se han encontrado ya una serie de soluciones, que permiten una reducción de la emisión de gases nocivos para el clima de estiércoles. Las posibilidades para la reducción de las emisiones son múltiples y se vuelven eficaces en distintas áreas de la producción agrícola. Sin pretender la integridad pueden mencionarse en este caso las siguientes medidas:
- 60
- Medidas en el establo, por ejemplo limpieza de aire de escape, establos abiertos con bajas emisiones, mejora de la higiene.
 - Cubierta de los estiércoles líquidos en los recipientes con paja cortada, granulados o láminas flotantes.
 - Uso de técnicas de baja emisión durante el esparcimiento de estiércol, por ejemplo introducción directa de estiércol en el suelo.
 - Separación de los estiércoles en fases sólidas y líquidas para la mejora de la posibilidad de transporte.
- 65

- Estrategias de alimentación modernas y adaptadas mediante alimentación de múltiples fases con bajo contenido en proteínas.

5 La emisión de gases nocivos durante el almacenamiento de estiércoles al ambiente puede posibilitarse con éxito mediante recipientes de almacenamiento cerrados, recogida de los gases producidos y procesamiento posterior o eliminación de los gases. El gasto con respecto a aparatos para ello va asociado sin embargo a costes considerables.

10 Por lo tanto, la presente invención se basa en el objetivo de proporcionar un procedimiento para la reducción de la emisión de gases de metano y/o dióxido de carbono de estiércoles durante su almacenamiento, que pueda usarse de manera rentable y además no altere el uso planificado del estiércol como abono para el sector agropecuario.

15 Este objetivo se soluciona mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 así como usos de acuerdo con la reivindicación 9 y 10. Formas de realización preferentes de la invención están indicadas en las reivindicaciones dependientes.

Por consiguiente, de acuerdo con una primera realización, un procedimiento para la reducción de la emisión de metano (CH₄) y/o dióxido de carbono (CO₂) del estiércol durante su almacenamiento es objeto de la presente invención, que comprende las siguientes etapas de procedimiento:

- 20 a) proporcionar un tanque de almacenamiento para el estiércol con un volumen X, y
- b) llenar el tanque de almacenamiento con el estiércol en una cantidad que se corresponde con al menos el 5 % en volumen del volumen X del tanque de almacenamiento, y
- c) añadir una composición que comprende cianamida de calcio (CaNCN) en el tanque de almacenamiento y poner en contacto la composición con el estiércol.

25 Es esencial en este sentido que se use cianamida de calcio y no cianamida. La cianamida de calcio (CaNCN, CAS [156-62-7]), la sal de calcio de la cianamida (CH₂N₂, CAS [420-04-2]) se conoce desde hace algún tiempo como parte constituyente y principio activo de abonos. De ese modo, tanto en cal nitrogenada técnica como en cal nitrogenada que contiene nitrato, que están autorizadas como abonos en Europa, está contenida cianamida de calcio como parte constituyente principal esencial. Estos abonos se usan como fertilizantes de suelo en una pluralidad de cultivos tal como por ejemplo maíz, patata y arroz.

30 De acuerdo con la presente invención, estiércol significa un abono de acuerdo con la Ley de fertilización (DüngG) apartado § 2 (1), (2), (3), (4) y (5) (DüngG, del 9 de enero de 2009 (BGBl. I pág. 54, 136), modificada por última vez por el artículo 1 de la ley del 5 de mayo de 2017 (BGBl. I pág. 1068)). Por consiguiente, los estiércoles de acuerdo con la presente invención son abonos que se producen o se generan

- 35 a) como excreciones animales
 - 40 aa) en la cría de animales para generar alimentos o
 - bb) en otra cría de animales en el sector agropecuario o
- b) como sustancias vegetales en el marco de la generación vegetal o en el sector agropecuario, también en mezclas entre sí o tras tratamiento aeróbico o anaeróbico.

45 Bajo el término estiércol se encuentra por consiguiente en particular también

- excrementos sólidos: estiércol de excreciones animales, también mezclado con paja, en particular paja, aserrín, turba u otro material vegetal, que se ha añadido en el contexto de la cría de animales, o mezclado con restos de pienso, cuyo contenido en sustancia seca supera el 15 por ciento;
- 50 - estiércol líquido: estiércol de todas las excreciones animales, también con cantidades bajas de paja o restos de pienso o adición de agua, cuyo contenido en sustancia seca no supera el 15 por ciento;
- purín: estiércol de excreciones animales, en el caso del cual se trata de una mezcla de orina y partes constituyentes finas eliminadas de la materia fecal o de la paja así como de agua; el purín puede contener en bajo volumen restos de pienso así como agua de limpieza y agua de lluvia;
- restos de fermentación de biogás: estiércol de residuos que proceden de la fermentación de materiales orgánicos tanto de origen vegetal como de origen animal de plantas de biogás.

55 El procedimiento de acuerdo con la invención es especialmente muy adecuado para la reducción de la emisión de metano y/o dióxido de carbono de los estiércoles líquidos y en particular de estiércol líquido, purín y/o restos de fermentación de biogás.

60 De manera sorprendente se ha mostrado que una composición que comprende cianamida de calcio puede reducir la emisión de metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂) nocivos para el clima de los estiércoles durante su almacenamiento de manera muy eficaz y muy eficiente. De ese modo pudo mostrarse (véase los ejemplos) que ya una cantidad de 1,38 kg de una composición que comprende cianamida de calcio por 1 m³ de estiércol ya 24 horas después de la adición de la composición puede reducir de manera significativa una emisión de metano y dióxido de carbono.

Por consiguiente, el uso de una composición que comprende cianamida de calcio para la reducción de la emisión de metano y/o dióxido de carbono, del estiércol durante su almacenamiento en un tanque de almacenamiento es también objeto de la presente invención.

- 5 En el caso de metano y dióxido de carbono se trata de gases inodoros. Por motivos medioambientales es deseable reducir o evitar completamente la emisión de estos gases.

10 Las composiciones que contienen cianamida de calcio se usan desde hace algún tiempo como abonos. El uso de estos abonos se realizó sin embargo por separado del uso de un estiércol, dado que el esparcimiento de estiércol está unido a tiempos exigidos por ley y estos tiempos difieren de los tiempos de esparcimiento recomendados de composiciones que contienen cianamida de calcio. Por consiguiente, hasta ahora no ha podido observarse una reducción de la emisión de gases nocivos para el clima.

15 Con la realización de los estudios en los que se basa la invención pudo mostrarse que durante el almacenamiento del estiércol tratado con una composición que contiene cianamida de calcio no se generan residuos que puedan evaluarse como desventajosos para el uso de los mismos como abono. Por consiguiente, un estiércol tratado de acuerdo con la presente invención puede usarse sin más como abono.

20 Es especialmente importante que un estiércol tratado por consiguiente no experimente además modificaciones esenciales con respecto a su contenido en nitrógeno. Mediante una comparación de las cantidades usadas en las aplicaciones se vuelve especialmente evidente este hecho. Así, por ejemplo un fertilizante que contiene cianamida de calcio autorizado en la UE, concretamente cal nitrogenada que contiene nitrato, se esparce en una cantidad de habitualmente 400 kg por hectárea (ha). En esta aplicación se esparce sobre el suelo verde o cultivable una cantidad de nitrógeno total de 79,2 kg por ha.

25 Para el estiércol puede considerarse como aplicación estándar una cantidad de esparcimiento de hasta 30 m³ por ha de suelo verde o cultivable. La proporción promedio de nitrógeno total en el estiércol líquido de ganado vacuno asciende a aproximadamente el 0,40 % (véase también el ejemplo 1), que con una cantidad de esparcimiento de 30 m³ por ha da como resultado 120 kg de nitrógeno total por ha. Si al estiércol de acuerdo con la presente invención se añaden 2,93 kg de una composición que comprende cianamida de calcio por m³ de estiércol (véase el ejemplo 1), entonces se eleva la proporción de nitrógeno total en el estiércol tratado hasta únicamente el 0,46 %. Por consiguiente, la cantidad de nitrógeno total añadida en el esparcimiento descrito del estiércol asciende solo a 18 kg por ha de suelo verde o cultivable más. Por consiguiente puede permanecer esencialmente igual la cantidad total de estiércol por ha. Mediante esto pueden usarse estiércol y fertilizantes nitrogenados habitualmente usados, que tienen un perfil de acción distinto del estiércol, a lo largo del año en cantidad invariable, sin que deba temerse una fertilización excesiva. Por consiguiente, la aplicación de una composición que contiene cianamida de calcio, que se ha introducido de acuerdo con la presente invención en un estiércol, se diferencia con respecto al nitrógeno total esparcido también claramente de una fertilización habitual con fertilizantes que contienen cianamida de calcio.

40 El procedimiento de acuerdo con la invención se caracteriza porque solo mediante la adición de una composición que comprende cianamida de calcio en el tanque de almacenamiento y la puesta en contacto de la composición con el estiércol se reduce un desarrollo de gases del estiércol. Así está previsto de acuerdo con la presente invención que las etapas de procedimiento b) y c) puedan realizarse independientemente de un posible orden. Así puede realizarse una adición de la composición de acuerdo con la etapa de procedimiento c) antes, durante o después del primer llenado del tanque de almacenamiento con el estiércol. Si la adición debía realizarse antes del primer llenado, entonces debía realizarse la adición en un espacio de tiempo adecuado antes de la puesta en contacto con el estiércol. Como adecuado ha de entenderse en este sentido un espacio de tiempo de menos de un día.

50 La adición de la composición de acuerdo con la etapa de procedimiento c) puede realizarse en un tanque de almacenamiento completamente vacío o un tanque de almacenamiento no completamente vacío, concretamente llenado con contenido residual. Es esencial que el tanque de almacenamiento esté llenado o se llene con estiércol con al menos un 5 % en volumen de su capacidad. Por consiguiente puede garantizarse un mezclado de la composición con el estiércol suficiente para la acción de la composición.

55 Puede considerarse ventajoso cuando durante o después de la adición de la composición que contiene cianamida de calcio al estiércol en el tanque de almacenamiento se mezclan la composición que contiene cianamida de calcio y el estiércol, en particular haciéndose circular el contenido del tanque de almacenamiento con una mezcladora de hélice o con una bomba agitadora. A este respecto se añade y se introduce con agitación la composición que contiene cianamida de calcio en el tanque de almacenamiento con al menos el 5 % en volumen de contenido de estiércol. A continuación puede realizarse otra adición del estiércol. Tras finalizar esta adición se hace circular otra vez el estiércol en el tanque de almacenamiento. El tanque de almacenamiento, en este sentido, puede llenarse parcialmente o llenarse completamente.

65 Para hacer circular el estiércol en el tanque de almacenamiento son adecuadas las mezcladoras de hélice, que se accionan con un tractor o con un motor eléctrico. Como especialmente adecuados resultan los agitadores de hélice incorporados de manera fija en la pared del tanque de almacenamiento o mezcladoras integradas en cada caso con

motor sumergible, además mezcladoras osciladoras, articuladas y de hélice de torre colocadas en el tractor, que se sumergen en el tanque de almacenamiento con estiércol. Además son adecuadas para hacer circular el estiércol en el tanque de almacenamiento boquillas agitadoras colocadas en bombas de alimentación, en particular bombas agitadoras de husillo largo accionadas con un motor eléctrico o tractor con boquilla agitadora o bombas centrífugas con mecanismo separador.

De acuerdo con una realización preferente del procedimiento puede realizarse la adición de la composición de acuerdo con la etapa de procedimiento c) de una vez o en porciones. De manera especialmente preferente, la adición de la composición puede

- i) realizarse de una vez después de o durante la primera adición de una primera cantidad parcial de estiércol en el tanque de almacenamiento, o
- ii) realizarse en porciones después de cada llenado parcial del tanque de almacenamiento, o
- iii) realizarse de una vez después de o durante el llenado completo del tanque de almacenamiento con estiércol.

Así existe la posibilidad de realizar la adición de la composición que comprende cianamida de calcio durante o después de un llenado parcial o completo del tanque de almacenamiento. También en este caso ha resultado ventajoso cuando durante y después de la adición de la composición que comprende cianamida de calcio se hace circular el contenido del tanque de almacenamiento, en particular con una mezcladora de hélice o con una bomba agitadora.

Con frecuencia existe el hecho de que mediante la cría de ganado se produce continuamente estiércol y se acumula en un tanque de almacenamiento llenado con al menos el 5 % en volumen. También en este caso existe la posibilidad de añadir la composición que comprende cianamida de calcio antes, durante o después del llenado continuo con estiércol. Igualmente ha resultado en este caso ventajoso cuando durante y después de la adición de la composición que comprende cianamida de calcio se hace circular el estiércol en el tanque de almacenamiento.

Igualmente ha de considerarse ventajoso cuando la adición de la composición que comprende cianamida de calcio se realiza en porciones antes, durante y después de un llenado continuo o en porciones del tanque de almacenamiento con estiércol. Además ha resultado en este caso ventajoso cuando durante y después de la adición de la composición que comprende cianamida de calcio se hace circular el estiércol en el tanque de almacenamiento.

La adición de la composición que comprende cianamida de calcio se realiza en tanques de almacenamiento abiertos y en tanques de almacenamiento cerrados con estiércol. Como tanques de almacenamiento cerrados ha de entenderse tanques o recipientes con toldo o cubierta de hormigón. Los tanques de almacenamiento o recipientes de almacenamiento abiertos no tienen cubiertas estructurales.

En este punto ha de realizarse que el procedimiento de acuerdo con la invención puede realizarse en una selección de tanques de almacenamiento no limitada. El tamaño del tanque de almacenamiento no es decisivo. Así, el volumen X puede adoptar cualquier magnitud razonable. En particular, X significa un volumen medido en $[m^3]$, que se encuentra en particular entre $[0,001 m^3 \leq X \leq 20.000 m^3]$, preferentemente entre $0,1 m^3 \leq X \leq 10.000 m^3$ y **más preferentemente entre $1 m^3 \leq X \leq 10.000 m^3$** y de manera especialmente preferente entre $10 m^3 \leq X \leq 10.000 m^3$.

Además se caracteriza el procedimiento porque la adición de la composición que comprende cianamida de calcio se realiza en un tanque de almacenamiento con estiércol, en donde la temperatura del estiércol en el tanque de almacenamiento presenta un intervalo de 0 °C a 60 °C. El procedimiento puede aplicarse tanto en circunstancias invernales y plenamente veraniegas como también en caso de estiércoles que proceden directamente de un proceso de fermentación o se encuentran en un recipiente o tanque de fermentación posterior tras un proceso de biogás.

De acuerdo con la presente invención se usa una composición que comprende cianamida de calcio en un procedimiento para la reducción de la emisión de metano y/o dióxido de carbono del estiércol durante su almacenamiento.

El tiempo de acción de la composición que comprende cianamida de calcio sobre el estiércol para la reducción de la emisión de metano y/o dióxido de carbono asciende de acuerdo con la invención preferentemente al menos a 24 horas, más preferentemente a > 30 días, aún más preferentemente a > 40 días y en particular a > 50 días. El tiempo de almacenamiento puede ser sin embargo también claramente mayor y puede ascender por ejemplo a hasta 150 días o, en el caso deseado, también a > 150 días.

De acuerdo con la invención, mediante la adición de una composición que comprende cianamida de calcio puede reducirse en particular al menos el 30 %, más preferentemente al menos el 40 %, más preferentemente al menos el 50 %, más preferentemente al menos el 60 %, aún más preferentemente al menos el 70 % y de manera especialmente preferente al menos el 80 % de la emisión de metano y/o dióxido de carbono de los estiércoles (en comparación con el estiércol no tratado).

Por consiguiente, el uso de una composición que comprende cianamida de calcio para la reducción de la emisión de metano y/o dióxido de carbono del estiércol durante su almacenamiento en un tanque de almacenamiento es también objeto de la presente invención.

Además se ha mostrado en estudios que una adición de la composición que contiene cianamida de calcio puede realizarse en cualquier momento del almacenamiento (cf. los ejemplos). Así se ha mostrado que también una adición tras varias semanas de almacenamiento del estiércol permite una reducción de la emisión de metano y dióxido de carbono. Por consiguiente, el uso de una composición que comprende cianamida de calcio como agente de detención de la fermentación o inhibidor de la fermentación de una fermentación anaeróbica de estiércol y/o como inhibidor de una degradación microbiana de sustratos orgánicos en estiércol durante su almacenamiento en un tanque de almacenamiento es también objeto de la presente invención.

Preferentemente, en el uso de acuerdo con la invención o el procedimiento de acuerdo con la invención puede usarse una composición que comprende del 10 al 100 % en peso de cianamida de calcio (% en peso con respecto a la composición). Se prefiere especialmente en este sentido una composición que comprende al menos el 20 % en peso, más preferentemente al menos el 25 % en peso, más preferentemente al menos el 30 % en peso, más preferentemente al menos el 35 % en peso, más preferentemente al menos el 40 % en peso, más preferentemente al menos el 45 % en peso, más preferentemente al menos el 50 % en peso, más preferentemente al menos el 60 % en peso, y hasta el 100 % en peso, en particular hasta el 95 % en peso, en particular hasta el 80 % en peso, en particular hasta el 55 % en peso, de cianamida de calcio (con respecto a la composición).

Las indicaciones en % en peso ha de entenderse en el contexto de la presente invención como indicaciones en peso de una sustancia constitutiva o de un grupo de sustancias constitutivas con respecto a una composición, cuyas sustancias constitutivas se complementan hasta el 100 % en peso.

De acuerdo con otra realización de la invención puede estar aplicada la cianamida de calcio sobre un material de soporte. Este material de soporte puede ser un material inerte para fines agrícolas, un coadyuvante autorizado para fines agrícolas o un abono. Como material de soporte se usan de acuerdo con la presente invención de manera especialmente preferente carbonato de calcio y/o sustancias relacionadas o fertilizantes minerales. Estos materiales de soporte pueden proceder de procesos a escala técnica y pueden contener una proporción de carbono libre, carbón o grafito. Al mismo tiempo o independientemente de esto puede estar previsto también que la cianamida de calcio se use mezclada con otras sustancias constitutivas.

De manera especialmente preferente puede usarse en el uso de acuerdo con la invención o el procedimiento de acuerdo con la invención por consiguiente una composición que comprende

- a) cianamida de calcio,
- b) al menos un compuesto del grupo de los carbonatos, óxidos e hidróxidos, en particular del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio, o mezclas de los mismos, y
- c) más preferentemente dado el caso carbono libre, carbón o grafito.

Las proporciones de las otras sustancias constitutivas o bien materiales de soporte pueden variar. Preferentemente, la composición puede comprender al menos un compuesto del grupo de los carbonatos, óxidos o hidróxidos, en particular del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio, o mezclas de los mismos, en donde la cantidad del al menos un compuesto del grupo de los carbonatos, óxidos e hidróxidos, o mezclas de los mismos asciende al menos al 5 % en peso, preferentemente al menos al 10 % en peso, más preferentemente al menos al 15 % en peso, más preferentemente al menos al 20 % en peso, y al mismo tiempo como máximo al 50 % en peso, en particular como máximo al 40 % en peso, en particular como máximo al 35 % en peso, en particular como máximo al 25 % en peso (% en peso con respecto a la composición).

La proporción de carbono libre, carbón o grafito en la composición puede ascender hasta el 15 % en peso (con respecto a la composición).

Además puede contener la composición de manera condicionada por la preparación hasta el 10 % en peso de agua (con respecto a la composición).

De manera especialmente preferente puede usarse en el uso o procedimiento de acuerdo con la invención por consiguiente una composición que comprende

- a) del 25 al 95 % en peso de cianamida de calcio,
- b) del 5 al 40 % en peso de al menos un compuesto del grupo de los carbonatos, óxidos o hidróxidos, en particular del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio, o mezclas de los mismos,

(con respecto a la composición).

Más preferentemente puede usarse en el uso o procedimiento de acuerdo con la invención por consiguiente una

composición que comprende

- a) del 25 al 95 % en peso de cianamida de calcio,
- b) del 5 al 40 % en peso de al menos un compuesto del grupo de los carbonatos, óxidos e hidróxidos, en particular del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio, o mezclas de los mismos,
- c) hasta el 15 % en peso de carbono libre, carbón o grafito, y
- d) hasta el 10 % en peso de agua

(con respecto a la composición).

5 De acuerdo con una realización más preferente del uso de acuerdo con la invención o del procedimiento de acuerdo con la invención puede usarse una composición que comprende

- a) del 60 al 95 % en peso de cianamida de calcio,
- b) del 5 al 25 % en peso de al menos un compuesto del grupo de los carbonatos, óxidos o hidróxidos, en particular del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio, o mezclas de los mismos,
- c) hasta el 15 % en peso de carbono libre, carbón o grafito, y
- d) hasta el 10 % en peso de agua

(con respecto a la composición).

10 En los estudios en los que se basa la invención se ha mostrado que en particular una composición que comprende cianamida de calcio y al menos un compuesto del grupo de los carbonatos, óxidos o hidróxidos, en particular del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio o mezclas de los mismos, muestra una reducción muy buena de la emisión de metano y dióxido de carbono de los estiércoles. Este hecho es tanto más sorprendente que, por ejemplo, el carbonato de calcio solo no muestra acción sobre este efecto o el hidróxido de calcio solo muestra un efecto adicional sobre la emisión de estos gases (cf. el ejemplo 5).

15 Con esto de manera especialmente preferente, el uso de una composición que comprende

- a) cianamida de calcio y
 - b) al menos un compuesto del grupo de los carbonatos, óxidos o hidróxidos, en particular del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio, o mezclas de los mismos,
- 20 para la reducción de la emisión de metano y/o dióxido de carbono del estiércol durante su almacenamiento en un tanque de almacenamiento es también objeto de la presente invención.

25 Se prefiere especialmente el uso de una composición que tiene un potencial de reducción para la reducción de la emisión de metano y/o dióxido de carbono de estiércoles de al menos 4,0 l de metano y/o dióxido de carbono por kg de estiércol durante un espacio de tiempo de almacenamiento de al menos 150 días.

30 Además ha resultado en estos estudios que una cantidad mínima de al menos un compuesto del grupo de los carbonatos, óxidos o hidróxidos, en particular del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio o mezclas de los mismos, debía estar contenida para poder proporcionar una reducción prolongada de metano. Así se ha mostrado que una cantidad mínima de al menos el 5 % de compuestos del grupo de los carbonatos, óxidos o hidróxidos, en particular del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio o mezclas de los mismos, debía estar contenida en la composición para poder proporcionar una reducción prolongada de la emisión de metano. Si se debía quedar por debajo de este valor mínimo, entonces puede observarse un aumento de la emisión de metano después de aprox. 100 días (cf. el ejemplo 5).

40 Por consiguiente, de acuerdo con otra realización preferente del uso de acuerdo con la invención o del procedimiento de acuerdo con la invención puede usarse una composición que comprende

- a) del 60 al 95 % en peso de cianamida de calcio,
- b) del 5 al 25 % en peso de al menos un compuesto del grupo de los carbonatos, óxidos o hidróxidos, en particular del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio, o mezclas de los mismos,
- c) hasta el 15 % en peso de carbono libre, carbón o grafito, y
- d) hasta el 10 % en peso de agua

(con respecto a la composición).

Con el uso de una composición de este tipo puede reducirse de manera muy eficaz o bien puede casi suprimir una emisión de metano y/ o dióxido de carbono. Por consiguiente, de acuerdo con otra realización preferente del uso de acuerdo con la invención o del procedimiento de acuerdo con la invención puede usarse una composición que está constituida por

- a) del 60 al 95 % en peso de cianamida de calcio,
- b) del 10 al 25 % en peso de al menos un compuesto del grupo de los carbonatos, óxidos o hidróxidos, en particular del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio, o mezclas de los mismos,
- c) hasta el 15 % en peso de carbono libre, carbón o grafito, y
- d) hasta el 10 % en peso de agua

(con respecto a la composición).

Además preferentemente puede estar previsto también que la composición no comprenda ningún otro compuesto, autorizado en particular como abono. De manera muy especialmente preferente, la composición no comprende o contiene urea. La urea contiene una proporción de nitrógeno del 46,6 % en peso y conduciría por consiguiente a un aumento significativo del contenido en nitrógeno en el estiércol, lo que contradice el objetivo de esta invención.

De acuerdo con una realización más preferente puede estar previsto que la composición comprenda además al menos una sal del grupo de los nitratos, en particular del grupo de nitrato de sodio, nitrato de potasio, nitrato de magnesio y nitrato de calcio, o mezclas de los mismos.

Por consiguiente, puede usarse en el uso de acuerdo con la invención o el procedimiento de acuerdo con la invención una composición que comprende

- a) cianamida de calcio,
- b) al menos un compuesto del grupo de los carbonatos, óxidos e hidróxidos, en particular del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio, o mezclas de los mismos, y
- c) al menos una sal del grupo de los nitratos, en particular del grupo de nitrato de sodio, nitrato de potasio, nitrato de magnesio y nitrato de calcio, o mezclas de los mismos, y
- d) más preferentemente carbono libre, carbón o grafito.

La cantidad de nitratos puede variar, en donde la composición puede comprender hasta el 20 % en peso de nitratos. Preferentemente, la composición puede comprender al menos una sal del grupo de los nitratos, en particular del grupo de nitrato de sodio, nitrato de potasio, nitrato de magnesio y nitrato de calcio, o mezclas de los mismos, en donde la cantidad de nitratos asciende como máximo al 20 % en peso, preferentemente como máximo al 15 % en peso, más preferentemente como máximo al 10 % en peso, más preferentemente como máximo al 5 % en peso, y más preferentemente al menos al 1 % en peso (con respecto a la composición).

De manera especialmente preferente puede usarse en el uso o procedimiento de acuerdo con la invención por consiguiente una composición que comprende

- a) del 25 al 95 % en peso de cianamida de calcio,
- b) del 5 al 40 % en peso de al menos un compuesto del grupo de los carbonatos, óxidos o hidróxidos, en particular del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio, o mezclas de los mismos,

- c) hasta el 20 % en peso de al menos una sal del grupo de los nitratos, en particular del grupo de nitrato de sodio, nitrato de potasio, nitrato de magnesio y nitrato de calcio, o mezclas de los mismos,
- d) hasta el 15 % en peso de carbono libre, carbón o grafito, y
- e) hasta el 10 % en peso de agua

(con respecto a la composición).

De acuerdo con una realización especialmente preferente del uso de acuerdo con la invención o del procedimiento de acuerdo con la invención puede usarse una composición que comprende

- a) del 50 al 80 % en peso de cianamida de calcio,
- b) del 5 al 25 % en peso de al menos un compuesto del grupo de los carbonatos, óxidos o hidróxidos, en particular del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio, o mezclas de los mismos,
- c) del 1 al 15 % en peso de carbono libre, carbón o grafito, y
- d) hasta el 10 % en peso de agua

5 (con respecto a la composición).

De acuerdo con una realización preferente de manera alternativa del uso de acuerdo con la invención o del procedimiento de acuerdo con la invención puede usarse una composición que comprende

- a) del 35 al 55 % en peso de cianamida de calcio,
- b) del 15 al 35 % en peso de al menos un compuesto del grupo de los carbonatos, óxidos o hidróxidos, en particular del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio, o mezclas de los mismos,
- c) del 1 al 20 % en peso de al menos un nitrato del grupo de nitrato de sodio, nitrato de potasio, nitrato de magnesio y nitrato de calcio, o mezclas de los mismos,
- d) del 1 al 15 % en peso de carbono libre, carbón o grafito, y
- e) hasta el 10 % en peso de agua

(con respecto a la composición).

10 De manera muy especialmente preferente pueden usarse en el procedimiento de acuerdo con la invención y en el uso de acuerdo con la invención como composición que comprende cianamida de calcio cal nitrogenada y más preferentemente cal nitrogenada o cal nitrogenada que contiene nitrato de acuerdo con el Reglamento (CE) n.º 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 2003 relativo a los abonos.

15 La composición de acuerdo con la invención puede usarse tanto en el uso de acuerdo con la invención como también en el procedimiento de acuerdo con la invención en distinta forma de aplicación y puede adaptarse a las necesidades del usuario. Así pueden usarse las composiciones descritas con el presente documento en forma de un sólido, en particular en forma de un polvo, de un granulado o en forma de una suspensión, en particular una suspensión de estos
20 sólidos.

La cantidad total que va a aplicarse de la composición que comprende cianamida de calcio puede variarse igualmente tanto en el caso del uso de acuerdo con la invención como también en el procedimiento de acuerdo con la invención en límites relativamente amplios. Así se ha mostrado que la composición puede usarse en una cantidad de 0,5 a 10 kg por 1 m³ de estiércol, en particular de 1,0 a 10 kg por 1 m³ de estiércol, en particular de 1,0 a 8 kg por 1 m³ de estiércol, de manera especialmente preferente de 1,0 a 6 kg por 1 m³ de estiércol y de manera especialmente preferente de 1,0 a 5 kg por 1 m³ de estiércol. Es esencial que la composición comprenda cianamida de calcio, en particular en las cantidades descritas en el presente documento. Por consiguiente, la composición puede presentar más preferentemente cualquiera de las composiciones expuestas anteriormente. Independientemente de esto puede
25 presentar la composición, por consiguiente, también otras sustancias constitutivas.
30

EjemplosEjemplo 1

5

Reducción de la emisión de metano y CO₂ del estiércol de ganado vacuno1.1 Materias primas:

10 Estiércol de ganado vacuno fresco (= estiércol):

- De establo de vacas lecheras (municipio Obing, Bayern)
- Sin dilución mediante agua de lavado, agua de limpieza o agua similar
- Sin pajaza
- Extraído de la antecámara del canal de desagüe hacia la fosa de purines
- Análisis:

nitrógeno total:	0,40 %en peso
amonio (NH ₄):	0,13 % en peso (corresponde al 0,10 % de nitrógeno de NH ₄)
nitrógeno de nitrato:	< 20 mg/kg
sustancia seca:	11,93 %en peso
valor de pH:	7,4 (13 °C)
conductividad:	19,5 mS/cm (13 °C)

Composición que comprende cianamida de calcio (composición 1):

- | | |
|--------------------------|---------------|
| - cianamida de calcio: | 44,0 %en peso |
| - nitrato de calcio: | 11,1 %en peso |
| - hidróxido de calcio: | 13,4 %en peso |
| - carbonato de calcio: | 10,0 %en peso |
| - carbono libre: | 10,0 %en peso |
| - carbonato de magnesio: | 2,3 %en peso |
| - agua: | 9,2 %en peso |

15 **Abono "cal nitrogenada que contiene nitrato" que corresponde a A.1. Fertilizante nitrogenado n.º 3 (b)** de acuerdo con el Reglamento (CE) n.º 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 2003 relativo a los abonos.

1.2 Realización de los ensayos:

20

En un recipiente de cuello ancho de 6 litros de polietileno (PE) con tapa que cierra herméticamente se dispusieron 3024 ml (corresponde a 2953 g) de estiércol líquido de ganado vacuno de la composición descrita (véase 1.1). A continuación se añadieron 8,86 g de la composición 1 (corresponde a 2,93 kg de la composición que comprende cianamida de calcio o 16,1 mol de cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno) y se introdujeron con agitación. Tras la introducción con agitación se midió el valor de pH y la conductividad en la mezcla, a continuación directamente se cerró el recipiente de cuello ancho de manera hermética. En la tapa del recipiente de cuello ancho se perforó un orificio, en el que se conectó de manera hermética una bolsa de almacenamiento de gas (volumen nominal 5,6 litros) y en el que se recogió el volumen de gas que se libera. Con esta estructura no pudo penetrar oxígeno del aire en el recipiente de cuello ancho. Así se impidió que el CO₂ del aire falsificara los resultados de medición. La mezcla se almacenó durante exactamente 156 días sin agitación o movimiento a una temperatura de 23 ± 1 °C y una presión del aire de 960 a 980 hPa y 493 m sobre cota cero (NHN). En intervalos regulares se cambió la bolsa de almacenamiento de gas llenada, se determinó volumétrica el volumen de gas almacenado así como se analizó la composición de gas por cromatografía de gases.

35 Los valores medidos tras la introducción con agitación:

- | | |
|----------------|--------------------|
| valor de pH: | 7,5 (22 °C) |
| conductividad: | 19,8 mS/cm (22 °C) |

Ensayo de referencia:

40 En un recipiente de cuello ancho de 6 litros de polietileno (PE) con tapa que cierra herméticamente se dispusieron 3018 ml (corresponde a 2947 g) de estiércol líquido de ganado vacuno de la composición descrita (véase 1.1). A continuación se cerró el recipiente de cuello ancho de manera hermética. En la tapa del recipiente de cuello ancho se perforó un orificio, en el que se conectó de manera hermética una bolsa de almacenamiento de gas (volumen nominal 5,6 litros) y en el que se recogió el volumen de gas que se libera. Con esta estructura no pudo penetrar oxígeno del

aire en el recipiente de cuello ancho. La mezcla se almacenó durante exactamente 156 días sin agitación o movimiento a una temperatura de 23 ± 1 °C y una presión del aire de 960 a 980 hPa y 493 m sobre cota cero (NHN). En intervalos regulares se cambió la bolsa de almacenamiento de gas llenada, se determinó volumétrica el volumen de gas almacenado así como se analizó la composición de gas por cromatografía de gases.

5 Durante el tiempo de desarrollo del ensayo se cambiaron las bolsas de almacenamiento de gas tras 3, 16, 59, 73, 86, 99, 108, 115, 122, 128, 135, 142, 149 y 156 días, se determinó volumétricamente el volumen de gas recogido y se midió la composición de gas por cromatografía de gases.

10 **1.3 Resultados:**

Los volúmenes de gas producidos de metano y dióxido de carbono están representados en la siguiente tabla 1 (véase también la figura 1 - representación gráfica de emisiones de metano y CO₂ del ejemplo 1). Los resultados se refieren a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno por variante de ensayo.

15 **Tabla 1:** Volúmenes de gas producidos, con respecto a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno

Tiempo de desarrollo del ensayo [Días]	Muestra 1 (referencia)		Muestra 2 (composición 1)	
	Metano [ml]	CO ₂ [ml]	Metano [ml]	CO ₂ [ml]
3	95 [95]	291 [291]	2 [2]	4 [4]
16	65 [160]	52 [343]	2 [4]	16 [20]
59	88 [248]	27 [370]	1 [5]	3 [23]
73	324 [572]	54 [424]	2 [7]	2 [25]
86	401 [973]	89 [513]	2 [9]	2 [27]
99	592 [1565]	95 [608]	2 [11]	0 [27]
108	564 [2129]	104 [712]	2 [13]	2 [29]
115	651 [2780]	124 [836]	1 [14]	2 [31]
122	756 [3536]	147 [983]	1 [15]	0 [31]
128	833 [4369]	169 [1152]	1 [16]	1 [32]
135	934 [5303]	190 [1342]	2 [18]	2 [34]
142	985 [6288]	205 [1547]	2 [20]	1 [35]
149	876 [7164]	181 [1728]	2 [22]	2 [37]
156	707 [7871]	125 [1853]	1 [23]	2 [39]

20 Los valores se refieren al periodo de tiempo, los valores entre paréntesis son los valores acumulados durante todo el espacio de tiempo del ensayo. Una representación gráfica está reproducida en la figura 1.

1.4 **Resumen de los resultados:**

25 ➤ Emisiones de metano:
Tras 156 días de almacenamiento se liberaron en el ensayo de referencia (muestra 1) 7871 ml de gas metano con respecto a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno. Mediante la adición de 8,86 g de cianamida de calcio en forma de la composición 1 que comprende cianamida de calcio (muestra 2), lo que corresponde a 2,93 kg de composición que comprende cianamida de calcio o a una concentración de cantidad de sustancia de 16,1 mol de cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, pueden reducirse estas emisiones en un 99,7 % en 23 ml de gas metano.

30 ➤ Emisiones de CO₂:

En este caso resulta una imagen similar. Tras 156 días de almacenamiento se liberaron en el ensayo de referencia (muestra 1) 1853 ml de gas CO₂ con respecto a 1,000 kg de excrementos líquidos de ganado vacuno. Mediante la adición de 8,86 g de cianamida de calcio en forma de la composición 1 que comprende cianamida de calcio (muestra 2), lo que corresponde a 2,93 kg de composición que comprende cianamida de calcio o a una concentración de cantidad de sustancia de 16,1 mol de cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, pueden reducirse estas emisiones en un 97,9 % en 39 ml de gas CO₂.

Ejemplo 2

10 Reducción de la emisión de metano y CO₂ del estiércol de ganado vacuno

2.1 Materias primas:

Estiércol de ganado vacuno fresco (= estiércol):

- De establo de vacas lecheras (municipio Obing, Bayern)
- Sin dilución mediante agua de lavado, agua de limpieza o agua similar
- Sin pajaza
- Extraído de la antecámara del canal de desagüe hacia la fosa de purines
- Análisis:

nitrógeno total:	0,48 %en peso
amonio (NH ₄):	0,22 % en peso (corresponde al 0,17 % de nitrógeno de NH ₄)
nitrógeno de nitrato:	< 20 mg/kg
sustancia seca:	10,30 %en peso
valor de pH:	6,8 (24 °C)
conductividad:	18,5 mS/cm (24 °C)

Composición que comprende cianamida de calcio (composición 2):

- | | |
|------------------------|---------------|
| - cianamida de calcio: | 67,7 %en peso |
| - óxido de calcio: | 13,2 %en peso |
| - hidróxido de calcio: | 3,2 %en peso |
| - carbono libre: | 13,3 %en peso |
| - agua | 2,6 %en peso |

20 **Abono "cal nitrogenada" que corresponde a A.1. Fertilizante nitrogenado n.º 3 (a) de acuerdo con el Reglamento (CE) n.º 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 2003 relativo a los abonos.**

2.2 Realización de los ensayos:

25 En un recipiente de cuello ancho de 6 litros de polietileno (PE) con tapa que cierra herméticamente se dispusieron 3090 ml (corresponde a 3032 g) de estiércol líquido de ganado vacuno de la composición descrita (véase 2.1). A continuación se añadieron 4,25 g de la composición 2 (corresponde a 1,38 kg de la composición que comprende cianamida de calcio u 11,6 mol de cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno) y se introdujeron con agitación. Tras la introducción con agitación se midió el valor de pH y la conductividad en la mezcla, a continuación

30 directamente se cerró el recipiente de cuello ancho de manera hermética. En la tapa del recipiente de cuello ancho se perforó un orificio, en el que se conectó de manera hermética una bolsa de almacenamiento de gas (volumen nominal 5,6 litros) y en el que se recogió el volumen de gas que se libera. Con esta estructura no pudo penetrar oxígeno del aire en el recipiente de cuello ancho. Así se impidió que el CO₂ del aire falsificara los resultados de medición. La mezcla se almacenó durante exactamente 156 días sin agitación o movimiento a una temperatura de 23 ± 1 °C y una

35 presión del aire de 960 a 980 hPa y 493 m sobre cota cero (NHN). En intervalos regulares se cambió la bolsa de almacenamiento de gas llenada, se determinó volumétrica el volumen de gas almacenado así como se analizó la composición de gas por cromatografía de gases.

Los valores medidos tras la introducción con agitación:

- | | |
|----------------|--------------------|
| valor de pH: | 7,5 (24 °C) |
| conductividad: | 18,9 mS/cm (24 °C) |

40 Ensayo de referencia:

En un recipiente de cuello ancho de 6 litros de polietileno (PE) con tapa que cierra herméticamente se dispusieron

- 3038 ml (corresponde a 2981 g) de estiércol líquido de ganado vacuno de la composición descrita (véase 2.1). A continuación se cerró el recipiente de cuello ancho de manera hermética. En la tapa del recipiente de cuello ancho se perforó un orificio, en el que se conectó de manera hermética una bolsa de almacenamiento de gas (volumen nominal 5,6 litros) y en el que se recogió el volumen de gas que se libera. Con esta estructura no pudo penetrar oxígeno del aire en el recipiente de cuello ancho. La mezcla se almacenó durante exactamente 156 días sin agitación o movimiento a una temperatura de 23 ± 1 °C y una presión del aire de 960 a 980 hPa y 493 m sobre cota cero (NHN). En intervalos regulares se cambió la bolsa de almacenamiento de gas llenada, se determinó volumétrica el volumen de gas almacenado así como se analizó la composición de gas por cromatografía de gases.
- 10 Durante el tiempo de desarrollo del ensayo se cambiaron las bolsas de almacenamiento de gas tras 7, 44, 57, 70, 79, 89, 96, 103, 110, 117, 127, 141 y 156 días, se determinó volumétricamente el volumen de gas recogido y se midió la composición de gas por cromatografía de gases.

2.3 Resultados:

- 15 Los volúmenes de gas producidos de metano y dióxido de carbono están representados en la siguiente tabla 2 (véase también la figura 2 - representación gráfica de emisiones de metano y CO₂ del ejemplo 2). Los resultados se refieren a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno por variante de ensayo.

20 Tabla 2: Volúmenes de gas producidos, con respecto a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno

Tiempo de desarrollo del ensayo [Días]	Muestra 1 (referencia)		Muestra 2 (composición 2)	
	Metano [ml]	CO ₂ [ml]	Metano [ml]	CO ₂ [ml]
7	70 [70]	118 [118]	2 [2]	6 [6]
44	11 [81]	5 [123]	3 [5]	5 [11]
57	101 [182]	15 [138]	1 [6]	2 [13]
70	244 [426]	31 [169]	2 [8]	2 [15]
79	190 [616]	26 [195]	2 [10]	2 [17]
89	331 [947]	58 [253]	2 [12]	2 [19]
96	416 [1363]	94 [347]	2 [14]	1 [20]
103	544 [1907]	153 [500]	2 [16]	2 [22]
110	637 [2544]	171 [671]	2 [18]	2 [24]
117	691 [3235]	198 [769]	1 [19]	1 [25]
127	714 [3949]	168 [937]	2 [21]	1 [26]
141	261 [4210]	58 [995]	2 [23]	2 [28]
156	206 [4416]	48 [1043]	2 [25]	2 [30]

- Los valores se refieren al periodo de tiempo, los valores entre paréntesis son los valores acumulados durante todo el espacio de tiempo del ensayo.

Una representación gráfica está reproducida en la figura 2.

2.4 Resumen de los resultados:

- 30 ➤ Emisiones de metano:
Tras 156 días de almacenamiento se liberaron en el ensayo de referencia (muestra 1) 4416 ml de gas metano con respecto a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno. Mediante la adición de 4,25 g de cianamida de calcio en forma de la composición 2 que comprende cianamida de calcio (muestra 2), lo que corresponde a 1,38 kg de composición que comprende cianamida de calcio o a una concentración de cantidad de sustancia de 11,6 mol de

cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, pueden reducirse estas emisiones en un 99,4 % en 25 ml de gas metano.

➤ Emisiones de CO₂:

- 5 En este caso resulta una imagen similar. Tras 156 días de almacenamiento se liberaron en el ensayo de referencia (muestra 1) 1043 ml de gas CO₂ con respecto a 1,000 kg de excrementos líquidos de ganado vacuno. Mediante la adición de 4,25 g de cianamida de calcio en forma de la composición 2 que comprende cianamida de calcio (muestra 2), lo que corresponde a 1,38 kg de composición que comprende cianamida de calcio o a una concentración de cantidad de sustancia de 11,6 mol de cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, pueden reducirse estas emisiones en un 97,1 % en 30 ml de gas CO₂.

**Ejemplo 3 - Ejemplo comparativo con solución de cianamida de hidrógeno
Reducción de la emisión de metano y CO₂ del estiércol de ganado vacuno**

15 3.1 Materias primas:

Estiércol de ganado vacuno fresco (= estiércol):

- De establo de vacas lecheras (municipio Obing, Bayern)
- Sin dilución mediante agua de lavado, agua de limpieza o agua similar
- Sin pajaza
- Extraído de la antecámara del canal de desagüe hacia la fosa de purines
- Análisis:

nitrógeno total:	0,42 %en peso
amonio (NH ₄):	0,23 % en peso (corresponde al 0,18 % de nitrógeno de NH ₄)
nitrógeno de nitrato:	< 20 mg/kg
sustancia seca:	9,69 %en peso
valor de pH:	7,5 (23 °C)
conductividad:	18,0 mS/cm (23 °C)

- 20 Composición que comprende cianamida de hidrógeno (composición 3):
- cianamida de hidrógeno: 50,2 %en peso
 - agua: 49,8 %en peso

3.2 Realización de los ensayos:

- 25 En un recipiente de cuello ancho de 6 litros de polietileno (PE) con tapa que cierra herméticamente se dispusieron 3030 ml (corresponde a 2979 g) de estiércol líquido de ganado vacuno de la composición descrita (véase 3.1). A continuación se añadieron 2,98 g de la composición 3 (corresponde a 0,983 kg de la composición que comprende cianamida de hidrógeno o 12,2 mol de cianamida de hidrógeno por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno) y se introdujeron con agitación. Tras la introducción con agitación se midió el valor de pH y la conductividad en la mezcla, a continuación directamente se cerró el recipiente de cuello ancho de manera hermética. En la tapa del recipiente de cuello ancho se perforó un orificio, en el que se conectó de manera hermética una bolsa de almacenamiento de gas (volumen nominal 5,6 litros) y en el que se recogió el volumen de gas que se libera. Con esta estructura no pudo penetrar oxígeno del aire en el recipiente de cuello ancho. Así se impidió que el CO₂ del aire falsificara los resultados de medición. La mezcla se almacenó durante exactamente 150 días sin agitación o movimiento a una temperatura de 23 ± 1 °C y una presión del aire de 960 a 980 hPa y 493 m sobre cota cero (NHN). En intervalos regulares se cambió la bolsa de almacenamiento de gas llenada, se determinó volumétrica el volumen de gas almacenado así como se analizó la composición de gas por cromatografía de gases.

- 40 Los valores medidos tras la introducción con agitación:
- valor de pH: 7,5 (23 °C)
 - conductividad : 18,0 mS/cm (23 °C)

Ensayo de referencia:

- 45 En un recipiente de cuello ancho de 6 litros de polietileno (PE) con tapa que cierra herméticamente se dispusieron 3075 ml (corresponde a 3023 g) de estiércol líquido de ganado vacuno de la composición descrita (véase 3.1). A continuación se cerró el recipiente de cuello ancho de manera hermética. En la tapa del recipiente de cuello ancho se perforó un orificio, en el que se conectó de manera hermética una bolsa de almacenamiento de gas (volumen nominal 5,6 litros) y en el que se recogió el volumen de gas que se libera. Con esta estructura no pudo penetrar oxígeno del

aire en el recipiente de cuello ancho. La mezcla se almacenó durante exactamente 150 días sin agitación o movimiento a una temperatura de 23 ± 1 °C y una presión del aire de 960 a 980 hPa y 493 m sobre cota cero (NHN). En intervalos regulares se cambió la bolsa de almacenamiento de gas llenada, se determinó volumétrica el volumen de gas almacenado así como se analizó la composición de gas por cromatografía de gases.

5 Durante el tiempo de desarrollo del ensayo se cambiaron las bolsas de almacenamiento de gas tras 11, 57, 66, 78, 88, 95, 106, 120, 137 y 150 días, se determinó volumétricamente el volumen de gas recogido y se midió la composición de gas por cromatografía de gases.

10 3.3 Resultados:

Los volúmenes de gas producidos de metano y dióxido de carbono están representados en la siguiente tabla 3 (véase también la figura 3 - representación gráfica de emisiones de metano y CO₂ del ejemplo comparativo 3). Los resultados se refieren a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno por variante de ensayo.

15 **Tabla 3:** Volúmenes de gas producidos, con respecto a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno

Tiempo de desarrollo del ensayo [Días]	Muestra 1 (referencia)		Muestra 2 (composición 3)	
	Metano [ml]	CO ₂ [ml]	Metano [ml]	CO ₂ [ml]
11	41 [41]	31 [31]	2 [2]	4 [4]
57	44 [85]	6 [37]	3 [5]	8 [12]
66	325 [410]	38 [75]	4 [9]	2 [14]
78	319 [729]	35 [110]	12 [21]	3 [17]
88	375 [1104]	66 [176]	29 [50]	6 [23]
95	444 [1548]	100 [276]	43 [93]	9 [32]
106	296 [1844]	43 [319]	59 [152]	14 [46]
120	67 [1911]	7 [326]	66 [218]	17 [63]
137	17 [1928]	2 [328]	38 [256]	7 [70]
150	3 [1931]	2 [330]	13 [269]	2 [72]

Los valores se refieren al periodo de tiempo, los valores entre paréntesis son los valores acumulados durante todo el espacio de tiempo del ensayo. Una representación gráfica está reproducida en la figura 3.

20 3.4 Resumen de los resultados:

➤ Emisiones de metano:

25 Tras 150 días de almacenamiento se liberaron en el ensayo de referencia (muestra 1) 1931 ml de gas metano con respecto a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno. Mediante la adición de 2,98 g de cianamida de hidrógeno en forma de la composición 3 (muestra 2), lo que corresponde a 0,983 kg de composición que comprende cianamida de hidrógeno o a una concentración de cantidad de sustancia de 12,2 mol de cianamida de hidrógeno por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, pueden reducirse estas emisiones en un 82,9 % en 330 ml de gas metano. Además pudo medirse ya tras 78 días de almacenamiento un desarrollo de metano significativo.

➤ Emisiones de CO₂:

30 Tras 150 días de almacenamiento se liberaron en el ensayo de referencia (muestra 1) 330 ml de gas CO₂ con respecto a 1,000 kg de excrementos líquidos de ganado vacuno. Mediante la adición de 2,98 g de cianamida de hidrógeno en forma de la composición 3 (muestra 2), lo que corresponde a 0,983 kg de composición que comprende cianamida de hidrógeno o a una concentración de cantidad de sustancia de 12,2 mol de cianamida de hidrógeno por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, pueden reducirse estas emisiones en un 78,2 % en 72 ml de gas metano.

40 En comparación con el ejemplo 2, donde se añadió una concentración de cantidad de sustancia comparable, sin embargo como composición que comprende cianamida de calcio, son las emisiones de gas en el ejemplo comparativo

- tanto metano como también CO₂ - significativamente más altas en la cantidad absoluta. Además comienzan de nuevo las emisiones de gas después de tiempo esencialmente más corto, en el ejemplo 3 pudo medirse una clara emisión de metano después de 78 días de almacenamiento, en el ejemplo 2 por el contrario no pudo detectarse después de 156 días de almacenamiento aún ninguna emisión de gas significativa.

5

Ejemplo 4

Uso de una composición que comprende cianamida de calcio como agente de detención de la fermentación o inhibidor de la fermentación de una fermentación anaeróbica de estiércol líquido de ganado vacuno y como inhibidor de una degradación microbiana de sustratos orgánicos en estiércol durante su almacenamiento del mismo

10

4.1 Materias primas:

Estiércol de ganado vacuno fresco (= estiércol):

15

- De establo de vacas lecheras (municipio Obing, Bayern)
- Sin dilución mediante agua de lavado, agua de limpieza o agua similar
- Sin pajaza
- Extraído de la antecámara del canal de desagüe hacia la fosa de purines
- Análisis:

nitrógeno total:	0,48 %en peso
amonio (NH ₄):	0,22 % en peso (corresponde al 0,17 % de nitrógeno de NH ₄)
nitrógeno de nitrato:	< 20 mg/kg
sustancia seca:	10,30 %en peso
valor de pH:	6,8 (24 °C)
conductividad:	18,5 mS/cm (24 °C)

Composición que comprende cianamida de calcio (composición 1):

- | | |
|--------------------------|---------------|
| - cianamida de calcio: | 44,0 %en peso |
| - nitrato de calcio: | 11,1 %en peso |
| - hidróxido de calcio: | 13,4 %en peso |
| - carbonato de calcio: | 10,0 %en peso |
| - carbono libre: | 10,0 %en peso |
| - carbonato de magnesio: | 2,3 %en peso |
| - agua: | 9,2 %en peso |

20

Abono "cal nitrogenada que contiene nitrato" que corresponde a A.1. Fertilizante nitrogenado n.º 3 (b) de acuerdo con el Reglamento (CE) n.º 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 2003 relativo a los abonos.

4.2 Realización de los ensayos:

25

En un recipiente de cuello ancho de 6 litros de polietileno (PE) con tapa que cierra herméticamente se dispusieron 3058 ml (corresponde a 3001 g) de estiércol líquido de ganado vacuno de la composición descrita (véase 4.1). A continuación se cerró el recipiente de cuello ancho de manera hermética. En la tapa del recipiente de cuello ancho se perforó un orificio, en el que se conectó de manera hermética una bolsa de almacenamiento de gas (volumen nominal 5,6 litros) y en el que se recogió el volumen de gas que se libera. Con esta estructura no pudo penetrar oxígeno del aire en el recipiente de cuello ancho. Así se impidió que el CO₂ del aire falsificara los resultados de medición. La mezcla se almacenó durante exactamente 110 días sin agitación o movimiento a una temperatura de 23 ± 1 °C y una presión del aire de 960 a 980 hPa y 493 m sobre cota cero (NHN). Durante el tiempo de desarrollo del ensayo se cambiaron las bolsas de almacenamiento de gas tras 7, 44, 57, 70, 79, 89, 96, 103 y 110 días, se determinó volumétricamente el volumen de gas recogido y se midió la composición de gas por cromatografía de gases.

35

En el día de ensayo 110 se colocó el recipiente en una caja de guantes, también denominada glovebox, y se lavó este con nitrógeno hasta que se encontró menos del 0,1 % en volumen de oxígeno en la glovebox. A continuación se desatornilló la tapa del recipiente y se añadieron 6,60 g de la composición 1 (corresponde a 2,16 kg de la composición que comprende cianamida de calcio u 11,9 mol de cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno) y se introdujeron con agitación. Después se atornilló de nuevo inmediatamente la tapa del recipiente, se cerró el recipiente de cuello ancho de manera hermética, se conectó una bolsa de almacenamiento de gas (volumen nominal 5,6 litros) y se almacenó posteriormente sin agitación o movimiento a una temperatura de 23 ± 1 °C y una presión del aire de 960 a 980 hPa y 493 m sobre cota cero (NHN).

40

Tras otros 7, 17, 31 y 46 días, lo que corresponde a 117, 127, 141 y 156 días de tiempo de desarrollo total, se cambiaron las bolsas de almacenamiento de gas, se determinó volumétricamente el volumen de gas almacenado así como se analizó la composición de gas por cromatografía de gases.

5 Ensayo de referencia:

En un recipiente de cuello ancho de 6 litros de polietileno (PE) con tapa que cierra herméticamente se dispusieron 3038 ml (corresponde a 2981 g) de estiércol líquido de ganado vacuno de la composición descrita (véase 4.1). A continuación se cerró el recipiente de cuello ancho de manera hermética. En la tapa del recipiente de cuello ancho se perforó un orificio, en el que se conectó de manera hermética una bolsa de almacenamiento de gas (volumen nominal 5,6 litros) y en el que se recogió el volumen de gas que se libera. Con esta estructura no pudo penetrar oxígeno del aire en el recipiente de cuello ancho. La mezcla se almacenó durante exactamente 156 días sin agitación o movimiento a una temperatura de 23 ± 1 °C y una presión del aire de 960 a 980 hPa y 493 m sobre cota cero (NHN). En intervalos regulares se cambió la bolsa de almacenamiento de gas llenada, se determinó volumétrica el volumen de gas almacenado así como se analizó la composición de gas por cromatografía de gases.

Durante el tiempo de desarrollo del ensayo se cambiaron las bolsas de almacenamiento de gas tras 7, 44, 57, 70, 79, 89, 96, 103, 110, 117, 127, 141 y 156 días, se determinó volumétricamente el volumen de gas recogido y se midió la composición de gas por cromatografía de gases.

20 4.3 Resultados:

Los volúmenes de gas producidos de metano y dióxido de carbono están representados en la siguiente tabla 4 (véase también la figura 4 - representación gráfica de emisiones de metano y CO₂ del ejemplo 4). Los resultados se refieren a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno por variante de ensayo.

25 Tabla 4: Volúmenes de gas producidos, con respecto a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno

Tiempo de desarrollo del ensayo [Días]	Muestra 1 (referencia)		Muestra 2 (a partir del día 110 con composición 1)	
	Metano [ml]	CO ₂ [ml]	Metano [ml]	CO ₂ [ml]
7	70 [70]	118 [118]	70 [70]	113 [113]
44	11 [81]	5 [123]	12 [82]	5 [118]
57	101 [182]	15 [138]	61 [143]	10 [128]
70	244 [426]	31 [169]	208 [351]	22 [150]
79	190 [616]	26 [195]	177 [528]	21 [171]
89	331 [947]	58 [253]	270 [798]	38 [209]
96	416 [1363]	94 [347]	332 [1130]	59 [268]
103	544 [1907]	153 [500]	490 [1620]	115 [383]
110	637 [2544]	171 [671]	576 [2196]	152 [535]
117	691 [3235]	198 [769]	2 [2198]	2 [537]
127	714 [3949]	168 [937]	0 [2198]	0 [537]
141	261 [4210]	58 [995]	0 [2198]	0 [537]
156	206 [4416]	48 [1043]	0 [2198]	1 [538]

Los valores se refieren al periodo de tiempo, los valores entre paréntesis son los valores acumulados durante todo el espacio de tiempo del ensayo. Una representación gráfica está reproducida en la figura 4.

30 4.4 Resumen de los resultados:

➤ Emisiones de metano:

Tras 156 días de almacenamiento se liberaron en el ensayo de referencia (muestra 1) 4416 ml de gas metano con

respecto a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno. El desarrollo de la liberación de metano en la muestra 2 era hasta el día 110 similar a la muestra 1. Mediante la adición de 6,60 g de cianamida de calcio en forma de la composición 1 que comprende cianamida de calcio en el día 110 a la muestra 2, lo que corresponde a 2,16 kg de cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, se detuvo de manera duradera la liberación de metano inmediatamente y durante el tiempo de ensayo continuo. En los 46 días después de la adición de cianamida de calcio en forma de la composición 1 se liberaron tan solo 2 ml de metano.

➤ Emisiones de CO₂:

En este caso resulta una imagen similar. Tras 156 días de almacenamiento se liberaron en el ensayo de referencia (muestra 1) 1043 ml de gas CO₂ con respecto a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno. El desarrollo de la liberación de CO₂ en la muestra 2 era hasta el día 110 similar a la muestra 1. Mediante la adición de 6,60 g de cianamida de calcio en forma de la composición 1 que comprende cianamida de calcio en el día 110 a la muestra 2, lo que corresponde a 2,16 kg de composición que comprende cianamida de calcio o a una concentración de cantidad de sustancia de 11,9 mol de cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, se detuvo de manera duradera la liberación de CO₂ inmediatamente y durante el tiempo de ensayo continuo. En los 46 días después de la adición de cianamida de calcio en forma de la composición 1 se liberaron tan solo 3 ml de CO₂.

Resumen de los resultados del ejemplo 1 a 4

Mediante la adición de 2,93 kg de cianamida de calcio en forma de la composición 1 por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno y posterior puesta en contacto se reduce después de almacenamiento de 156 días la liberación de metano en un 99,7 % y la liberación de CO₂ en un 97,9 % en comparación con el ensayo de referencia. Un resultado muy similar resulta en caso de modo de procedimiento y duración de almacenamiento análogos con la adición de 1,38 kg de cianamida de calcio en forma de la composición 2 por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno. La liberación de metano se reduce en un 99,4 % y la liberación de CO₂ en un 97,1 %. Por el contrario, con la adición de 0,983 kg de solución de cianamida de hidrógeno en forma de la composición 3 por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, lo que corresponde a una concentración de cantidad de sustancia similar en comparación con los ejemplos 2 y 4, tras almacenamiento de 150 días se reduce la liberación de metano solo en un 82,9 % y la liberación de CO₂ solo en un 78,2 % en comparación con el ensayo de referencia. Además se muestra que mediante adición y puesta en contacto de 2,16 kg de cianamida de calcio en forma de la composición 1 por m³ de estiércol de ganado vacuno en un momento en el que el estiércol líquido de ganado vacuno libera de manera masiva metano y CO₂, casi se detiene esta liberación. Así, a partir del momento de la adición y un espacio de tiempo de 46 días se liberan entonces tan solo 2 ml de metano y 3 ml de CO₂ por 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno, en el ensayo de referencia estos son 1872 ml de metano y 372 ml de CO₂ por 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno.

La cantidad absoluta de gases que pueden liberarse tal como metano y dióxido de carbono de estiércoles depende de varios factores:

- tipo y origen del estiércol
- tiempo de permanencia, temperatura y alimentación de oxígeno en forma de aire fresco al estiércol en el canal colector hasta la extracción
- contenido de nutrientes en las excreciones animales como consecuencia de la composición del pienso para los animales útiles

Es evidente esto en los ejemplos 1 a 4. Aunque en estos ejemplos puede usarse estiércol recién extraído en todas partes del mismo tipo y del mismo origen, las cantidades liberadas de metano y dióxido de carbono eran altas de manera diferente entre las referencias.

Ejemplo 5

Reducción de la emisión de metano y CO₂ del estiércol de ganado vacuno

5.1 Materias primas:

Estiércol de ganado vacuno fresco (= estiércol):

- De establo de vacas lecheras (municipio Obing, Bayern)
- Sin dilución mediante agua de lavado, agua de limpieza o agua similar
- Sin pajaza
- Extraído de la antecámara del canal de desagüe hacia la fosa de purines
- Análisis:

nitrógeno total:	0,43 %en peso
amonio (NH ₄):	0,17 % en peso (corresponde al 0,13 % de nitrógeno de NH ₄)
nitrógeno de nitrato:	< 20 mg/kg
sustancia seca:	9,87 %en peso
valor de pH:	7,0 (15 °C)

conductividad: 20,1 mS/cm (15 °C)

Composición que comprende cianamida de calcio (composición 1):

- cianamida de calcio:	44,0 %en peso
- nitrato de calcio:	11,1 %en peso
- hidróxido de calcio:	13,4 %en peso
- carbonato de calcio:	10,0 %en peso
- carbono libre:	10,0 %en peso
- carbonato de magnesio:	2,3 %en peso
- agua:	9,2 %en peso

- 5 **Abono "cal nitrogenada que contiene nitrato" que corresponde a A.1. Fertilizante nitrogenado n.º 3 (b) de acuerdo con el Reglamento (CE) n.º 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 2003 relativo a los abonos.**

Composición que comprende cianamida de calcio (composición 2):

- cianamida de calcio:	67,7 %en peso
- óxido de calcio:	13,2 %en peso
- hidróxido de calcio:	3,2 %en peso
- carbono libre:	13,3 %en peso
- agua	2,6 %en peso

- 10 **Abono "cal nitrogenada" que corresponde a A.1. Fertilizante nitrogenado n.º 3 (a) de acuerdo con el Reglamento (CE) n.º 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de octubre de 2003 relativo a los abonos.**

Composición que comprende cianamida de calcio (composición 4):

- cianamida de calcio:	97,2 %en peso
- óxido de calcio:	2,3 %en peso
- carbonato de calcio:	0,4 %en peso
- agua:	0,1 %en peso

15

Composición que comprende hidróxido de calcio (composición 5):

- hidróxido de calcio:	99,8 %en peso
- agua:	0,2 %en peso

Composición que comprende carbonato de calcio (composición 6):

- carbonato de calcio:	99,9 %en peso
- agua:	0,1 %en peso

- 20 **5.2 Realización de los ensayos:**

Composición 1:

- 25 En un recipiente de cuello ancho de 6 litros de polietileno (PE) con tapa que cierra herméticamente se dispusieron 3008 ml (corresponde a 2976 g) de estiércol líquido de ganado vacuno de la composición descrita (véase 5.1). A continuación se añadieron 6,55 g de la composición 1 (corresponde a 2,18 kg de la composición que comprende cianamida de calcio o 12,0 mol de cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno) y cuidadosamente se introdujeron con agitación. Tras la introducción con agitación se midió el valor de pH y la conductividad en la mezcla, a continuación directamente se cerró el recipiente de cuello ancho de manera hermética.
- 30 En la tapa del recipiente de cuello ancho se perforó un orificio, en el que se conectó de manera hermética una bolsa de almacenamiento de gas (volumen nominal 5,6 litros) y en el que se recogió el volumen de gas que se libera. Con esta estructura no pudo penetrar oxígeno del aire en el recipiente de cuello ancho. Así se impidió que el CO₂ del aire falsificara los resultados de medición. La mezcla se almacenó durante exactamente 170 días sin agitación o movimiento a una temperatura de 23 ± 1 °C y una presión del aire de 960 a 980 hPa y 493 m sobre cota cero (NHN).
- 35 En intervalos regulares se cambió la bolsa de almacenamiento de gas llenada, se determinó volumétrica el volumen de gas almacenado así como se analizó la composición de gas por cromatografía de gases.

Los valores medidos tras la introducción con agitación:

valor de pH: 7,1 (22 °C)
conductividad: 20,4 mS/cm (22 °C)

Composición 2:

En un recipiente de cuello ancho de 6 litros de polietileno (PE) con tapa que cierra herméticamente se dispusieron 2995 ml (corresponde a 2963 g) de estiércol líquido de ganado vacuno de la composición descrita (véase 5.1). A continuación se añadieron 4,15 g de la composición 2 (corresponde a 1,39 kg de la composición que comprende cianamida de calcio u 11,7 mol de cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno) y cuidadosamente se introdujeron con agitación. Tras la introducción con agitación se midió el valor de pH y la conductividad en la mezcla, a continuación directamente se cerró el recipiente de cuello ancho de manera hermética. En la tapa del recipiente de cuello ancho se perforó un orificio, en el que se conectó de manera hermética una bolsa de almacenamiento de gas (volumen nominal 5,6 litros) y en el que se recogió el volumen de gas que se libera. Con esta estructura no pudo penetrar oxígeno del aire en el recipiente de cuello ancho. Así se impidió que el CO₂ del aire falsificara los resultados de medición. La mezcla se almacenó durante exactamente 170 días sin agitación o movimiento a una temperatura de 23 ± 1 °C y una presión del aire de 960 a 980 hPa y 493 m sobre cota cero (NHN). En intervalos regulares se cambió la bolsa de almacenamiento de gas llenada, se determinó volumétrica el volumen de gas almacenado así como se analizó la composición de gas por cromatografía de gases.

Los valores medidos tras la introducción con agitación:

valor de pH: 7,3 (22 °C)
 conductividad: 20,5 mS/cm (22 °C)

Composición 4:

En un recipiente de cuello ancho de 6 litros de polietileno (PE) con tapa que cierra herméticamente se dispusieron 3033 ml (corresponde a 3001 g) de estiércol líquido de ganado vacuno de la composición descrita (véase 5.1). A continuación se añadieron 3,00 g de la composición 4 (corresponde a 0,99 kg de la composición que comprende cianamida de calcio o 12,0 mol de cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno) y cuidadosamente se introdujeron con agitación. Tras la introducción con agitación se midió el valor de pH y la conductividad en la mezcla, a continuación directamente se cerró el recipiente de cuello ancho de manera hermética. En la tapa del recipiente de cuello ancho se perforó un orificio, en el que se conectó de manera hermética una bolsa de almacenamiento de gas (volumen nominal 5,6 litros) y en el que se recogió el volumen de gas que se libera. Con esta estructura no pudo penetrar oxígeno del aire en el recipiente de cuello ancho. Así se impidió que el CO₂ del aire falsificara los resultados de medición. La mezcla se almacenó durante exactamente 170 días sin agitación o movimiento a una temperatura de 23 ± 1 °C y una presión del aire de 960 a 980 hPa y 493 m sobre cota cero (NHN). En intervalos regulares se cambió la bolsa de almacenamiento de gas llenada, se determinó volumétrica el volumen de gas almacenado así como se analizó la composición de gas por cromatografía de gases.

Los valores medidos tras la introducción con agitación:

valor de pH: 7,1 (22 °C)
 conductividad: 20,2 mS/cm (22 °C)

Composición 5:

En un recipiente de cuello ancho de 6 litros de polietileno (PE) con tapa que cierra herméticamente se dispusieron 3044 ml (corresponde a 3012 g) de estiércol líquido de ganado vacuno de la composición descrita (véase 5.1). A continuación se añadieron 1,51 g de la composición 5 (corresponde a 0,50 kg de la composición que comprende hidróxido de calcio o 6,7 mol de hidróxido de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno) y cuidadosamente se introdujeron con agitación. Tras la introducción con agitación se midió el valor de pH y la conductividad en la mezcla, a continuación directamente se cerró el recipiente de cuello ancho de manera hermética. En la tapa del recipiente de cuello ancho se perforó un orificio, en el que se conectó de manera hermética una bolsa de almacenamiento de gas (volumen nominal 5,6 litros) y en el que se recogió el volumen de gas que se libera. Con esta estructura no pudo penetrar oxígeno del aire en el recipiente de cuello ancho. Así se impidió que el CO₂ del aire falsificara los resultados de medición. La mezcla se almacenó durante exactamente 170 días sin agitación o movimiento a una temperatura de 23 ± 1 °C y una presión del aire de 960 a 980 hPa y 493 m sobre cota cero (NHN). En intervalos regulares se cambió la bolsa de almacenamiento de gas llenada, se determinó volumétrica el volumen de gas almacenado así como se analizó la composición de gas por cromatografía de gases.

Los valores medidos tras la introducción con agitación:

valor de pH: 7,3 (22 °C)
 conductividad: 20,2 mS/cm (22 °C)

Composición 6:

En un recipiente de cuello ancho de 6 litros de polietileno (PE) con tapa que cierra herméticamente se dispusieron 2997 ml (corresponde a 2965 g) de estiércol líquido de ganado vacuno de la composición descrita (véase 5.1). A continuación se añadieron 1,48 g de la composición 6 (corresponde a 0,49 kg de la composición que comprende carbonato de calcio o 4,9 mol de carbonato de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno) y cuidadosamente se introdujeron con agitación. Tras la introducción con agitación se midió el valor de pH y la conductividad en la mezcla, a continuación directamente se cerró el recipiente de cuello ancho de manera hermética. En la tapa del recipiente de cuello ancho se perforó un orificio, en el que se conectó de manera hermética una bolsa de almacenamiento de gas

(volumen nominal 5,6 litros) y en el que se recogió el volumen de gas que se libera. Con esta estructura no pudo penetrar oxígeno del aire en el recipiente de cuello ancho. Así se impidió que el CO₂ del aire falsificara los resultados de medición. La mezcla se almacenó durante exactamente 170 días sin agitación o movimiento a una temperatura de 23 ± 1 °C y una presión del aire de 960 a 980 hPa y 493 m sobre cota cero (NHN). En intervalos regulares se cambió la bolsa de almacenamiento de gas llenada, se determinó volumétrica el volumen de gas almacenado así como se analizó la composición de gas por cromatografía de gases.

Los valores medidos tras la introducción con agitación:

valor de pH: 7,1 (22 °C)
 conductividad: 20,2 mS/cm (22 °C)

5.3 Resultados:

Los volúmenes de gas producidos de metano y dióxido de carbono están representados en las siguientes tablas 5 a 9 (véase también la figura 5 a 9 - representación gráfica de emisiones de metano y CO₂ del ejemplo 5). Los resultados se refieren a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno por variante de ensayo.

Tabla 5: Volúmenes de gas producidos, con respecto a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno; referencia de comparación con composición 1 que contiene cianamida de calcio.

Tiempo de desarrollo del ensayo [Días]	Muestra 1 (referencia)		Muestra 2 (composición 1)	
	Metano [ml]	CO ₂ [ml]	Metano [ml]	CO ₂ [ml]
6	88 [88]	113 [113]	7 [7]	31 [31]
32	13 [101]	7 [120]	1 [8]	2 [33]
57	122 [223]	21 [141]	2 [10]	1 [34]
71	471 [694]	93 [234]	1 [11]	1 [35]
79	456 [1150]	92 [326]	1 [12]	1 [36]
88	497 [1647]	95 [421]	1 [13]	0 [36]
97	665 [2312]	94 [515]	1 [14]	2 [38]
104	425 [2737]	68 [583]	0 [14]	1 [39]
111	402 [3139]	66 [649]	0 [14]	0 [39]
118	433 [3572]	62 [711]	1 [15]	0 [39]
127	319 [3891]	82 [793]	0 [15]	1 [40]
139	364 [4255]	110 [903]	0 [15]	0 [40]
153	449 [4704]	99 [1002]	0 [15]	0 [40]
170	229 [4933]	65 [1067]	1 [16]	1 [41]

Los valores se refieren al periodo de tiempo, los valores entre paréntesis son los valores acumulados durante todo el espacio de tiempo del ensayo (véase la figura 5).

Tabla 6: Volúmenes de gas producidos, con respecto a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno; referencia de comparación con composición 2 que contiene cianamida de calcio.

Tiempo de desarrollo del ensayo [Días]	Muestra 1 (referencia)		Muestra 2 (composición 2)	
	Metano [ml]	CO ₂ [ml]	Metano [ml]	CO ₂ [ml]
6	88 [88]	113 [113]	4 [4]	22 [22]

(continuación)

Tiempo de desarrollo del ensayo	Muestra 1 (referencia)		Muestra 2 (composición 2)	
	Metano [ml]	CO ₂ [ml]	Metano [ml]	CO ₂ [ml]
[Días]				
32	13 [101]	7 [120]	2 [6]	1 [23]
57	122 [223]	21 [141]	1 [7]	1 [24]
71	471 [694]	93 [234]	1 [8]	1 [25]
79	456 [1150]	92 [326]	0 [8]	1 [26]
88	497 [1647]	95 [421]	1 [9]	0 [26]
97	665 [2312]	94 [515]	1 [10]	1 [27]
104	425 [2737]	68 [583]	0 [10]	0 [27]
111	402 [3139]	66 [649]	0 [10]	0 [27]
118	433 [3572]	62 [711]	0 [10]	1 [28]
127	319 [3891]	82 [793]	0 [10]	0 [28]
139	364 [4255]	110 [903]	0 [10]	0 [28]
153	449 [4704]	99 [1002]	0 [10]	1 [29]
170	229 [4933]	65 [1067]	1 [11]	1 [30]

Los valores se refieren al periodo de tiempo, los valores entre paréntesis son los valores acumulados durante todo el espacio de tiempo del ensayo (véase la figura 6).

5

Tabla 7: Volúmenes de gas producidos, con respecto a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno; referencia de comparación con composición 4 que contiene cianamida de calcio.

Tiempo de desarrollo del ensayo	Muestra 1 (referencia)		Muestra 2 (composición 4)	
	Metano [ml]	CO ₂ [ml]	Metano [ml]	CO ₂ [ml]
[Días]				
6	88 [88]	113 [113]	46 [46]	60 [60]
32	13 [101]	7 [120]	3 [49]	3 [63]
57	122 [223]	21 [141]	4 [53]	2 [65]
71	471 [694]	93 [234]	4 [57]	2 [67]
79	456 [1150]	92 [326]	2 [59]	1 [68]
88	497 [1647]	95 [421]	1 [60]	0 [68]
97	665 [2312]	94 [515]	7 [67]	2 [70]
104	425 [2737]	68 [583]	18 [85]	3 [73]
111	402 [3139]	66 [649]	68 [153]	8 [81]
118	433 [3572]	62 [711]	97 [250]	13 [94]

(continuación)

Tiempo de desarrollo del ensayo	Muestra 1 (referencia)		Muestra 2 (composición 4)	
	Metano [ml]	CO ₂ [ml]	Metano [ml]	CO ₂ [ml]
[Días]				
6	88 [88]	113 [113]	46 [46]	60 [60]
127	319 [3891]	82 [793]	177 [427]	18 [112]
139	364 [4255]	110 [903]	295 [722]	24 [136]
153	449 [4704]	99 [1002]	564 [1286]	47 [183]
170	229 [4933]	65 [1067]	1025 [2311]	66 [249]

Los valores se refieren al periodo de tiempo, los valores entre paréntesis son los valores acumulados durante todo el espacio de tiempo del ensayo (véase la figura 7).

5

Tabla 8: Volúmenes de gas producidos, con respecto a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno; referencia de comparación con composición 5 que contiene hidróxido de calcio.

Tiempo de desarrollo del ensayo	Muestra 1 (referencia)		Muestra 2 (composición 5)	
	Metano [ml]	CO ₂ [ml]	Metano [ml]	CO ₂ [ml]
[Días]				
6	88 [88]	113 [113]	125 [125]	138 [138]
32	13 [101]	7 [120]	39 [164]	15 [153]
57	122 [223]	21 [141]	124 [288]	21 [174]
71	471 [694]	93 [234]	709 [997]	136 [310]
79	456 [1150]	92 [326]	534 [1531]	121 [431]
88	497 [1647]	95 [421]	654 [2185]	149 [580]
97	665 [2312]	94 [515]	878 [3063]	136 [716]
104	425 [2737]	68 [583]	796 [3859]	108 [824]
111	402 [3139]	66 [649]	623 [4482]	108 [932]
118	433 [3572]	62 [711]	502 [4984]	85 [1017]
127	319 [3891]	82 [793]	411 [5395]	89 [1106]
139	364 [4255]	110 [903]	573 [5968]	89 [1195]
153	449 [4704]	99 [1002]	516 [6484]	84 [1279]
170	229 [4933]	65 [1067]	307 [6791]	82 [1361]

Los valores se refieren al periodo de tiempo, los valores entre paréntesis son los valores acumulados durante todo el espacio de tiempo del ensayo (véase la figura 8).

10

Tabla 9: Volúmenes de gas producidos, con respecto a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno; referencia de comparación con composición 6 que contiene carbonato de calcio.

Tiempo de desarrollo del ensayo [Días]	Muestra 1 (referencia)		Muestra 2 (composición 6)	
	Metano [ml]	CO ₂ [ml]	Metano [ml]	CO ₂ [ml]
6	88 [88]	113 [113]	64 [64]	35 [35]
32	13 [101]	7 [120]	13 [77]	4 [39]
57	122 [223]	21 [141]	112 [189]	12 [51]
71	471 [694]	93 [234]	356 [545]	46 [97]
79	456 [1150]	92 [326]	447 [992]	75 [172]
88	497 [1647]	95 [421]	409 [1401]	77 [249]
97	665 [2312]	94 [515]	555 [1956]	78 [327]
104	425 [2737]	68 [583]	393 [2349]	71 [398]
111	402 [3139]	66 [649]	488 [2837]	75 [473]
118	433 [3572]	62 [711]	413 [3250]	71 [544]
127	319 [3891]	82 [793]	348 [3598]	86 [630]
139	364 [4255]	110 [903]	337 [3935]	108 [738]
153	449 [4704]	99 [1002]	477 [4412]	97 [835]
170	229 [4933]	65 [1067]	201 [4613]	67 [902]

Los valores se refieren al periodo de tiempo, los valores entre paréntesis son los valores acumulados durante todo el espacio de tiempo del ensayo (véase la figura 9).

5

5.4 Resumen de los resultados:

➤ Emisiones de metano:

- Tras 170 días de almacenamiento se liberaron en el ensayo de referencia (muestra 1) 4933 ml de gas metano con respecto a 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno.
- Mediante la adición de 6,55 g de cianamida de calcio en forma de la composición 1 que comprende cianamida de calcio, lo que corresponde a 2,18 kg de composición que comprende cianamida de calcio o a una concentración de cantidad de sustancia de 12,0 mol de cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, pueden reducirse estas emisiones en un 99,7 % en 16 ml de gas metano.
 - Mediante la adición de 4,15 g de cianamida de calcio en forma de la composición 2 que comprende cianamida de calcio, lo que corresponde a 1,39 kg de composición que comprende cianamida de calcio o a una concentración de cantidad de sustancia de 11,7 mol de cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, pueden reducirse estas emisiones en un 99,8 % en 11 ml de gas metano.
 - Mediante la adición de 3,00 g de cianamida de calcio en forma de la composición 4 que comprende cianamida de calcio, lo que corresponde a 0,99 kg de composición que comprende cianamida de calcio o a una concentración de cantidad de sustancia de 12,0 mol de cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, pueden reducirse estas emisiones en un 53,2 % en 2311 ml de gas metano. En donde después de 97 días de almacenamiento solo se liberaron 67 ml de metano, lo que corresponde en este momento a una reducción de gas metano de 2245 ml o 97,1 %. La parte predominante del gas metano se liberó en el tiempo de almacenamiento posterior.
 - Mediante la adición de 1,51 g de hidróxido de calcio en forma de la composición 5 que comprende hidróxido de calcio, lo que corresponde a 0,50 kg de composición que comprende hidróxido de calcio o a una concentración de cantidad de sustancia de 6,7 mol de hidróxido de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, se elevan las emisiones en un 37,7 % en 6791 ml de gas metano.
 - Mediante la adición de 1,48 g de carbonato de calcio en forma de la composición 6 que comprende carbonato de calcio, lo que corresponde a 0,49 kg de composición que comprende carbonato de calcio o a una concentración de cantidad de sustancia de 4,9 mol de carbonato de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, pueden reducirse estas emisiones en un 6,5 % en 4613 ml de gas metano.

➤ Emisiones de CO₂:

En este caso resulta una imagen similar. Tras 170 días de almacenamiento se liberaron en el ensayo de referencia (muestra 1) 1067 ml de gas CO₂ con respecto a 1,000 kg de excrementos líquidos de ganado vacuno.

- 5 - Mediante la adición de 6,55 g de cianamida de calcio en forma de la composición 1 que comprende cianamida de calcio, lo que corresponde a 2,18 kg de composición que comprende cianamida de calcio o a una concentración de cantidad de sustancia de 12,0 mol de cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, pueden reducirse estas emisiones en un 96,2 % en 41 ml de gas CO₂.
- 10 - Mediante la adición de 4,15 g de cianamida de calcio en forma de la composición 2 que comprende cianamida de calcio, lo que corresponde a 1,39 kg de composición que comprende cianamida de calcio o a una concentración de cantidad de sustancia de 11,7 mol de cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, pueden reducirse estas emisiones en un 97,2 % en 30 ml de gas CO₂.
- 15 - Mediante la adición de 3,00 g de cianamida de calcio en forma de la composición 4 que comprende cianamida de calcio, lo que corresponde a 0,99 kg de composición que comprende cianamida de calcio o a una concentración de cantidad de sustancia de 12,0 mol de cianamida de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, pueden reducirse estas emisiones en un 76,7 % en 249 ml de gas CO₂.
- 20 - Mediante la adición de 1,51 g de hidróxido de calcio en forma de la composición 5 que comprende hidróxido de calcio, lo que corresponde a 0,50 kg de composición que comprende hidróxido de calcio o a una concentración de cantidad de sustancia de 6,7 mol de hidróxido de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, se elevan las emisiones en un 27,6 % en 1361 ml de gas CO₂.
- 25 - Mediante la adición de 1,48 g de carbonato de calcio en forma de la composición 6 que comprende carbonato de calcio, lo que corresponde a 0,49 kg de composición que comprende carbonato de calcio o a una concentración de cantidad de sustancia de 4,9 mol de carbonato de calcio por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, pueden reducirse estas emisiones en un 15,5 % en 902 ml de gas CO₂.

Resumen de los resultados del ejemplo 1 a 5

La cantidad absoluta de gases que pueden liberarse tal como metano y dióxido de carbono de estiércoles depende de varios factores:

- 30 - tipo y origen del estiércol
- tiempo de permanencia, temperatura y alimentación de oxígeno en forma de aire fresco al estiércol en el canal colector hasta la extracción
- 35 - contenido de nutrientes en las excreciones animales como consecuencia de la composición del pienso para los animales útiles

Es evidente esto en los ejemplos 1 a 5. Aunque en estos ejemplos puede usarse estiércol recién extraído en todas partes del mismo tipo y del mismo origen, las cantidades liberadas de metano y dióxido de carbono eran altas de manera diferente entre las referencias.

- 40 Mediante la adición de 2,93 kg de cianamida de calcio en forma de la composición 1 por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno y posterior puesta en contacto en el ejemplo 1 se reduce después de almacenamiento de 156 días la liberación de metano en un 99,7 % y la liberación de CO₂ en un 97,9 % en comparación con el ensayo de referencia. Un resultado muy similar resulta en caso de modo de procedimiento y duración de almacenamiento análogos con la adición de 1,38 kg de cianamida de calcio en forma de la composición 2 por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno en el ejemplo 2. La liberación de metano se reduce en un 99,4 % y la liberación de CO₂ en un 97,1 %.

Estos resultados se confirman en el ejemplo 5 incluso con tiempo de almacenamiento más largo. Mediante la adición de 2,18 kg de cianamida de calcio en forma de la composición 1 por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno y posterior puesta en contacto se reduce después de almacenamiento de 170 días la liberación de metano en un 99,7 % y la liberación de CO₂ en un 96,2 % en comparación con el ensayo de referencia. Mediante la adición de 1,39 kg de cianamida de calcio en forma de la composición 2 por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno y posterior puesta en contacto se reduce después de almacenamiento de 170 días la liberación de metano en un 99,8 % y la liberación de CO₂ en un 97,2 %.

- 55 Por el contrario, con la adición de 0,983 kg de solución de cianamida de hidrógeno en forma de la composición 3 por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno, lo que corresponde a una concentración de cantidad de sustancia similar en comparación con los ejemplos 2, 4 y 5, después de almacenamiento de 150 días se reduce la liberación de metano solo en un 82,9 % y la liberación de CO₂ solo en un 78,2 % en comparación con el ensayo de referencia.

- 60 Además se muestra que mediante adición y puesta en contacto de 2,16 kg de cianamida de calcio en forma de la composición 1 por m³ de estiércol de ganado vacuno en un momento en el que el estiércol líquido de ganado vacuno libera de manera masiva metano y CO₂, casi se detiene esta liberación. Así, a partir del momento de la adición y un espacio de tiempo de 46 días se liberan entonces tan solo 2 ml de metano y 3 ml de CO₂ por 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno, en el ensayo de referencia estos son 1872 ml de metano y 372 ml de CO₂ por 1,000 kg de estiércol líquido de ganado vacuno.

5 Sin embargo, la adición de 0,99 kg de cianamida de calcio en forma de la composición 4, que presenta una baja proporción de óxido de calcio (2,3 % en peso) y carbonato de calcio (0,4 % en peso), por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno y posterior puesta en contacto muestra un espacio de tiempo claramente más corto de una liberación de metano y CO₂ reducida, aunque la concentración de cantidad de sustancia añadida de cianamida de calcio fuera igual a las composiciones 1 y 2 en el ejemplo 5.

10 Igualmente se muestra en el ejemplo 5 que una adición con posterior puesta en contacto de 0,50 kg de hidróxido de calcio en forma de la composición 5 por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno eleva incluso la liberación de metano y CO₂ después de almacenamiento de 170 días en comparación con el ensayo de referencia. La adición de 0,49 kg de carbonato de calcio en forma de la composición 6 por m³ de estiércol líquido de ganado vacuno con realización análoga reduce la liberación de metano y CO₂, por el contrario, solo en baja medida. Es tanto más sorprendente la reducción eficaz duradera con 156 días o bien 170 días de la liberación de metano y CO₂ mediante la adición de las composiciones 1 o 2, que presenta una combinación de cianamida de calcio y óxido de calcio/hidróxido de calcio y/o carbonato de calcio. Las cantidades de gas liberadas de los ensayos de referencia de los ejemplos 1 a 5 muestran que tras almacenamiento de 150 a 170 días de estiércol líquido de ganado vacuno se libera de 4,2 a 5,9 veces más volumen de metano que de CO₂. Con consideración del volumen molar (V_m) se libera de 1,5 a 2,1 veces más masa de metano que de CO₂. El metano tiene un potencial de gas de efecto invernadero (Global warming potential, GWP) de 28 de acuerdo con IPCC AR5 con respecto a 100 años. Esto significa que un kilogramo de metano en el intervalo de los primeros 100 años tras la liberación contribuye 28 veces más fuertemente al efecto invernadero que un kilogramo CO₂ (fuente: Wikipedia). Por consiguiente, de acuerdo con la presente invención se proporciona una contribución clara para la reducción de las emisiones de gas de efecto invernadero, sin elevar significativamente el contenido en nitrógeno en el estiércol.

15

20

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la reducción de la emisión de metano y/o dióxido de carbono del estiércol durante su almacenamiento, que comprende las etapas de procedimiento
 - 5 a) proporcionar un tanque de almacenamiento para el estiércol con un volumen X, y
 - b) llenar el tanque de almacenamiento con el estiércol en una cantidad que se corresponde con al menos el 5 % en volumen del volumen X del tanque de almacenamiento, y
 - c) añadir una composición que comprende cianamida de calcio en el tanque de almacenamiento y poner en contacto la composición con el estiércol.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la adición de la composición se realiza antes, durante o después del primer llenado con estiércol.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la adición de la composición
 - i) se realiza de una vez después de o durante la primera adición de una primera cantidad parcial de estiércol en el tanque de almacenamiento, o
 - ii) se realiza en porciones después de cada llenado parcial del tanque de almacenamiento, o
 - iii) se realiza de una vez después de o durante el llenado completo del tanque de almacenamiento con estiércol.
- 20 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones mencionadas anteriormente, **caracterizado por que** el tanque de almacenamiento para el estiércol es un tanque de almacenamiento abierto o un tanque de almacenamiento cerrado.
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones mencionadas anteriormente, **caracterizado por que** la temperatura de almacenamiento del estiércol asciende a de 0 a 60 °C.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones mencionadas anteriormente, **caracterizado por que** la composición comprende del 10 al 100 % en peso de cianamida de calcio.
- 30 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones mencionadas anteriormente, **caracterizado por que** la composición se añade al estiércol como sólido o como suspensión.
8. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la composición se añade al estiércol en una cantidad de 0,5 a 10 kg por 1 m³ de estiércol.
- 35 9. Uso de una composición que comprende cianamida de calcio para la reducción de la emisión de metano y/o dióxido de carbono del estiércol durante su almacenamiento en un tanque de almacenamiento.
10. Uso de una composición que comprende cianamida de calcio como agente de detención de la fermentación o inhibidor de la fermentación de una fermentación anaeróbica de estiércol y/o como inhibidor de una degradación microbiana de sustratos orgánicos en estiércol durante su almacenamiento en un tanque de almacenamiento.
- 40 11. Uso según la reivindicación 9 o 10, **caracterizado por que** la composición comprende del 10 al 100 % en peso de cianamida de calcio.
- 45 12. Uso según la reivindicación 9 o 10, **caracterizado por que** la composición comprende
 - a) del 25 al 95 % en peso de cianamida de calcio,
 - b) del 5 al 40 % en peso de al menos un compuesto del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio, o mezclas de los mismos,
 - c) hasta el 20 % en peso de al menos un nitrato del grupo de nitrato de sodio, nitrato de potasio, nitrato de magnesio y nitrato de calcio, o mezclas de los mismos,
 - d) hasta el 15 % en peso de carbono libre, carbón o grafito, y
 - e) hasta el 10 % en peso de agua.
13. Uso según la reivindicación 9 o 10, **caracterizado por que** la composición comprende
 - a) del 50 al 80 % en peso de cianamida de calcio,
 - b) del 5 al 25 % en peso de al menos un compuesto del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio,

carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio, o mezclas de los mismos,

- c) del 1 al 15 % en peso de carbono libre, carbón o grafito, y
- d) hasta el 10 % en peso de agua.

14. Uso según la reivindicación 9 o 10, **caracterizado por que** la composición comprende

- a) del 35 al 55 % en peso de cianamida de calcio,
- b) del 15 al 35 % en peso de al menos un compuesto del grupo de carbonato de magnesio, hidrogenocarbonato de magnesio, óxido de magnesio, hidróxido de magnesio, carbonato de calcio, hidrogenocarbonato de calcio, óxido de calcio e hidróxido de calcio, o mezclas de los mismos,
- c) del 1 al 20 % en peso de al menos un nitrato del grupo de nitrato de sodio, nitrato de potasio, nitrato de magnesio y nitrato de calcio, o mezclas de los mismos,
- d) del 1 al 15 % en peso de carbono libre, carbón o grafito, y
- e) hasta el 10 % en peso de agua.

5 15. Uso según una de las reivindicaciones mencionadas anteriormente 9 a 14, **caracterizado porque** la composición se usa en forma de un sólido o de una suspensión; y/o porque la composición se usa en una cantidad de 0,5 a 10 kg por 1 m³ de estiércol.

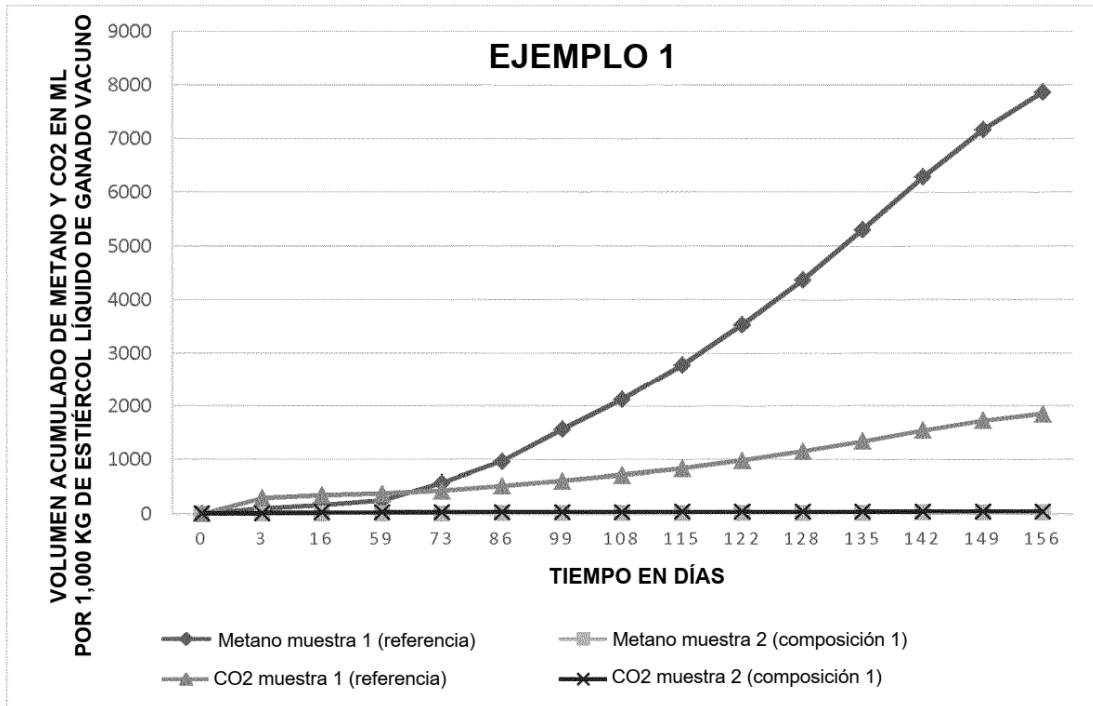


Figura 1

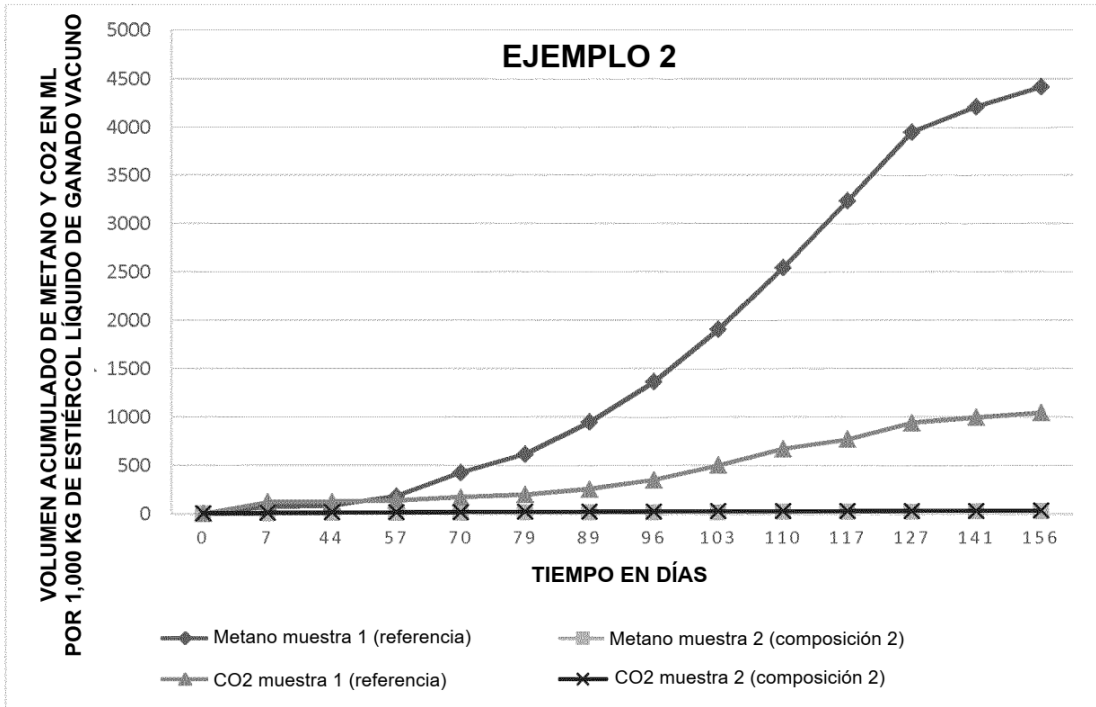


Figura 2

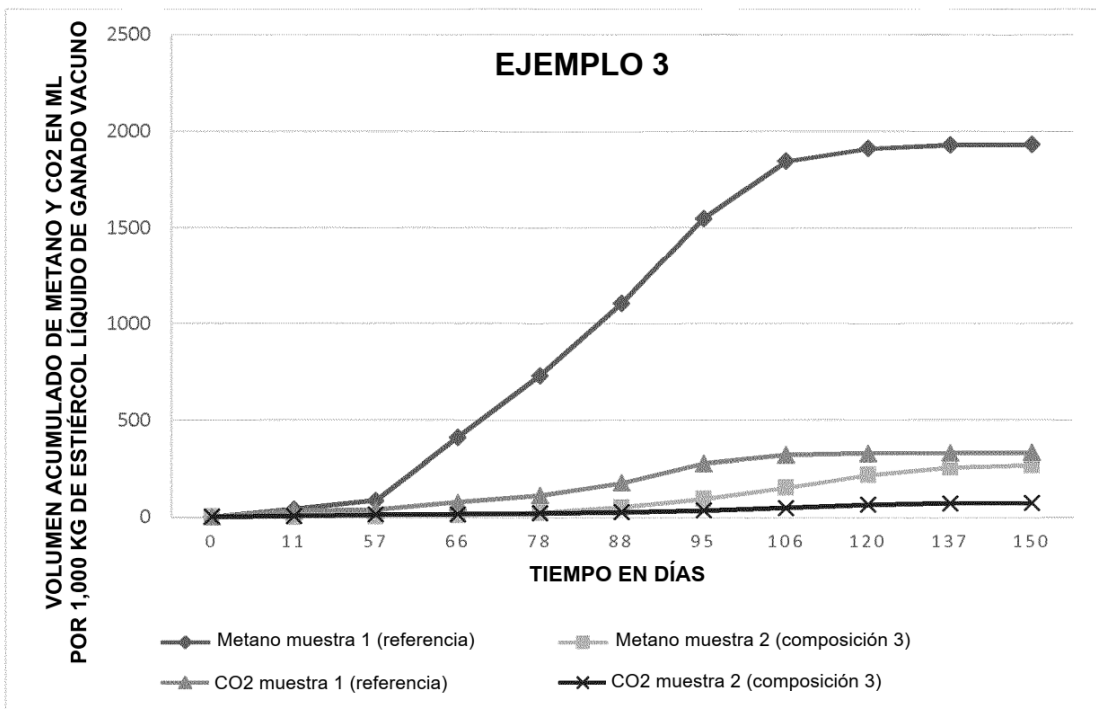


Figura 3

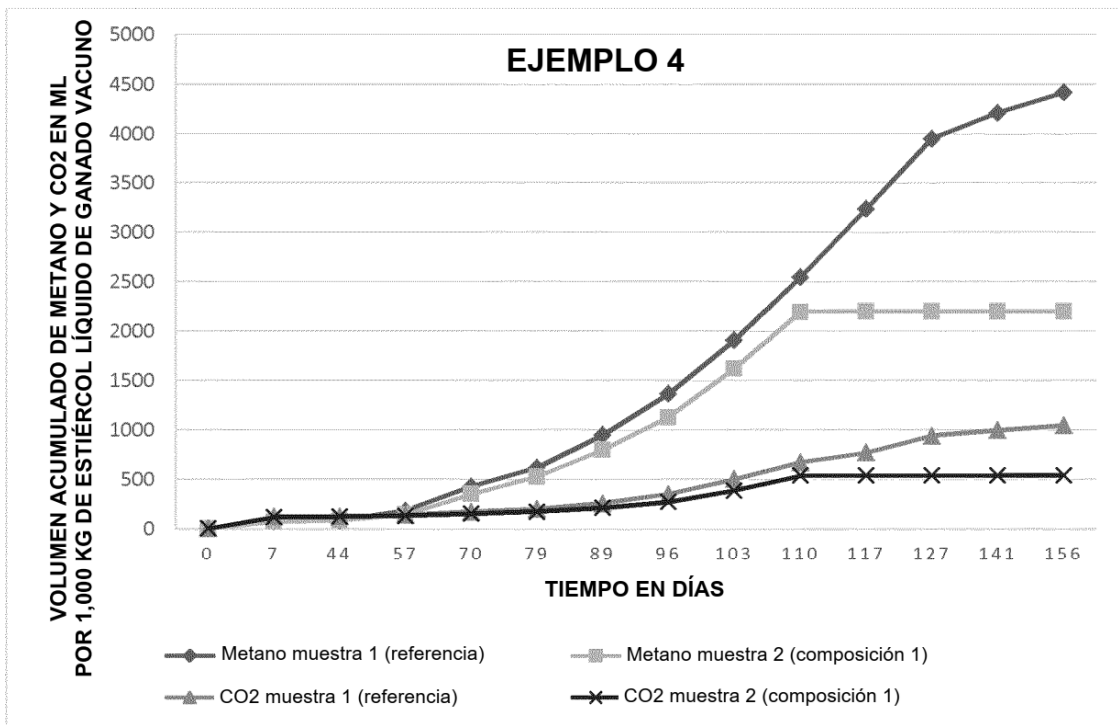


Figura 4

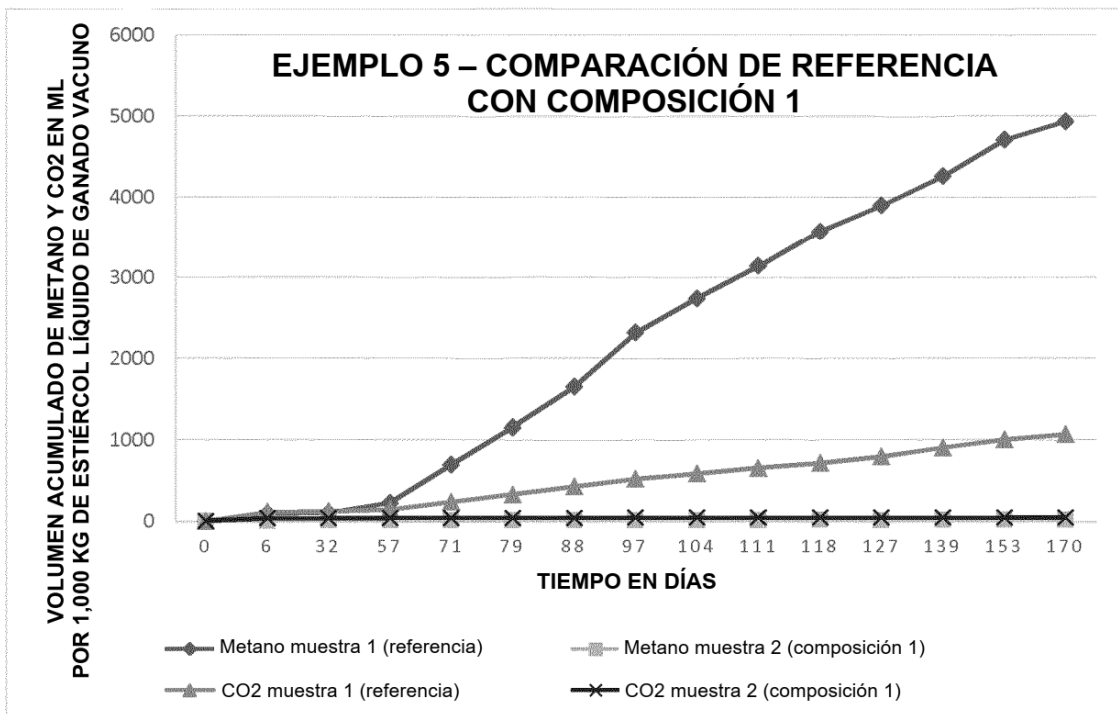


Figura 5

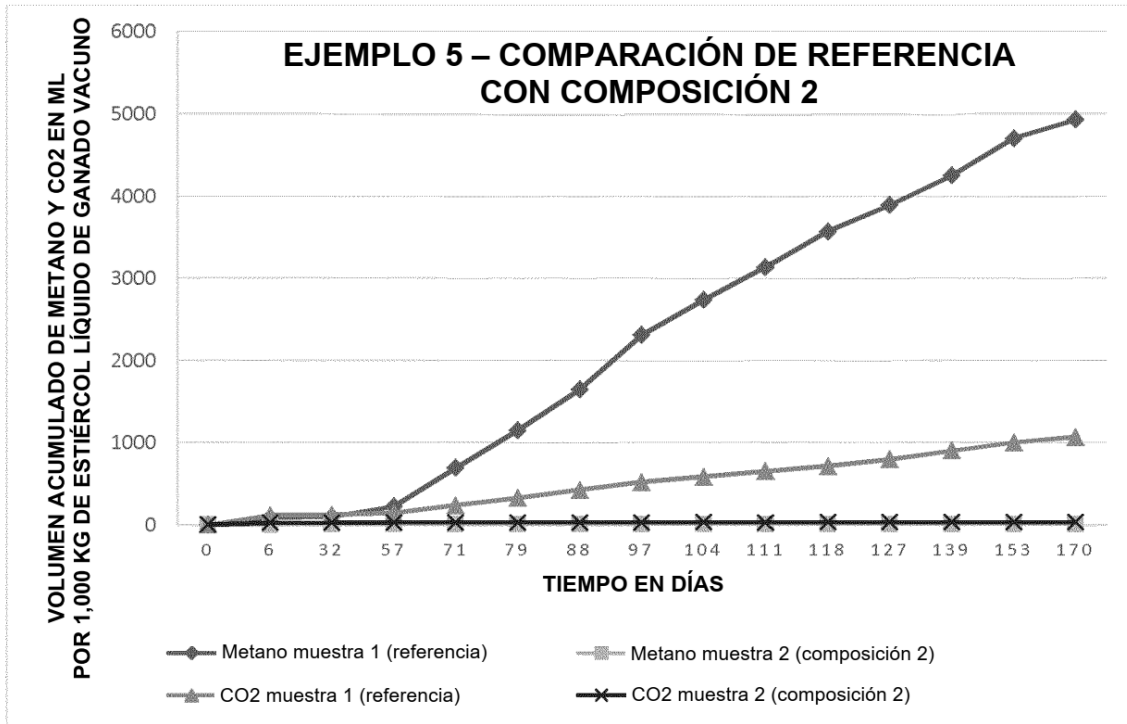


Figura 6

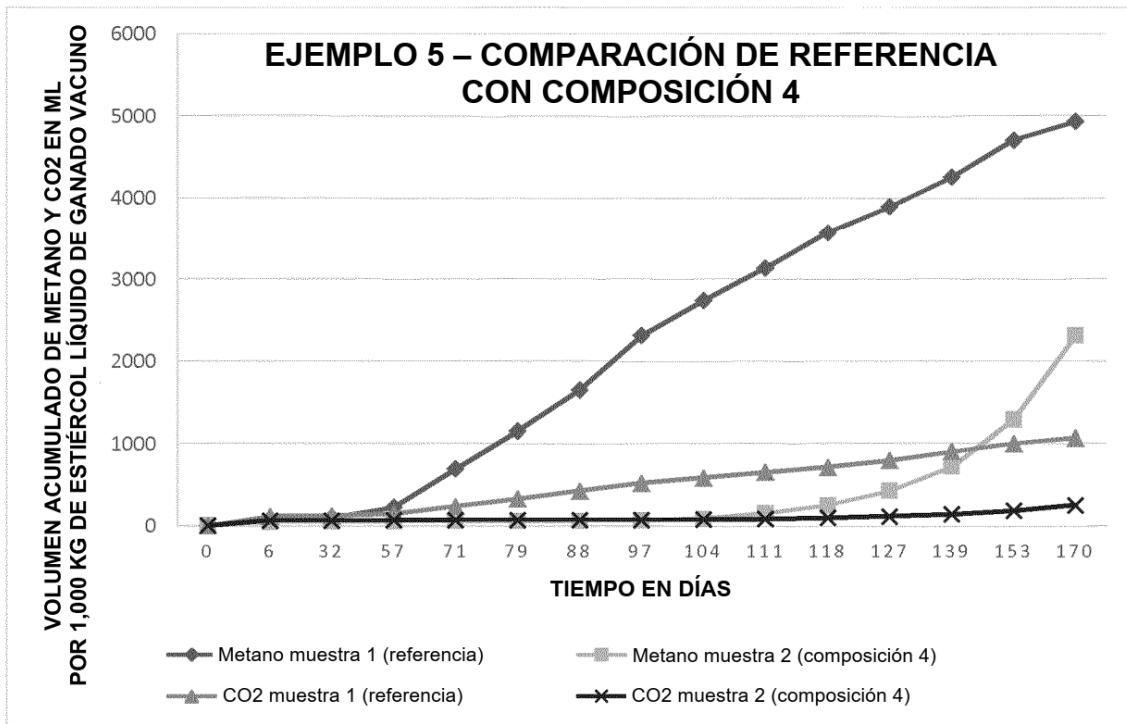


Figura 7

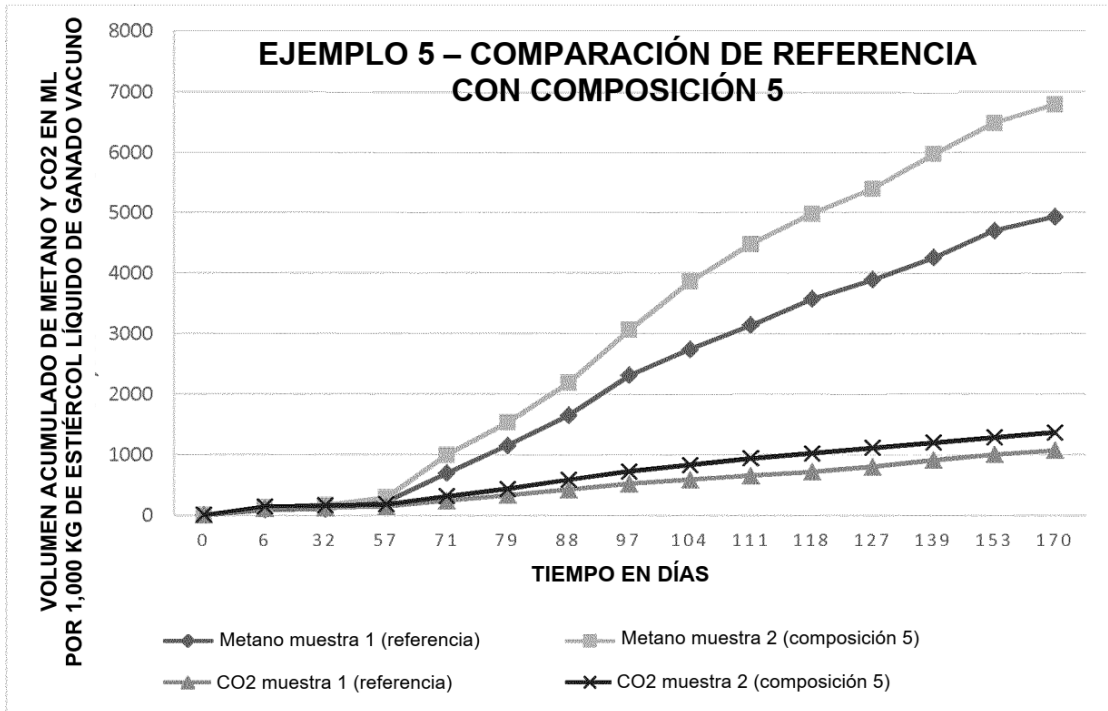


Figura 8

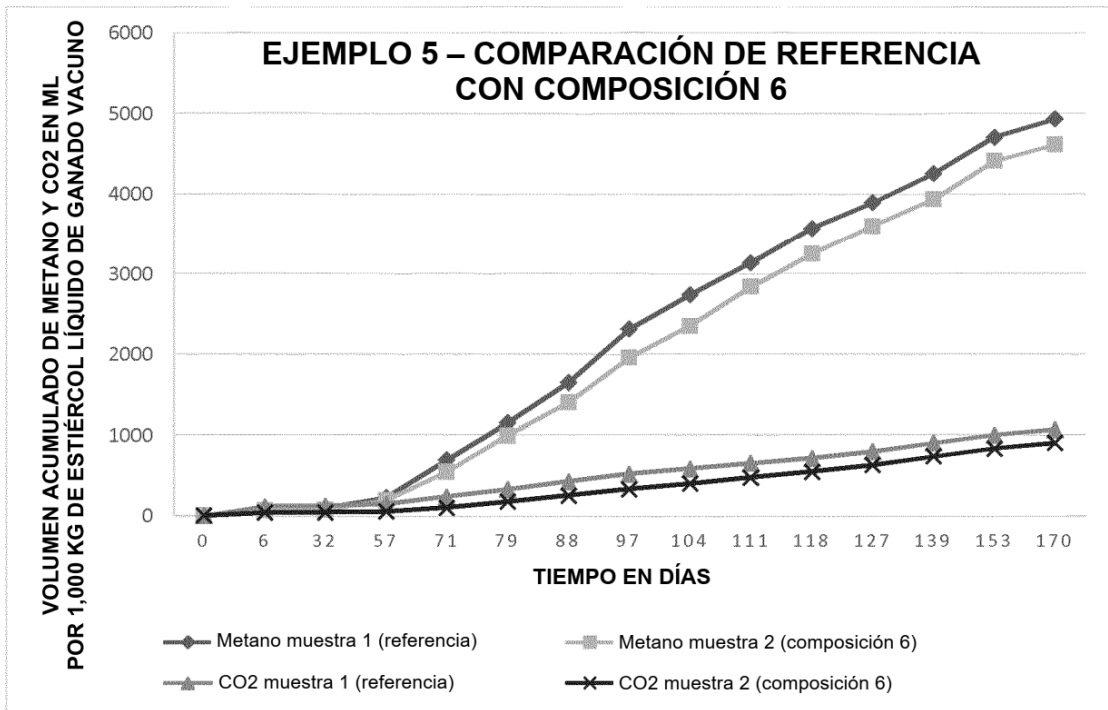


Figura 9