

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 407**

51 Int. Cl.:

C12M 1/16 (2006.01)

C12P 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.07.2014 PCT/DK2014/050220**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.01.2015 WO15007290**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2014 E 14755770 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2019 EP 3022286**

54 Título: **Método para el ciclado de biomásas entre cultivo de hongos y fermentación anaeróbica con biogás, y para separar y secar una biomasa desgastada**

30 Prioridad:

16.07.2013 DK 201300430

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

25.02.2020

73 Titular/es:

**ADVANCED SUBSTRATE TECHNOLOGIES A/S
(100.0%)**

**Virkevangen 13
Assentoft, 8960 Randers SØ, DK**

72 Inventor/es:

**HOFF, SVEND KRISTIAN y
PEDERSEN, LARS JØRGEN**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 744 407 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

Método para el ciclado de biomasa entre cultivo de hongos y fermentación anaeróbica con biogás, y para separar y secar una biomasa desgastada

5

Campo de la divulgación

La presente divulgación se refiere al procesamiento de material de biomasa y la producción de energía renovable. En particular, la divulgación se refiere a un método para la fermentación anaeróbica de un material de biomasa, la producción de biogás y la separación y secado del material de biomasa gastado para producir una fracción sólida fibrosa capaz de usarse como sustrato para cultivar células fúngicas. También se describen métodos combinados para producir biogás y obtener de la biomasa desgastada una fracción sólida fibrosa y usar dicha fracción sólida fibrosa como sustrato para cultivar células fúngicas. También se describe el reciclaje del sustrato fungoso gastado así producido de vuelta a un fermentador de biogás y la complementación del sustrato fungoso gastado con, por ejemplo, biomasa de desechos orgánicos.

Antecedentes de la divulgación

Muchas fuentes de energía tradicionales, tales como, por ejemplo, los combustibles fósiles, se están agotando más rápido de lo que se están haciendo otras nuevas. Los combustibles fósiles son recursos no renovables porque tardan millones de años en formarse. Además, el uso de combustibles fósiles plantea serias preocupaciones ambientales. Las fuentes de energía renovables representan una alternativa prometedora a muchas fuentes de energía tradicionales. La biomasa representa una fuente de energía renovable.

Para que la energía de la biomasa tenga un futuro comercial a largo plazo, el material orgánico debe procesarse para generar formas de energía asequibles, limpias y eficientes, como combustibles líquidos y gaseosos, o electricidad. El procesamiento de biomasa es importante para garantizar una explotación eficiente de la energía de biomasa. Sin embargo, el potencial energético a menudo puede ser difícil de explotar. Una mayor explotación del potencial energético de una biomasa puede dar lugar a una mayor producción de fuentes de energía renovables, como el biogás.

Además, los materiales de biomasa gastados que tienen un contenido reducido de nitrógeno orgánico que pueden mejorarse, esterilizarse y reutilizarse en la producción de muchos productos comestibles.

Se ha llevado a cabo un extenso trabajo científico y de ingeniería sobre la biogásificación de materiales de desecho. La técnica fundamental se basa en un proceso de digestión anaeróbica o fermentación. Sin embargo, los microorganismos anaerobios responsables de la metanogénesis son inhibidos por el amoníaco y las bacterias anaeróbicas metanogénicas son inhibidas y dejan de metabolizar los nutrientes de manera efectiva a altos niveles de concentración de amoníaco.

Los problemas asociados con la inhibición de amoníaco han hecho que las soluciones técnicas actualmente disponibles sean difíciles de operar - especialmente cuando se usan biomasa que contienen cantidades relativamente altas de nitrógeno.

Para mitigar estos problemas, se ha intentado controlar la relación carbono/nitrógeno (C/N) del material de biomasa sometido a fermentación. Sin embargo, las soluciones de vanguardia continúan sufriendo una serie de desventajas. Por ejemplo, ajustar la concentración de amoníaco en un reactor ajustando la relación C/N de la biomasa es un proceso lento, y ajustar la relación C/N puede resultar insuficiente cuando se manipulan biomasa propensas a generar concentraciones de amoníaco relativamente altas durante la digestión anaerobia.

La cocción a presión de cal y la eliminación de amoníaco se han descrito como una forma de reducir la cantidad de nitrógeno orgánico e inorgánico presente en una biomasa para ser sometida a fermentación anaeróbica. Se hace referencia, por ejemplo US 7,883,884.

Además, muchas biomasa complejas contienen componentes macromoleculares que son difíciles de metabolizar para los organismos microbianos que tradicionalmente participan en la producción de biogás. En particular, los componentes macromoleculares, como la celulosa, la hemicelulosa, la lignocelulosa y la lignina, están presentes en muchos materiales de biomasa y solo pueden metabolizarse en un grado limitado durante un proceso de fermentación de biogás.

Existe la necesidad de mejorar y hacer más rentables los métodos de pretratamiento para hacer que los componentes de biomasa recalcitrantes mencionados anteriormente sean más accesibles para muchos organismos microbianos presentes durante las diferentes etapas de la producción de biogás.

5 Resumen de la invención

La presente divulgación se refiere al procesamiento de material de biomasa y la producción de energía renovable. En particular, la divulgación se refiere a un método para la fermentación anaeróbica de un material de biomasa, la producción de biogás y la separación y secado del material de biomasa gastado para producir una fracción sólida fibrosa capaz de usarse como sustrato para cultivar células fúngicas.

Un primer aspecto de la divulgación se refiere a un método para cultivar células fúngicas, comprendiendo dicho método las etapas de

- 15 a. proporcionar un material de biomasa que comprende partes sólidas y líquidas de un fermentador de biogás después de una fermentación anaerobia y producción de biogás,
- b. sometiendo el material de biomasa fermentada de la etapa a) a una o más etapas de separación que den como resultado la provisión de
 - 20 i) una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico, y que tiene un contenido reducido (w/w) de agua, y que comprende uno o más constituyentes de nutrientes macromoleculares seleccionados del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa, lignina y lignocelulosa, y
 - 25 ii) al menos una fracción líquida que comprende partes sólidas y líquidas orgánicas e inorgánicas que contienen fósforo,
- c. sometiendo la fracción sólida fibrosa de la etapa b) a un tratamiento de saneamiento y extracción de N que comprende las etapas de
 - 30 i) calentar la fracción sólida fibrosa a una temperatura de más de 70 °C, opcionalmente bajo condiciones de pH alcalino, y opcionalmente ii) someter la fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico a una presión de más de 1 bar,
 - 35 en donde dicho tratamiento i) reduce o elimina los microorganismos viables presentes en la fracción sólida fibrosa, y ii) reduce el contenido de compuestos volátiles que contienen nitrógeno y/o compuestos volátiles precursores presentes en la fracción sólida fibrosa, y
- d. obtener un sustrato sólido fibroso que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico que tienen un contenido reducido de compuestos volátiles que contienen nitrógeno,
- e. proporcionando células y/o esporas fúngicas,
- f. contactar las células y/o esporas fúngicas con el sustrato sólido fibroso,
- 45 g. cultivar las células y/o esporas fúngicas en dicho sustrato, y
- h. opcionalmente obtener un sustrato fungoso gastado.

50 Definiciones

Fermentación por lotes: Operación de la unidad de un fermentador donde un ciclo de fermentación, por ejemplo, preparación de materia prima, fermentación de biogás, producción de compuestos volátiles y formación de productos se completa antes de que comience el siguiente ciclo de fermentación.

55 Bioenergía: La producción, conversión y uso de material producido directa o indirectamente por la fotosíntesis (incluidos los desechos orgánicos) para fabricar combustibles y sustitutos de productos petroquímicos y otros productos intensivos en energía.

60 Biogás: una mezcla de gases producidos por la descomposición de la materia orgánica en ausencia de oxígeno. El

biogás contiene principalmente metano (CH₄) y también dióxido de carbono (CO₂), y puede tener pequeñas cantidades de sulfuro de hidrógeno (H₂S), humedad y siloxanos.

Material de biomasa: Material orgánico que comprende fuentes fermentables de carbono y nitrógeno capaces de ser utilizadas por organismos microbianos en una fermentación.

Fermentación continua: Un sistema de fermentación en estado estable en el que el sustrato se agrega continuamente a un fermentador mientras que los productos y residuos se eliminan a un ritmo estable.

10 Cocción: Un proceso para convertir el almidón seco y el agua en mosto licuado (agua, cáscaras de grano + germen y dextrinas) utilizando controles de pH, parámetros de temperatura establecidos, controles de sólidos y enzimas.

Deshidratación: La separación del agua libre de la porción de sólidos de, por ejemplo, fracciones sólidas fibrosas, mosto gastado, fango o vinaza entera por cribado, centrifugación, prensado de filtros u otros medios.

15 Digestato: Fracción sólida obtenida de la fermentación anaerobia y la producción de biogás. Un digestato comprende una fracción fibrosa, sólidos no fibrosos, como minerales, y una fracción líquida. La digestión anaerobia produce dos productos principales: digestato y biogás.

20 Material de la biomasa como materia prima: Una sustancia utilizada como materia prima en una fermentación.

Fermentación: Conversión biológica de materiales de biomasa. La fermentación es una de varias etapas en el procesamiento de biomasa. Una fermentación es colectivamente todos los procesos metabólicos involucrados en la conversión de azúcares fermentables en uno o más productos finales de fermentación, como por ejemplo gases, ácidos y alcoholes.

Fibra / material fibroso: Fracción residual de origen vegetal y parte de un digestato resultante de una fermentación anaerobia y producción de biogás. La composición química de un material o fracción fibrosa puede comprender o consistir, por ejemplo, en celulosa y hemicelulosa, lignina, lignocelulosa y componentes vegetales adicionales, tales como, por ejemplo, dextrinas, inulina, quitinas, pectinas y beta-glucanos N-mineralizaciones: Proceso de conversión de amonio (iones) en amoníaco (gas). Separador de N: Proceso de eliminación de compuestos volátiles que contienen nitrógeno por evaporación.

35 Agua de N: Fracción líquida residual que comprende pequeñas cantidades de compuestos que contienen nitrógeno en gran medida inorgánico.

NH₃: Amoníaco gaseoso: inhibidor de una fermentación de biogás en altas concentraciones. Un ejemplo de un compuesto volátil que contiene nitrógeno.

40 NH₄⁺: Iones amonio o sal de amonio. Capaz de convertirse en amoníaco gaseoso. Un ejemplo de un compuesto precursor de un compuesto volátil que contiene nitrógeno.

45 Permeado: Fracción líquida resultante de un proceso de separación en el que un material de biomasa se separa en una fracción sólida fibrosa y una o más fracciones líquidas que comprenden materia sólida y líquida. El permeado es una fracción esencialmente líquida sin sustancias sólidas.

Material de biomasa predigerido: Alimentar material de biomasa para una fermentación anaerobia obtenida de una fermentación anaerobia realizada previamente.

50 Fangos: Estiércol con una concentración total de sólidos de entre aproximadamente 5 y 15 por ciento. Los fangos son bombeables. Por encima de una concentración total de sólidos del 15 por ciento, los fangos son semisólidos con un ángulo de reposo insignificante y se pueden raspar pero no apilar para su almacenamiento.

55 Eliminación de compuestos volátiles: Proceso de realizar una evaporación bajo condiciones en las que los compuestos volátiles estarán presentes en forma gaseosa.

Descripción de los dibujos

60 La figura 1 ilustra el principio de producir biogás que comprende operar uno o más reactores de biogás y una o más fermentación(s) de diferentes biomazas; directamente en una instalación de fermentación (reactores termo o

mesófilos) para desechos normales y fáciles de manejar, y en una realización según la presente divulgación, después de un pretratamiento basado en el tipo y la complejidad de la biomasa, como un pretratamiento termoquímico, como por ejemplo: la cocción a presión de cal que da como resultado la eliminación del amoníaco N.

- 5 Mientras que los reactores de biogás convencionales se pueden operar usando, por ejemplo, estiércol, materiales de desecho orgánicos, ensilaje de maíz, suero y desechos lácteos, fango de la producción de queso, así como aceites vegetales, los reactores de biogás operados según la presente divulgación se pueden operar usando una amplia gama de materiales orgánicos que tienen un alto contenido de nitrógeno, como los desechos complejos, especialmente cuando se emplea un primer paso de fermentación en una unidad de instalación de fermentación
10 previa (indicada como un reactor previo), donde el objetivo principal es la eliminación del primer sólido volátil como el nitrógeno en lugar de la producción de biogás.

15 La figura 2 ilustra un flujo de proceso para diversos tipos de biomasa según una realización según la presente divulgación. El estiércol más simple y los desechos agrícolas se tratan directamente en la instalación de fermentación (digestor mesofílico) después de mezclarlos en M3 y M4. El material de desecho industrial se envía al digestor mesofílico después de haberse sometido a una etapa de digestión termofílica.

20 El desecho puede experimentar primero una etapa de mezcla en el mezclador M2. Para el estiércol y/o algunos desechos de categoría II, se emplea un tratamiento termoquímico en la unidad de presión (olla a presión) antes de enviar los desechos a la instalación de fermentación. La olla a presión está operativamente conectada con un separador de N para eliminar el nitrógeno producido durante el proceso de hidrólisis en la unidad de presión.

25 Para desechos complejos y algunos desechos de categoría II, se realiza una etapa de pre-tratamiento adicional en el pre-reactor antes del tratamiento termoquímico, para maximizar la conversión de N orgánico y proteína. El pre-reactor está conectado operativamente con una unidad separadora de N y saneamiento, para pasar antes de enviar la primera biomasa fermentada desinfectada para el tratamiento termoquímico en el pre-reactor, seguido de la fermentación para la producción de biogás. Como parte del post-procesamiento, se pueden emplear técnicas de separación para obtener valiosos recursos recuperables como N, P, K, agua.

30 La figura 3 ilustra un diagrama del sistema para emplear el proceso según una realización según la presente divulgación. En particular, el sistema incluye la toma y almacenamiento de existencias de alimentos que proporciona biomasa de categoría II y/o compleja para la generación de biogás utilizando la primera unidad de instalación de fermentación (pre-fermentadores) y la unidad de separación de N y de saneamiento. El separador y la unidad de saneamiento se conectan a la unidad de presión (olla a presión) donde se produce la hidrólisis. Las unidades de
35 presión están a su vez conectadas a la instalación de fermentación que puede incluir una pluralidad de digestores termofílicos o mesofílicos potencialmente interconectados.

40 En otras realizaciones según la presente divulgación, hay una instalación de alimentación de biomasa directamente a la unidad de presión (véase desechos líquidos I, II y III), la biomasa alimentada directamente se envía luego a la instalación de fermentación después de la hidrólisis en la unidad de presión. En otra realización según la presente divulgación, la biomasa también puede alimentarse directamente a la instalación de fermentación, ya sea directamente a los fermentadores termofílicos o directamente a los fermentadores mesofílicos o en secuencia, como se muestra por los desechos líquidos IV, V y VI o por alimentación de glicerina, aceite vegetal, leche y suero. En otra
45 realización según la presente divulgación, los prefermentadores de la instalación de prefermentación también están conectados directamente a los fermentadores de la instalación de fermentación. En otra realización más según la presente divulgación, se proporciona un circuito cerrado entre la unidad de presión y los prefermentadores para permitir una mayor fermentación del material de biomasa.

50 La figura 4 ilustra un diagrama de bloques del sistema para manejar desechos complejos según una realización según la presente divulgación. La biomasa se fermenta por primera vez en la instalación del pre-reactor, luego la primera biomasa fermentada se desvía a la unidad de extracción y saneamiento. El amoníaco generado durante la primera fermentación se elimina y se absorbe. La primera biomasa fermentada desinfectada se somete a cocción a presión (con o sin adición de cal) en la unidad de presión y el amoníaco generado durante esta etapa se elimina y se absorbe. La biomasa hidrolizada con contenido reducido de N luego se desvía a los fermentadores para la
55 fermentación anaerobia y la producción de biogás. Parte de la biomasa que se fermenta en los fermentadores puede ser desviada de regreso a los prefermentadores, donde la cantidad actúa como un cultivo iniciador para facilitar el inicio de la fermentación en los prefermentadores. En algunas situaciones, la primera biomasa fermentada puede omitir el tratamiento termoquímico en la unidad de presión y puede enviarse directamente a los fermentadores para la producción de biogás.

60

Las figuras 5 y 6 ilustran los principios del manejo y procesamiento de un material de biomasa según los métodos seleccionados de la presente descripción. Las biomásas con alto contenido de materia seca y fibra se muelen y se mezclan con tipos de biomásas más húmedas en el Bio-Mixer y desde allí conducen al Feed-Mixer donde finalmente se mezclan con biomasa precalentada y el separador de N para obtener el secado deseado contenido de materia y temperatura antes de agregarse al Reactor meso Madre o pre-reactores (PI - PIV)

El reactor Meso Madre es un reactor de biogás normal que funciona a 35-38 dg C, contenido de materia seca -12 - 15% y tiempo de retención promedio de 12-15 días. Los pre-reactores son reactores de lotes más pequeños operados a 35-38 dg C, contenido de materia seca 15-18% y tiempo de retención promedio de 8-10 días + 1 día para “eliminar y vaciar” y 1 día para “recarga”, para obtener el mayor contenido posible de NH₄⁺-N antes de que el proceso sea “eliminado” al agregar CaO.

Desde los pre-reactores la biomasa parcialmente desgasificada se bombea al departamento de Sep y Sed (separación y sedimentación) y aquí se divide en las fracciones deseadas (fibras, concentrado, sedimento de P y permeado) o se conduce directamente al separador de N. La fibra se seca en el secador de tambor para evaporar los componentes inorgánicos de N y el agua.

Concentrado, con un alto contenido de NH₄⁺-N, se lleva al extractor de N y después de la extracción de N se recicla como material de alimentación valioso y calentado al Feed-Mixer. El sedimento de P con alto contenido de P y bajo contenido de materia seca volátil se seca en el secador de tambor y se convierte en fertilizantes de P secos de alto valor. Permeado: alto en contenido de NH₄⁺-N pero bajo en contenido de Org N y P se lleva al extractor de N y después de la extracción de N se recicla de nuevo como primera dilución y calentamiento del material de alimentación al Feed-Mixer.

La figura 7 ilustra el principio de secar una fracción sólida fibrosa usando un secador de tambor alimentado con astillas de madera de baja calidad y/o desechos de madera.

El aire de combustión se toma del área de producción y se crea un poco de presión para reducir o eliminar preferiblemente la emisión de olores y odorantes al ambiente circundante.

El vapor de escape del secador de tambor con su contenido de energía, agua, componentes inorgánicos de N, olores y sustancias volátiles se inyectan en biomasa predigerida, concentrado o permeado de Sep y Sed en las unidades de extracción de N y se integran como parte de biomasa del extractor de N y calentada.

Se agrega CoA para asegurar el efecto óptimo de la extracción de N. El extractor de N gaseoso se absorbe en absorbentes y se fija en un fertilizante líquido NS agregando por H₂SO₄. La parte de agua de los absorbentes se recolecta como agua de N y se utiliza en la producción de alimentos nuevos y en la agricultura para fines de riego o se recicla de nuevo al Feed-Mixer como segunda dilución y calentamiento del material de alimentación.

La figura 8 ilustra un sustrato de hongo como una mezcla de fibra seca de biomasa parcialmente desgasificada, así como otros tipos específicos de fibras y agua de N. Del sustrato, el hongo toma agua y parte de nutrientes y descompone la celulosa, la hemicelulosa, la lignina y otros componentes para obtener C. De 1,2 kg de sustrato se producen 0,2 kg de hongos exóticos (por ejemplo, Enokitake o Eryngii) y 1 kg de sustrato de hongo gastado o biomasa pretratada adecuada como material de alimentación básico para biogás.

La figura 9 ilustra un principio para separar y sedimentar un material de biomasa de una fermentación anaerobia. La biomasa parcialmente desgasificada se bombea a la entrada del 1st tamiz vibratorio y se separa en una fracción sólida fibrosa, sedimento de P, concentrado y permeado.

La fig. 10 ilustra los datos en la tabla 6 (ver ejemplos)

Descripción detallada de la divulgación

La presente invención es tal y como se define en las reivindicaciones.

La presente divulgación generalmente se refiere a un método combinado para fabricar y reciclar una fracción sólida fibrosa obtenida de una fermentación anaerobia de biogás para cultivar células de basidiomiceto, y posteriormente usar el sustrato de basidiomiceto gastado como material de biomasa de alimentación en la fermentación anaerobia de biogás a partir de la cual se obtuvo la fracción sólida fibrosa utilizada para el cultivo de las células de basidiomiceto.

En un aspecto según la presente divulgación, se proporciona un método para fabricar un sustrato sólido fibroso adecuado para cultivar células de Basidiomiceto.

- 5 En otro aspecto según la presente divulgación, se proporciona un método para cultivar células fúngicas, que incluyen células de Basidiomiceto, y/o esporas, en un sustrato sólido fibroso.

En otro aspecto adicional según la presente divulgación, se proporciona un método para reciclar materiales de biomasa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico seleccionadas de materiales de biomasa sustrato de especies fúngicas gastadas y materiales de biomasa fermentada desgasificada.

En otro aspecto adicional según la presente divulgación, se proporciona un método para controlar la composición de nutrientes de un sustrato sólido fibroso adecuado para cultivar células de Basidiomiceto.

- 15 En otro aspecto adicional según la presente divulgación, se proporciona un método para controlar el contenido de humedad y la composición de nutrientes de una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico adecuadas para cultivar células de Basidiomiceto.

En otro aspecto adicional según la presente divulgación, se proporciona un método para separar y secar un material de biomasa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico, y proporcionar un sustrato sólido fibroso adecuado para cultivar células de Basidiomiceto.

En otro aspecto adicional según la presente divulgación, se proporciona un método para reducir el contenido de compuestos de nitrógeno inorgánico en una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico de un material de biomasa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico y que proporciona un componente fibroso sustrato sólido adecuado para cultivar células de basidiomicetos.

En otro aspecto adicional según la presente divulgación, se proporciona un método para aumentar la cantidad relativa de contenido de nitrógeno orgánico de una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico de un biomaterial después de la fermentación y la producción de biogás.

En otro aspecto más según la presente divulgación, se proporciona un método para fraccionar un material de biomasa y obtener a) una fracción sólida fibrosa que comprende partes sólidas y líquidas, dicha fracción sólida fibrosa que comprende además partes de nitrógeno orgánico e inorgánico, b) en al menos una fracción líquida que comprende partes sólidas y líquidas, y c) una fracción o sedimento que contiene fósforo.

En otro aspecto adicional según la presente divulgación, se proporciona un método para producir un biogás por fermentación anaeróbica de un material de biomasa.

40 En otro aspecto adicional según la presente divulgación, se proporciona un método para producir biogás y gases que comprenden compuestos volátiles que contienen nitrógeno mediante fermentaciones anaeróbicas secuenciales y extrayendo al menos parcialmente dichos compuestos volátiles que contienen nitrógeno, incluido amoníaco, de la biomasa fermentada materiales que comprenden partes orgánicas e inorgánicas.

45 En otro aspecto adicional según la presente divulgación, se proporciona un método para producir biogás y reducir o eliminar la emisión de una instalación de fermentación de biogás de olores indeseables en forma de gases que comprenden compuestos volátiles que contienen nitrógeno, y opcionalmente también que contiene azufre compuestos, por fermentaciones anaeróbicas secuenciales y la extracción de al menos parcialmente dichos compuestos volátiles que contienen nitrógeno, y opcionalmente también dichos compuestos volátiles que contienen azufre, incluido amoníaco y, cuando está presente, sulfuro de hidrógeno, de los materiales de biomasa fermentada que comprenden partes orgánicas e inorgánicas.

En otro aspecto adicional según la presente divulgación, se proporciona un método para la fermentación secuencial de un material de biomasa.

55 En otro aspecto adicional según la presente divulgación, se proporciona un método para obtener un material de biomasa de alimentación adecuado para usar en una fermentación anaerobia de biogás.

En otro aspecto adicional según la presente divulgación, se proporciona un método para fermentar secuencial y diferencialmente un material de biomasa que comprende diferentes fuentes de bioenergía.

En otro aspecto más según la presente divulgación, se proporciona un método para producir y recoger primer y segundo compuestos volátiles a través de fermentaciones secuenciales de un material de biomasa fermentable.

- 5 El procesamiento de materiales de biomasa antes de la fermentación anaerobia de biogás y la extracción de amoníaco de N antes de realizar la fermentación de biogás no siempre es suficiente para evitar una inhibición indeseable de las bacterias productoras de biogás por amoníaco no extraído durante la etapa de pretratamiento.

10 Existe la necesidad de mejorar el procesamiento y la eliminación de sólidos volátiles de las biomásas antes de que dichas biomásas se sometan a etapas de pretratamiento, por ejemplo, que implican etapas de procesamiento termoquímico, tales como, por ejemplo, cocción a presión de cal.

También existe la necesidad de métodos novedosos e innovadores para extraer el amoníaco de N de diferentes biomásas, tales como materiales de biomasa que tienen un alto contenido de N.

- 15 Además, existe la necesidad de mejorar la eficiencia de las fermentaciones anaerobias de biogás y su capacidad de utilizar constituyentes de nutrientes macromoleculares seleccionados en particular de celulosa, hemicelulosa, lignina y lignocelulosa.

- 20 La presente divulgación facilita el procesamiento eficiente de biomasa y una mayor producción de energía renovable a partir del procesamiento y la fermentación anaeróbica de una amplia variedad de materiales de biomasa.

25 Muchos tipos de biomasa/materiales orgánicos tienen un alto potencial energético que puede explotarse procesando el material de biomasa. Una forma de procesar un material orgánico es realizar una fermentación anaeróbica que resulta en la producción de biogás. Este proceso representa la conversión de un potencial energético en una fuente de energía fácilmente utilizable.

30 Hay cuatro etapas biológicas y químicas clave de una fermentación anaeróbica: hidrólisis; acidogénesis; acetogénesis; y metanogénesis. Para que las bacterias en condiciones anaerobias puedan explotar el potencial energético de los materiales orgánicos utilizados como sustratos, las macromoléculas presentes en los materiales de biomasa deben descomponerse inicialmente en sus partes constituyentes más pequeñas. El proceso de romper las estructuras macromoleculares implica inicialmente una hidrólisis y/o una oxidación de las estructuras macromoleculares. La descomposición de los componentes macromoleculares presentes en los materiales de biomasa puede tener lugar ventajosamente, por ejemplo, durante una etapa de procesamiento de pretratamiento

35 antes de la fermentación anaerobia y la producción de biogás.

Las partes constituyentes resultantes, que incluyen monómeros y oligómeros, tales como constituyentes degradados que comprenden residuos de azúcar y/o aminoácidos, pueden ser metabolizados más fácilmente por organismos microbianos involucrados en uno o más de los pasos de la acidogénesis; acetogénesis; y metanogénesis.

40 El acetato y el hidrógeno producidos en las primeras etapas de una fermentación anaerobia pueden ser utilizados directamente por los metanógenos. Otras moléculas, como los ácidos grasos volátiles (AGV) con una longitud de cadena que es mayor que la del acetato, primero deben catabolizarse en compuestos que puedan ser metabolizados directamente por los metanógenos.

45 El proceso biológico de acidogénesis descompone aún más los componentes restantes por bacterias acidogénicas (fermentativas). Aquí, los AGV se crean junto con amoníaco, dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno, así como otros subproductos.

50 La tercera etapa de una fermentación anaerobia es la acetogénesis. Aquí, las moléculas simples creadas a través de la fase de acidogénesis se digieren aún más mediante acetógenos para producir en gran medida ácido acético, así como dióxido de carbono e hidrógeno.

55 La etapa final de una fermentación anaeróbica es la de la metanogénesis. Los metanógenos metabolizan los compuestos intermedios formados durante las etapas anteriores de la fermentación anaeróbica, y estos compuestos se metabolizan en metano, dióxido de carbono y agua. Los compuestos antes mencionados son los principales componentes de un biogás. La metanogénesis es sensible a los pH altos y bajos, y la metanogénesis generalmente ocurre entre pH 6,5 y pH 8.

60 El material orgánico restante no digerible que los microbios presentes en el fermentador de biogás no pueden

metabolizar, junto con los restos bacterianos muertos, constituye el digestato de la fermentación en forma de una fracción sólida fibrosa que puede separarse más de las fermentaciones líquidas y procesadas como se describe a continuación.

- 5 Además de tener un alto potencial energético, muchos materiales de biomasa también tienen un alto contenido de nitrógeno (N). Cuando tales materiales orgánicos se usan como sustratos para convertir materiales orgánicos en bioenergía en una planta de bioenergía, en particular biogás en una planta de biogás, el N orgánico se convertirá gradualmente en amoníaco.
- 10 La formación de amoníaco en una planta de bioenergía, especialmente a niveles altos, representa un problema ya que muchas bacterias productoras de biogás son sensibles a altos niveles de amoníaco, y los altos niveles de amoníaco en un fermentador de biogás reducirán o inhibirán la producción de metano. En última instancia, la formación de altos niveles de amoníaco matará las bacterias productoras de biogás e inhibirá cualquier formación adicional de biogás.
- 15 Los niveles inhibitorios de amoníaco en un fermentador de biogás dependen de las condiciones utilizadas. En condiciones de fermentación termofílica, aprox. De 3,8 a 4,2 kg de amoníaco por tonelada de biomasa, como 4,0 kg, se considera inhibitorio si la biomasa se ha pretratado termo químicamente con piedra caliza añadida, de lo contrario, en ausencia de cualquier pre tratamiento termoquímico, el nivel inhibitorio es de aprox. 3,4 a 3,6 kg de amoníaco por tonelada de biomasa, como 3,5 kg. En condiciones de fermentación mesofílica, la cifra es de aprox. De 5,5 a 6,0 kg de amoníaco por tonelada de biomasa, como 5,8 kg, se considera inhibitorio si la biomasa se ha pretratado termo químicamente con piedra caliza añadida, de lo contrario, en ausencia de cualquier pre tratamiento termoquímico, el nivel inhibitorio es de aprox. 4,4 a 5,0 kg de amoníaco por tonelada de biomasa, como 4,7 kg. Se puede esperar que el proceso de fermentación de biogás se inhiba por completo a niveles de amoníaco de aprox. 25 7,0 kg a 7,5 kg de amoníaco por tonelada de biomasa, como 7,2 kg de amoníaco por tonelada de biomasa.

Los valores de umbral de inhibición de amoníaco mencionados anteriormente generalmente se tienen en cuenta cuando se operan plantas comerciales de biogás utilizando materiales orgánicos convencionales como sustratos para las bacterias productoras de biogás. Muchas de estas plantas se operan según una estrategia de dos pasos que inicialmente adopta condiciones de digestión termofílica en un primer paso y condiciones de digestión mesofílica en un segundo paso separado y posterior.

La conversión de N orgánico en N de amoníaco progresa durante un proceso de fermentación anaeróbica, es decir, durante el proceso de generación de biogás por fermentación anaerobia, y una conversión de hasta aprox. Se puede esperar del 60 al 70% de N orgánico a N de amoníaco según la presente divulgación.

Los desafíos particulares surgen cuando es deseable procesar materiales orgánicos que tienen un contenido particularmente alto de N orgánico, ya que se puede esperar que los niveles inhibitorios de amoníaco durante la fermentación de biogás ocurran relativamente temprano en el proceso de fermentación debido a los altos niveles de N orgánico y proteína en el material orgánico a procesar.

Los problemas relacionados con el alto contenido de N orgánico en las materias primas básicas también son bien conocidos en relación con la producción de sustrato de hongo y normalmente esto se resuelve mediante compostaje y mezcla. Hacer esto significa perder contenido valioso de C de la parte fácilmente degradable de sólidos volátiles y, en paralelo, se pierde parte de N.

La producción convencional de sustrato se basa en el uso de estiércol de aves de corral, basura profunda, paja, aserrín y tipos similares de desechos orgánicos complejos con alto contenido de celulosa, hemicelulosa, lignina y/o N orgánico.

El uso del sustrato de hongo gastado como material de alimentación principal en una planta de biogás convencional se debe al alto contenido de N orgánico que no es posible, pero en combinación con otros tipos de desechos y biomazas, y cuando se usan las tecnologías y procesos en la presente divulgación, el sustrato gastado es un valioso material de alimentación. Esto se ilustra en los ejemplos.

Ejemplos de materiales orgánicos con alto contenido de N, como se evidencia en las tablas anteriores, son, por ejemplo, fango de queso y despojos, productos estomacales e intestinales, y otras categorías o tipos de desechos en tabletas. Sin embargo, para realizar tal mezcla, uno necesita tener acceso a materiales orgánicos bajos en N, y esto plantea un desafío particular con respecto a las instalaciones de mezcla y la disponibilidad en general de tipos particulares de materiales orgánicos que necesitarán estar disponibles para "dilución" de materiales orgánicos que

contienen altos niveles de N orgánico y/o proteína. En consecuencia, no siempre es posible realizar tal mezcla de diferentes materiales orgánicos e incluso si fuera posible, impone ciertas restricciones prácticas sobre los materiales orgánicos para ser procesados por fermentación anaerobia.

- 5 La presente divulgación proporciona además soluciones técnicas al problema de cómo ajustar y controlar el contenido de humedad y el contenido de N inorgánico así como de N orgánico y, en paralelo, proporciona soluciones técnicas sobre el problema de cómo mejorar la producción de biogás en un comercio de biogás vegetal. Las soluciones implican métodos novedosos e inventivos para reducir el N orgánico y la proteína en un material orgánico que comprende además al menos una fuente de carbono (C), ya sea antes de realizar una fermentación anaeróbica
10 que resulta en la producción de biogás o durante el progreso de una fermentación anaeróbica.

La fermentación anaeróbica que resulta en la producción de biogás es seguida por uno o más pasos de procesamiento destinados a la extracción del amoníaco de N del material orgánico después de la producción de biogás por predigestión en instalaciones de fermentación, calentamiento y secado. Esto se ilustra en los ejemplos.

- 15 La presente divulgación generalmente se refiere a un método combinado para fabricar y reciclar una fracción sólida fibrosa obtenida de una fermentación anaerobia de biogás para cultivar células de basidiomiceto, y posteriormente usar el sustrato de basidiomiceto gastado como material de biomasa de alimentación en la fermentación anaerobia de biogás a partir de la cual se obtuvo la fracción sólida fibrosa utilizada para el cultivo de las células de
20 basidiomiceto.

- Una vez que se ha obtenido el sustrato sólido fibroso a partir de una producción de biogás anaeróbico, se puede contactar el sustrato sólido fibroso adecuado para cultivar células de basidiomiceto con una o más especies de células o esporas de basidiomiceto, y cultivar dichas células o esporas de basidiomiceto en dicho sustrato sólido
25 fibroso de acuerdo - en una realización según la presente divulgación- con protocolos de cultivo de última generación. Ejemplos de tales protocolos se presentan aquí en otra parte.

- Puede ser necesario agregar a dicha fracción sólida fibrosa obtenida de este modo que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico una o más composiciones de sustrato nutritivo suplementario sólido y/o líquido,
30 generando así un sustrato sólido fibroso final listo para usar adecuado para cultivo de células basidiomicetas. Además, puede ser necesario un ajuste del pH de las partes líquidas del sustrato sólido fibroso final, listo para usar, adecuado para cultivar células de Basidiomiceto, resultando dicho ajuste en un valor de pH final de aproximadamente 5,0 a aproximadamente 7,5.

- 35 Por consiguiente, en una realización según la presente divulgación, el método citado anteriormente comprende además los pasos de añadir a dicha fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico una o más composiciones de sustrato de nutrientes suplementarios sólidos y/o líquidos, por lo tanto generando así un sustrato sólido fibroso final, listo para usar, adecuado para el cultivo de células de Basidiomicetos, y/o ajustando el pH de las partes líquidas del sustrato sólido fibroso final, listo para usar, adecuado para el cultivo de células de
40 Basidiomicetos, dicho ajuste de pH resultando en un valor final de pH de aproximadamente 5,0 a aproximadamente 7,5.

- El sustrato sólido fibroso adecuado para cultivar células de basidiomiceto comprende preferiblemente uno o más constituyentes de nutrientes macromoleculares seleccionados del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa y
45 lignina. La lignocelulosa en forma de material de biomasa de alimentación que colectivamente comprende celulosa, hemicelulosa y lignina como constituyentes macromoleculares es otro ejemplo según la presente divulgación de materiales de biomasa y constituyentes de nutrientes macromoleculares difíciles para los organismos microbianos involucrados en una o más etapas de una fermentación anaerobia y en la producción de biogás para digerir.

- 50 Las primeras etapas de una fermentación de biogás incluyen una etapa inicial de hidrólisis de constituyentes de nutrientes macromoleculares en sus constituyentes básicos, o en constituyentes de nutrientes que pueden ser metabolizados y fermentados más fácilmente por los organismos microbianos involucrados en una o más etapas de una fermentación anaeróbica y en la producción de biogás.

- 55 El metabolismo de los constituyentes de nutrientes es esencial para la producción de biogás ya que no se pueden realizar actividades microbianas fermentables y generadoras de energía en ausencia de dicho metabolismo.

- Es un desafío particular durante una fermentación de biogás anaeróbico que no, o que se produzca una hidrólisis insuficiente de los constituyentes de nutrientes macromoleculares en sus constituyentes básicos, o en constituyentes
60 de nutrientes que puedan ser metabolizados y fermentados más fácilmente por los organismos microbianos

involucrados en uno o más etapas de una fermentación anaerobia y producción de biogás.

En consecuencia, el sustrato sólido fibroso adecuado para cultivar células de Basidiomiceto con una o más especies de células o esporas de Basidiomiceto que contendrá, como resultado de una hidrólisis insuficiente de componentes de nutrientes macromoleculares en sus componentes básicos, o en componentes de nutrientes que pueden ser más los organismos microbianos implicados en una o más etapas de fermentación anaerobia y producción de biogás que se metabolizan y fermentan fácilmente - uno o más constituyentes de los nutrientes macromoleculares seleccionados preferiblemente del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa y lignina, así como lignocelulosa, un material de biomasa que comprenden colectivamente celulosa, hemicelulosa y lignina, como tales componentes nutritivos macromoleculares son difíciles, sino imposibles, para muchos, sino todos, los organismos microbianos involucrados en una o más etapas de fermentación anaerobia y producción de biogás para digerir.

Sin embargo, muchos organismos fúngicos, incluidos muchos basidiomicetos, son capaces de digerir componentes nutritivos macromoleculares seleccionados preferiblemente del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa y lignina, así como lignocelulosa, ya que muchos organismos fúngicos producen y secretar enzimas extracelulares para las que dichos componentes de nutrientes macromoleculares forman un sustrato.

Según ello, la célula Basidiomicetos se puede seleccionar de cualquiera de las subclases de Agaricomycetidae, Exobasidiomycetidae, Tremellomycetidae y Ustilaginomycetidae, siempre que la célula Basidiomicetos en cuestión sea capaz de degradar o digerir uno o más macromoleculares constituyentes de nutrientes preferiblemente seleccionados del grupo compuesto por celulosa, hemicelulosa y lignina, así como lignocelulosa.

Las células de basidiomiceto preferidas son aquellas que son comestibles, como por ejemplo una célula seleccionada de los géneros de Agaricus, Lentinula (Lentinus), Flammulina, Pleurotus; y Lyophyllum. Además, y más específicamente, la célula de Basidiomiceto puede seleccionarse de la especie de Lentinula (Lentinus) edodes; Especies comestibles de Agaricus, como por ejemplo Agaricus blazei Murill (AbM), también conocido como Agaricus subrufescens Peck, también conocido como Agaricus brasiliensis Wasser y Agaricus bisporus, Flammulina velutipes (Enokitake), Pleurotus eryngii (Eryngii), Pleurotus ostreatus; y Lyophyllum shimeji (Shimeji).

Por lo tanto, reciclando una vez, o más de una vez, en cualquier orden, a) métodos de fermentación de biogás anaerobio que explotan, como material de biomasa de alimentación, sustrato fúngico gastado, y b) métodos de cultivo de basidiomicetos usados en una fracción sólida fibrosa procedente de desperdicios, material de biomasa fermentado anaeróticamente como sustrato para el cultivo de dichos basidiomicetos; se puede reciclar y utilizar de manera más eficiente para todos los constituyentes de nutrientes macromoleculares mencionados anteriormente presentes en un material de biomasa que se utilizará tanto para la fermentación anaerobia de biogás como para el cultivo de especies fúngicas.

Los organismos fúngicos adecuados pueden seleccionarse de organismos que constituyen el filo Basidiomycotas del reino Hongos o, en esquemas de clasificación más antiguos, la clase Basidiomicetos del reino Plantae, es decir, organismos fúngicos caracterizados por portar las esporas en un basidio, incluidos los hongos comestibles descritos en este documento en otra parte con más detalle. Los basidiomicetos preferidos son aquellos géneros y especies que producen enzimas extracelulares capaces de digerir uno o más constituyentes de nutrientes macromoleculares seleccionados entre celulosa, hemicelulosa, lignina y lignocelulosa. Entre los géneros y especies de Basidiomicetos preferidos, se prefieren particularmente los géneros y especies de Basidiomicetos que son comestibles.

La reutilización secuencial y combinada de materiales de biomasa desgasificada y sustratos de hongos gastados, respectivamente, se describe en varios aspectos según la presente divulgación, como quedará claro a partir de la siguiente descripción de la presente divulgación. El sustrato fúngico gastado desviado a un fermentador de biogás anaeróbico como se describió anteriormente se complementa con materiales de biomasa de desechos orgánicos adicionales antes de la fermentación de biogás para proporcionar un material de biomasa de alimentación más óptimo y para garantizar la utilización continua de fuentes adecuadas y preferidas de materiales de biomasa fermentables y biodegradables. Las materias primas de biomasa sólida que ingresan a un fermentador de biogás anaeróbico de esta manera pueden diluirse a un contenido adecuado de sólidos totales al agregar a dichas materias primas de biomasa sólida para cualquier dilución líquida o fuente de suspensión, como por ejemplo líquidos obtenidos al fragmentar y drenar un material de biomasa gastado, fermentado y desgasificado para obtener una fracción sólida fibrosa. También se pueden aceptar fangos de estiércol para este propósito.

El sustrato sólido fibroso obtenido a partir de una fermentación anaerobia de biogás comprende preferiblemente uno o más constituyentes de nutrientes macromoleculares seleccionados del grupo que consiste de celulosa, hemicelulosa y lignina, o en forma de lignocelulosa. El sustrato sólido fibroso también puede comprender uno o más

de dichos constituyentes macromoleculares, preferiblemente más de un constituyente macromolecular, tal como dos o tres constituyentes macromoleculares seleccionados del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa y lignina, en donde dichos constituyentes macromoleculares no son, o solo son en parte, metabolizado por bacterias anaerobias involucradas en la producción en condiciones de fermentación anaerobia de biogás, y puede ser metabolizado al menos en parte por dichas células de Basidiomiceto en contacto con el sustrato sólido fibroso.

La digestión en particular por enzimas basidiomiceto extracelulares de dichos constituyentes macromoleculares da como resultado una hidrólisis y/o una oxidación de al menos parte de dichos constituyentes macromoleculares, en donde dicha hidrólisis y/u oxidación de al menos parte de dichos constituyentes macromoleculares a su vez genera un sustrato capaz de ser fermentado por organismos microbianos involucrados en una o más etapas de una fermentación de biogás, en donde dichos organismos microbianos involucrados en dicha etapa o más etapas de una fermentación de biogás metabolizan preferentemente la hidrólisis y/o los productos de oxidación resultantes de la hidrólisis y/o la oxidación de dichos constituyentes macromoleculares, y metaboliza con menor preferencia dichos constituyentes macromoleculares, incluyendo celulosa, hemicelulosa y lignina, o en donde dichos organismos microbianos involucrados en dicha una o más etapas de una fermentación de biogás son esencialmente incapaces de metabolizar dichos constituyentes macromoleculares, incluida la celulosa, hemicelulosa y lignina.

La falta general de hidrólisis de dichos componentes macromoleculares, que incluyen celulosa, hemicelulosa y lignina, por parte de bacterias metanogénicas y otras bacterias anaerobias implicadas en la producción de biogás en condiciones de fermentación anaerobia, dará como resultado que dichos componentes macromoleculares estén presentes durante una fermentación anaerobia de biogás durante una o más etapas de la fermentación anaerobia de biogás, incluidas las etapas seleccionadas de acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis.

Un método para fabricar un sustrato sólido fibroso adecuado para el cultivo de células fúngicas

En un aspecto según la presente divulgación, se proporciona un método para fabricar un sustrato sólido fibroso adecuado para cultivar células fúngicas, tales como basidiomicetos, comprendiendo dicho método las etapas de

i) proporcionar un material de biomasa que comprende partes sólidas y líquidas de un fermentador de biogás después de una fermentación anaerobia y producción de biogás (una biomasa desgasificada o parcialmente desgasificada),

ii) someter el material de biomasa a uno o más pasos de separación que dan como resultado la provisión de una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico y al menos una fracción líquida, dicha fracción líquida opcionalmente por partes que comprenden fósforo (P) orgánico e inorgánico sólido y líquido,

iii) someter la fracción sólida fibrosa a un tratamiento de saneamiento que comprende uno o más pasos de saneamiento, en donde dicho tratamiento de saneamiento a) reduce o elimina los microorganismos viables presentes en la fracción sólida fibrosa, y/o b) reduce el contenido de compuestos volátiles que contienen nitrógeno y/o compuestos volátiles precursores presentes en la fracción sólida fibrosa,

iv) obtener una fracción sólida fibrosa que tiene un contenido reducido de compuestos que contienen nitrógeno (y/o una fracción sólida fibrosa extraída de amoníaco y/o desinfectada) adecuada para usar como un sustrato sólido fibroso para cultivar células fúngicas (tales como Basidiomiceto), y

v) opcionalmente, agregar a dicha fracción sólida fibrosa una o más composiciones de sustrato nutritivo suplementario sólido y/o líquido, generando así un sustrato sólido fibroso adecuado para cultivar células fúngicas (tales como Basidiomiceto).

En una realización según la presente divulgación, 'un material de biomasa que comprende partes sólidas y líquidas de un fermentador de biogás tras una fermentación anaeróbica y producción de biogás' según la divulgación es una biomasa desgasificada o parcialmente desgasificada, tal como un material de biomasa que ha sido sometido a fermentación anaeróbica, produciendo así un biogás y un material de biomasa desgasificada que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico.

Un método para cultivar células fúngicas y/o esporas en un sustrato sólido fibroso

En otro aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método para cultivar células fúngicas, que incluyen células de Basidiomiceto, y/o esporas, sobre un sustrato sólido fibroso, comprendiendo dicho método las etapas de

i) proporcionar células fúngicas y/o esporas (como basidiomicetos),

ii) proporcionar un sustrato sólido fibroso para cultivar células fúngicas y/o esporas (tales como basidiomicetos) obtenidas por cualquiera de los métodos de la presente divulgación descritos en este documento,

5

iii) poner en contacto las células fúngicas y/o esporas (como el basidiomiceto) proporcionadas en el paso i) con el sustrato sólido fibroso proporcionado en el paso ii),

10

iv) cultivar las células fúngicas y/o esporas (tales como basidiomicetos) en dicho sustrato,

v) obtener sustrato fúngico gastado (o material de biomasa de sustrato fúngico gastado), y

15

vi) opcionalmente recolectar el sustrato fúngico gastado, en el que dicho sustrato fúngico gastado se digiere al menos parcialmente mediante el cultivo de las células fúngicas y es adecuado como una fuente de alimentación para una fermentación anaerobia y producción de biogás.

Un método para reciclar materiales de biomasa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico seleccionadas a partir de materiales de biomasa de sustrato fúngico gastado y materiales de biomasa fermentada desgasificada

20

En otro aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método para reciclar materiales de biomasa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico seleccionadas entre 1) materiales de biomasa de sustrato fúngico gastado y 2) materiales de biomasa fermentada desgasificada, en donde dicho método es para

25

a) reciclar, más de una vez, material de biomasa de sustrato fúngico gastado de un cultivo fúngico y reutilizar dicho material de biomasa de sustrato en una fermentación anaerobia de biogás que tiene lugar en un fermentador de biogás anaerobio, dicha fermentación resulta en la producción de biogás y un desgasificado, material de biomasa fermentada para reciclaje, y/o

30

b) reciclar, más de una vez, una fracción sólida fibrosa de un material de biomasa fermentada desgasificada de dicho fermentador de biogás anaeróbico a una instalación de cultivo de hongos, y reutilizar dicha fracción sólida fibrosa de material de biomasa fermentada desgasificada de dicho fermentador de biogás anaerobio para cultivar dicho hongo, dicho cultivo de hongos resulta en la provisión de hongos y un material de biomasa de sustrato fungoso gastado para reciclar,

35

dicho método, que comprende las etapas de

40

i) ciclar, más de una vez, material de biomasa de sustrato fúngico gastado de un cultivo fúngico y reutilizar dicho material de biomasa de sustrato en una fermentación anaerobia de biogás que tiene lugar en un fermentador de biogás anaerobio, dicha fermentación resulta en la producción de biogás y un desgasificado, material de biomasa fermentada para reciclaje, y/o

45

ii) ciclar, más de una vez, una fracción sólida fibrosa de un material de biomasa fermentada desgasificada de dicho fermentador de biogás anaerobio a una instalación de cultivo fúngico, y reutilizar dicha fracción sólida fibrosa desgasificada de dicho fermentador de biogás anaerobio para cultivar dichas células y/o esporas fúngicas,

dicho cultivo fúngico dio como resultado el suministro de células y/o esporas fúngicas y un material de biomasa de sustrato fungoso gastado, adecuado para su uso como material de biomasa de alimentación en una fermentación anaerobia de biogás,

50

iii) fraccionando el material de biomasa fermentada desgasificada sometiendo el material de biomasa fermentada desgasificada a uno o más pasos de separación como se describe aquí en otra parte,

55

obteniendo así a) una fracción sólida fibrosa que comprende partes sólidas y líquidas, dicha fracción sólida fibrosa que comprende además partes de nitrógeno orgánico e inorgánico, y b) al menos una fracción líquida que comprende partes sólidas y líquidas,

60

en el que el fermentador de biogás anaeróbico se complementa opcionalmente mediante la adición de otros materiales de biomasa de desechos orgánicos fermentables anaeróbicamente, tales como en forma de materiales de biomasa de reserva de alimentación suplementaria.

Un método para controlar la composición de nutrientes y/o el contenido de humedad de una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico adecuadas para cultivar células fúngicas

- 5 En otro aspecto adicional de la presente divulgación, se proporciona un método para controlar la composición de nutrientes y/o el contenido de humedad de una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico adecuadas para cultivos fúngicos tales como células de Basidiomiceto y/o esporas, dicho método comprende las etapas de
- 10 i) proporcionar un material de biomasa que comprende partes sólidas y líquidas de un fermentador de biogás después de una fermentación anaerobia y producción de biogás,
- ii) someter el material de biomasa a uno o más pasos de separación que dan como resultado la provisión de una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico y al menos una fracción líquida,
- 15 iii) evaporar, en condiciones predeterminadas, de dicha fracción sólida fibrosa un gas acuoso que comprende además uno o más compuestos volátiles,
- iv) obtener una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico de las cuales dicho
- 20 uno o más compuestos volátiles se han removido por evaporación,
- en donde la fracción sólida fibrosa es adecuada para usar como un sustrato sólido fibroso para cultivar fúngicos tales como células de Basidiomiceto, y
- 25 v) opcionalmente agregar a la fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico obtenidas en la etapa iv) una o más composiciones de sustrato nutritivo suplementario sólido y/o líquido, generando así un sustrato sólido fibroso adecuado para cultivar fúngicos tales como células de Basidiomiceto, en donde al menos uno de los dichos, uno o más nutrientes se puede extraído como compuestos volátiles de dicha fracción
- 30 sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico por evaporación en dichas condiciones predeterminadas,
- en donde dicho uno o más nutrientes se convierten en uno o más compuestos volátiles, y
- vi) controlando la composición de nutrientes y/o el contenido de humedad del sustrato sólido fibroso convirtiendo
- 35 dicho uno o más nutrientes en uno o más compuestos volátiles y evaporando dicho uno o más compuestos volátiles como gases acuosos de dicha fracción sólida fibrosa que comprende compuestos orgánicos y partes de nitrógeno inorgánico en condiciones de evaporación predeterminadas.

Un método para separar y secar un material de biomasa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico, y que proporciona un sustrato sólido fibroso adecuado para cultivar células fúngicas

- 40 Todos los aspectos citados anteriormente de la presente divulgación emplean la etapa de proporcionar una fracción sólida fibrosa a partir de un material de biomasa fermentado desgasificado que ha sido fermentado en condiciones de fermentación anaerobia.
- 45 Por consiguiente, la presente divulgación en otro aspecto más según la presente divulgación proporciona un método para separar y secar un material de biomasa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico, y proporcionar un sustrato sólido fibroso adecuado para cultivar fúngicos tales como células de Basidiomiceto, dicho método que comprende las etapas de
- 50 i) proporcionar un material de biomasa que comprende partes sólidas y líquidas de un fermentador de biogás después de una fermentación anaerobia y producción de biogás,
- ii) someter el material de biomasa a uno o más pasos de separación que dan como resultado la provisión de una
- 55 fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico y al menos una fracción líquida,
- iii) someter dicha fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico a calentamiento suficiente para evaporar, en condiciones de evaporación predeterminadas, compuestos volátiles presentes en la fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico como compuestos volátiles, o
- 60 suficiente para convertir compuestos precursores volátiles en compuestos volátiles capaces de evaporarse en

condiciones predeterminadas,

- iv) evaporar dichos uno o más compuestos volátiles en condiciones de evaporación predeterminadas caracterizadas al menos calentando la fracción sólida fibrosa a una temperatura de al menos 70 °C en condiciones de pH alcalino y a una presión suficiente para evaporar dichos compuestos volátiles, y a. proporcionando (obteniendo) a) una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico y que tiene un contenido aumentado (w/w) de compuestos de nitrógeno orgánico, un contenido reducido (w/w) de compuestos volátiles, o compuestos precursores volátiles, y un contenido reducido (w/w) de agua, y b) un gas acuoso que comprende además uno o más compuestos volátiles, incluido amoníaco,
- de este modo separando y secando así un biomaterial de biomasa y proporcionando un sustrato sólido fibroso adecuado para cultivar células fúngicas.

Un método para reducir el contenido de compuestos de nitrógeno inorgánico en una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico

- En otro aspecto adicional de la presente divulgación, se proporciona un método para reducir el contenido de compuestos de nitrógeno inorgánico en una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico de un material de biomasa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico y que proporciona un sustrato sólido fibroso adecuado para cultivar fúngicos tales como células de basidiomiceto, dicho método comprende los pasos de
- i) proporcionar un material de biomasa que comprende partes sólidas y líquidas de un fermentador de biogás después de una fermentación anaerobia y producción de biogás,
- ii) someter el material de biomasa a uno o más pasos de separación que dan como resultado la provisión de una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico y al menos una fracción líquida,
- iii) someter dicha fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico a un calentamiento suficiente para evaporar compuestos de nitrógeno inorgánico volátiles presentes en la fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico como compuestos de nitrógeno inorgánico volátiles, o en forma de compuestos precursores de nitrógeno inorgánico volátiles capaz de evaporarse en condiciones predeterminadas,
- iv) convertir dichos compuestos de nitrógeno inorgánico en compuestos volátiles que contienen nitrógeno gaseoso, incluido amoníaco,
- v) evaporar dichos compuestos volátiles que contienen nitrógeno gaseoso, incluido amoníaco,
- en donde dicha conversión y evaporación genera una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico y que tiene un contenido reducido de compuestos de nitrógeno inorgánico.

Un método para aumentar la cantidad relativa de contenido de nitrógeno orgánico de una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico de un biomaterial después de la fermentación y la producción de biogás

- En otro aspecto adicional de la presente divulgación, se proporciona un método para aumentar la cantidad relativa de contenido de nitrógeno orgánico de una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico de un material de biomasa después de la fermentación y la producción de biogás, dicho método comprende las etapas de
- i) proporcionar un material de biomasa que comprende partes sólidas y líquidas de un fermentador de biogás después de una fermentación anaerobia y producción de biogás,
- ii) someter el material de biomasa a uno o más pasos de separación que dan como resultado la provisión de una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico y al menos una fracción líquida,
- iii) someter dicha fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico a un calentamiento suficiente para evaporar compuestos de nitrógeno inorgánico volátiles presentes en la fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico como compuestos de nitrógeno inorgánico

volátiles, o en forma de compuestos precursors de nitrógeno inorgánico volátiles capaz de evaporarse en condiciones predeterminadas,

iv) convertir dichos compuestos de nitrógeno inorgánico en compuestos volátiles que contienen nitrógeno gaseoso, incluido amoníaco,

en donde dicha conversión y evaporación generan una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico y que tiene una mayor cantidad relativa de nitrógeno orgánico.

10 **Un método para fraccionar un material de biomasa y obtener a) una fracción sólida fibrosa que comprende partes sólidas y líquidas, dicha fracción sólida fibrosa además comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico, b) al menos una fracción líquida que comprende partes sólidas y líquidas, y c) una fracción o sedimento que contiene fósforo**

15 En otro aspecto más la presente divulgación, se proporciona un método para fraccionar un material de biomasa y obtener a) una fracción sólida fibrosa que comprende partes sólidas y líquidas, dicha fracción sólida fibrosa que comprende además partes de nitrógeno orgánico e inorgánico, b) en al menos una fracción líquida que comprende partes sólidas y líquidas, y c) una fracción o sedimento que contiene fósforo, comprendiendo dicho método las etapas de

20

i) proporcionar un material de biomasa que comprende nitrógeno sólido y líquido (N) y partes que contienen fósforo de un fermentador después de una fermentación anaerobia,

ii) someter el material de biomasa a uno o más pasos de separación y obtener una fracción sólida fibrosa que comprende partes sólidas y líquidas que contienen nitrógeno orgánico e inorgánico, y al menos una fracción líquida que comprende partes sólidas y líquidas orgánicas e inorgánicas que contienen fósforo,

25

iii) separar partes sólidas y líquidas de la al menos una fracción líquida por fraccionamiento y/o sedimentación, y

iv) obtención de a) una fracción sólida fibrosa que comprende partes sólidas y líquidas que comprenden partes orgánicas e inorgánicas de nitrógeno, b) una primera fracción o sedimento sólido, que contiene fósforo, adecuado para ser utilizado o agregado a un fertilizante agrícola que contiene fósforo, y c) una primera fracción líquida de permeado compuesta por partes sólidas y/o líquidas que contengan nitrógeno y/o fósforo.

35 **Un método para producir un biogás por fermentación anaerobia de un material de biomasa**

En otro aspecto adicional de la presente divulgación, se proporciona un método para producir un biogás por fermentación anaeróbica de un material de biomasa que comprende las etapas de

i) proporcionar un material de biomasa adecuado para la fermentación anaerobia y la producción de biogás,

ii) fermentar el material de biomasa en condiciones de fermentación anaerobia, produciendo así un biogás y un material de biomasa desgasificada que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico,

iii) recolectar y/o almacenar el biogás,

dicho método opcionalmente comprende las etapas adicionales de

iv) fraccionar el material de biomasa desgasificada y obtener una fracción sólida fibrosa que comprende partes sólidas y líquidas, dicha fracción sólida fibrosa que comprende además partes de nitrógeno orgánico e inorgánico, al menos una fracción líquida que comprende partes sólidas y líquidas, y una fracción o sedimento que contiene fósforo, dicho método comprende las etapas adicionales de

50

v) separar partes sólidas y líquidas de la al menos una fracción líquida que comprende partes sólidas y líquidas, y

55

vi) la obtención de a) una fracción sólida fibrosa que comprende partes sólidas y líquidas, en donde la fracción sólida fibrosa comprende además partes orgánicas e inorgánicas de nitrógeno, b) una primera fracción o sedimento sólido, que contiene fósforo, adecuado para ser usado como, o agregado a, un fertilizante agrícola que contiene fósforo, y c) una primera fracción líquida de permeado que comprende partes sólidas y líquidas.

60

Método de producción de biogás y gases con nitrógeno volátil que contiene compuestos por fermentación anaeróbica secuencial y extracción de amoníaco

- En otro aspecto adicional de la presente divulgación, se proporciona un método para producir biogás y gases que comprenden compuestos volátiles que contienen nitrógeno mediante fermentaciones anaeróbicas secuenciales y extracción de al menos parcialmente dichos compuestos volátiles que contienen nitrógeno, incluido amoníaco, de la biomasa fermentada materiales que comprenden partes orgánicas e inorgánicas, dicho método comprende las etapas de
- 5
- 10 i) proporcionar un primer material de biomasa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico,
- ii) realizar una fermentación anaeróbica inicial del primer material de biomasa en un fermentador anaeróbico,
- iii) producir biogás y compuestos volátiles que contienen nitrógeno y un primer material de biomasa fermentado en
- 15 dichas condiciones de fermentación anaeróbica,
- en el que dicha fermentación inicial del primer material de biomasa en condiciones de fermentación anaeróbica da como resultado que al menos parcialmente convirtiendo partes de nitrógeno orgánico en partes de nitrógeno inorgánico,
- 20
- en el que dichas partes de nitrógeno inorgánico comprenden o se convierten en gases que comprenden compuestos volátiles que contienen nitrógeno durante dicha fermentación anaerobia inicial,
- iv) desviar el primer material de biomasa fermentada, y dichos gases que comprenden compuestos volátiles que
- 25 contienen nitrógeno formados durante dicha fermentación anaeróbica inicial, a un extractor y tanque de saneamiento,
- v) la extracción al menos parte de dichos gases que comprenden compuestos volátiles que contienen nitrógeno del primer material de biomasa fermentada en el extractor y el tanque de saneamiento calentando a una temperatura de
- 30 al menos 70 °C a una presión suficiente para extraer dichos compuestos volátiles, obteniendo así un segundo material de biomasa que comprende una cantidad reducida de partes de nitrógeno inorgánico,
- vi) desviar dicho segundo material de biomasa que tiene una cantidad reducida de partes de nitrógeno inorgánico a otro fermentador anaeróbico y posteriormente fermentar dicho segundo material de biomasa en condiciones
- 35 anaeróbicas,
- vii) producir en condiciones de fermentación anaerobia biogás y compuestos volátiles que contienen nitrógeno y un segundo material de biomasa fermentado que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico,
- 40 viii) en el que dicha fermentación anaeróbica posterior del segundo material de biomasa da como resultado que al menos parcialmente convierta partes de nitrógeno orgánico en partes de nitrógeno inorgánico,
- en el que dichas partes de nitrógeno inorgánico comprenden o se convierten en gases que comprenden compuestos volátiles que contienen nitrógeno durante dicha fermentación anaeróbica posterior,
- 45
- ix) someter dicho segundo material de biomasa fermentado a uno o más pasos de separación que dan como resultado la formación de una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico y al menos una fracción líquida,
- 50 x) someter dicha fracción sólida fibrosa a una temperatura de al menos 70 °C a una presión suficiente para extraer dichos compuestos volátiles, y la extracción de los compuestos que contienen nitrógeno volátil presentes en la fracción fibrosa sólida, generando así una fracción sólida fibrosa que tiene una cantidad reducida de compuestos volátiles que contienen nitrógeno y compuestos volátiles inorgánicos precursores de nitrógeno, incluido el amonio,
- 55 xi) formar una fracción gaseosa que comprende compuestos volátiles que contienen nitrógeno, incluido amoníaco, y que tiene una temperatura de al menos 70 °C, y
- xii) desviar dicha fracción gaseosa que comprende compuestos volátiles que contienen nitrógeno, y que tiene una temperatura de al menos 70 °C, al extractor y al tanque de saneamiento de la etapa iv) para la extracción de dichos
- 60 compuestos volátiles que contienen nitrógeno,

en donde la fracción gaseosa desviada que comprende compuestos volátiles que contienen nitrógeno, incluido el amoníaco, y que tiene una temperatura de al menos 70 °C, contribuye a calentar el primer material de biomasa fermentado en el tanque de extractor y saneamiento, o un primer material de biomasa adicional que se ha desviado al tanque de extractor y saneamiento de un fermentador anaeróbico, y en donde dichos compuestos volátiles desviados a dicho tanque extractor y saneamiento se convierten en formas sólidas y se almacenan hasta su uso posterior.

Un método para producir biogás y reducir o eliminar la emisión de una instalación de fermentación de biogás de olores indeseables en forma de gases que comprenden compuestos volátiles que contienen nitrógeno y, opcionalmente, también compuestos que contienen azufre.

Según este aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método para producir biogás y reducir o eliminar la emisión de una instalación de fermentación de biogás de olores indeseables en forma de gases que comprenden compuestos volátiles que contienen nitrógeno, y opcionalmente también que contiene azufre compuestos, mediante fermentaciones anaeróbicas secuenciales y extracción de al menos parcialmente dichos compuestos que contienen nitrógeno volátil, y opcionalmente también dichos compuestos volátiles que contienen azufre, incluido amoníaco y, cuando está presente, sulfuro de hidrógeno, de los materiales de biomasa fermentada que comprenden partes orgánicas e inorgánicas, dicho método que comprende las etapas de

i) proporcionar un primer material de biomasa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico y opcionalmente también partes de azufre,

ii) realizar una fermentación anaeróbica inicial del primer material de biomasa en un fermentador anaeróbico,

iii) producir biogás y compuestos volátiles que contienen nitrógeno y azufre, y un primer material de biomasa fermentado,

en donde dicha fermentación anaeróbica inicial del primer material de biomasa resulta en la conversión de partes de nitrógeno orgánico al menos parcialmente en partes de nitrógeno inorgánico,

en el que dichas partes de nitrógeno inorgánico comprenden o se convierten en gases que comprenden compuestos volátiles que contienen nitrógeno durante dicha fermentación anaerobia inicial,

en el que dichas partes de azufre, cuando están presentes, comprenden o se convierten en gases que comprenden compuestos volátiles que contienen azufre durante dicha fermentación anaeróbica inicial,

iv) desviar el primer material de biomasa fermentada, y dichos gases que comprenden compuestos volátiles que contiene nitrógeno y, opcionalmente, compuestos que contienen azufre formados durante dicha fermentación anaeróbica inicial, a un tanque extractor y de saneamiento para la extracción de dichos compuestos volátiles,

v) extraer al menos parte de dichos gases que comprenden nitrógeno volátil y, opcionalmente, compuestos que contienen azufre calentando, a una temperatura de al menos 70 °C a una presión predeterminada, extraer dichos compuestos volátiles, el contenido del extractor y el tanque de saneamiento, obteniendo un segundo material de biomasa que comprende una cantidad reducida de nitrógeno inorgánico y opcionalmente partes de azufre,

vi) desviar dicho segundo material de biomasa que tiene una cantidad reducida de partes de nitrógeno inorgánico y opcionalmente de azufre a otro fermentador anaeróbico y posteriormente fermentar dicho segundo material de biomasa en condiciones anaeróbicas,

vii) producir biogás y nitrógeno volátil y, opcionalmente, también compuestos que contienen azufre, y un segundo material de biomasa fermentado que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico en dichas condiciones de fermentación anaerobia,

en el que dicha fermentación anaeróbica posterior del segundo material de biomasa da como resultado que al menos parcialmente convierta partes de nitrógeno orgánico en partes de nitrógeno inorgánico,

en el que dichas partes de nitrógeno inorgánico comprenden o se convierten en gases que comprenden compuestos volátiles que contienen nitrógeno durante dicha fermentación anaeróbica posterior,

en el que dichas partes de azufre, cuando están presentes, comprenden o se convierten en gases que comprenden compuestos volátiles que contienen azufre durante dicha fermentación anaeróbica posterior,

5 viii) someter dicho segundo material de biomasa fermentado a una o más etapas de separación que dan como resultado la formación de una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico y al menos una fracción líquida,

ix) someter dicha fracción sólida fibrosa a un tratamiento de calentamiento y secado, calentando dicha fracción sólida a una temperatura de al menos 70 °C a una presión suficiente para extraer dichos compuestos volátiles, y la
10 extracción de compuestos volátiles que contienen nitrógeno, y opcionalmente también compuestos que contienen azufre, presente en la fracción fibrosa sólida,

de este modo generando así una fracción sólida fibrosa seca que tiene una cantidad reducida de compuestos volátiles que contienen nitrógeno, incluidos compuestos volátiles precursores de amonio y nitrógeno inorgánico, y
15 opcionalmente también una cantidad reducida de compuestos volátiles que contienen azufre, por ejemplo, sulfuro de hidrógeno, en el que el tratamiento de calentamiento y secado explota las fuentes de aire de combustión primaria y secundaria, incluidas las fuentes de aire de escape, presentes o generadas en la instalación de fermentación de biogás como resultado de realizar dicho proceso de calentamiento y secado, en el que dichas fuentes de aire de combustión primaria y secundaria también se desvían a dicho extractor y tanque de saneamiento para la conversión
20 y/o colección como sólidos,

en donde la explotación de las fuentes de aire de combustión primaria de la instalación de fermentación de biogás resulta en la generación de una presión negativa en el espacio de la instalación de fermentación de biogás, que la presión negativa impide o contribuye a que los odorantes indeseables escapen de la instalación de fermentación de
25 biogás,

x) formando una fracción gaseosa que comprende compuestos volátiles que contienen nitrógeno, incluido amoníaco, y que tiene una temperatura de al menos 70 °C a una presión suficiente para formar dicha fracción gaseosa,

30 xi) desviando dicha fracción gaseosa que comprende compuestos volátiles que contienen nitrógeno, incluido amoníaco, y opcionalmente también compuestos volátiles que contienen azufre, y que tiene una temperatura de al menos 70 °C a dicha presión predeterminada, hacia el extractor y el tanque de saneamiento de la etapa iv) para la extracción de dichos compuestos volátiles que contienen nitrógeno y opcionalmente también dichos compuestos volátiles que contienen azufre,
35

en donde la fracción gaseosa desviada que tiene una temperatura de al menos 70 °C contribuye a calentar el primer material de biomasa fermentado en el tanque extractor y de saneamiento, y/o el primer material de biomasa adicional se ha desviado al tanque extractor y de saneamiento, y

40 en donde dichos compuestos volátiles desviados a dicho extractor y tanque de saneamiento se convierten en formas sólidas y se almacenan hasta su uso posterior, y

xii) reducir o eliminar la emisión de una instalación de fermentación de biogás de odorantes indeseables en forma de gases que comprenden compuestos volátiles que contienen nitrógeno, y opcionalmente también compuestos volátiles que contienen azufre, realizando dichas fermentaciones anaeróbicas secuenciales en un sistema cerrado y
45 extrayendo al menos parcialmente compuestos que contienen nitrógeno volátil, y opcionalmente también dichos compuestos que contienen azufre volátil, tales como amoníaco y sulfuro de hidrógeno respectivamente, de los materiales de biomasa fermentada que comprenden partes orgánicas e inorgánicas,

50 en donde la conversión en formas sólidas de dichos compuestos volátiles desviados a dicho extractor y tanque de saneamiento contribuye a la reducción o eliminación de la emisión desde la instalación de fermentación de biogás de odorantes indeseables en forma de gases que comprenden dichos compuestos volátiles.

Un método para la fermentación secuencial de un material de biomasa

55 En otro aspecto de la presente divulgación, se proporciona un método para la fermentación secuencial de un material de biomasa, dicho método comprende las etapas de

i) fermentar un material de biomasa mediante fermentación discontinua anaeróbica, en donde la fermentación discontinua anaeróbica da como resultado la producción de compuestos volátiles que contienen nitrógeno, incluido
60 amoníaco,

- ii) eliminar dichos compuestos volátiles que contienen nitrógeno del material de biomasa fermentada discontinua, reduciendo así el contenido de compuestos precursores volátiles que contienen nitrógeno capaces de convertirse en compuestos volátiles que contienen nitrógeno durante dicha fermentación discontinua anaeróbica, y generar un material de biomasa fermentada discontinua anaeróbica que tiene un cantidad reducida de compuestos volátiles precursores de nitrógeno inorgánico,
- 5
- iii) obtener un material de biomasa fermentada discontinua anaeróbica que tiene un contenido reducido de nitrógeno que contiene compuestos volátiles y que comprende lignocelulosa y constituyentes macromoleculares adicionales no digeridos durante dicha fermentación discontinua anaeróbica,
- 10
- iv) desviar el material anaeróbico de biomasa fermentada por lotes desde la instalación de fermentación por lotes a una instalación de cultivo de fúngicos y emplear el material de biomasa fermentada por lotes, o una fracción fibrosa sólida del mismo que tiene una cantidad reducida de compuestos volátiles precursores de nitrógeno inorgánico, como sustrato para cultivar uno o más especies fúngicas,
- 15
- v) cultivar dicha una o más especies fúngicas en dicho sustrato, en donde dicho cultivo da como resultado la hidrólisis y/u oxidación de al menos parte de dicha lignocelulosa y/o dichos constituyentes macromoleculares adicionales no digeridos durante dicha fermentación discontinua y la formación de un gastado material de sustrato fúngico,
- 20
- vi) generar un material de sustrato fúngico gastado que comprende productos de hidrólisis y/u oxidación macromolecular obtenidos por digestión fúngica de dicha lignocelulosa y/o dichos constituyentes macromoleculares adicionales no digeridos durante dicha fermentación anaeróbica por lotes,
- 25
- vii) desviar el material de sustrato fúngico gastado de la instalación para cultivar una o más especies fúngicas a una instalación para la fermentación anaerobia continua de biogás y emplear los productos de hidrólisis y/u oxidación macromolecular en dicho material de sustrato fúngico gastado obtenido por digestión fúngica de dicha lignocelulosa y/o dichos componentes macromoleculares adicionales no digeridos durante dicha fermentación discontinua anaeróbica como sustrato para organismos microbianos implicados en la fermentación anaerobia continua de biogás, y
- 30
- viii) realizar una fermentación continua de biogás anaerobia utilizando dicho material de sustrato fúngico gastado complementado con uno o más materiales de biomasa adicionales como sustrato para producir dicho biogás durante una fermentación continua de biogás anaerobio.
- 35

Un método para obtener un material de biomasa de alimentación adecuado para su uso en la fermentación anaerobia de biogás

- 40 En un aspecto adicional de la presente divulgación, se proporciona un método para obtener un material de biomasa de material de alimentación adecuado para su uso en fermentación anaerobia y producción de biogás, dicho método comprende las etapas de
- i) proporcionar un primer material de biomasa fermentada como sustrato para cultivar una o más especies fúngicas, como basidiomicetos, en el que dicho primer material de biomasa fermentada comprende uno o más constituyentes de nutrientes macromoleculares seleccionados del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa y lignina,
- 45
- ii) cultivar dicha una o más especies fúngicas en dicho sustrato, en donde dicho cultivo de especies fúngicas convierte los constituyentes de nutrientes macromoleculares presentes en dicho sustrato en constituyentes de nutrientes de menor peso molecular,
- 50
- en donde el cultivo de dichas especies fúngicas en dicho sustrato genera un primer sustrato de especies fúngicas gastadas,
- iii) desviar dicho primer sustrato de especies fúngicas gastadas a un fermentador de biogás anaeróbico como contribución a un material de biomasa de alimentación,
- 55
- iv) desviar uno o más materiales de biomasa adicionales a dicho fermentador de biogás anaeróbico, como materiales de biomasa de desechos orgánicos que comprenden uno o más constituyentes de nutrientes macromoleculares seleccionados del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa y lignina,
- 60

v) realizar una fermentación anaerobia de biogás utilizando dicho primer sustrato de especies fúngicas gastadas y dicho uno o más materiales de biomasa adicionales como materia prima de biomasa, y

- 5 vi) producir biogás por fermentación de dicha materia prima en condiciones de fermentación anaerobia, en donde dicha fermentación anaerobia de biogás genera un segundo material de biomasa fermentado.

El método en una realización según la presente divulgación comprende la etapa adicional de fraccionar dicho segundo material de biomasa fermentado en fracciones sólidas y líquidas y obtener una fracción fibrosa sólida que comprende partes sólidas y líquidas.

El método en una realización según la presente divulgación comprende además las etapas adicionales de

15 i) proporcionar dicho segundo material de biomasa fermentada, o una fracción fibrosa sólida del mismo, como sustrato para cultivar una o más especies fúngicas, en donde dicho segundo material de biomasa fermentada, o una fracción fibrosa sólida del mismo, comprende uno o más constituyentes de nutrientes macromoleculares seleccionados del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa y lignina

20 ii) cultivar dicha una o más especies fúngicas en el sustrato proporcionado en la etapa i), en el que dicho cultivo convierte, por hidrólisis, oxidación u otros componentes nutritivos macromoleculares presentes en dicho sustrato en constituyentes nutrientes de menor peso molecular

en donde dicha conversión de dichos constituyentes de nutrientes macromoleculares se obtiene cuando dichas especies fúngicas están metabolizando dichos constituyentes macromoleculares,

en donde el cultivo de dichas especies fúngicas en dicho sustrato proporcionado en el paso i) genera un segundo sustrato de especies fúngicas gastadas que tiene una composición diferente en comparación con la composición del sustrato proporcionado en la etapa i),

30 iii) desviar dicho segundo sustrato de especies fúngicas gastadas a un fermentador de biogás anaeróbico como contribución a un material de biomasa de alimentación,

35 iv) desviar uno o más materiales de biomasa adicionales, preferiblemente de biomasa de desechos orgánicos que comprende uno o más constituyentes de nutrientes macromoleculares seleccionados del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa y lignina, a dicho fermentador de biogás anaeróbico como una contribución adicional a la formación de una biomasa de alimentación material adecuado como sustrato para producir dicho biogás durante una fermentación anaerobia de biogás,

40 v) realizar una fermentación anaerobia de biogás utilizando dicho segundo sustrato de especies fúngicas gastadas y dicho uno o más materiales de biomasa adicionales, preferiblemente materiales de biomasa de desechos orgánicos, como materia prima de biomasa, y

45 vi) producir biogás por fermentación de dicha materia prima en condiciones de fermentación anaerobia, en donde dicha fermentación anaerobia de biogás genera adicionalmente un tercer material de biomasa fermentado.

El método en una realización según la presente divulgación comprende además las etapas adicionales de

50 i) proporcionar dicho tercer material de biomasa fermentada, o una fracción fibrosa sólida del mismo, como sustrato para cultivar una o más especies fúngicas,

en donde dicho tercer material de biomasa fermentada, o una fracción fibrosa sólida del mismo, comprende uno o más constituyentes de nutrientes macromoleculares seleccionados del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa y lignina,

55 ii) cultivar dicha una o más especies fúngicas en el sustrato proporcionado en la etapa i), en el que dicho cultivo convierte, por hidrólisis, oxidación u otros componentes nutritivos macromoleculares presentes en dicho sustrato en constituyentes nutrientes de menor peso molecular,

60

en donde dicha conversión de dichos constituyentes de nutrientes macromoleculares se obtiene cuando dichas especies fúngicas están metabolizando dichos constituyentes macromoleculares,

5 en donde el cultivo de dichas especies fúngicas en dicho sustrato proporcionado en el paso i) genera un tercer sustrato de especies fúngicas gastadas que tiene una composición diferente en comparación con la composición del sustrato proporcionado en la etapa i),

10 iii) desviar dicho tercer sustrato de especies fúngicas gastadas a un fermentador de biogás anaeróbico como contribución a un material de biomasa de alimentación,

15 iv) desviar uno o más materiales de biomasa adicionales, preferiblemente de biomasa de desechos orgánicos que comprende uno o más constituyentes de nutrientes macromoleculares seleccionados del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa y lignina, a dicho fermentador de biogás anaeróbico como una contribución adicional a la formación de una biomasa de alimentación material adecuado como sustrato para producir dicho biogás durante una fermentación anaerobia de biogás,

20 v) realizar una fermentación anaerobia de biogás utilizando dicho tercer sustrato de especies fúngicas gastadas y dicho uno o más materiales de biomasa adicionales, preferiblemente materiales de biomasa de desechos orgánicos, como materia prima de biomasa, y

vi) producir biogás por fermentación de dicha materia prima en condiciones de fermentación anaerobia,

25 en donde dicha fermentación anaerobia de biogás genera adicionalmente un cuarto material de biomasa fermentado.

La reutilización cíclica de a) sustrato de fermentación gastado en forma de material de biomasa fermentada, o una fracción fibrosa sólida del mismo, para el cultivo de especies fúngicas, y b) sustrato de especies fúngicas gastadas para realizar una fermentación anaerobia de biogás, respectivamente, puede repetirse una o más veces,

30 en donde, preferiblemente, el material de biomasa fermentada, o una fracción fibrosa sólida del mismo, proporcionó la etapa i) de dichos ciclos diferentes del método como sustrato para cultivar una o más especies fúngicas se obtiene de diferentes lotes de fermentaciones, y en donde dichos diferentes lotes de fermentaciones, además comprenden la extracción por evaporación de compuestos que contienen nitrógeno volátil, incluido el amoníaco, de dichos materiales de biomasa fermentada por lotes, proporcionando así un sustrato para cultivar dicha una o más especies fúngicas que tiene una menor cantidad de compuestos de nitrógeno inorgánico en comparación con un sustrato del que no hay nitrógeno volátil los compuestos que contenían se habían removidos antes del cultivo de dichas especies fúngicas.

35 40 45 La fermentación anaerobia de biogás a la que se sustraen las especies fúngicas gastadas y el uno o más materiales de biomasa adicionales, preferiblemente materiales de biomasa de desechos orgánicos, son desviados, es preferiblemente la misma fermentación de biogás anaeróbica continua, y preferiblemente los materiales de biomasa de fermentación anaerobia gastada de dicha fermentación continua de biogás anaeróbico se desvían continuamente de dicho fermentador de biogás anaeróbico y se combinan con materiales de biomasa gastados de dichas fermentaciones discontinuas antes de que dichos materiales de biomasa gastados sean utilizados como sustratos para el cultivo de células fúngicas.

En una realización según la presente divulgación, los materiales de biomasa gastados son separados, se secados y/o se fraccionados mediante un método para la separación y secado de un material de biomasa según la presente divulgación.

50

Un método para fermentar secuencial y diferencialmente un material de biomasa que comprende diferentes fuentes de bioenergía

55 En otro aspecto adicional de la presente divulgación, se proporciona un método para fermentar secuencial y diferencialmente un material de biomasa que comprende diferentes fuentes de bioenergía, dicho método comprende las etapas de

i) fermentar una o más primeras fuentes de bioenergía fermentables que forman parte de un material de biomasa fermentable que comprende además una o más fuentes de bioenergía fermentables adicionales,

60

- ii) producir a) uno o más productos de fermentación que comprenden, o se seleccionan, biogás y gases que comprenden compuestos volátiles que contienen nitrógeno, y b) un primer material de biomasa fermentada, fermentando preferentemente una o más de estas primeras fuentes de bioenergía fermentable, en donde dicho primer material de biomasa fermentada comprende una cantidad reducida de dicho uno o más de las primeras fuentes de bioenergía fermentables, y esencialmente todas, o al menos la mayoría de dichas una o más fuentes de bioenergía fermentables adicionales,
- 5
- iii) desviar dicho primer material de biomasa fermentada a una instalación de cultivo de fúngicos y cultivar células fúngicas en dicho primer material de biomasa fermentada,
- 10
- iv) producir a) biomasa de células fúngicas, y b) un material de biomasa de sustrato fúngico gastado, metabolizando dichas una o más fuentes de bioenergía fermentables adicionales y cualquier otra fuente de bioenergía fermentable restante, en donde dicho material de biomasa de sustrato fúngico gastado comprende una cantidad reducida de dicha una o más fuentes de bioenergía fermentables adicionales y primeras fuentes de bioenergía fermentables generadas por el metabolismo celular fúngico de dichas una o más fuentes de bioenergía fermentables adicionales,
- 15
- v) cosechar dicha biomasa de células fúngicas,
- vi) desviar dicho material de biomasa sustrato fungoso gastado a un fermentador de biogás anaeróbico como materia prima de biomasa,
- 20
- vii) suplementar la materia prima de biomasa en dicho fermentador de biogás anaeróbico con uno o más materiales de biomasa de desechos orgánicos,
- 25
- en donde dicho uno o más materiales de biomasa de desechos orgánicos comprenden fuentes de bioenergía fermentables seleccionadas de las primeras fuentes de bioenergía y/o una o más fuentes de bioenergía adicionales,
- viii) fermentar dichos materiales combinados de biomasa de alimentación en condiciones de fermentación anaerobia, y
- 30
- ix) producir a) uno o más productos de fermentación que comprenden, o se seleccionan, biogás y gases que comprenden compuestos volátiles que contienen nitrógeno, y b) además un primer material de biomasa fermentada, fermentando preferentemente una o más de estas primeras fuentes de bioenergía fermentables presentes en la materia prima combinada de biomasa,
- 35
- en donde además dicho primer material de biomasa fermentada comprende una cantidad reducida de dicho uno o más de las primeras fuentes de bioenergía fermentables, y esencialmente todas, o al menos la mayoría de dichas una o más fuentes de bioenergía fermentables adicionales.
- 40
- El método en una realización según la presente divulgación comprende además las etapas adicionales de
- x) producir a) biomasa adicional de células fúngicas, y b) material adicional de biomasa de sustrato fúngico gastado, al metabolizar dichas una o más fuentes de bioenergía fermentables adicionales y cualquier otra fuente de bioenergía fermentable restante,
- 45
- en el que dicho material de biomasa de sustrato fúngico gastado adicional comprende una cantidad reducida de dicha una o más fuentes de bioenergía fermentables adicionales y, en primer lugar, fuentes de bioenergía fermentables generadas por el metabolismo celular fúngico de dichas una o más fuentes de bioenergía fermentables adicionales,
- 50
- xi) recolectar dicha biomasa adicional de células fúngicas,
- xii) desviar dicho material de biomasa de sustrato fúngico gastado adicional que comprende las primeras fuentes de bioenergía fermentables generadas por el metabolismo de las células fúngicas de dichas una o más fuentes de bioenergía fermentables adicionales a un fermentador de biogás anaeróbico como material de biomasa de alimentación,
- 55
- xiii) producir a) además, uno o más productos de fermentación que comprenden, o se seleccionan, biogás y gases que comprenden compuestos volátiles que contienen nitrógeno, y b) adicionalmente un primer material de biomasa fermentada, fermentando preferentemente una o más de estas primeras fuentes de bioenergía fermentables
- 60

presentes en la materia prima combinada de biomasa, en donde adicionalmente dicho primer material de biomasa fermentada comprende una cantidad reducida de uno o más de las primeras fuentes de bioenergía fermentables, y esencialmente todas, o al menos la mayoría de una o más fuentes de bioenergía fermentables adicionales.

- 5 El material de biomasa fermentable proporcionado en la etapa i) es, en una realización, según la presente divulgación, un material de biomasa parcialmente desgasificado obtenido mediante la realización de una fermentación anaeróbica inicial que da como resultado la producción de una fracción gaseosa que comprende amoníaco y biogás. En consecuencia, el material de biomasa fermentable se obtiene preferiblemente de diferentes lotes de fermentaciones, y el método puede comprender la etapa adicional de extracción por evaporación de
- 10 compuestos que contienen nitrógeno volátil, incluido amoníaco, de dichos materiales de biomasa fermentada, proporcionando así un sustrato para cultivar dicho uno o más especies fúngicas que tienen una menor cantidad de compuestos inorgánicos de nitrógeno en comparación con un sustrato del cual no se han removido compuestos volátiles que contienen nitrógeno antes del cultivo de dichas especies fúngicas.
- 15 La fermentación anaerobia de biogás a la que se sustraen las especies fúngicas gastadas y el uno o más materiales de biomasa adicionales, preferiblemente materiales de biomasa de desechos orgánicos, son desviados, es preferiblemente la misma fermentación de biogás anaeróbica continua, y preferiblemente los materiales de biomasa de fermentación anaerobia gastada de dicha fermentación continua de biogás anaeróbico se desvían continuamente de dicho fermentador de biogás anaeróbico y se combinan con materiales de biomasa gastados de dichas
- 20 fermentaciones discontinuas antes de que dichos materiales de biomasa gastados sean utilizados como sustratos para el cultivo de células fúngicas.

En una realización según la presente divulgación, los materiales de biomasa gastados son separados, se secados y/o se fraccionados mediante un método para la separación y secado de un material de biomasa según la presente

25 divulgación.

Un método para producir y recolectar los primeros y segundos compuestos volátiles a través de fermentaciones secuenciales de un material de biomasa fermentable

- 30 Este es un aspecto de la presente divulgación para proporcionar un método para producir y recolectar los primeros y segundos compuestos volátiles a través de fermentaciones secuenciales de un material de biomasa fermentable, dicho método comprende las etapas de
- i) realizar una primera fermentación anaeróbica de un primer material de biomasa fermentable, como en una o más
- 35 instalaciones de fermentación previa o en la primera(s) unidad(es) de instalación de fermentación, obteniendo así un primer material de biomasa fermentada, y produciendo y recolectando los primeros compuestos volátiles que contienen nitrógeno,
- ii) separar parcialmente al menos el primer material de biomasa fermentada de los primeros compuestos volátiles
- 40 que contienen nitrógeno y obtener una primera biomasa fermentada separada que tiene un contenido reducido de los primeros compuestos volátiles que contienen nitrógeno, y/o un contenido reducido de carbono y nitrógeno que contienen compuestos precursores capaces de convertirse en primeros compuestos volátiles que contienen carbono y nitrógeno durante una fermentación,
- 45 iii) desviar la primera biomasa separada y fermentada a una segunda instalación de fermentación para producir los segundos compuestos volátiles que contienen metano, y
- iv) realizar una segunda fermentación anaeróbica de la primera biomasa fermentada separada, opcionalmente suplementada con material de biomasa de desecho orgánico adicional, en la segunda instalación de fermentación,
- 50 obteniendo así un segundo material de biomasa fermentada, y produciendo y recolectando al menos los segundos compuestos volátiles que contienen metano.

Se entiende que el método para producir y recoger el primer y segundo de los compuestos volátiles a través de fermentaciones secuenciales de un material de biomasa fermentable, como se describe anteriormente en el

55 presente documento, se puede combinar con cualquiera de los otros métodos definidos según la divulgación.

En una realización según la presente divulgación, al menos algunos de dichos primeros compuestos que contienen nitrógeno volátil producidos a partir de la fermentación del primer material de biomasa fermentable tienen un efecto

60 inhibidor sobre la formación de segundos compuestos volátiles que contienen metano durante la fermentación del primer material de biomasa fermentable en dicha una o más instalaciones de prefermentación o primera(s)

unidad(es) de instalación de fermentación, y

5 se produce una mayor cantidad de segundos compuestos volátiles que contienen metano a partir de la fermentación anaeróbica de la primera biomasa fermentada separada en la segunda instalación de fermentación anaerobia debido a la extracción de los primeros compuestos volátiles que contienen nitrógeno de dicho primer material de biomasa fermentable, en dicha una o más instalación de fermentación previa o primera(s) unidad(es) de instalación de fermentación.

10 En una realización según la presente divulgación, los primeros compuestos volátiles comprenden amoníaco gaseoso.

15 En una realización según la presente divulgación, los segundos compuestos volátiles, los segundos compuestos volátiles que contienen metano, forman colectivamente un gas que comprende metano, tal como un gas que comprende más del 50% de metano, tal como más del 60% de metano, como más del 70% de metano, como más del 80% de metano, como más del 90% de metano, como más del 95% de metano, o más del 99% de metano, como un biogás.

En una realización según la presente divulgación,

20 • la formación de primeros compuestos volátiles que contienen nitrógeno inhibe la formación de segundos compuestos volátiles que contienen metano durante la primera y/o segunda fermentación, y/o

25 • al menos un 20%, tal como el 30%, tal como el 40%, como al menos un 50%, de N orgánico en la biomasa se convierte en amoníaco de N durante la primera fermentación anaeróbica, y/o

• el amoníaco de N extraído del material orgánico en los pre-fermentadores/pre-reactores se desvía a un tanque extractor y de saneamiento y/o a una columna de absorción para el amoníaco de N extraído.

En una realización según la presente divulgación,

30 • el método comprende además la etapa de mezclar la biomasa compleja en un primer tanque de mezcla antes de la primera fermentación en la(s) unidad(es) de pre fermentación o de la primera instalación, en donde dicha mezcla en una realización según la presente divulgación comprende además la adición de cal y/o

35 • la fermentación secuencial del material de biomasa fermentable comprende al menos tres etapas de fermentación separadas, y/o

• la primera fermentación se realiza en condiciones termofílicas o mesofílicas, y/o

40 • la temperatura para la fermentación del primer material de biomasa fermentable está en el rango de 25 °C a 55 °C, tal como de 25 °C a 28 °C, 28 °C a 30 °C, 30 °C a 32 °C, 32 °C a 35 °C, 35 °C a 38 °C, 38 °C a 42 °C, 42 °C a 45 °C, 45 °C a 48 °C, 48 °C a 52 °C, 52 °C a 55 °C, y/o

45 • la fermentación del primer material de biomasa fermentable se realiza hasta que se produce una cantidad sustancial de primeros compuestos volátiles, en donde una cantidad sustancial de primeros compuestos volátiles es una cantidad que tiene un efecto inhibitorio sobre los organismos microbianos que realizan la fermentación e inhibe efectivamente el crecimiento y/o metabolismo de dichos organismos microbianos.

50 La separación de la primera biomasa fermentada y los primeros compuestos que contienen nitrógeno volátil se puede realizar de varias maneras según la presente divulgación.

55 En una realización según la presente divulgación, la etapa de separar los primeros compuestos volátiles del primer material de biomasa fermentable incluye desviar la primera biomasa fermentada a un extractor y tanque de saneamiento para la extracción de dichos primeros compuestos volátiles y calentar la primera biomasa fermentada del material, produciendo así un primer material de biomasa separado. La extracción del primer compuesto volátil incluye la extracción del amoníaco.

En una realización según la presente divulgación

60 • la primera biomasa fermentada separada se desvía a una unidad de presión y se somete a una hidrólisis térmica,

produciendo así una biomasa fermentable al menos parcialmente hidrolizada, y/o

- la primera biomasa fermentada se desvía a una instalación de fermentación que comprende fermentadores termofílicos y/o mesofílicos para la producción de biogás, y/o

5

- el método comprende el paso adicional de desviar material de biomasa no complejo a la unidad de presión y someter los materiales de biomasa combinados en la unidad de presión a una hidrólisis térmica, produciendo así una biomasa fermentable al menos parcialmente hidrolizada, y desviando el al menos parcialmente hidrolizado, biomasa fermentable a la segunda instalación de fermentación, y/o

10

- el método comprende además la etapa de extracción al menos parcialmente de los primeros compuestos volátiles formados durante la hidrólisis térmica.

En una realización según la presente divulgación, la hidrólisis térmica se produce en condiciones alcalinas predeterminadas, opcionalmente logradas mediante la adición de suficiente cal para alcanzar un pH en el intervalo de aproximadamente 9 a aproximadamente 12.

En una realización según la presente divulgación, la hidrólisis del material de biomasa en la unidad de presión se realiza a una temperatura en el intervalo de 100 °C a preferiblemente menos de 250 °C, bajo una presión de aproximadamente de 2 a preferiblemente menos de 20 bar, y con un tiempo de operación que varía preferiblemente menos de 60 minutos, o hasta que la biomasa se hidroliza adecuadamente.

20

En una realización según la presente divulgación, la biomasa al menos parcialmente hidrolizada de la unidad de presión se desvía a la(s) unidad(es) de pre fermentación o primera instalación de fermentación para fermentación adicional. En una realización según la presente divulgación, dicha biomasa al menos parcialmente hidrolizada y fermentada adicionalmente se desvía además a la extracción de amoníaco en una unidad de extracción y saneamiento.

En una realización según la presente divulgación, la fermentación adicional es seguida por una hidrólisis térmica adicional en la unidad de presión para producir una biomasa adicional e incluso más hidrolizada.

30

En una realización según la presente divulgación, el método comprende además fermentar la biomasa al menos parcialmente hidrolizada y opcionalmente además fermentada en la segunda instalación de fermentación para producir un biogás que comprende segundos compuestos volátiles.

35

En una realización según la presente divulgación, la fermentación en la segunda instalación de fermentación comprende i) someter la biomasa al menos parcialmente hidrolizada o la biomasa hidrolizada adicional a las primeras condiciones de fermentación que dan como resultado la formación de una primera biomasa fermentada acondicionada; y ii) someter la primera biomasa fermentada acondicionada a una fermentación en un segundo conjunto de condiciones para producir una biomasa de fermentación y segundos compuestos volátiles. En una realización según la presente divulgación, las primeras condiciones comprenden condiciones termofílicas y las segundas condiciones comprenden condiciones mesofílicas. En una realización según la presente divulgación, las primeras condiciones comprenden condiciones mesofílicas y las segundas condiciones comprenden condiciones termofílicas.

45

En una realización según la presente divulgación, al menos parte de la primera biomasa fermentada acondicionada se desvía a una primera unidad de mezcla y/o a las unidades de instalación de fermentación previa. En una realización según la presente divulgación, al menos parte de la biomasa fermentada se desvía a una primera unidad de mezcla y/o a una o más de las unidades de instalación de fermentación previa.

50

También se proporciona un método para producir un primer compuesto volátil a través de la fermentación de un material de biomasa que comprende partes sólidas y/o líquidas, comprendiendo el método i) recibir el material de biomasa en una o más unidades de instalación de fermentación previa; y ii) realizar una primera fermentación del material de biomasa en una o más unidades de instalación de fermentación previa para producir un primer material de biomasa fermentada y al menos el primer compuesto volátil hasta que se produzca una cantidad sustancial del primer compuesto volátil.

55

También se proporciona un método para identificar una biomasa compleja, el método comprende calcular el contenido de nitrógeno orgánico en relación con el contenido total del material de biomasa; y categorizando el material de biomasa como una biomasa compleja si el material de biomasa comprende un alto porcentaje de

60

Nitrógeno orgánico.

La divulgación en un aspecto adicional según la presente divulgación está dirigida a una planta de instalación de fermentación secuencial para fermentar una biomasa fermentable y adaptada adecuadamente para generar al menos los primeros y segundos compuestos volátiles, dicha planta de instalación de fermentación comprende

- i) una o más unidad(es) de instalaciones de fermentación previa para realizar una primera fermentación del material de biomasa fermentable,
- 10 ii) una unidad de separación operativamente conectada a la(s) unidad(es) de instalación de prefermentación para separar, al menos en parte, el primer material de biomasa fermentada de los primeros compuestos volátiles, obteniendo así una primera biomasa fermentada separada que comprende un contenido reducido de primeros compuestos volátiles y/o un contenido reducido de compuestos precursores que contienen carbono y nitrógeno capaces de convertirse durante una fermentación en primeros compuestos volátiles; y
- 15 iii) una segunda instalación de fermentación conectada operativamente a la unidad de separación para realizar una fermentación de la primera biomasa fermentada separada, produciendo así un material de biomasa fermentada adicional y segundos compuestos volátiles.
- 20 En una realización según la presente divulgación,
 - dicha unidad de separación comprende una unidad de extracción de N para la extracción de los primeros compuestos volátiles del material de biomasa fermentado en una o más unidades de instalación de fermentación previa, y/o
 - 25 • dicha unidad de extracción de N está conectada a una unidad de absorción para absorber y condensar los primeros compuestos volátiles extraídos del primer material de biomasa fermentada, y/o
 - dicha unidad de separación comprende una unidad de saneamiento para desinfectar el primer material de biomasa fermentada, y/o
 - 30 • dicha(s) unidad(es) de instalación de fermentación previa y la unidad de separación están conectadas de modo que el primer material de biomasa fermentada se desvía de la(s) unidad(es) de instalación de fermentación previa a la unidad de separación, y/o
 - 35 • dicha planta de instalación de fermentación comprende además una unidad de presión adaptada para realizar una hidrólisis térmica, opcionalmente en condiciones alcalinas predeterminadas, del primer material de biomasa fermentado separado, en el que la unidad de presión está operativamente conectada tanto a la unidad de separación como a la segunda instalación de fermentación, y/o
 - 40 • dicha planta de instalación de fermentación comprende además un tanque extractor conectado a la unidad de presión para extraer los primeros compuestos volátiles de la biomasa hidrolizada, en donde el tanque extracción está conectado a una unidad de absorción para absorber y condensar el primer compuesto volátil extraído, y/o
 - 45 • dicha unidad de separación está conectada a la unidad de presión y/o a la segunda instalación de fermentación para que el primer material de biomasa fermentado extraído de los primeros compuestos volátiles pueda desviarse a la unidad de presión y/o a la segunda instalación de fermentación, y/o
 - dicha planta de instalación de fermentación comprende además conexiones entre la(s) unidad(es) de instalación de fermentación previa, la unidad de separación y la unidad de presión,
 - 50 • dicha unidad de presión está conectada con la segunda instalación de fermentación para desviar al menos parcialmente la biomasa hidrolizada, al menos parcialmente extraída de los primeros compuestos volátiles a la segunda instalación de fermentación, y/o
 - 55 • una pluralidad de unidades de instalación de prefermentación están operativamente conectadas y en donde la segunda instalación de fermentación comprende una pluralidad adicional de unidades de fermentación operativamente conectadas, y/o
 - 60 • dichas unidades de instalación de fermentación están conectadas a la(s) unidad(es) de instalación de fermentación

previa y/o a un primer tanque de mezcla para permitir el desvío de la primera biomasa fermentada desde la instalación de fermentación previa y/o desvío de biomasa desde el primer tanque de mezcla, y/o

- 5 • la instalación de fermentación está adaptada para recibir biomasa desde un tanque de recepción utilizando los primeros conectores de recepción, la unidad de presión está adaptada para recibir biomasa desde el tanque de recepción utilizando segundos conectores de recepción, y la unidad de instalación de fermentación previa está adaptada para recibir biomasa desde el tanque de recepción/el primer tanque de mezcla que utiliza el tercer conector de recepción, y/o
- 10 • la(s) unidad(es) de instalación de prefermentación está adaptada para producir la cantidad máxima del primer compuesto volátil incluso a expensas/con una cantidad menor de la producción del segundo compuesto volátil durante la primera fermentación; y la unidad de fermentación está adaptada para producir la cantidad máxima del segundo compuesto volátil a partir del material de biomasa que se ha extraído del primer compuesto volátil durante la etapa de pretratamiento en las primeras unidades de fermentación y/o la unidad de presión.

15

Biomásas y fermentación

- Una fermentación anaeróbica (o primera o segunda fermentación) según la divulgación puede realizarse en condiciones termofílicas y/o en condiciones mesofílicas. En consecuencia, se puede realizar una fermentación anaeróbica realizando una fermentación anaeróbica en condiciones termofílicas o en condiciones mesofílicas, o realizando una fermentación anaeróbica en condiciones termofílicas seguida de una fermentación anaeróbica en condiciones mesofílicas, o realizando una fermentación anaeróbica en condiciones mesofílicas seguidas por una fermentación anaerobia realizada en condiciones termofílicas.

- 20
- 25 Las condiciones termofílicas comprenden temperaturas que varían de 42 °C a 70 °C, tales como 45 °C a 60 °C, preferiblemente de 48 °C a 52 °C. Las condiciones mesofílicas comprenden temperaturas de 21 °C a 42 °C, como 21 °C a 25 °C, por ejemplo, 25 °C a 30 °C, como 30 °C a 35 °C, por ejemplo 35 °C a 40 °C, como 40 °C a 42 °C.

- La fermentación anaeróbica termofílica y/o la fermentación anaeróbica mesofílica se realiza en una realización según la presente divulgación durante aproximadamente 5 a 15 días, tal como 5 a 7 días, por ejemplo 7 a 10 días, tal como 10 12 días, por ejemplo de 12 a 15 días.

- 30 El pH para una fermentación anaerobia de un material de biomasa fermentable está en una realización según la presente divulgación en el intervalo de aproximadamente de 7 a 8,5, preferiblemente entre 7,4 y 8,4 y más preferiblemente entre 7,8 y 8.

- Los biomateriales según la presente divulgación en una realización según la presente divulgación comprenden una o más fuentes de carbono y una o más fuentes de nitrógeno. Las fuentes de carbono son típicamente polisacáridos o polímeros que comprenden polisacáridos. Los polisacáridos se hidrolizan y/u oxidan en constituyentes más pequeños, tales como, por ejemplo, oligosacáridos y/o monosacáridos. Los polisacáridos ejemplares son celulosa, hemicelulosa, lignina y lignocelulosa.

- Los materiales de biomasa fermentables según la presente divulgación en una realización según la presente divulgación contienen un máximo de 50% de partes sólidas, tal como un máximo de 40% de partes sólidas, por ejemplo un máximo de 30% de partes sólidas, tales como un máximo de 20% de partes sólidas en peso.

- Los materiales de biomasa fermentables según la presente divulgación en una realización según la presente divulgación tienen un contenido de fibras de preferiblemente más del 5% (w/w), por ejemplo más del 10% (w/w), tales como más del 20% (w/w), y preferiblemente menos del 40% (w/w).

50

Los materiales de biomasa según la divulgación están en una realización según la presente divulgación, cualquier material de biomasa de desechos orgánicos y en una realización según la presente divulgación seleccionada de materiales de biomasa de desechos orgánicos y estiércol de animales domésticos, incluyendo cerdos, ganado, y especies de aves domésticas.

55

En una realización según la presente divulgación,

- el material de biomasa fermentable se selecciona del grupo que consiste en biomásas que comprenden estiércol y lodos, biomásas que comprenden residuos de cultivos, biomásas que comprenden cultivos de ensilaje, biomásas que comprenden canales de animales y fracciones de los mismos, productos de desecho de mataderos, productos

60

de desecho de lácteos, harina de carne y hueso, y productos de desecho de categoría animal 2, incluida cualquier combinación de los mismos, y/o

• el material de biomasa fermentable que comprende una o más biomasa complejas, y/o

5

• el material de biomasa fermentable comprende una o más biomasa complejas, cada una de las cuales comprende un material de biomasa que tiene un alto porcentaje de nitrógeno orgánico, tal como al menos 5 kg, 6 kg, 7 kg, 8 kg, 10 kg, 15 kg, 20 kg, 25 kg o 30 kg de nitrógeno orgánico por tonelada de material de biomasa, y/o

10 • la biomasa compleja comprende proteínas, sustancias aceitosas y grasas, y/o

• la biomasa compleja se selecciona del grupo que consiste en desechos municipales orgánicos, desechos de alimentos, productos de desechos industriales orgánicos fermentables, productos de desechos de pescado, desechos de mataderos; basura profunda o estiércol de animales, especialmente de bovinos, cerdos y aves de corral; cadáveres de animales y/o sus fracciones, harina de carne y huesos, plasma sanguíneo y cualquier producto procedente de animales, paja, fibras y aserrín, incluida cualquier combinación de los mismos, y/o

15

• En una realización según la presente divulgación, el material de biomasa fermentable contiene un máximo de 50% de partes sólidas, tal como un máximo de 40%, 30%, 20% o 10% de partes sólidas, y/o

20

• el material de biomasa está en estado de fluido y comprende un máximo de 10% de partes sólidas, y/o

• el material de biomasa es una suspensión líquida obtenida mediante la adición de agua y/o agua que contiene una baja concentración de material orgánico, preferiblemente menos del 10% de partes sólidas.

25

Fracción sólida fibrosa

En una realización de la divulgación, el material de biomasa fermentada (tal como el primer y/o segundo material de biomasa fermentada) se fracciona en partes sólidas y líquidas, generando así una fracción sólida fibrosa que comprende partes sólidas y líquidas, y al menos un líquido fracción. En una realización según la presente divulgación, la fracción sólida fibrosa comprende uno o más constituyentes macromoleculares seleccionados del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa y lignina. El fraccionamiento (o separación) en una realización según la presente divulgación se realiza antes de ser desviado a una instalación de cultivo fúngico.

30

35 En una realización de la divulgación, la fracción sólida fibrosa está sujeta a uno o más tratamientos adicionales. Los pasos adicionales son adecuados para generar un sustrato sólido fibroso final y listo para usar adecuado para cultivar células de Basidiomiceto, y que tiene un contenido reducido de compuestos de nitrógeno inorgánico.

Un tratamiento de saneamiento reduce o elimina microorganismos viables indeseables presentes en la fracción sólida fibrosa, y/o reduce el contenido de compuestos volátiles inorgánicos indeseables que contienen nitrógeno presentes en la fracción sólida fibrosa.

40

El tratamiento de saneamiento en una realización según la presente divulgación extrae o elimina por evaporación el gas de amoníaco acuoso de la fracción sólida fibrosa. Resulta que dicha separación reduce la cantidad de compuestos volátiles que contienen nitrógeno y/o compuestos volátiles precursores de nitrógeno inorgánico, tales como amonio y sales de amonio, en la fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico.

45

En una realización de la presente divulgación, la fracción sólida fibrosa obtenida del material de biomasa desgasificada se somete a un tratamiento de saneamiento, en una realización según la presente divulgación antes del cultivo de especies de Basidiomiceto en dicha fracción sólida fibrosa.

50

En una realización según la presente divulgación, un tratamiento de saneamiento comprende evaporar uno o más compuestos volátiles en condiciones de evaporación predeterminadas caracterizadas al menos calentando la fracción sólida fibrosa a una temperatura de al menos 70 °C en condiciones de pH alcalino y a presión suficiente para evaporar dichos compuestos volátiles.

55

Un tratamiento de saneamiento según la divulgación en una realización según la presente divulgación comprende a) calentar la fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico a una temperatura de más de 70 °C, y opcionalmente comprende además b) someter el fracción sólida fibrosa que comprende partes de

60

nitrógeno orgánico e inorgánico a una presión de más de 1 bar.

En una realización según la presente divulgación, dicha fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico se somete a calentamiento suficiente para evaporar los compuestos volátiles inorgánicos de nitrógeno presentes en la fracción sólida fibrosa, convirtiendo así dichos compuestos inorgánicos de nitrógeno en compuestos volátiles que contienen nitrógeno gaseoso, incluido el amoníaco.

El tratamiento de saneamiento en una realización según la presente divulgación comprende la etapa de calentar la fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico a una temperatura de 70 °C a 500 °C, tal como 70 a 80 °C, por ejemplo 80 a 90 °C, así como 90 a 100 °C, por ejemplo 100 a 110 °C, así como 110 a 120 °C, por ejemplo 120 a 130 °C, así como 130 a 140 °C, por ejemplo 140 a 150 °C, así como 150 a 160 °C, por ejemplo 160 a 170 °C, así como 170 a 180 °C, por ejemplo 180 a 190 °C, así como 190 a 200 °C, por ejemplo 200 a 250 °C, así como 250 a 300 °C, por ejemplo 300 a 350 °C, así como 350 a 400 °C, por ejemplo 400 a 450 °C, así como 450 a 500 °C.

En una realización según la presente divulgación, el calentamiento de la fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico a una temperatura de 70 °C a 500 °C da como resultado la formación de un gas de amoníaco acuoso que tiene una temperatura de más de 70 °C.

Independientemente de las etapas descritas anteriormente, la fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico está en una realización según la presente divulgación sometida a una presión de 1 a 10 bares; como 1 a 2 bar, por ejemplo 2 a 3 bar, como 3 a 4 bar, por ejemplo 4 a 5 bar, como 5 a 6 bar, por ejemplo 6 a 7 bar, como 7 a 8 bar, para ejemplo 8 a 9 bar, como 9 a 10 bar.

En una realización según la presente divulgación, la fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico se calienta y se seca, tal como se calienta y se seca en un secador, tal como un secador de tambor.

En una realización según la presente divulgación, el valor de pH de las partes líquidas o líquidas de dicha fracción sólida fibrosa es preferiblemente superior a pH = 7,5, por ejemplo, por encima de pH 8,0, tal como por encima de pH 8,5, al menos durante dicho tratamiento de saneamiento.

La fracción sólida fibrosa, después de la separación del gas de amoníaco acuoso, contiene preferiblemente una cantidad reducida de compuestos volátiles precursores de nitrógeno inorgánico, tal como menos del 70% de la cantidad de compuestos volátiles precursores de nitrógeno inorgánico presentes en la fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico antes de la extracción del gas de amoníaco acuoso de la fracción sólida fibrosa; como de aproximadamente 20% a 25%, 25 a 30%, 30% a 40%, 40% a 50%, 50% a 55%, 55% a 60%, 60% a 65% o 65 a 70% de la cantidad de dichos compuestos volátiles precursores de nitrógeno inorgánico presentes en la fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico antes de extraer el gas de amoníaco acuoso de la fracción sólida fibrosa.

Los compuestos volátiles precursores de nitrógeno inorgánico en una realización según la presente divulgación comprenden compuestos de amonio capaces de convertirse en gas de amoníaco durante dicho tratamiento de saneamiento.

La fracción sólida fibrosa es preferiblemente adecuada para cultivar células de basidiomiceto y capaz de retener un contenido deseado de agua. El sustrato sólido fibroso en una realización de la divulgación comprende partículas fibrosas que tienen un tamaño de partícula promedio de más de 100 micras (μ), tal como más de 200 μ , por ejemplo más de 300 μ , tal como más de 400 μ , por ejemplo más de 500 μ , como más de 600 μ , por ejemplo más de 700 μ , como más de 800 μ , por ejemplo más de 900 μ , como más de 1000 μ .

El sustrato sólido fibroso en una realización según la presente divulgación comprende partículas fibrosas que tienen un tamaño medio de partícula de 200 μ a 300 μ , tal como 300 a 400 μ , por ejemplo 400 a 500 μ , tal como 500 a 600 μ , por ejemplo 600 a 700 μ , así como 700 a 800 μ , por ejemplo 800 a 900 μ , así como 900 a 1000 μ , por ejemplo 1000 a 1200 μ , así como 1250 a 1500 μ , por ejemplo 1500 a 2000 μ .

El sustrato sólido fibroso en una realización según la presente divulgación puede contener un contenido mínimo de agua, calculado en masa, que está al menos en el intervalo de aproximadamente 10% a aproximadamente 80%, tal como 10% a 20%, por ejemplo 20% a 30%, como 30% a 40%, por ejemplo 40% a 50%, como 50% a 60%, por ejemplo 60% a 70%, como 70% a 80 %.

En una realización según la presente divulgación, la fracción sólida fibrosa se drena, se separa y/o se extrae el amoníaco.

5 En una realización según la presente divulgación, la divulgación comprende una etapa adicional de drenaje de partes líquidas de la fracción sólida fibrosa que comprende partes sólidas y líquidas y obtención de una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico y que tiene una materia seca total contenido de más de aproximadamente el 25% (w/w), tal como más del 30% (w/w), por ejemplo más del 35% (w/w), y una fracción líquida residual.

10

En una realización según la presente divulgación, la fracción sólida fibrosa se complementa con una o más composiciones de sustrato nutritivo suplementario sólido y/o líquido.

15 Para obtener una consistencia “esponjosa” del sustrato sólido fibroso adecuado para cultivar células de Basidiomiceto, la mayoría, y en algunos casos esencialmente todos, los sólidos inorgánicos presentes en el material de biomasa se separan de la fracción sólida fibrosa. La presencia de sólidos inorgánicos en cantidades excesivas e indeseables reducirá la capacidad de retención de agua del sustrato sólido fibroso.

20 La extracción del gas de amoníaco acuoso que da como resultado una reducción de la cantidad de compuestos volátiles precursores de nitrógeno inorgánico presentes en la fracción sólida fibrosa genera una fracción sólida fibrosa extraída de amoníaco que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico. En una realización según la presente descripción, la fracción sólida fibrosa contiene de aproximadamente 0,5 kg a aproximadamente 4,0 kg de nitrógeno inorgánico (NH₄ - N) por tonelada de fracción sólida fibrosa, tal como 0,5 a 1,0 kg, por ejemplo 1,0 a 1,2 kg, tal como 1,2 a 1,4 kg, por ejemplo 1,4 a 1,5 kg, como 1,5 a 1,6 kg, por ejemplo 1,6 a 1,8 kg, como 1,8 a 2 kg, por ejemplo 2 a 2,5 kg, como 2,5 a 3 kg, por ejemplo 3 a 3,5 kg, tal como 3,5 a 4 kg de nitrógeno inorgánico (NH₄ - N) por tonelada de fracción sólida fibrosa.

30 En una realización según la presente divulgación, la fracción sólida fibrosa extraída de amoníaco que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico contiene de aproximadamente 3 kg a aproximadamente 30 kg de nitrógeno orgánico por tonelada de fracción sólida fibrosa, por ejemplo 3 a 5, tal como 5 a 10, por ejemplo 10 a 11, como 11 a 12, por ejemplo 12 a 13, como 13 a 14, por ejemplo 14 a 15, como 15 a 16, por ejemplo 16 a 17, como 17 a 18, por ejemplo 18 a 19, tal como 19 a 20, por ejemplo 20 a 25, tal como 25 a 30 kg de nitrógeno orgánico por tonelada de fracción sólida fibrosa.

35 Puede ser deseable ajustar el pH del sustrato sólido fibroso. El pH del sustrato sólido fibroso se ajusta en una realización según la presente divulgación mediante la adición de composiciones de sustrato a la fracción sólida fibrosa para obtener un sustrato sólido fibroso con partes líquidas que tienen, o se ajustan para tener, un valor de pH de 5,0 a 7,5

40 Una vez que se ha controlado la composición nutritiva del sustrato sólido fibroso adecuado para cultivar células de Basidiomiceto y se ha fabricado un sustrato sólido fibroso final, se puede contactar el sustrato sólido fibroso con una o más especies de células de Basidiomiceto, o esporas, y cultivar dichas células de Basidiomiceto, o esporas, en dicho sustrato sólido fibroso.

45 Al someter el material de biomasa a uno o más pasos de separación que dan como resultado la provisión de una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico y al menos una fracción líquida, y por evaporación de dicha fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico, un gas acuoso que además comprende uno o más compuestos volátiles, y que obtiene una fracción sólida fibrosa que comprende partes orgánicas e inorgánicas de nitrógeno de las cuales dichos uno o más compuestos volátiles se han removido por evaporación, la presente divulgación proporciona un método para controlar la composición de nutrientes de un sustrato sólido fibroso adecuado para el cultivo de células de Basidiomiceto.

50 Al menos uno de dichos uno o más nutrientes se puede extraer como compuestos volátiles de dicha fracción sólida fibrosa por evaporación en condiciones predeterminadas, en donde dichos uno o más nutrientes se convierten en uno o más compuestos volátiles que se extraen y eliminan del composición del sustrato sólido fibroso final. El nutriente se encuentra en una realización según la presente divulgación de compuestos nutritivos que contienen nitrógeno y/o azufre inorgánico evaporable o extraíble. Dichos compuestos se pueden extraer como sus equivalentes gaseosos, tales como, por ejemplo, amoníaco y sulfuro de hidrógeno. Por consiguiente, los compuestos nutritivos inorgánicos evaporables o extraíbles que contienen nitrógeno y/o azufre pueden considerarse compuestos volátiles precursores a este respecto.

60

La evaporación de dicho uno o más compuestos volátiles en una realización según la presente divulgación comprende un tratamiento de calentamiento y secado de la fracción sólida fibrosa que comprende las etapas de calentamiento de la fracción sólida fibrosa a una temperatura de al menos 70 °C bajo condiciones de pH alcalino, es decir, un pH superior a 7, tal como superior a 7,5, por ejemplo un pH superior a 8,0, y a una presión suficiente para evaporar dichos compuestos volátiles.

Cualquiera de los tratamientos mencionados anteriormente, que incluyen evaporación, extracción, separación y/o saneamiento, servirá para proporcionar A) una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico y que tiene i) un mayor contenido (w/w) de nitrógeno orgánico compuestos, ii) un contenido reducido (w/w) de compuestos volátiles, o un compuesto precursor volátil, y iii) un contenido reducido (w/w) de agua, y B) un gas acuoso que comprende además dicho uno o más compuestos volátiles, incluyendo amoníaco.

En una realización según la presente divulgación, se seleccionan compuestos volátiles que contienen nitrógeno del grupo que consiste en amoníaco gaseoso, amoníaco, nitrógeno inorgánico; un gas acuoso que comprende amoníaco; un gas acuoso que comprende amoníaco y compuestos volátiles que contienen azufre.

En una realización según la presente divulgación, los compuestos volátiles que contienen nitrógeno comprenden además compuestos volátiles que contienen azufre, incluido el sulfuro de hidrógeno.

En una realización según la presente divulgación, un compuesto volátil precursor se selecciona de amonio y sales de amonio.

En una realización según la presente divulgación, un compuesto volátil que contiene metano forma colectivamente un gas que comprende metano, tal como un gas que comprende más del 50% de metano, tal como más del 60% de metano, como más del 70% de metano, como más del 80% de metano, como más del 90% de metano, como más del 95% de metano, o más del 99% de metano, como un biogás.

Pasos adicionales del método

Los métodos de la presente divulgación en una realización según la presente divulgación comprenden una etapa de fermentación anaeróbica de pretratamiento seguida de a) una etapa de cocción a presión y una etapa de extracción de amoníaco, etapas que se realizan antes de al menos una posterior etapa de fermentación anaeróbica para la generación de biogás en la instalación de fermentación, o b) una etapa de extracción de amoníaco realizado antes del al menos un paso de fermentación anaerobia posterior.

La etapa de fermentación previa al tratamiento da como resultado preferiblemente la producción de amoníaco que se recoge y, por lo tanto, no se desvía a un fermentador de biogás adicional donde tiene lugar la producción de biogás predominantemente en la etapa de fermentación adicional.

Preferentemente, la etapa de fermentación previa al tratamiento según el primer aspecto de la presente divulgación se realiza en combinación con una extracción de amoníaco y/o una etapa de recogida de amoníaco. Al remover inicialmente el amoníaco en una etapa de fermentación previa al tratamiento, es posible aumentar la producción de biogás en una etapa de fermentación adicional en una segunda instalación de fermentación. En una realización según la presente divulgación, la etapa de fermentación inicial previa al tratamiento no implica la fermentación termofílica.

Por lo tanto, según una realización de la presente divulgación, se proporciona un método para producir primeros compuestos volátiles que contienen nitrógeno que forman colectivamente amoníaco gaseoso y segundos compuestos volátiles que contienen metano que forman colectivamente un biogás a través de fermentaciones secuenciales de un material de biomasa que comprende sólidos y/o partes líquidas

En una realización según la presente divulgación, los métodos de la divulgación comprenden además someter el material de biomasa, tal como un material de biomasa al menos parcialmente desgasificado, a uno o más etapas de separación que dan como resultado la provisión de a) una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico y b) al menos una fracción líquida que comprende partes sólidas y líquidas que contienen fósforo orgánico e inorgánico.

En una realización según la presente divulgación, los métodos de la divulgación comprenden además separar partes sólidas y líquidas de la al menos una fracción líquida que comprende partes sólidas y líquidas que contienen fósforo

orgánico e inorgánico por fraccionamiento y/o sedimentación, y obtención a) una fracción sólida fibrosa, b) una primera fracción o sedimento sólido con contenido de fósforo adecuado para ser utilizado o agregado a un fertilizante agrícola que contiene fósforo, y c) una primera fracción líquida de permeado que comprende partes sólidas y/o líquidas que contienen nitrógeno y/o fósforo.

5

En una realización según la presente divulgación, la primera fracción o sedimento sólido que contiene fósforo y la primera fracción líquida de permeado de la divulgación se obtiene haciendo pasar el material de biomasa que comprende partes sólidas y líquidas sobre una primera membrana de tamiz que permite la primera fracción sólida, que contiene fósforo, o sedimento, y la primera fracción líquida de permeado que pasa a través de la membrana, mientras que la fracción sólida fibrosa se retiene y, por lo tanto, se separa de la primera fracción sólida, que contiene fósforo, o sedimento, y la primera fracción líquida de permeado.

10

En una realización según la presente divulgación, los métodos de la divulgación comprenden la etapa adicional de drenar partes líquidas de la fracción sólida fibrosa que comprende partes sólidas y líquidas y obtener una fracción líquida residual.

15

En una realización según la presente divulgación, los métodos de la divulgación comprenden la etapa adicional de combinar la fracción líquida residual y la primera fracción líquida de permeado en una fracción líquida combinada que comprende partes sólidas y líquidas, y someter dicha fracción líquida combinada que comprende partes sólidas y líquidas para una mayor separación de las partes sólidas y líquidas contenidas en ellas.

20

La fracción líquida combinada que comprende partes sólidas y líquidas se realiza en una realización según la presente divulgación pasada sobre una segunda o más membranas de tamiz que tienen un tamaño de poro más pequeño que la primera membrana de tamiz, y la fracción líquida combinada que comprende partes sólidas y líquidas separado en:

25

a) una segunda fracción o sedimento sólido que contiene fósforo,

b) una segunda fracción líquida de permeado, y

30

c) una fracción sólida concentrada que comprende partes sólidas y líquidas.

En una realización según la presente divulgación, la separación comprende desviar la fracción líquida combinada que comprende partes sólidas y líquidas sobre o a través de la segunda o más membrana de tamiz, retener el concentrado de fracción sólida que comprende partes sólidas y líquidas y separar dicho concentrado de fracción sólida del segundo sólido, fracción que contiene fósforo o sedimento, y la segunda fracción de permeado líquido.

35

En un paso aún más adelante, dichas primera y segunda fracciones o sedimentos sólidos que contienen fósforo se secan.

40

En una realización según la presente divulgación, el amoníaco gaseoso generado durante la fermentación anaeróbica inicial se extrae del material de biomasa parcialmente desgasificado calentando el material de biomasa parcialmente desgasificado en un extractor designado y tanque de saneamiento a una temperatura de al menos aproximadamente 70 ° C a una presión suficiente para extraer dichos compuestos volátiles, y recoger y/o almacenar el amoníaco gaseoso extraído, preferiblemente almacenando el amoníaco extraído mediante la conversión del gas amoníaco en un compuesto de sal de amonio sólido mediante una reacción con un ácido adecuado.

45

En una realización según la presente divulgación, la temperatura en el tanque extractor y de saneamiento es de 75 ° C a 95 ° C, tal como 78 ° C a 90 ° C, tal como 80 ° C a 88 ° C, tal como 82 ° C a 85 ° C.

50

En una realización según la presente divulgación, el pH en el tanque extractor y de saneamiento se mantiene de 9 a 12, tal como 9,5 a 11,8, tal como 10 a 11,3, tal como 10,5 a 11. En una realización según la presente divulgación, el pH se controla mediante la adición de cal al extractor y al tanque de saneamiento.

55

En una realización según la presente divulgación, dicho tratamiento de saneamiento que reduce los contenidos de compuestos volátiles que contienen nitrógeno y/o compuestos volátiles precursores presentes en la fracción sólida fibrosa, produce y/o evapora compuestos volátiles que contienen nitrógeno y/o compuestos volátiles precursores.

En una realización según la presente divulgación, dichos compuestos volátiles que contienen nitrógeno y/o compuestos volátiles precursores se desvían y/o recogen en un tanque extractor y de saneamiento.

60

En una realización según la presente divulgación, dichos compuestos volátiles que contienen nitrógeno comprenden amoníaco gaseoso cuyo gas amoniaco se convierte en un compuesto de sal de amonio sólido por reacción con un ácido, tal como un ácido inorgánico u orgánico.

5

El gas de amoníaco extraído puede convertirse en un compuesto de sal de amonio sólido mediante una reacción con un ácido.

En una realización según la presente divulgación, se almacena el compuesto de sal de amonio sólido. En una realización según la presente divulgación, el compuesto de sal de amonio sólido se usa para enriquecer una composición, tal como un fertilizante agrícola.

Según la divulgación, cualquier gas de amoniaco extraído se recoge y/o convierte en una fracción de compuesto de amonio sólido en una realización según la presente divulgación que comprende uno o más compuestos inorgánicos de sal de amonio, como por ejemplo sulfato de amonio, después de un reacción con un ácido, como por ejemplo ácido sulfúrico, o cualquier otro ácido inorgánico u orgánico adecuado.

En una realización según la presente divulgación, los métodos según la divulgación comprenden además uno o más de las etapas de

20

i) calentar la fracción sólida fibrosa a una temperatura de más de 70 °C, en donde dicho calentamiento da como resultado la formación de un gas de amoníaco acuoso que tiene una temperatura de más de 70 °C, y/o

ii) extraer dicho gas de amoniaco acuoso que tiene una temperatura de más de 70 °C de la fracción sólida fibrosa drenada, y/o

25

iii) desviar el gas de amoníaco acuoso que tiene una temperatura de más de 70 °C al extractor y al tanque de saneamiento, y/o

iv) usar el gas de amoníaco acuoso que tiene una temperatura de más de 70 °C para calentar el material de biomasa parcialmente desgasificado presente en el tanque de extracción y saneamiento, y/o

v) opcionalmente calentar el material de biomasa parcialmente desgasificado presente en el extractor y el tanque de saneamiento mediante una o más fuentes de calefacción adicionales.

35

En una realización según la presente divulgación, el tratamiento de saneamiento explota las fuentes de aire de combustión primaria y secundaria, incluidas las fuentes de aire de escape, presentes o generadas en la instalación de fermentación de biogás como resultado de realizar dicho saneamiento, en el que dicha combustión primaria y secundaria Las fuentes de aire se desvían a un extractor y tanque de saneamiento para su conversión y/o recolección como sólidos.

40

En una realización según la presente divulgación, la explotación de fuentes de aire de combustión primaria de la instalación de fermentación de biogás da como resultado la generación de una presión negativa en el espacio de la instalación de fermentación de biogás, que la presión negativa evita o contribuye a evitar que cualquier olor indeseable escape de la instalación de fermentación de biogás, en donde dichos odorantes comprenden uno o más compuestos volátiles que contienen nitrógeno y/o compuestos volátiles que contienen azufre.

45

En una realización según la presente divulgación, el (primer) material de biomasa adecuado para la fermentación anaerobia y la producción de biogás es un material de biomasa parcialmente desgasificado obtenido mediante la realización de una fermentación anaerobia inicial que da como resultado la producción de una fracción gaseosa que comprende amoníaco y biogás.

50

En una realización según la presente divulgación, el primer material de biomasa adecuado para la fermentación anaerobia y la producción de biogás es un material de biomasa parcialmente desgasificado obtenido, realizando una fermentación inicial anaeróbica por lotes que da como resultado la producción de una fracción gaseosa que comprende amoníaco y biogás.

55

En una realización según la presente divulgación, la continua fermentación de biogás anaeróbica genera un material de biomasa desgasificada fermentada adecuada para usar como sustrato para cultivar una o más especies fúngicas, y el material de biomasa fermentada y desgasificada obtenido de la fermentación continua de biogás anaeróbico y el

60

material de biomasa fermentada por lotes anaeróbico obtenido de la fermentación por lotes se combinan y utilizan como sustrato para el cultivo de una o más especies fúngicas.

5 Los materiales de biomasa adicionales según la divulgación están en una realización según la presente divulgación, cualquier material de biomasa de desechos orgánicos y en una realización según la presente divulgación seleccionada de materiales de biomasa de desechos orgánicos y estiércol de animales domésticos, incluyendo cerdos, ganado, y especies de aves domésticas.

Basidiomiceto

10 Las células y/o esporas de basidiomicetos, basidiomicetos y basidiomicetos se usan indistintamente en el presente documento.

15 Muchos organismos fúngicos, incluidos los basidiomicetos, producen y secretan enzimas extracelulares capaces de degradar o digerir los constituyentes de nutrientes macromoleculares comprendidos en el sustrato sólido fibroso, que incluyen celulosa, hemicelulosa, lignina y lignocelulosa.

20 Por lo tanto, al realizar, secuencialmente en cualquier orden, las fermentaciones anaerobias de biogás y los métodos de cultivo de basidiomicetos que usan una fracción sólida fibrosa de la biomasa gastada como sustrato para el cultivo de basidiomicetos, los constituyentes de nutrientes macromoleculares presentes en un material de biomasa pueden ser más eficientemente utilizado.

25 La digestión por enzimas basidiomicetos extracelulares de dichos constituyentes de nutrientes macromoleculares da como resultado una hidrólisis y/u oxidación de al menos parte de dichos constituyentes macromoleculares. En una realización según la presente divulgación, dicha hidrólisis y/u oxidación de al menos parte dichos componentes macromoleculares generan un sustrato fungoso gastado capaz de ser fermentado por organismos microbianos involucrados en una o más etapas de una fermentación de biogás. En una realización según la presente divulgación, dichos organismos microbianos implicados en dichas una o más etapas de una fermentación de biogás metabolizan los productos de hidrólisis y/u oxidación resultantes de la hidrólisis y/u oxidación de dichos constituyentes
30 macromoleculares.

Los organismos fúngicos adecuados según la divulgación comprenden organismos que constituyen el filo Basidiomycota del reino Hongos, o, en esquemas de clasificación más antiguos, la clase Basidiomicetos del reino Plantae, es decir, organismos fúngicos caracterizados por portar las esporas en un basidio, incluidos los hongos
35 comestibles.

En una realización según la presente divulgación, los Basidiomicetos se seleccionan del grupo de Basidiomicetos que pertenecen a cualquiera de las subclases de Agaricomycetidae, Exobasidiomycetidae, Tremellomycetidae y Ustilaginomycetidae, en donde dicho basidiomiceto es capaz de degradar o digerir componentes nutritivos
40 macromoleculares que incluyen celulosa, hemicelulosa, lignina y lignocelulosa.

Las células de basidiomiceto preferidas son aquellas que son comestibles, en una realización según la presente divulgación que incluye un hongo o célula fúngica seleccionada de los géneros de Agaricus, Lentinula (Lentinus), Flammulina, Pleurotus; y Lyophyllum. En una realización según la presente divulgación, la célula de Basidiomiceto
45 se selecciona de la especie de Lentinula (Lentinus) edodes (shiitake); especies de Agaricus comestibles (por ejemplo, Agaricus bisporus, Agaricus campestris, Agaricus subrufescens), Flammulina velutipes (Enokitake), Pleurotus eryngii (Eryngii), Pleurotus ostreatus; y Shimeji (p. ej., Lyophyllum shimeji, Buna-shimeji, Bunapi-shimeji, Hatake-shimeji, shirotamogidake, velvet pioppino).

50 El cultivo de la célula de basidiomiceto en una realización según la presente divulgación tiene lugar a una temperatura de 15 °C a 35 °C, por ejemplo 15 °C a 17 °C, tal como 17 °C a 20 °C, por ejemplo 20 °C a 22 °C, como 22 °C a 25 °C, por ejemplo 25 °C a 30 °C, como 30 °C a 35 °C. El cultivo de la célula de basidiomiceto en una realización según la presente divulgación tiene lugar en un sustrato sólido fibroso que tiene un contenido de humedad del 50% en masa al 70% en masa, tal como un contenido de humedad de aproximadamente el 60% en
55 masa.

Se pueden seguir los protocolos de cultivo fúngicos convencionales siempre que el sustrato para el cultivo sea un sustrato sólido fibroso aislado de un material de biomasa gastado, al menos parcialmente desgasificado, después de la fermentación anaerobia de biogás.

60

Componentes nutritivos macromoleculares

El sustrato sólido fibroso adecuado para cultivar células de Basidiomiceto en una realización preferida según la presente divulgación comprende uno o más constituyentes de nutrientes macromoleculares seleccionados del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa, lignina y lignocelulosa. El sustrato sólido fibroso en una realización según la presente divulgación comprende más de un constituyente macromolecular, tal como dos o tres constituyentes macromoleculares seleccionados del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa y lignina.

Los constituyentes de nutrientes macromoleculares son difíciles de digerir para los organismos microbianos tales como las bacterias anaerobias involucradas en una o más etapas de una fermentación anaerobia y producción de biogás.

La lignocelulosa en forma de material de biomasa de alimentación comprende celulosa, hemicelulosa y lignina como constituyentes macromoleculares y el material que contiene lignocelulosa o lignocelulosa es un ejemplo según la presente divulgación de un material de biomasa utilizado para la producción de biogás.

Las primeras etapas de una fermentación de biogás incluyen una etapa inicial de hidrólisis de constituyentes de nutrientes macromoleculares en sus constituyentes básicos, o en constituyentes de nutrientes que pueden ser metabolizados y fermentados más fácilmente por los organismos microbianos involucrados en una o más etapas de una fermentación anaeróbica y en la producción de biogás. El metabolismo de los constituyentes de nutrientes es esencial para la producción de biogás ya que no se pueden realizar actividades microbianas fermentables y generadoras de energía en ausencia de dicho metabolismo.

Es un desafío particular durante una fermentación de biogás anaeróbico que no, o que se produzca una hidrólisis insuficiente de los constituyentes de nutrientes macromoleculares en sus constituyentes básicos, o en constituyentes de nutrientes que puedan ser metabolizados y fermentados más fácilmente por los organismos microbianos involucrados en uno o más etapas de una fermentación anaerobia y producción de biogás. Por consiguiente, el sustrato sólido fibroso según la presente divulgación comprende uno o más constituyentes de nutrientes macromoleculares que son difíciles, si no imposibles, para muchos organismos microbianos involucrados en una o más etapas de fermentación anaerobia y producción de biogás para digerir.

La falta general de hidrólisis de dichos componentes macromoleculares, que incluyen celulosa, hemicelulosa y lignina, por parte de bacterias metanogénicas y otras bacterias anaerobias implicadas en la producción de biogás en condiciones de fermentación anaerobia, dará como resultado que dichos componentes macromoleculares estén presentes durante una fermentación anaerobia de biogás durante una o más etapas de la fermentación anaerobia de biogás, incluidas las etapas seleccionadas de acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis.

En una realización según la presente divulgación, el sustrato sólido fibroso adecuado para cultivar fúngicos tales como células de Basidiomiceto que comprenden uno o más constituyentes de nutrientes macromoleculares seleccionados del grupo que consiste en celulosa, lignina de hemicelulosa y lignocelulosa son digeridos al menos en parte por el cultivo de células fúngicas, dejando un sustrato fúngico gastado que, opcionalmente suplementado con más biomasa, se puede utilizar como alimentación para una nueva ronda de fermentación anaerobia y producción de biogás.

45 Métodos para el pretratamiento de los materiales de biomasa antes de la fermentación anaerobia

Los constituyentes macromoleculares citados anteriormente pueden degradar enzimáticamente así como por tratamientos mecánicos y/o químicos de materiales de biomasa que contienen dichos constituyentes macromoleculares antes de la fermentación anaeróbica de los mismos.

En una realización según la presente divulgación, un material de biomasa según la presente divulgación se somete a uno o más pasos de procesamiento de pretratamiento de cualquier manera o combinación adecuada antes de realizar una fermentación anaeróbica en el material de biomasa pretratado.

El pretratamiento se realiza en una realización según la presente divulgación antes de la hidrólisis enzimática y/u oxidación de los componentes del biomaterial que forman parte del biomaterial, y en otra realización según la presente divulgación al mismo tiempo que se produce hidrólisis enzimática y/u oxidación.

La hidrólisis enzimática y/u oxidación se cataliza en una realización según la presente divulgación catalizada por organismos microbianos endógenos presentes en el biomaterial para ser sometidos a fermentación anaerobia. En

otra realización según la presente divulgación, las enzimas se añaden de manera exógena, por ejemplo, como enzimas a granel producidas por un productor de enzimas industriales. En una realización según la presente divulgación, el organismo microbiano es Basidiomicetos.

5 Un pretratamiento según la divulgación en una realización según la presente divulgación reduce el tamaño de los sólidos y constituyentes macromoleculares que forman el material de biomasa. El pretratamiento aumenta o complementa al índice de hidrólisis de los materiales de biomasa antes o durante la fermentación anaerobia de biogás. Un pretratamiento según la divulgación en una realización según la presente divulgación promueve la separación y/o liberación de celulosa, hemicelulosa y/o lignina.

10

Los procesos de pretratamiento, tales como oxidación húmeda, explosión de vapor y etapas de pretratamiento alcalino, se dirigirán preferiblemente a la lignina, mientras que el ácido diluido y la auto-hidrólisis se dirigirán preferiblemente a materiales que contienen hemicelulosa.

15 La etapa de pretratamiento es, en una realización, según la presente divulgación, una etapa de pretratamiento convencional que usa técnicas bien conocidas en la técnica. En una realización según la presente divulgación, el pretratamiento tiene lugar en una suspensión de material que contiene lignocelulosa y agua. El material que contiene lignocelulosa durante el pretratamiento está en una realización según la presente divulgación, se presenta en una cantidad entre 10-80% en peso, tal como 10-20% en peso, por ejemplo 20-30% en peso, como 30-40% en peso, por ejemplo 40-50% en peso, como 50-60% en peso, por ejemplo 60-70% en peso, como 70-80% en peso, como alrededor del 50% en peso.

25 El material de biomasa o el material que contiene lignocelulosa según la divulgación se realiza en una realización según la presente divulgación, pretratada química, mecánica y/o biológicamente antes, antes y durante o durante la hidrólisis o fermentación. El pretratamiento mecánico puede realizarse solo o combinado con procesos de pretratamiento químico o biológico

30 El material de biomasa pretratado preferiblemente tiene un valor de pH neutro a básico antes de la fermentación anaeróbica/cuando se agrega al digestor de biogás. Una biomasa ácida puede ralentizar o complicar el proceso de conversión de biogás debido a la inhibición de microorganismos metanogénicos. El valor de pH de la biomasa que ingresa al digestor anaeróbico es preferiblemente entre 7 y 10, tal como de 7,2 a 10; por ejemplo de 7,4 a 10, tal como de 7,6 a 10, por ejemplo de 7,8 a 10, tal como de aproximadamente 8 a 10, por ejemplo alrededor de pH 8,5. El pH puede ajustarse usando NaOH, Na₂CO₃, NaHCO₃, Ca(OH)₂, hidrato de cal de CaO, amoníaco y/o KOH o similares.

35

En una realización según la presente divulgación, el pretratamiento incluye someter un material de biomasa a tratamiento termoquímico en una olla a presión de cal. El pretratamiento de cocción a presión descompone las estructuras macromoleculares complejas del material de biomasa y también contribuye y extrae el amoníaco de la biomasa.

40

En otra realización según la presente divulgación, en lugar de o además de una etapa de pretratamiento termoquímico, el material de biomasa puede someterse a una prefermentación en los prefermentadores con extracción de N.

45 **Pretratamiento químico**

En una realización según la presente divulgación, un material de biomasa según la presente divulgación se somete a una o más etapas de pretratamiento químico.

50 Un pretratamiento químico incluye tratamiento con; por ejemplo, ácido diluido, cal, hidrato de cal, alcalino, NaOH, Na₂CO₃, NaHCO₃, Ca(OH)₂, solvente orgánico, solvente de celulosa, amoníaco, KOH, dióxido de azufre, dióxido de carbono, hidrólisis enzimática. Los procesos de pretratamiento con amoníaco se describen, por ejemplo, en WO 2006/110891, WO 2006/11899, WO 2006/11900, WO 2006/110901.

55 Además, la oxidación húmeda y la hidrotermólisis controlada por pH también se consideran pretratamiento químico. Las técnicas de oxidación húmeda implican el uso de agentes oxidantes, tales como: agentes oxidantes a base de sulfito o similares. Los ejemplos de pretratamientos con solventes incluyen el tratamiento con DMSO (dimetilsulfóxido) o similares. Otros ejemplos de procesos de pretratamiento adecuados son descritos por Schell et al. (2003) Appl. Bioquímica y biotecnología. Vol. 105-108, pág.69-85, y Mosier et al. Bioresource Technology 96 (2005) 673-686, y publicación estadounidense No. 2002/0164730.

60

Pretratamiento mecánico

En una realización según la presente divulgación, un material de biomasa según la presente divulgación se somete a una o más etapas de pretratamiento mecánico, u homogeneización.

El término "pretratamiento mecánico" se refiere a cualquier pretratamiento mecánico (o físico) que promueve la separación y/o liberación de celulosa, hemicelulosa y/o lignina del material que contiene lignocelulosa. Por ejemplo, el pretratamiento mecánico incluye varios tipos de fresado, irradiación, vaporización/explosión de vapor e hidrotérmólisis.

El pretratamiento mecánico incluye trituración (reducción mecánica del tamaño). La trituración incluye molienda en seco, molienda en húmedo, molienda y molienda de bolas vibratorias. El pretratamiento mecánico puede implicar alta presión y/o alta temperatura (explosión de vapor). En una realización según la presente divulgación, alta presión significa presión en el intervalo de 300 a 600 psi, preferiblemente de 400 a 500 psi, tal como alrededor de 450 psi. En una realización según la presente divulgación, temperatura alta significa temperaturas en el intervalo de aproximadamente 100 a 300 °C., preferiblemente de aproximadamente 140 a 235 °C. En una realización preferida según la presente divulgación, el pretratamiento mecánico se lleva a cabo como un proceso por lotes, en un sistema hidrolizador de pistola de vapor que usa alta presión y alta temperatura como se definió anteriormente. Se puede utilizar un hidrolizador de sonidos (disponible en Sunds Defibrator AB (Suecia)).

En una realización según la presente divulgación, el material que contiene lignocelulosa se somete a un pretratamiento de irradiación. El término "pretratamiento de irradiación" se refiere a cualquier pretratamiento por microondas, por ejemplo, según lo descrito por Zhu et al. "Producción de etanol a partir de paja de trigo pretratada con álcali asistida por microondas" en *Process Biochemistry* 41 (2006) 869-873 o pretratamiento ultrasónico, por ejemplo, como se describe, por ejemplo, Li et al. "Un estudio cinético sobre la hidrólisis enzimática de una variedad de pulpas para su mejora con irradiación ultrasónica continua", en *Biochemical Engineering Journal* 19 (2004) 155-164.

En una realización según la presente divulgación, el material que contiene lignocelulosa se somete a un pretratamiento químico y mecánico. Por ejemplo, la etapa de pretratamiento puede implicar un tratamiento ácido diluido o suave y un tratamiento a alta temperatura y/o presión. Los pretratamientos químicos y mecánicos pueden llevarse a cabo de forma secuencial o simultánea, según se desee.

En una realización según la presente divulgación, el pretratamiento se lleva a cabo como una etapa de explosión de vapor de ácido diluido y/o suave. En otra realización preferida según la presente divulgación, el pretratamiento se lleva a cabo como una explosión de fibra de amoníaco (o etapa de pretratamiento de AFEX).

En otra realización más según la presente divulgación, se agrega una base al material que contiene lignocelulosa o la suspensión antes o mientras se está homogeneizando; preferiblemente la base es NaOH, Na₂CO₃, NaHCO₃, Ca(OH)₂, hidrato de cal, amoníaco y/o KOH o similares.

Pretratamiento biológico

En una realización según la presente divulgación, un material de biomasa según la presente divulgación se somete a una o más etapas de pretratamiento biológico. El término "pretratamiento biológico" se refiere a cualquier pretratamiento biológico que promueve la separación y/o liberación de celulosa, hemicelulosa y/o lignina del material que contiene lignocelulosa.

En una realización según la presente divulgación, la técnica de pretratamiento biológico implica la aplicación de microorganismos solubilizadores de lignina.

Pretratamiento enzimático

En una realización según la presente divulgación, un material de biomasa según la presente divulgación se somete a una o más etapas de pretratamiento enzimático. Antes de que el material que contiene lignocelulosa pretratado se fermente, preferiblemente puede hidrolizarse enzimáticamente para descomponer especialmente hemicelulosa y/o celulosa en azúcares fermentables.

Según la divulgación, la hidrólisis enzimática se realiza en varias etapas. El material que contiene lignocelulosa a

hidrolizar en una realización según la presente divulgación constituye más del 2,5% en peso de DS (sólidos secos), preferiblemente más del 5% en peso de DS, preferiblemente más del 10% en peso de DS, preferiblemente más del 15 % en peso de DS, preferiblemente superior a 20% en peso de DS, más preferiblemente superior a 25% en peso de DS del lodo de la etapa a).

5

En una realización según la presente divulgación, el material que contiene lignocelulosa se somete a la acción de una o más actividades enzimáticas de enzimas seleccionadas del grupo que consiste en una enzima amilolítica (amilasa), una enzima lipolítica (lipasa), un enzima proteolítica (proteasa), una hemicelulasa, una enzima pectinolítica (pectinasa), una enzima celulolítica (celulasa), una oxidorreductasa y una enzima que degrada la pared celular de la planta.

10

En una realización según la presente divulgación, la una o más enzimas para el pretratamiento enzimático se selecciona del grupo que consiste en aminopeptidasa, alfa-amilasa, amiloglucosidasa, arabinofuranosidasa, arabinoxilanas, beta-glucanasa, carbohidrasa, carboxipeptidasa, catalasa, celobiohidrolasa, celulasa, quitinasa, 15 cutinasa, ciclodextrina glicosiltransferasa, esterasa de ácido ferúlico, desoxirribonucleasa, endo-celulasa, endo-glucanasa, endo-xilanas, esterasa, galactosidasa, beta-galactosidasa, glucoamilasa, halogenasa de glucosa, halogenasa, invertosa, glucosidasa, glucosa oxidasa, halogenasa, isomerasa, lacasa, ligasa, lipasa, liasa, mananasa, manasa, manosidasa, oxidasa, pectato liasa, pectina liasa, pectina trans-eliminasa, pectina etiliterasa, pectina metilesterasa, enzima pectinolítica, peroxidasa, proteasa, fitasa, polifloxadasa, polifloxadasa, fenoloxidasa, 20 enzima proteolítica, rhamnogalacturonan liasa, rhamnoglucanase rhamnogalacturonase, ribonucleasa, SPS-ase, transferasa, transglutaminasa, xilanas y xiloglucanasa.

Las actividades enzimáticas enumeradas están en una realización según la presente divulgación proporcionada por células de Basidiomiceto que producen enzimas extracelulares que tienen dichos activados, o en otra realización 25 según la presente divulgación de otros organismos microbianos. En otra realización más según la presente divulgación, se proporcionan enzimas endógenas, por ejemplo, en una preparación enzimática a granel, por ejemplo, a un material de biomasa antes de la fermentación anaerobia de biogás.

Se refieren las enzimas hidrolíticas, las proteasas y las oxidasas producidas por los basidiomicetos y otras especies 30 fúngicas, ya que están presentes en el sustrato de hongo agotado que constituye un biomaterial de entrada para la fermentación pretratada y anaerobia.

EJEMPLOS

35 La tabla 1 muestra las características para los tipos de productos de desecho y biomasas adecuados para la producción de sustrato de hongo y la posible conversión de N orgánico en N de amoníaco si se usa como biomasa única como material de alimentación para biogás.

Tipo de desecho para sustrato y contenido de N de biogás y posibles niveles de conversión de N orgánico en N de 40 amoníaco

Tipo de residuos para sustrato y biogás		Contenidos de N y posibles niveles de conversión de N orgánico en N de amoníaco									
Tipo de desecho especial y/o mezcla	Materia seca	Contenido en materia prima				Máx org conv 70%	Conversión de N org				
		N total	N org	NH4+	"Meso "		de N org	M- Mesm	de N org	Termo/ meso	de N org
						Madre	Entrada total	Pre-dig	Entrada total		Entrada total
						3,8		5,8		3,5	

Sustrato gastado	33,0 %	7,0	5,6	1,4	3,9	2,4	43 %	3,9	70 %	2,1	38 %
Estiércol sólido de ponedoras de huevo.	40,0 %	18,9	12,3	6,6	8,6	0,0	0 %	0,0	0 %	0,0	0 %

(continuación)

Estiércol sólido de pollos	48,0 %	21,9	15,3	6,6	10,7	0,0	0 %	0,0	0 %	0,	0 %
Cama Profunda - ganado	30,0 %	9,5	6,6	2,9	4,6	0,9	14 %	2,9	44 %	0,6	9 %
Estiércol líquido - ganado	8,5 %	5,5	2,2	3,3	1,5	0,5	23 %	1,5	70 %	0,2	9 %
Rechazo de frutas y verduras	20,0 %	6,0	4,2	1,8	2,9	2,0	48 %	2,9	70 %	1,7	40 %
Biomasa extraída de N	17,5 %	2,6	2,0	0,6	1,4	1,4	70 %	1,4	70 %	1,4	70 %
Concentrado extraído de N	14,9 %	3,0	0,6	2,4	0,4	0,4	70 %	0,4	70 %	0,4	70 %
Permeado extraído de N	2,9 %	1,0	0,3	0,7	0,2	0,2	70 %	0,2	70 %	0,2	70 %
N-agua	0,0 %	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	70 %	0,0	70 %	0,0	70 %

Tabla 1

El uso del sustrato gastado en materia prima para biogás se ilustra en las tablas 2, 3 y 4.

5 Ejemplo 1: Sustrato gastado + estiércol de huevo y gallinas y ganado + biomasa extraída de N + N-agua

Tipo de desecho especial y/o mezcla	Contenido en materia prima					Conversión de N org						
	Mezcla % del total	Materia seca %	N total kg/ton elada	N org kg/ton elada	NH4+ kg/ton elada	Acc N org conv	"Meso" Madre	de N org Entra da total	Predi res	de N org Entra da total	Term o/ meso	de N org Entrada total
Efecto extracción de N					90 %	70 %	3,8		5,8		3,5	

Sustrato gastado	30 %	33,0 %	7,0	5,6	1,4							
Estiércol sólido de ponedoras de huevo	5 %	40,0 %	18,9	12,3	6,6							
Estiércol sólido de pollos	5 %	48,0 %	21,9	15,3	6,6							
Cama Profunda - ganado	5 %	30,0 %	9,5	6,6	2,9							
Estiércol líquido - ganado	25 %	8,5 %	5,5	2,2	3,3							
Rechazo de frutas y verduras	0 %	0,0 %	0,0	0,0	0,0							
Biomasa extraída de N	0 %	0,0 %	0,0	0,0	0,0							
Concentrado extraído de N	0 %	0,0 %	0,0	0,0	0,0							
Permeado extraído de N	4 %	2,9 %	1,0	0,3	0,7							
N-agua	26 %	0,0 %	0,1	0,0	0,1							

ES 2 744 407 T3

(continuación)

- después de predigestores	6,0	1,2	4,9	1,1		1,1	70 %
- después de extracción de N	1,6	1,2	0,5				

Tabla 3

Ejemplo 3: Sustrato gastado + estiércol de huevo + desperdicios de frutas y verduras + biomasa extraída de N + agua de N

5

Tipo de desecho especial y/o mezcla	Contenido en materia prima						Conversión de N org					
	Mezcla % del total	Materia seca %	N total kg/ton elada	N org kg/ton elada	NH4+ kg/ton elada	Acc N org conv	"Meso" Madre	de N org Entra da total	Predi gestores Entra da total	de N org Entra da total	Term o/ meso	de N org Entrada total
Efecto extracción de N					90 %	0 %	3,8		5,8		3,5	

Sustrato gastado	30 %	33,0 %	7,0	5,6	1,4							
Estiércol sólido de ponedoras de huevo	12 %	40,0 %	18,9	12,3	6,6							
Estiércol sólido de pollos	0 %	0,0 %	0,0	0,0	0,0							
Cama Profunda - ganado	0 %	0,0 %	0,0	0,0	0,0							
Estiércol líquido-ganado	0 %	0,0 %	0,0	0,0	0,0							
Rechazo de frutas y verduras	15 %	20,0 %	6,0	4,2	1,8							
Biomasa extraída de N	0 %	0,0 %	0,0	0,0	0,0							
Concentrado extraído de N	0 %	0,0 %	0,0	0,0	0,0							
Permeado extraído de N	10 %	2,9 %	1,0	0,3	0,7							
N-agua	33 %	0,0 %	0,1	0,0	0,1							
Mezcla Bio	100 %	18,0 %	5,4	3,8	1,6							

Mescla en total	100 %	18,0 %	5,4	3,8	1,6	2,7					1,9	50 %
- después de M-meso			5,4	1,6	3,8	2,7	2,2	58 %				
- después de predigestores			5,4	1,1	4,3	0,5			0,5	70 %		
- después de extracción de N			1,6	1,1	0,4							

Tabla 4

En los ejemplos 1 y 2, las ventajas vinculadas a la presente divulgación son claramente visibles. Sin reciclar el permeado extraído de N y la dilución con N-agua de la absorción de N, la mezcla de la materia prima tendrá un nivel

inhibitorio de NH₄⁺-N antes de ingresar a los digestores anaeróbicos. En ausencia de extracción de N, habría que mezclar materiales orgánicos con alto contenido de N con materiales orgánicos con bajo contenido de N, es decir, agregar materiales orgánicos con alto contenido de N en pequeñas porciones a una mezcla de materiales orgánicos para fermentar.

5

La fermentación anaeróbica que resulta en la producción de biogás es seguida por uno o más pasos de procesamiento destinados a la extracción del amoníaco de N del material orgánico después de la producción de biogás por predigestión en instalaciones de fermentación, calentamiento y secado.

10 Los datos en la tabla 5 se basan en una mezcla específica de biomasa y la interacción entre una unidad de producción de “sustrato de hongo” con el reactor Meso Madre, pre-reactores, secador, extractores de N e instalaciones de absorción de N y una planta convencional de biogás termo/meso con instalaciones Sep y Sed como complemento.

15 La planta de biogás termo/meso está suministrando fibra desde la separación a la unidad de producción de “sustrato de hongo” y obtiene a cambio biomasa predigerida y extraída de N y concentrado de N, ambos precalentados, como nueva materia prima. El alcance principal es producir sustrato básico para la producción de hongos según la figura 8 y ajustar el contenido de humedad agregando N-agua y tipos específicos de fibras suplementarias.

20 En base a los hallazgos de la tabla 5, la proporción de sustrato básico dependerá del contenido deseado de humedad y composición de nutrientes en el sustrato final.

Bioenergía y nuevos alimentos: alternativa 1

25

Predigerido	Ton	Tabla 5		VS ton	VS% de DM	de NH4 kg/ton	+ Norg kg/ton
		DM ton	DM%				
Materia prima básica	33000	6620	20,1%	5045	76 %	4,50	5,93
Sustrato de hongos gastado	15000	5700	38,0%	3990	70 %	1,20	4,80
Biomasa extraída de N	13000	2319	17,8%	1396	60 %	0,60	2,02
Concentrado extraído de N	0	0	0,0%	0	0%	0,00	0,00
Permeado extraído de N	14703	422	2,9%	190	45 %	0,71	0,32
N-agua del secado	7062	35	0,5%	24	68 %	2,70	0,03
Entrada total	82765	15096	18,2%	10645	71 %	2,46	3,61
Desgasificado	79229	11561	14,6%	7108	61%	4,66	1,69
Desgasificado para limpiado de N	34229	4994	14,6%	3071	61%	4,66	1,69
Fibra de separación	8630	3020	35 %	2296	76 %	3,54	4,04
Concentrado de sep	12585	1510	12,0%	1148	76 %	4,80	1,39
P-sed de sep	5472	1642	30,0%	410	25 %	3,82	3,47
Permeado de sep	18314	394	2,2%	183	47 %	5,34	0,25
Total fuera de sep	45000	6566	14,6%	4037	61%	4,66	1,69
Fibra seca	6645	2990	45 %	2273	76 %	3,00	5,20
	5437	2990	55 %	2273	76 %	2,45	6,36
	4600	2990	65 %	2273	76 %	1,91	7,51
	3987	2990	75 %	2273	76 %	1,36	8,67
	3518	2990	85%	2273	76 %	0,82	9,82
Termo-meso	Ton	DM ton	DM%	VS ton	VS% de TS	de NH4 + kg/ton	Norg kg/ton
Materia prima básica	45500	5210	11,5%	4485	86%	2,99	2,41
Concentrado de sep	13093	1571	12,0%	1178	75 %	3,53	1,34
Biomasa extraída de N	15717	2114	17,8%	1688	60 %	0,60	2,02
Concentrado extraído de N	0	0	0,0%	0	0%	0,00	0,00

ES 2 744 407 T3

(continuación)

Conc extraído de N- predig	10456	1542	14,8%	1151	75 %	0,63	1,67
Entrada total	84766	11127	13,1%	8501	76 %	2,34	2,08
Desgasificado	80780	7141	8,8%	4515	63 %	3,65	0,98
separación de fibras	8162	2857	35 %	2142	75 %	2,60	3,89
Concentrado de sep	13093	1571	12,0%	1178	75 %	3,53	1,33
Sedimento-P de sep	7141	1428	20,0%	357	25 %	3,21	2,78
Permeado	52384	1285	2,5%	838	65 %	3,91	0,20
Salida total	80780	7141	8,8%	4515	63 %	3,65	0,98
Fibra seca	6317	2843	45 %	2132	75 %	2,20	5,00
	5168	2843	55 %	2132	75 %	1,80	6,11
		2843	65 %	2132	75 %	1,40	7,22
	3790	2843	75 %	2132	75 %	1,00	8,33
	3344	2843	85%	2132	75 %	0,60	9,44

En la tabla 6 se considera un escenario como parte mínima igual a una situación en la que el 70% de la materia seca proviene de fibras termo/meso secas predigeridas o secas. El tamaño de producción es de 18000 toneladas de sustrato de hongos, 3000 toneladas de hongos y 15000 toneladas de sustrato gastado, como se ilustra en la figura 9.

Tabla 6

Nuevos alimentos vinculados a la planta de bioenergía
ENTRADA

Número de botellas 15 millones

	DM en %	% total de DM	g pr botella	Valor Euro/kg	uro cent pr botella	Total ton	Total millones Euro	NH4 kg/ton	Norg kg/ton
Fibra seca 1	45 %	35 %	309	0,10	30,0	4631	0,45	3,00	5,20
Fibra seca 2	45 %	35 %	309	0,08	26,0	4631	0,39	2,20	5,00
Levantamiento de salvado	90 %	0 %	0	0,22	0,0	0	0,00	0,00	0,00
Residuos de soja:	< 90 %	3 %	13	0,35	4,6	198	0,07	0,00	0,00
Salvado de trigo	90 %	5 %	22	0,19	4,2	331	0,06	0,30	23,00
Concha de ostra	90 %	0 %	0	0,06	0,0	0	0,00	0,00	0,00
Pulpa de remolacha azucarera	90 %	2 %	9	0,32	2,8	132	0,04	0,10	12,00
Serrín Secado	90 %	20 %	88	0,08	7,1	1323	0	0,00	0,00
Total	53 %	100 %	750	0,10	74,7	11246	1,12	2,15	5,02
Materia seca			397						
Agua			353						
N-agua agregada	0 %		453	0,00	0,0	6795	0,00	0,10	0,00

ES 2 744 407 T3

(continuación)

Sustrato								
Total	33 %	1203	74,7	18041	1,12	1,38	3,13	

En la tabla 7 se considera un escenario como parte máxima igual a una situación en la que el 90% de la materia seca proviene de fibras termo/meso secas predigeridas o secas.

5

Entrada	Producción de sustrato - Hongo			Número de botellas 15 mio			Tonelada total	Total de millones de euros	NH4 kg/ton	Norg kg/ton
	DM en %	% del total de DM	g por botella	valor Euro/kg	cent de uro por botella	de				
Fibra seca 1	85%	45 %	210	0,10	20,4	3152	0,31	0,82	9,82	
Fibra seca 2	85%	45 %	210	0,08	17,7	3152	0,27	0,60	9,44	
Levantamiento de salvado	90%	0%	0	0,22	0,0	0	0,00	0,00	0,00	
Residuos de soja	90%	3 %	13	0,35	4,6	198	0,07	0,00	0,00	
Salvado de trigo	90%	5 %	22	0,19	4,2	331	0,06	0,30	23,00	
Concha de Ostra	90%	0%	0	0,06	0,0	0	0,00	0,00	0,00	
Pulpa de remolacha azucarera	90%	2 %	9	0,32	2,8	132	0,04	0,10	12,00	
Serrín Secado	90%	0%	0	0,08	0,0	0	0,00	0,00	0,00	
Total	85%	100 %	464	0,11	49,7	6965	0,75	0,66	10,04	
Materia seca			397							
Agua			67							
N-agua agregada	0%		738	0,00	0,0	11076	0,00	0,10	0,00	
Total	33 %		1203		49,7	18041	0,75	0,32	3,87	

La tabla 8 a continuación contiene una ilustración de un escenario para ser considerado como participación esperada igual a una situación en la que el 80% de la materia seca proviene de fibras predigeridas secas con un 75% de materia seca y fibras termo/meso secas con un 65% materia seca.

10

Entrada	Producción de sustrato - Hongo			Número de botellas 15 mio			Tonelada total	Total de millones de euros	NH4 kg/ton	Norg kg/ton
	DM en %	% del total de DM	g por botella	valor Euro/kg	cent de uro por botella	de				
Fibra seca 1	75 %	40 %	212	0,10	20,6	3175	0,31	1,36	8,67	
Fibra seca 2	65 %	40 %	244	0,08	20,6	3664	0,31	1,40	7,22	
Levantamiento de salvado	90%	0%	0	0,22	0,0	0	0,00	0,00	0,00	
Residuos de soja	90%	3 %	13	0,35	4,6	198	0,07	0,00	0,00	
Salvado de trigo	90%	5 %	22	0,19	4,2	331	0,06	0,30	23,00	
Concha de Ostra	90%	0%	0	0,06	0,0	0	0,00	0,00	0,00	
Pulpa de remolacha azucarera	90%	2 %	9	0,32	2,8	132	0,04	0,10	12,00	
Serrín Secado	90%	10 %	44	0,08	3,5	662	0,05	0,00	0,00	
Total	73 %	100 %	544	0,10	56,3	8162	0,84	1,17	7,74	

ES 2 744 407 T3

Materia seca		397						
Agua		147						
N-agua agregada	0%	659	0,00	0,0	9879	0,00	0,10	0,00
Total	33 %	1203		56,3	18041	0,84	0,59	3,50

REIVINDICACIONES

1. Un método para cultivar células fúngicas, dicho método comprende las etapas de
- 5 a. proporcionar un material de biomasa que comprende partes sólidas y líquidas de un fermentador de biogás después de una fermentación anaerobia y producción de biogás,
- b. sometiendo el material de biomasa fermentada de la etapa a) a una o más etapas de separación que den como resultado la provisión de
- 10 i) una fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico, y que tiene un contenido reducido (w/w) de agua, y que comprende uno o más constituyentes de nutrientes macromoleculares seleccionados del grupo que consiste en celulosa, hemicelulosa, lignina y lignocelulosa, y
- 15 ii) al menos una fracción líquida que comprende partes sólidas y líquidas orgánicas e inorgánicas que contienen fósforo,
- c. sometiendo la fracción sólida fibrosa de la etapa b) a un tratamiento de saneamiento y extracción de N que comprende las etapas de
- 20 i) calentar la fracción sólida fibrosa a una temperatura de más de 70 °C, opcionalmente bajo condiciones de pH alcalino, y opcionalmente ii) someter la fracción sólida fibrosa que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico a una presión de más de 1 bar,
- 25 en donde dicho tratamiento i) reduce o elimina los microorganismos viables presentes en la fracción sólida fibrosa, y ii) reduce el contenido de compuestos volátiles que contienen nitrógeno y/o compuestos volátiles precursores presentes en la fracción sólida fibrosa, y
- d. obtener un sustrato sólido fibroso que comprende partes de nitrógeno orgánico e inorgánico que tienen un
- 30 contenido reducido de compuestos volátiles que contienen nitrógeno,
- e. proporcionando células y/o esporas fúngicas,
- f. contactar las células y/o esporas fúngicas con el sustrato sólido fibroso,
- 35 g. cultivar las células y/o esporas fúngicas en dicho sustrato, y
- h. opcionalmente obtener un sustrato fungoso gastado.
- 40 2. Método según la reivindicación 1, en el que se añaden una o más composiciones de sustrato nutritivo suplementario sólido y/o líquido a dicha fracción sólida fibrosa de la etapa d).
3. El método según la reivindicación 2, en el que la composición de nutrientes y/o el contenido de
- 45 nutrientes suplementarios en uno o más compuestos volátiles y evaporando dichos uno o más compuestos volátiles de dicho fracción sólida fibrosa.
4. Método según la reivindicación 1, en el que dicha fracción sólida fibrosa de la etapa c) se calienta a una temperatura de 70 °C a 500 °C.
- 50 5. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además calentar y secar dicha fracción sólida fibrosa.
6. Método según la reivindicación 1, en el que las células y/o esporas fúngicas se seleccionan del grupo
- 55 que consiste en Basidiomycetes, Agaricomycetidae, Exobasidiomycetidae, Tremellomycetidae, Ustilaginomycetidae, Agaricus, Lentinula (Lentinus), Flammulina, Pleurotus, Lentinula e (Lentinula e) especies de Agaricus comestibles tales como Agaricus bisporus, Agaricus campestris, Agaricus subrufescens; Flammulina velutipes (Enokitake), Pleurotus eryngii (Eryngii), Pleurotus ostreatus; Shimeji tal como Lyophyllum shimeji, Buna-shimeji, Bunapi-shimeji, Hatake-shimeji, shirotamogidake, pioppino de terciopelo; y un hongo capaz de digerir celulosa, hemicelulosa, lignina
- 60 y lignocelulosa.

7. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho material de biomasa que comprende partes sólidas y líquidas de un fermentador de biogás se selecciona del grupo que consiste en 1) un material de biomasa que comprende partes sólidas y líquidas que contienen nitrógeno y fósforo, 2) a material de 5 biomasa sustrato de especies fúngicas gastadas y 3) un material de biomasa fermentada desgasificada.
8. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho método comprende además las etapas de
- 10 a. ciclar, más de una vez, material de biomasa de sustrato fúngico gastado de un cultivo fúngico y reutilizar dicho material de biomasa de sustrato en una fermentación anaerobia de biogás que tiene lugar en un fermentador de biogás anaerobio, dicha fermentación resulta en la producción de biogás y un desgasificado, material de biomasa fermentada para reciclaje, y/o
- 15 b. ciclar, más de una vez, una fracción sólida fibrosa de un material de biomasa fermentada desgasificada de dicho fermentador de biogás anaeróbico a una instalación de cultivo fúngicos, y reutilizar dicha fracción sólida fibrosa desgasificada de dicho fermentador de biogás anaeróbico para cultivar dichas células y/o esporas fúngicas, dicho cultivo fúngico da como resultado el suministro de células y/o esporas fúngicas y un material de biomasa de sustrato fungoso gastado adecuado para su uso como material de biomasa de alimentación en una fermentación anaerobia de biogás, y
- 20 c. fraccionar el material de biomasa fermentada desgasificada sometiendo el material de biomasa fermentada desgasificada a una o más etapas de separación, obteniendo así a) una fracción sólida fibrosa que comprende partes sólidas y líquidas, y partes orgánicas e inorgánicas de nitrógeno, y b) al menos una fracción líquida que comprende partes sólidas y líquidas, en el que el fermentador de biogás anaeróbico se complementa opcionalmente mediante la adición de material de 25 biomasa de desechos orgánicos fermentables anaeróbicamente adicional.
9. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho método comprende las etapas adicionales de
- 30 a. someter el material de biomasa a uno o más pasos de separación y obtener una fracción sólida fibrosa que comprende partes sólidas y líquidas que contienen nitrógeno orgánico e inorgánico, y al menos una fracción líquida que comprende partes sólidas y líquidas orgánicas e inorgánicas que contienen fósforo,
- b. separar partes sólidas y líquidas de la al menos una fracción líquida por fraccionamiento y/o sedimentación, y
- 35 c. obtención de a) una fracción sólida fibrosa que comprende partes sólidas y líquidas que comprenden partes orgánicas e inorgánicas de nitrógeno, b) una primera fracción o sedimento sólido, que contiene fósforo, adecuado para ser utilizado como un fertilizante agrícola que contiene fósforo, y c) una primera fracción líquida de permeado compuesta por partes sólidas y/o líquidas que contengan nitrógeno y/o fósforo.
10. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho método comprende además los pasos de - antes de proporcionar un material de biomasa después de una fermentación anaerobia y 40 producción de biogás según la etapa a) de la reivindicación 1 -
- a. realizar una primera fermentación anaeróbica de un primer material de biomasa fermentable, como en una o más instalaciones de fermentación previa o en la primera(s) unidad(es) de instalación de fermentación, obteniendo así un 45 primer material de biomasa fermentada, y produciendo y recolectando los primeros compuestos volátiles que contienen nitrógeno,
- b. separar parcialmente al menos el primer material de biomasa fermentada de los primeros compuestos volátiles que contienen nitrógeno y obtener una primera biomasa fermentada separada que tiene un contenido reducido de los primeros compuestos volátiles que contienen nitrógeno, y/o un contenido reducido de carbono y nitrógeno que 50 contienen compuestos precursores capaces de convertirse en primeros compuestos volátiles que contienen carbono y nitrógeno durante una fermentación,
- c. desviar la primera biomasa separada y fermentada a una segunda instalación de fermentación para producir los segundos compuestos volátiles que contienen metano, y
- d. realizar una segunda fermentación anaeróbica de la primera biomasa fermentada separada, en la segunda 55 instalación de fermentación, obteniendo así un segundo material de biomasa fermentada, y produciendo y recolectando al menos los segundos compuestos volátiles que contienen metano.
11. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos compuestos volátiles que contienen nitrógeno se seleccionan del grupo que consiste en amoníaco gaseoso, amoníaco, nitrógeno 60 inorgánico; un gas acuoso que comprende amoníaco; un gas acuoso que comprende amoníaco y compuestos

volátiles que contienen azufre; y en el que dichos compuestos volátiles precursores se seleccionan de amonio y sales de amonio.

12. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos compuestos volátiles que contienen nitrógeno y/o compuestos volátiles precursores se desvían y/o recogen en un tanque extractor y de saneamiento.

13. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho tratamiento de saneamiento explota las fuentes de aire de combustión primaria y secundaria, incluidas las fuentes de aire de escape, presentes o generadas en la instalación de fermentación de biogás como resultado de realizar dicho saneamiento, en el que dicha combustión primaria y secundaria las fuentes de aire se desvían a un separador y un tanque de saneamiento para su conversión y/o recolección como sólidos; y en donde la explotación de fuentes primarias de aire de combustión de la instalación de fermentación de biogás resulta en la generación de una presión negativa en el espacio de la instalación de fermentación de biogás, cuya presión negativa previene o contribuye a evitar que cualquier olor indeseable escape de la instalación de fermentación de biogás, en donde dichos odorantes comprenden uno o más compuestos volátiles que contienen nitrógeno y/o compuestos volátiles que contienen azufre.

14. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha fermentación anaerobia es

- a. conducido bajo condiciones termofílicas y/o bajo condiciones mesofílicas,
- b. realizado de 5 a 15 días.

15. Un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde

- a. dicho método comprende uno o más pasos iniciales de fermentación de un material de biomasa adecuado para la fermentación anaerobia y la producción de biogás, proporcionando así un material de biomasa que comprende partes sólidas y líquidas de un fermentador de biogás después de una fermentación anaerobia y producción de biogás, y/o
- b. el material de biomasa se somete a uno o más pretratamientos antes y/o durante la fermentación anaerobia de dicho material de biomasa, tal como uno o más de un pretratamiento químico, mecánico y biológico, en el que dicho pretratamiento reduce el tamaño de los sólidos y los componentes macromoleculares que forman el material de biomasa.

35

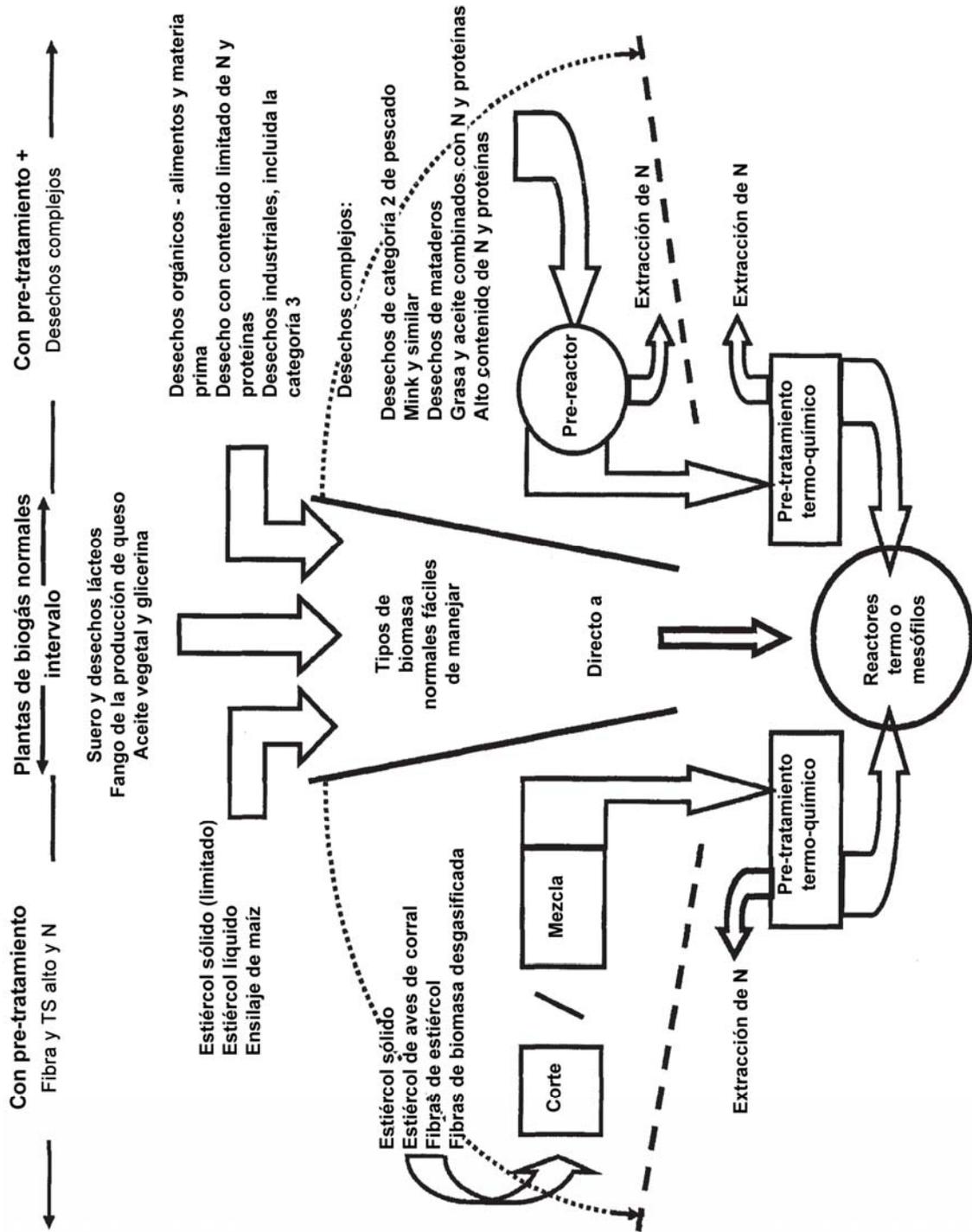


Figura 1

Digestión de desechos orgánicos de categoría II y complejos con alto contenido de N y proteínas
 mediante la adición de reactivos de lotes especiales para la digestión previa de grasas, aceites, almidones y otros componentes volátiles fácilmente degradables y asegurar la conversión máxima de Norg y proteínas en amoniaco que se pueden extraer antes de la cocción a presión y la digestión

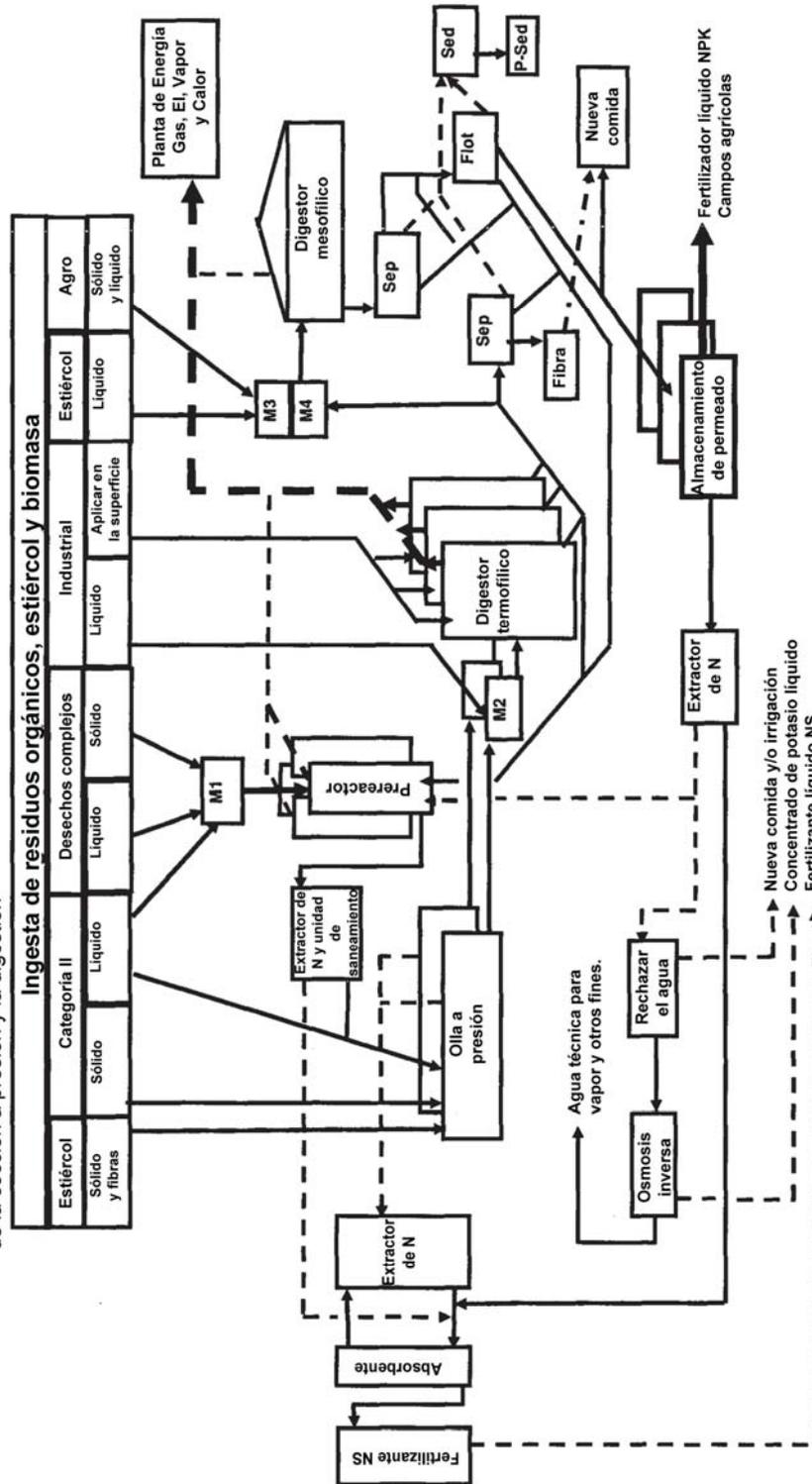


Figura 2

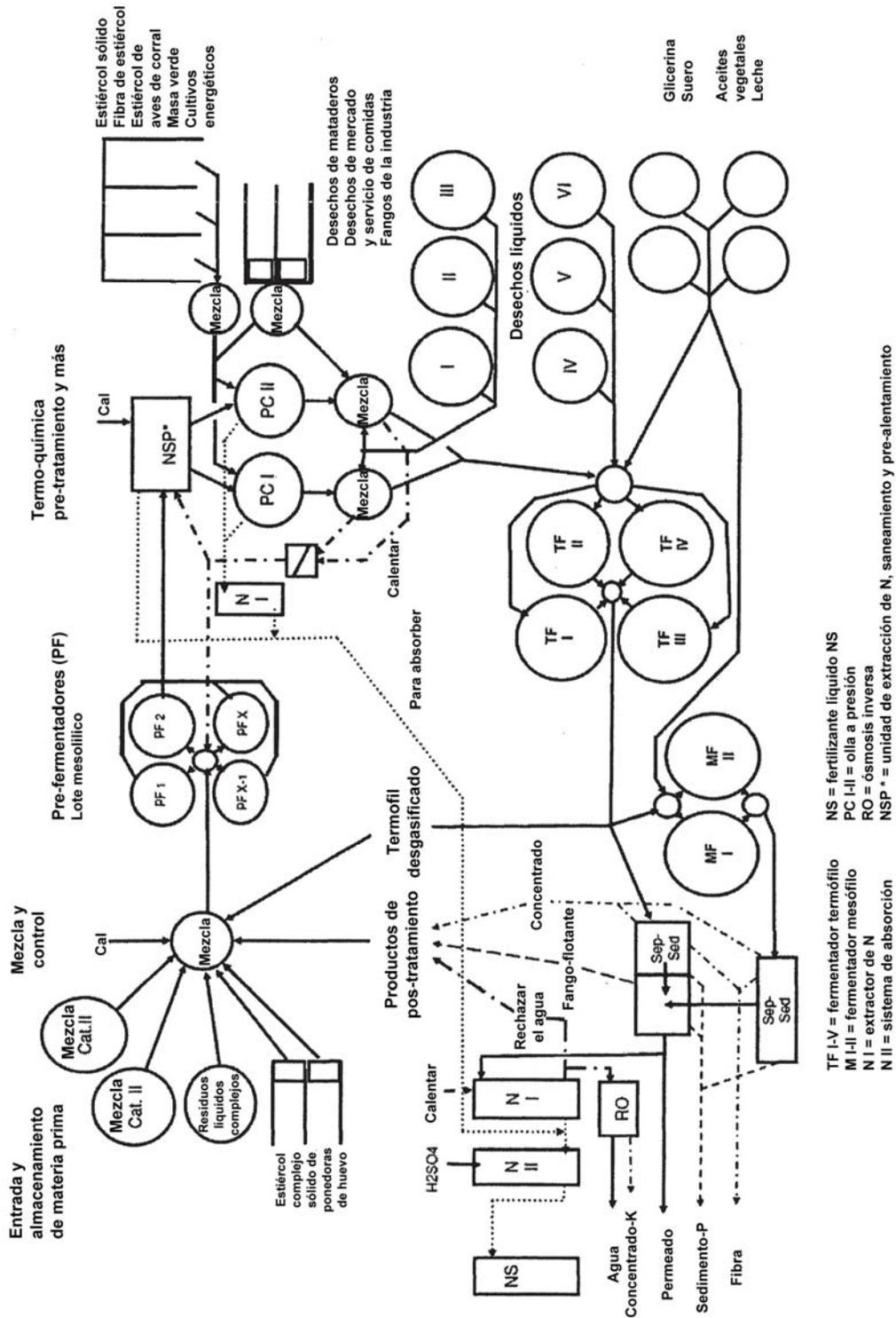


Figura 3

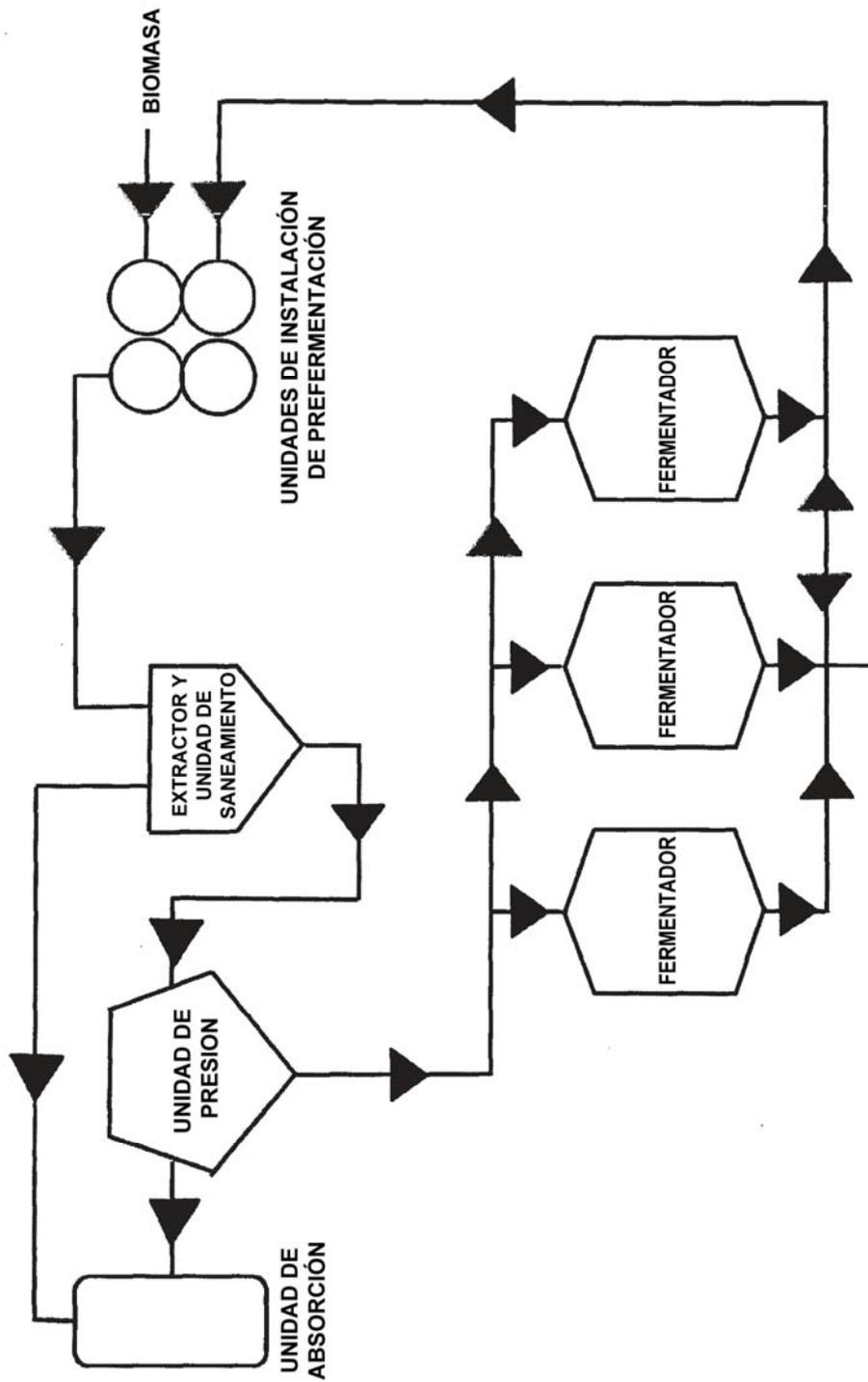


Figura 4

Figura 4

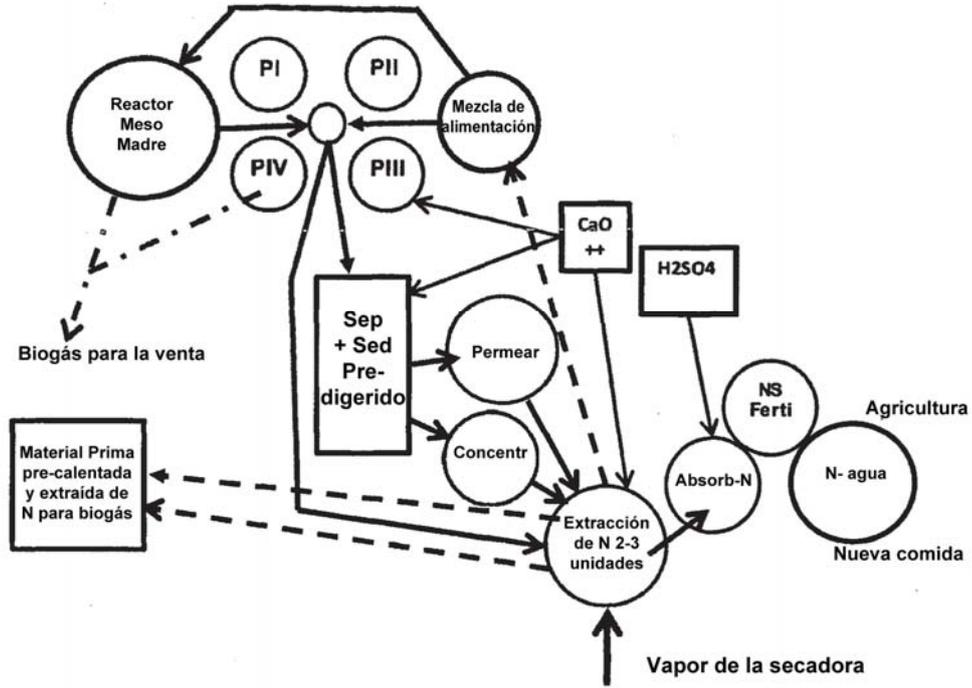


Figura 5

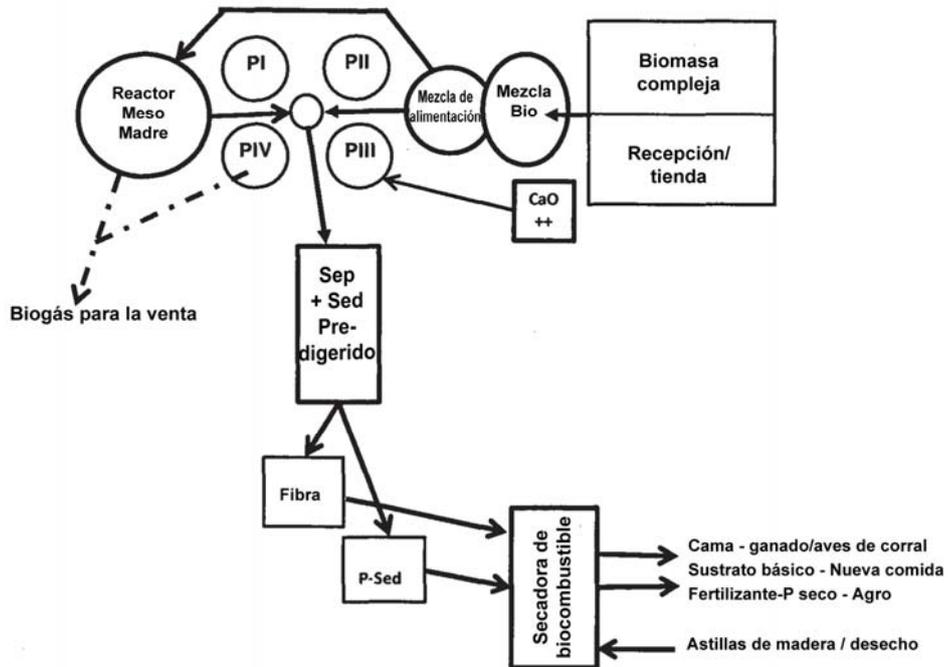


Figura 6

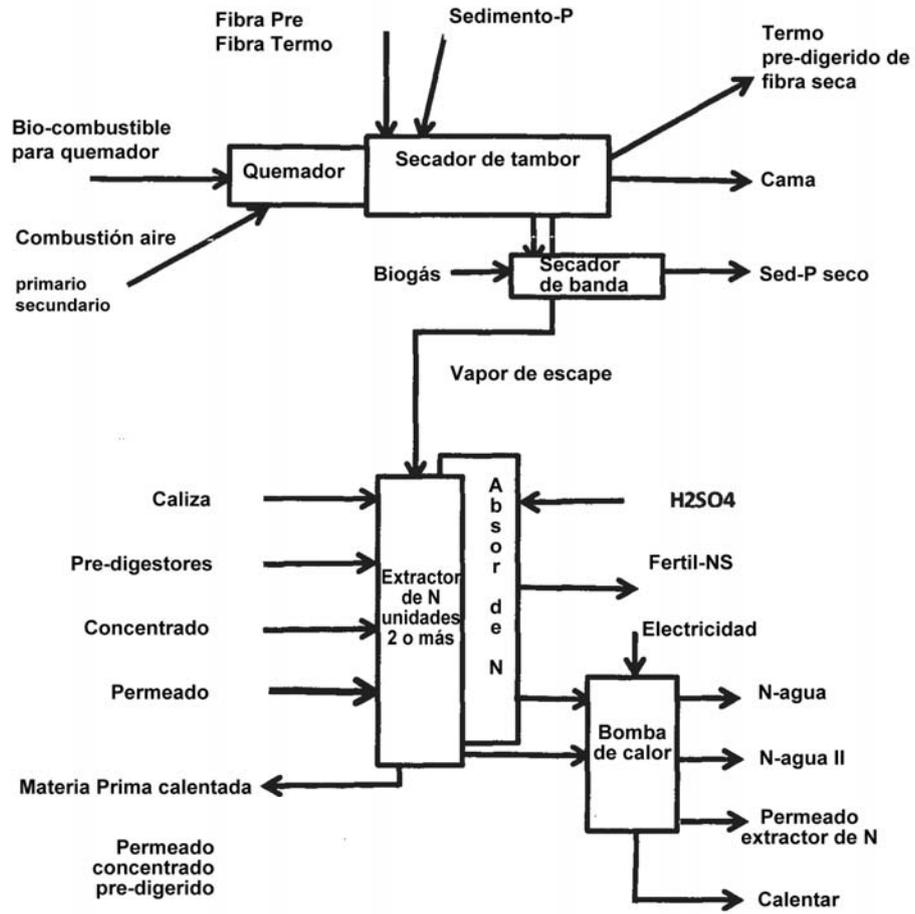


Figura 7

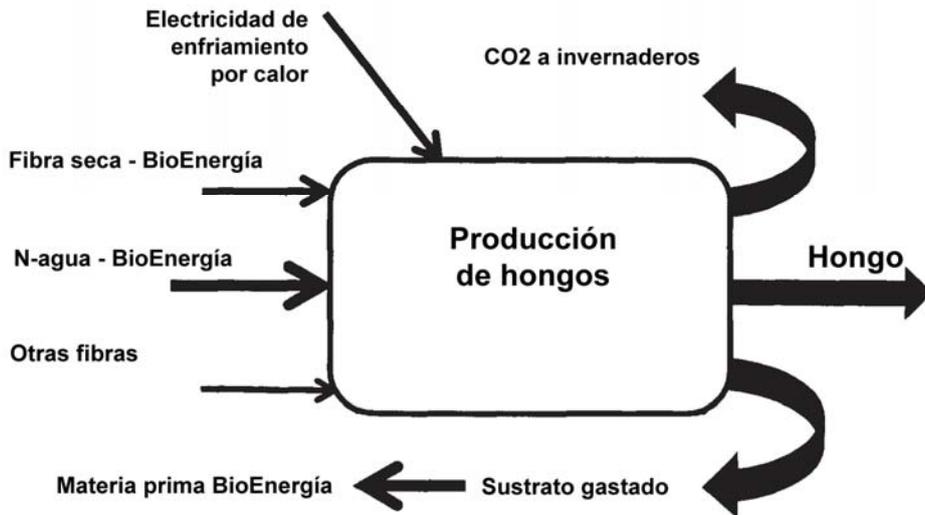


Figura 8

Separación y sedimentación - Princip y flujo

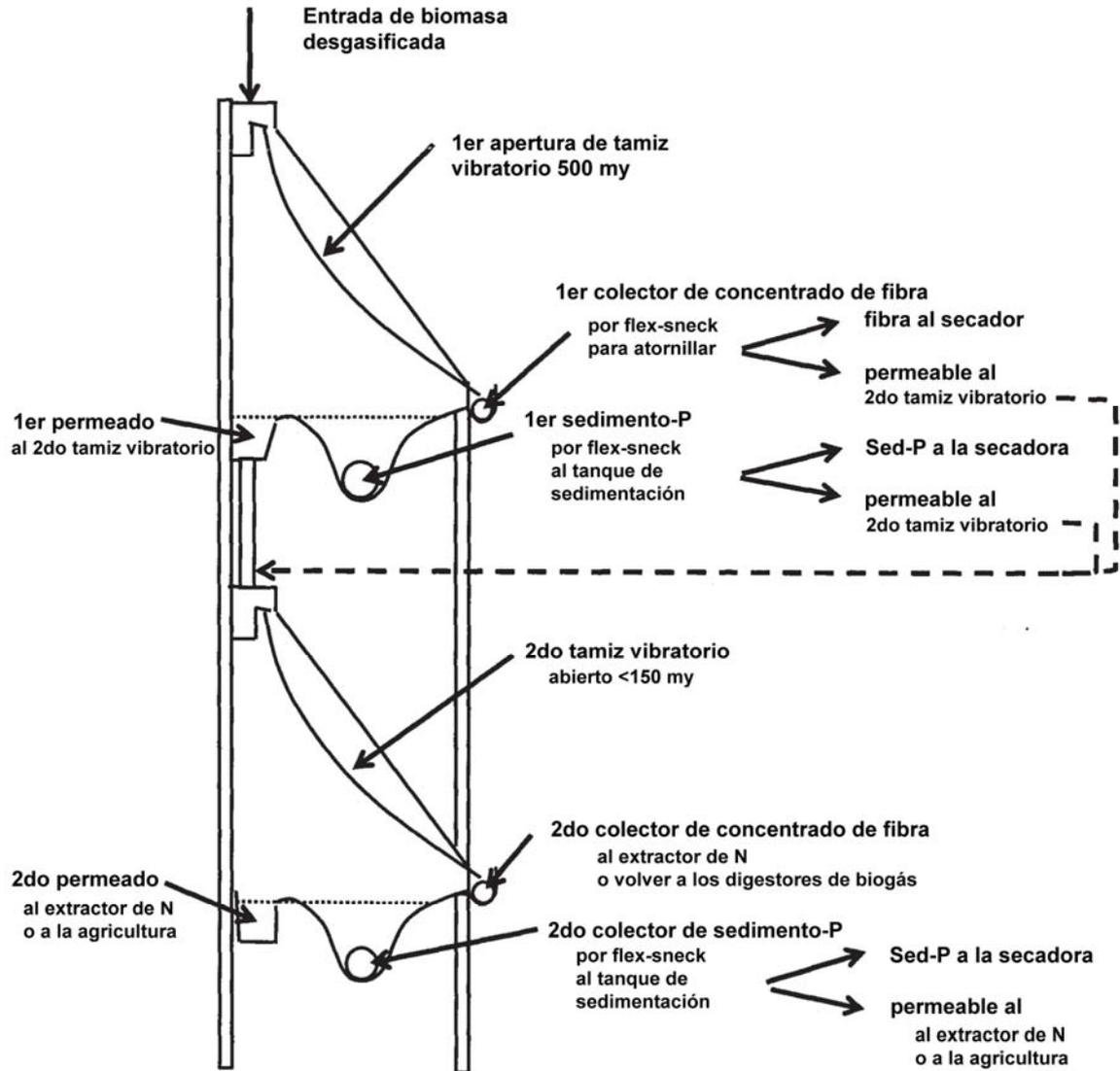


Figura 9

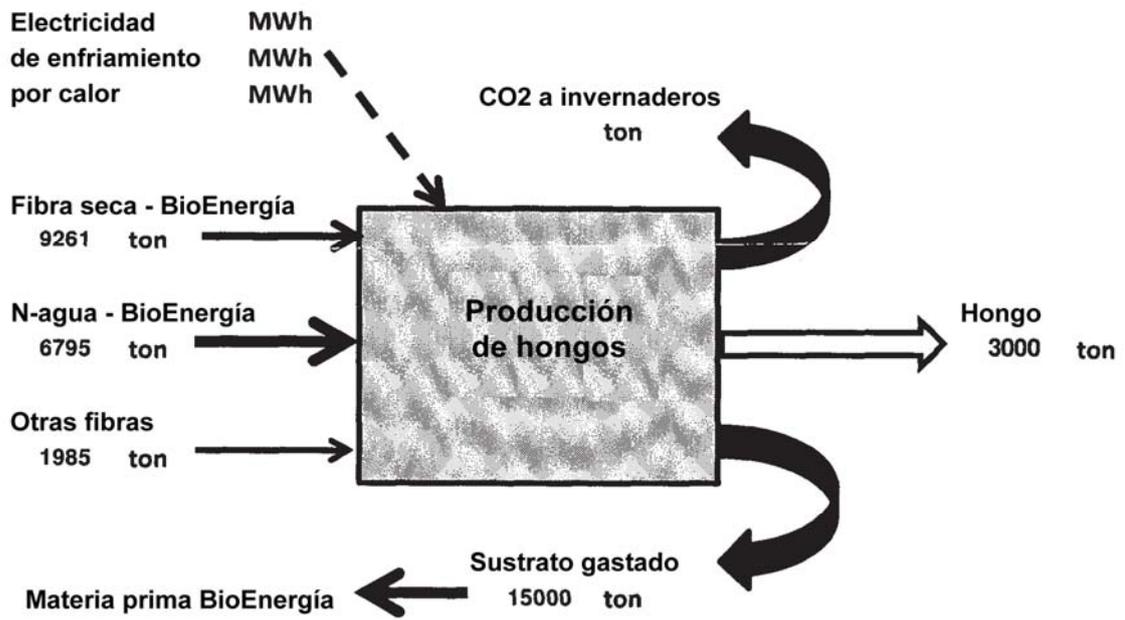


Figura 10