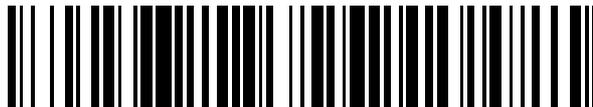


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 163**

51 Int. Cl.:

C12P 5/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06805733 .0**

96 Fecha de presentación: **15.09.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1929024**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.06.2008**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS UTILIZANDO UN SUSTRATO CON UNA ELEVADA PROPORCIÓN EN SÓLIDOS Y NITRÓGENO.**

30 Prioridad:
30.09.2005 DE 102005047719

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.12.2011

73 Titular/es:
**KWK GBR
DORSTIGSTRASSE 3
04299 LEIPZIG, DE**

72 Inventor/es:
WEIDELE, Thomas

74 Agente: **Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 370 163 T3

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la producción de biogas utilizando un sustrato con una elevada proporción en sólidos y nitrógeno

5 La invención se refiere a un procedimiento para el aprovechamiento energético de biomasa con elevadas proporciones en sólidos y nitrógeno en calidad de sustrato en instalaciones de biogás.

10 La Tabla 1 muestra, a modo de ejemplo, algunos de estos sustratos. Otros sustratos con una elevada proporción en sólidos son, entre otros, residuos verdes de todo tipo, así como residuos de jardines y alimentos. Además, existen sustratos con una muy elevada proporción en nitrógeno tales como tortas y residuos de la destilación. Sustratos con elevadas proporciones en materias extrañas son, p. ej., gallinaza con una elevada proporción en cal /arena.

	Sustancia seca [%]		Sustratos con elevada proporción en N
	De	hasta	
Estiércol porcino	4	6	x
Estiércol vacuno	7	10	
Deyecciones del ganado	20	30	
Ensilado de maíz	27	35	
Ensilado de hierba	35	40	x
Ensilado de plantas completas	35	40	x
Estiércol de aves de corral	35	75	x
Cereales	85	90	x

15 **Tabla 1: Composición de sustratos seleccionados**

20 Los procedimientos de biogas conocidos se diferencian, generalmente, en procedimientos de fermentación en seco y de fermentación en húmedo. La base para un proceso de biogas ventajoso es, entre otros, una disgregación óptima del sustrato empleado, con el fin de habilitar para las bacterias utilizadas una superficie de ataque lo mayor posible. De particular importancia son las condiciones del entorno para las bacterias. Éstas requieren una regulación uniforme de la temperatura del proceso y un medio de soporte que permita una elevada movilidad de las bacterias o bien garantice la aportación de la biomasa a las bacterias. La regulación de la temperatura es compleja y el contacto necesario, definido dentro de estrechos límites, entre bacterias y sustratos es costoso.

25 En procedimientos de fermentación en seco, el sustrato es desmenuzado por norma general y es encerrado en forma sólida en un contenedor estanco al aire en el que discurre el proceso de biogas. Lo desventajoso de estos procedimientos es, por norma general, el escaso rendimiento de biogas, el cual tiene sus orígenes en la incorporación irregular de calor y, con ello, la irregular temperatura y la escasa movilidad de las bacterias.

30 Estos inconvenientes esenciales no están presentes en la fermentación en húmedo. Mediante el medio de soporte líquido se garantizan tanto una temperatura uniforme del proceso como también la movilidad de las bacterias o bien la aportación del sustrato.

35 Sin embargo, lo desventajoso en la fermentación en húmedo es que los sustratos con elevadas proporciones en sustancia seca deben ser macerados continuamente con líquido. Esto conduce a un aumento de la cantidad de residuos de la fermentación con una correspondiente complejidad logística en el almacenamiento y el transporte. Una posibilidad para reducir la demanda de líquido la ofrece la recirculación de restos de la fermentación para la maceración. Esta solución no funciona, sin embargo, en el caso de emplear sustratos con elevadas concentraciones de nitrógeno. Para reducir las concentraciones de nitrógeno sólo resta la posibilidad de la dilución con líquido.

40 Si para la maceración sólo está disponible agua y no abono líquido, existe además para el proceso el riesgo de que las bacterias necesarias sean arrastradas del proceso y se produzca de esta forma una interrupción de la

producción de biogas. El posible arrastre de las bacterias del proceso de biogas tiene su origen en el prolongado tiempo de generación de las bacterias, es decir, que con los restos de la fermentación abandonan más bacterias el fermentador que las que se forman de nuevo. Esto se cumple particularmente para las bacterias de la metanización.

5 En el caso de la recirculación de restos de la fermentación para la maceración del sustrato se produce, en instalaciones de biogas existentes, a menudo un aumento de la concentración de los minerales en el fermentador. Estos minerales tienen, en parte, la propiedad de sustancias inhibitoras en relación con el proceso de biogas.

10 Una sustancia inhibitora muy problemática es el amoníaco. La recirculación de restos de la fermentación es particularmente crítica al emplear sustratos con elevadas proporciones en nitrógeno. En el proceso de biogas, el nitrógeno orgánicamente ligado es transformado en amonio, el cual se encuentra de nuevo en equilibrio químico con el amoníaco. Este equilibrio depende esencialmente de la temperatura y del valor del pH. El amoníaco es venenoso para las bacterias y es el origen de la así denominada inhibición de nitrógeno. El amonio aumentado en
15 concentración por la recirculación y la formación incrementada de amoníaco impiden el proceso de generación de biogas y, en casos extremos, puede conducir a una interrupción de la formación del biogas. Además de ello, debido a las elevadas concentraciones de amonio en el almacén de los restos líquidos de la fermentación se produce una formación constante de amoníaco, y esto conduce a emisiones de amoníaco.

20 Sustancias extrañas de gran tamaño son separadas por norma general antes de la incorporación en la instalación de biogas. Por el contrario, sustancias extrañas de pequeño tamaño acceden con el sustrato en el fermentador y conducen allí a depósitos. Especialmente, el depósito de lodos y arena representa un gran problema. El origen de los depósitos de sustancias extrañas en el fermentador es, por una parte, el tamaño de las sustancias extrañas que
25 son eléctricamente neutras. Una separación por la fuerza de la gravedad no es posible a menudo, ya que están ligadas a la biomasa y, por consiguiente, la diferencia de densidades con el agua o con la biomasa macerada es demasiado pequeña. Además, los depósitos en el fermentador son también problemáticos, dado que los sistemas de retirada automáticos existentes tales como correderas o fondos de rascado sólo funcionan de manera insuficiente. El origen de ello es que los depósitos son arremolinados por parte de las correderas y, por
30 consiguiente, permanecen en su mayor parte en el fermentador. El enriquecimiento de los depósitos conduce entonces a una sobrecarga de los sistemas de extracción hasta llegar a su paralización, y sólo queda una extracción manual de los depósitos, para lo cual debe ajustarse el funcionamiento de la instalación de biogas.

35 Se han acometido esfuerzos para mejorar la situación y para intensificar el proceso de la generación de biogas a partir de materiales de desecho orgánicos. El documento WO 03/042117 describe un sistema de putrefacción anaerobio integrado, en el que material de partida con contenido en celulosa es transformado de forma anaerobia y bajo presión de bacterias en metano y producto líquido. En las reivindicaciones 1, 34, 51, 67 se representan distintas variantes y se explican en 4 figuras. En la invención no se resuelve, entre otros, la separación completa de sustancias extrañas a partir de materiales de entrada sólidos, el riesgo del arrastre del material biológicamente
40 activo así como la higienización de todos los restos de la fermentación.

45 En el documento DE 195 47 320, con el objetivo de generar abonos líquidos exentos de gérmenes y exentos de amoníaco a partir de materiales residuales y de desecho biológicos, material biológico fermentado en un fermentador de ocho etapas se hierva durante cuatro horas con el fin de expulsar el amoníaco. La fermentación tiene lugar mediante bacterias que están inmovilizadas sobre un soporte. Todo el proceso es inhabitualmente complejo desde un punto de vista técnico, en particular desde un punto de vista energético y apenas parece poderse llevar a la práctica.

50 El objetivo de la invención consiste en superar los inconvenientes existentes del proceso de generación de biogas y aprovechar ventajosamente desde un punto de vista energético sustratos con elevadas proporciones en sólidos y nitrógeno en una instalación de biogas. En este caso, debe garantizarse que se pongan en práctica los siguientes puntos:

- Aumento de la producción de biogas mediante
 - Separación de sustancias perturbadoras,
 - Optimización de la biología,
 - Reducción de las sustancias inhibitoras (en particular, evitar el enriquecimiento en nitrógeno en las instalaciones de biogas);

- ahorro esencial de agua;
- régimen ventajoso de energía;
- evitación de emisiones de amoníaco;
- disminución de la cantidad de restos de la fermentación.

5 La invención tiene la misión de asegurar el proceso de biogas en funcionamiento regular, esencialmente sin una adición constante de líquido. Con ello, puede reducirse la cantidad de restos de la fermentación. El resto de la fermentación debe ser higienizado al final del procedimiento y se debe distinguir sólo por escasas emisiones (tales como, p. ej., amoníaco).

10 Además, la biomasa con elevadas proporciones en sustancias extrañas debe ser aprovechable.

15 La invención debe resolver, además, el problema de aprovechar sustratos con elevadas proporciones en sólidos para la producción de biogas. Además, debe ser posible el empleo de sustratos con contenido en nitrógeno (véase la Tabla 1).

El balance de energía de todo el proceso debe configurarse de modo que, con sólo escasas pérdidas de calor, se alcance un resultado técnica, económica y ecológicamente aceptable.

20 El problema se resuelve de acuerdo con la invención según las reivindicaciones principales. Los dibujos sirven para la comprensión de la invención.

El procedimiento de acuerdo con la invención discurre particularmente como sigue:

25 La biomasa (sustratos) se incorpora en forma de un sólido en el transcurso del proceso (1, 2). Con el fin de hacer posible un proceso de biogas óptimo, los sólidos se desmenuzan (3). Con la excepción de procesos de arranque, a la invención no se aporta líquido alguno. El proceso de biogas discurre en un estado capaz de ser bombeado/líquido de los sustratos. En un mezclador (4) se maceran los sustratos desmenuzados con material de recirculación. Después del mezclador, los sustratos son reducidos en su tamaño de nuevo mediante un desmenuzador en línea (5), con el fin de aumentar la superficie activa y son transportados adicionalmente con una bomba (6).

30 El material de recirculación es reemplazado por agua o abono líquido solamente en la fase de arranque del proceso de acuerdo con la invención.

35 En la etapa previa, que está realizada como ciclón (7), tienen lugar la hidrólisis y la formación de ácidos así como la separación de sustancias perturbadoras. La hidrólisis y la formación de ácidos son las primeras etapas de degradación en el proceso de biogas. Mediante el comienzo de la degradación biológica, se produce una separación de componentes orgánicos e inorgánicos del sustrato. Los componentes inorgánicos pesados, p. ej., arena, son separados por el ciclón y ya no perturban al ulterior proceso de biogas. El tiempo de permanencia del sustrato en la etapa previa asciende hasta 6 días. Al mismo tiempo, se alcanza una optimización del proceso de biogas mediante la separación en el espacio de las distintas etapas de degradación, con lo que se pueden ajustar en cada caso las condiciones óptimas del medio para las bacterias específicas. En los siguientes fermentadores (8, 9) discurren la formación de ácido acético y la génesis de metano, es decir, la formación del biogas. En los fermentadores, el sustrato se hace recircular mediante mecanismos agitadores. La fermentación de los sustratos tiene lugar de forma mesófila, es decir, a temperaturas de 38 a 42°C, o termófila, es decir, a temperaturas de 50 a 60°C. El tiempo de permanencia en los fermentadores oscila entre 20 y 40 días. El número y tamaño de los fermentadores así como el tiempo de permanencia de la mezcla de sustratos dependen del tipo y cantidad de los sustratos.

40 El biogas es almacenado en alambiques a gas (9) y después de una purificación (19) en una instalación de acoplamiento de fuerza y calor (20) se transforma en energía eléctrica y calor. Por norma general, se emplean centrales de calefacción en bloque, pero también pueden pasar a emplearse microturbinas de gas, turbinas de gas, células de combustible o procesos ORC.

55 El resto de la fermentación del proceso de biogas se utiliza para la maceración de los sustratos en el mezclador (4). En este caso, el resto de la fermentación se divide en dos corrientes parciales.

5 La corriente parcial 1 (A) es resto de la fermentación no tratado. Mediante éste, el sustrato nuevo se inocula biológicamente, lo cual sustenta un transcurso sin contratiempos del proceso de biogas. Esto tiene la gran ventaja de que bacterias acceden al dispositivo de maceración, que responden de forma particularmente buena al sustrato hasta ahora utilizado, degradan a éste al mismo tiempo y fomentan una elevada producción de biogas.

10 La corriente parcial 2 (B) se somete primeramente a un tratamiento del sustrato (10), con el fin de eliminar las sustancias inhibitoras. En este caso, se trata en primer lugar de eliminar amonio /amoníaco con ayuda de un proceso de separación de componentes volátiles. El proceso de separación de componentes volátiles se caldea con el calor irradiado de la instalación de KWK (siglas de acoplamiento de fuerza y calor) (20). Al mismo tiempo, se alcanza una higienización del resto de la fermentación, es decir la temperatura en el proceso de separación de componentes volátiles se encuentra durante un espacio de tiempo de más de 60 minutos por encima de 70°C. Por lo tanto, el proceso de separación de componentes volátiles trabaja en un régimen discontinuo. El grado de separación del nitrógeno del amonio debe encontrarse en aprox. 50 a 90%. Con el fin de minimizar la energía de caldeo para el proceso de separación de componentes volátiles, los restos de la fermentación aportados y evacuados son precalentados o enfriados (11) en un proceso en contracorriente. Con el fin de hacer posible el proceso en contracorriente, para el proceso de separación de componentes volátiles están previstos 3 recipientes de separación de componentes volátiles, de los que como máximo 2 recipientes están funcionando o bien 1 recipiente está funcionando y en cada caso 1 recipiente es llenado y vaciado. El resto de la fermentación higienizado y pobre en nitrógeno se aporta de forma continua a un separador (13) a través de un recipiente amortiguador (12). Alternativamente, el proceso de separación de componentes volátiles puede llevarse a cabo con cuatro recipientes de separación de componentes volátiles, en donde en cada caso 1 recipiente es llenado y vaciado, así como 2 recipientes se encuentran funcionando. En el caso de esta variante, se suprime el recipiente amortiguador (12) delante del separador (13).

25 Mediante el separador (13), el resto de la fermentación se separa en una fase sólida y en una fase líquida. La porción de sustancia seca de la fase líquida asciende a aproximadamente 2 a 6%. Ésta se utiliza para la maceración del sustrato. Mediante el proceso de separación de componentes volátiles se alcanza al mismo tiempo una desintegración térmica de la biomasa del resto de la fermentación. Con ello, se alcanza una transformación ulterior de la biomasa hecha recircular de la fase líquida en el fermentador y, por consiguiente, se consiguen rendimientos incrementados de gas.

30 La porción de sustancia seca de la fase sólida asciende a aproximadamente 25 a 50%. Mediante el proceso de separación de componentes volátiles, la concentración de amonio en la fase sólida se ha reducido a aprox. 0,5 a 10 kg de NH₄/t de SS (sustancia seca). Con ello, se reducen claramente las emisiones de amoníaco. Con fines de comparación, las concentraciones de amoníaco en el caso de un resto de la fermentación líquido no tratado se encuentran en aprox. 20 a 80 kg de NH₄/ t de SS. Las emisiones olorosas se reducen mediante la degradación de los sustratos en el proceso de biogas y la higienización. Una degradación aerobia ulterior del resto de la fermentación y, por consiguiente, la formación de emisiones olorosas se impide mediante el secado al aire del resto de la fermentación con el calor irradiado (14) procedente del proceso de separación de componentes volátiles. El resto de la fermentación sólido se almacena y puede repartirse en forma de abono en la agricultura.

45 El proceso de biogas debe ser caldeado. En virtud de las proporciones en masa entre el sustrato y el material recirculado, la incorporación esencial de calor tiene lugar en el proceso de biogas por parte del proceso de separación de componentes volátiles. Además, el calor irradiado del proceso de separación de componentes volátiles se utiliza para el caldeo del proceso de biogas. Alternativamente, para el caldeo también puede utilizarse directamente el calor de la instalación de acoplamiento de fuerza y calor (20). El caldeo tiene lugar a través de un transmisor externo de calor (18). Para ello, el sustrato se retira de la etapa previa y de los fermentadores, se calienta en el transmisor de calor y se bombea de vuelta. Los contenedores se caldean alternativamente y el sustrato se aporta de nuevo al contenedor del cual se retiró. En el caso del ciclón, el sustrato se extrae para el caldeo en la salida, con el fin de mantener lo más pequeña posible la carga de suciedad y, por consiguiente, también el ensuciamiento del intercambiador de calor.

50 Como variante al circuito en la Figura 2, el procedimiento se configura de manera correspondiente a la Figura 3. En el caso de esta variante, la etapa previa (7) biológica y la separación de arena (23) se separan mediante una técnica de aparatos. Después de la etapa previa (7) biológica, el sustrato se somete a un tratamiento (10). El tratamiento del sustrato está configurado como en la variante anteriormente descrita.

El sustrato higienizado y pobre en nitrógeno es aportado al separador de sustancias perturbadoras (23). Alternativamente a la Figura 3, el separador de sustancias perturbadoras (23) puede estar dispuesto también entre el tratamiento del sustrato (10) y el transmisor de calor en contracorriente (11). Del separador de sustancias perturbadoras se aporta el sustrato, que está higienizado y liberado de sustancias inhibitoras y perturbadoras, a los fermentadores (8, 9) siguientes para la formación de biogas. La fermentación tiene lugar como se ha descrito precedentemente. El resto de la fermentación del proceso de biogas (transcurso del fermentador) se aporta al separador (13) para la separación del resto de la fermentación en una fase sólida y una fase líquida. La fase líquida se utiliza para la maceración del sustrato. En el caso de esta variante, se puede renunciar a una recirculación en 2 corrientes parciales. El resto del procedimiento en la Figura 3 permanece invariable en comparación con el procedimiento en la Figura 2.

Como otra variante resulta la separación de las sustancias perturbadoras tanto después de la obtención de biogas (Figura 2) como también después de la hidrólisis (Figura 3), con el fin de conseguir un grado de separación particularmente elevado en relación con las sustancias inhibitoras.

Ejemplo de realización

El ejemplo para la realización del procedimiento utiliza gallinaza como sustrato, pero es asimismo adecuado para la demostración para su empleo en todos los otros sustratos ya mencionados con elevadas proporciones en nitrógeno o elevadas proporciones en sólidos (véase la Figura Balance).

El empleo de gallinaza se caracteriza porque este sustrato tiene una elevada proporción de sustancia seca (SS = 30% a 80%) y una elevada proporción en nitrógeno de hasta 6% de SS. En el presente cálculo a modo de ejemplo, la porción de sustancia seca asciende a 48% en el caso de una proporción de nitrógeno de 5% de SS.

En una variación del procedimiento descrito, la gallinaza se aporta directamente a la etapa previa sin desmenuzamiento ni mezclador. En la etapa previa se genera un sustrato bombeable con una proporción en sustancia seca de SS = 10 a 15% mediante maceración con material recirculado. En el cálculo a modo de ejemplo, la proporción de sustancia seca asciende a 12,5%, requiriéndose para el arranque de la instalación aprox. 2.000 t de material recirculado o bien agua en el caso del arranque por primera vez. La mezcladura a fondo tiene lugar mediante el mecanismo agitador central del ciclón.

El tiempo de permanencia del sustrato en el ciclón asciende en el Ejemplo de Aplicación a 4 días. En el ciclón se deposita la arena ligada a la gallinaza. Conforme al ejemplo, anualmente se separan del proceso aprox. 860 t de arena.

En el desmenuzador en línea subsiguiente tiene lugar el ajuste del tamaño requerido de partículas del sustrato. En el desmenuzador en línea se desmenuzan en esencia paja y plumas, las cuales se desmenuzan hasta que el tamaño de partículas garantice un buena capacidad de bombeo y un flujo exento de perturbaciones del sustrato en las tuberías. Una bomba conectada a continuación del desmenuzador en línea transporta al sustrato al fermentador.

El tiempo de permanencia del sustrato en los fermentadores asciende en el caso de aplicación a 30 días. El proceso discurre de forma mesófila a 40°C. La concentración de amonio en el fermentador asciende a aprox. 4 kg de NH₄-N /t de sustrato.

El biogas generado es tratado en una purificación de gas externa antes de que sea aprovechado en una central de calefacción en bloques. Con el fin de asegurar el consumo del biogas y el caldeo del tratamiento de sustrato en el caso de fallo de la máquina de calor y fuerza, están instaladas una antorcha de emergencia y una calefacción de emergencia. La corriente eléctrica se alimenta a la red, mientras que el calor sirve para abastecer el tratamiento del sustrato y consumidores adicionales.

Después de la fermentación, la corriente parcial 1 del sustrato fermentado se hace recircular con una proporción de sustancia seca de 7,5% y se aporta de nuevo al mezclador. Con ello, se añaden por mezcladura al sustrato nuevo las bacterias necesarias para la fermentación. El sustrato restante (corriente parcial 2) se aporta al tratamiento del sustrato. Éste se higieniza allí y se eliminan anualmente aprox. 310 t de nitrógeno. Después, tiene lugar la

separación en una fase líquida y una fase sólida. La fase líquida recirculada presenta todavía una concentración de amonio de aprox. 0,8 kg de NH₄-N /t de sustrato con una proporción de sustancia seca de 3%. Al igual que la corriente parcial 1, se utiliza asimismo para la maceración de los sustratos nuevos.

5 Mediante la mezcladura del sustrato nuevo con el material recirculado de la corriente parcial 1 y la corriente parcial 2 en el mezclador resulta una temperatura de la mezcla de aprox. 36°C. Con el calor irradiado del tratamiento del sustrato se caldean la etapa previa y los fermentadores a través de un transmisor de calor. En este caso, mediante el caldeo debe asegurarse el calentamiento desde 36 a 40°C y compensarse las pérdidas de calor de la instalación de biogas.

10 La fase sólida higienizada del resto de la fermentación tiene en el caso de aplicación una proporción en sustancia seca de aprox. 36%. Esta fase es almacenada, después de un secado al aire, en un almacén de sólidos con una proporción de sustancia seca de aprox. 66% y puede aportarse para su utilización, por ejemplo en agricultura. Como calor para el secado al aire, se utiliza el calor irradiado procedente del proceso de separación de componentes volátiles.

15

La invención se explica más detalladamente mediante las siguientes figuras:

- 20 Figura 1: Esquema de principio
 Figura 2: Diagrama de flujo 1
 Figura 3: Diagrama de flujo 2
 Figura 4: Representación de balance para el Ejemplo de realización

25 La invención presenta, con respecto al estado conocido de la técnica, esenciales ventajas. Ahora ya es posible aprovechar los sustratos de acuerdo con la invención, que no podían ser empleados o sólo lo podían ser con grandes inconvenientes en procedimientos de biogas habituales.

30 La ventaja económica de la invención estriba, entre otros, en el escaso consumo de agua en comparación con los procedimientos de fermentación en húmedo habituales con una generación simultánea de biogas mejorada y, con ello, rendimientos de gas claramente incrementados en comparación con procedimientos de fermentación en seco.

35 La Tabla 2 compara la invención con una fermentación en húmedo normal. Como se puede observar por la Tabla, por ejemplo mediante la invención resultan inversiones reducidas para el almacenamiento de restos de la fermentación de aprox. 480.000 €. Además, se reducen los costes anuales para el agua y el reparto de los restos de la fermentación a superficies de aprovechamiento agrícolas en aproximadamente 458.000 euro.

	Invención		Fermentación en húmedo	
Gallinaza	23.000 t/a		23.000 t/a	
Consumo de agua	2.000 t/a	4.000 €/a	51.000 €/a	102.000 €/a
Cantidad de restos de la fermentación	8.500 t/a		68.500 t/a	
Recinto de almacenamiento	8.000 m ³	170.000 €	34.250 m ³	650.000 €
Costes del reparto para los restos de la fermentación	6 €/t	51.000 €/a	6 €/t	411.000 €/a

REIVINDICACIONES

- 1.- Procedimiento para el aprovechamiento de biomasa en un proceso de biogas, en el que, primeramente, biomasa presente en forma de un sólido se desmenuza en un desmenuzador, se macera, se inocula con bacterias y el biogas resultante se retira, en donde la biomasa desmenuzada se macera con material recirculado en un mezclador y el sustrato se transforma en un estado bombeable, a continuación, la mezcla bombeable se continúa homogeneizando en un desmenuzador en línea, en uno o varios separadores conectados a continuación con mecanismo agitador discurren la hidrólisis y la formación de ácido mediante la acción bacteriana, los componentes inorgánicos se separan y se desechan, en los fermentadores discurren, bajo una mezclado a fondo continua y a temperaturas elevadas, la formación de ácido acético y la génesis de metano, resultando biogas, el biogas se retira, eventualmente se almacena y se aporta para un aprovechamiento energético, mientras que los restos de la fermentación resultantes se separan en dos corrientes parciales, en donde la corriente parcial 1 sirve de manera no tratada para la maceración de nueva biomasa, por el contrario, la corriente parcial 2 se somete a un tratamiento del sustrato, al retirarle en un proceso de separación de componentes volátiles amoníaco/nitrógeno del amonio, la corriente parcial 2 se calienta después del proceso de separación de componentes volátiles, eventualmente mediante transmisores de calor y se aporta entonces en forma de un resto de la fermentación higienizado y pobre en nitrógeno, a través de un recipiente amortiguador, de forma continua a un separador y se separa en una fase sólida y una fase líquida, la fase líquida se aporta en forma de material recirculado al mezclador, la fase sólida se seca o se utiliza como suspensión, caracterizado porque, de manera correspondiente a la Figura 2, la biomasa desmenuzada con material recirculado se macera en un mezclador (4) y el sustrato se transforma en un estado bombeable, a continuación, la mezcla bombeable se continúa homogeneizando en un desmenuzador en línea (5), en uno o varios ciclones conectados uno tras otro con mecanismo agitador central (7) discurren la hidrólisis y la formación de ácido mediante la acción bacteriana, los componentes inorgánicos se separan y se desechan, en los fermentadores (8) y bajo una mezclado a fondo mecánica continua a una temperatura de aprox. 40°C discurren la formación de ácido acético y la génesis de metano, resultando biogas, el biogas se retira, se almacena (9) y se aporta para un aprovechamiento energético en una instalación de acoplamiento de fuerza y calor KWK (20), mientras que el resto de la fermentación resultante se separa en dos corrientes parciales, en donde la corriente parcial 1 (A, AA), que presenta una temperatura de aprox. 40°C, sirve de forma no tratada para la maceración de nueva biomasa, por el contrario, la corriente parcial 2 (B) se somete a un tratamiento del sustrato (10), al calentarlo hasta aprox. 70 a 90°C, de dicha corriente se separa en un proceso de separación de componentes volátiles amoníaco/nitrógeno del amonio, en donde el calor necesario para el proceso de separación de componentes volátiles procede de la instalación de KWK (20), el propio proceso de separación de componentes volátiles discurre a aprox. 75 a 90°C, el resto de la fermentación aportado y evacuado en el procedimiento en contracorriente (11) se enfría o caldea previamente, la corriente parcial 2 se aporta de forma continua a un separador (13) después del proceso de separación de componentes volátiles a través del intercambiador de calor (11) con una temperatura de aprox. 45°C en forma de un resto de la fermentación ya higienizado y pobre en nitrógeno a través de un recipiente amortiguador (12) y se separa en una fase sólida y en una fase líquida, la fase líquida se aporta en forma de material recirculado (BB) al mezclador (4), la fase sólida se seca (14) o se utiliza directamente como suspensión en forma de abono en agricultura.
- 2.- Procedimiento para el aprovechamiento de biomasa en un proceso de biogas, en el que, primeramente, biomasa presente en forma de un sólido se desmenuza en un desmenuzador, se macera, se inocula con bacterias y el biogas resultante se retira, en donde

- la biomasa desmenuzada se macera con material recirculado en un mezclador y el sustrato se transforma en un estado bombeable,
a continuación, la mezcla bombeable se continúa homogeneizando en un desmenuzador en línea,
en uno o varios separadores conectados a continuación con mecanismo agitador discurren la hidrólisis y la
5 formación de ácido mediante la acción bacteriana,
los componentes inorgánicos se separan y se desechan,
en los fermentadores discurren, bajo una mezcladura a fondo continua y a temperaturas elevadas, la formación de ácido acético y la génesis de metano, resultando biogas,
el biogas se retira, eventualmente se almacena y se aporta para un aprovechamiento energético,
10 mientras que los restos de la fermentación resultantes se separan en dos corrientes parciales, en donde la corriente parcial 1 sirve de manera no tratada para la maceración de nueva biomasa,
por el contrario, la corriente parcial 2 se somete a un tratamiento del sustrato,
al retirarle en un proceso de separación de componentes volátiles amoníaco/nitrógeno del amonio,
la corriente parcial 2 se calienta después del proceso de separación de componentes volátiles, eventualmente
15 mediante transmisores de calor y se aporta entonces en forma de un resto de la fermentación higienizado y pobre en nitrógeno, a través de un recipiente amortiguador, de forma continua a un separador y se separa en una fase sólida y una fase líquida,
la fase líquida se aporta en forma de material recirculado al mezclador,
la fase sólida se seca o se utiliza como suspensión,
20 caracterizado porque,
de manera correspondiente a la Figura 3,
la biomasa desmenuzada con material recirculado se macera en un mezclador (4) y el sustrato se transforma en un estado bombeable,
a continuación, la mezcla bombeable se continúa homogeneizando en un desmenuzador en línea (5),
25 en una o varias etapas previas (7) conectadas una tras otra con mecanismo agitador central discurren la hidrólisis y la formación de ácido mediante la acción bacteriana,
la suspensión resultante se somete a continuación a un tratamiento del sustrato (10) al calentarla hasta 70 a 90°C,
de ella se retira amoníaco/nitrógeno del amonio en un proceso de separación de componentes volátiles,
en donde el calor necesario para el proceso de separación de componentes volátiles puede proceder de la
30 instalación de KWK (20),
el proceso de separación de componentes volátiles discurre a 70 hasta 90°C,
el resto de la fermentación aportado y evacuado se enfría o bien se precalienta en un procedimiento en contracorriente (11),
en un separador (23) se separan y se desechan los componentes inorgánicos, en los fermentadores (8) y bajo una
35 mezcladura a fondo continua a una temperatura de 30 a 60°C discurren la formación de ácido acético y la génesis de metano,
el biogas se retira, se almacena (9) y se aporta para un aprovechamiento energético,
el resto de la fermentación ya higienizado y pobre en nitrógeno se aporta de forma continua a un separador (13) y se separa en una fase sólida y una fase líquida,
40 la fase líquida se aporta en forma de material recirculado al mezclador (4),
la fase sólida se seca (14) o se utiliza directamente como suspensión.
- 3.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado porque al arrancar el proceso de biogas continuo se utiliza, en lugar del resto de la fermentación, agua o abono líquido para la maceración.
45
- 4.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el tiempo de permanencia en la etapa previa asciende a uno hasta seis días.
- 5.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 3 a 4, caracterizado porque con la corriente parcial 1 el sustrato es inoculado con bacterias en el mezclador (4) o en el fermentador (8).
50
- 6.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la fermentación en el fermentador (8) tiene lugar de forma mesófila a temperaturas entre 35 y 42°C, o de forma termófila a temperaturas entre 50 y 60°C.
55
- 7.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque se trabaja forma mesófila y termófila en varios fermentadores (8) independientemente uno de otro, y el tiempo de permanencia en los

fermentadores (8) asciende a 20 hasta 40 días.

5 8.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el proceso de separación de componentes volátiles discurre a una temperatura $> 70^{\circ}\text{C}$ y durante un tiempo de > 1 hora como proceso discontinuo.

10 9.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el proceso de separación de componentes volátiles discurre, en relación con la aportación y evacuación de restos de la fermentación, en un procedimiento en contracorriente térmico.

15 10.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque de tres contenedores de separación de componentes volátiles, en cada caso uno se llena y pone en funcionamiento y se vacía o uno está vacío y dos se ponen en funcionamiento, de cuatro contenedores de separación de componentes volátiles en cada caso uno se llena y se vacía y dos se ponen en funcionamiento y se suprime el contenedor amortiguador.

20 11.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque la etapa previa (7) y los fermentadores (8) se caldean con calor residual procedente del proceso de separación de componentes volátiles y la fase sólida se seca en el almacén de restos de la fermentación (15).

25 12.- Procedimiento según una o varias de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque como biomasa con una elevada proporción en sustancias extrañas se emplean estiércol de aves de corral, éste se aporta directamente a la etapa previa (7), allí tiene lugar la mezclado a fondo y la mezcla se aporta a continuación al desmenuzador en línea.

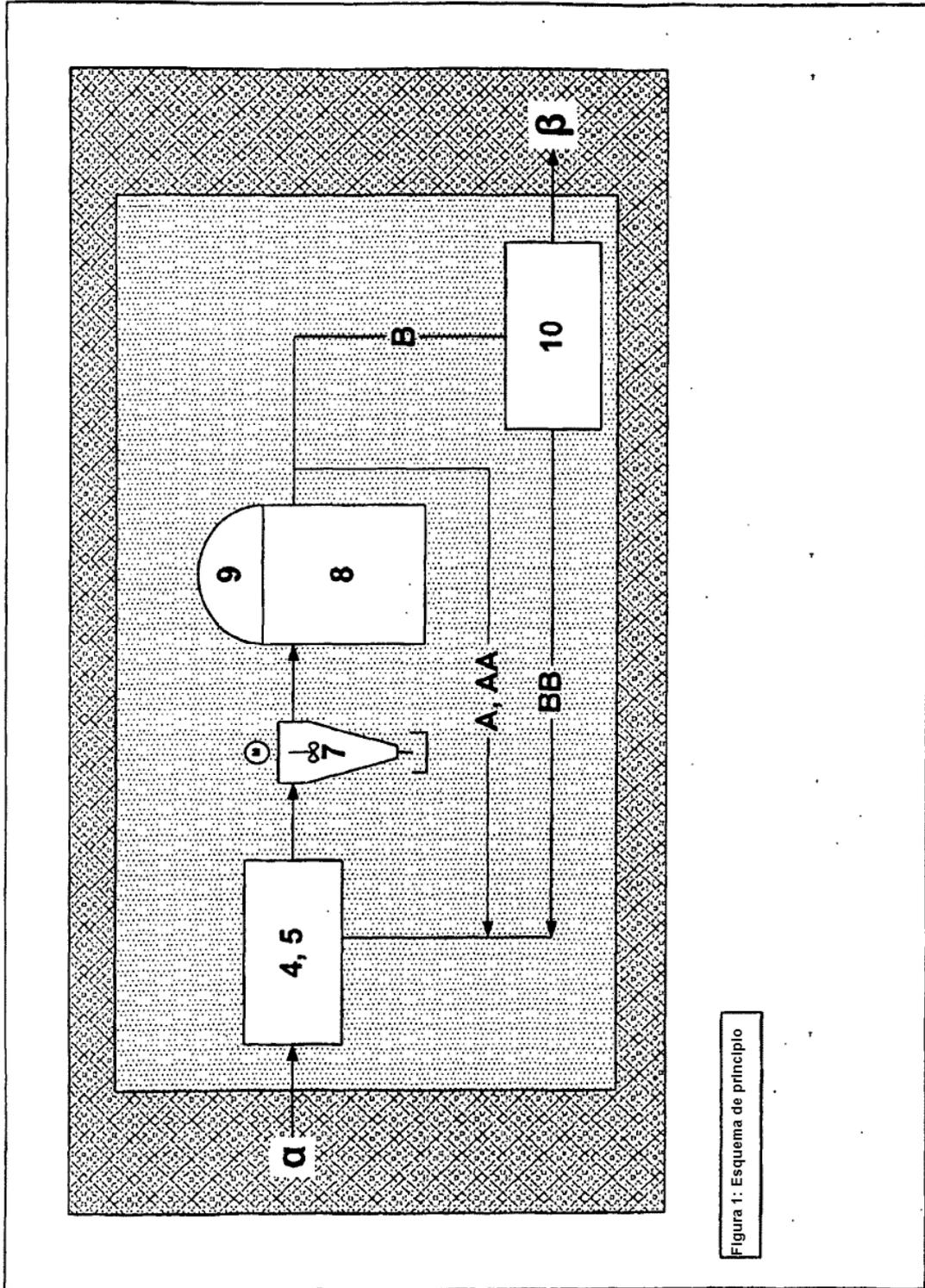


Figura 1: Esquema de principio

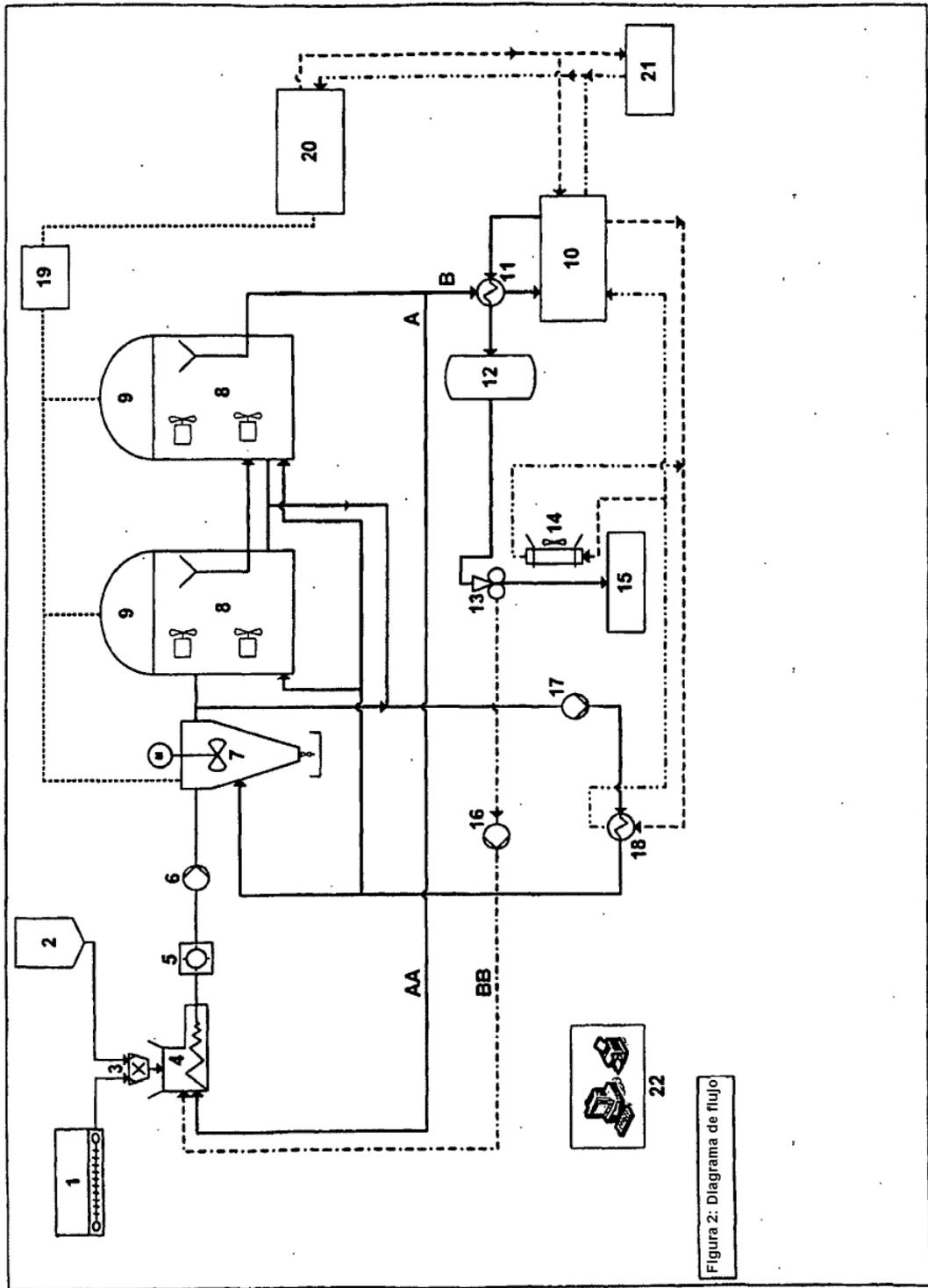
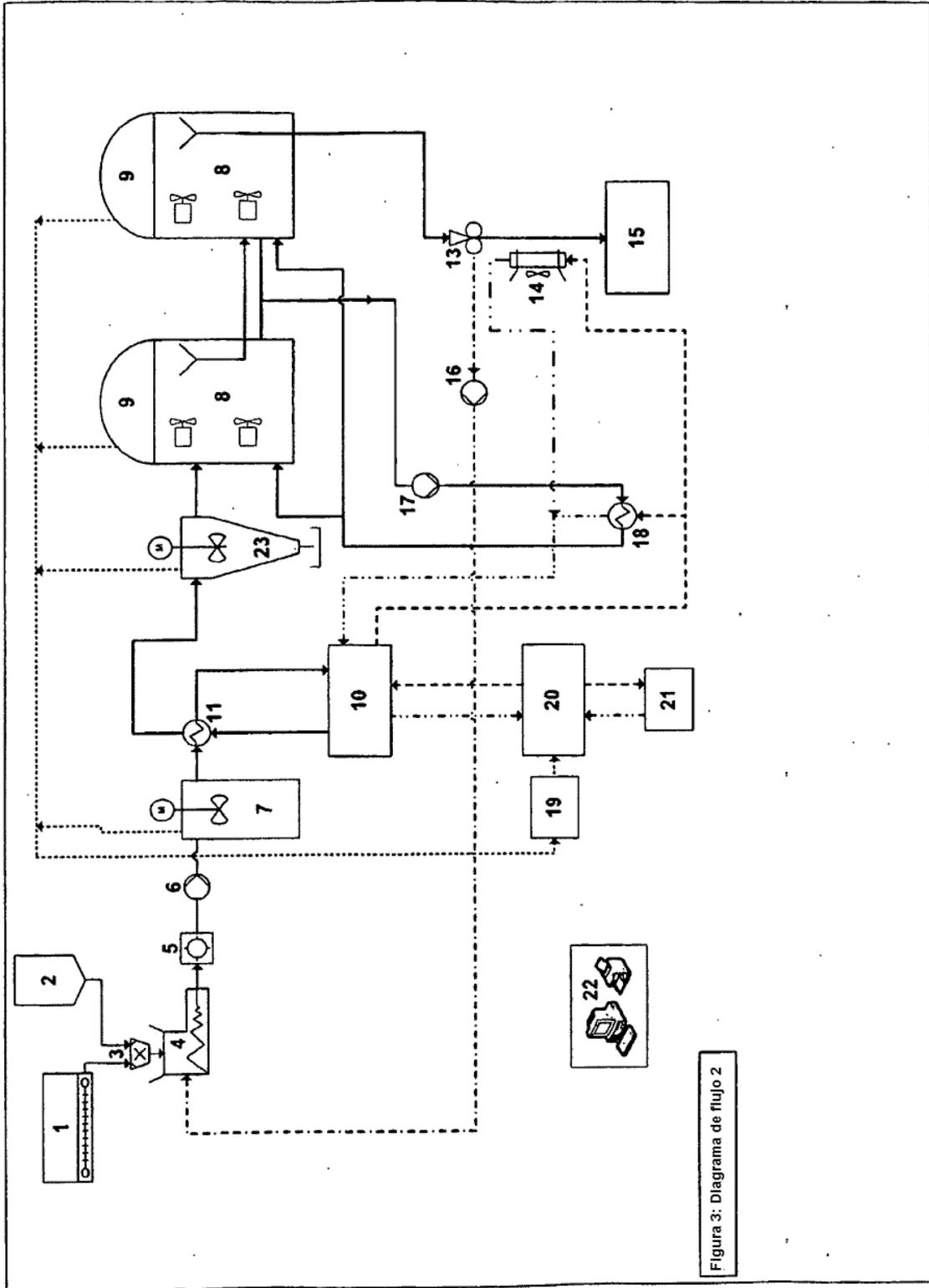


Figura 2: Diagrama de flujo



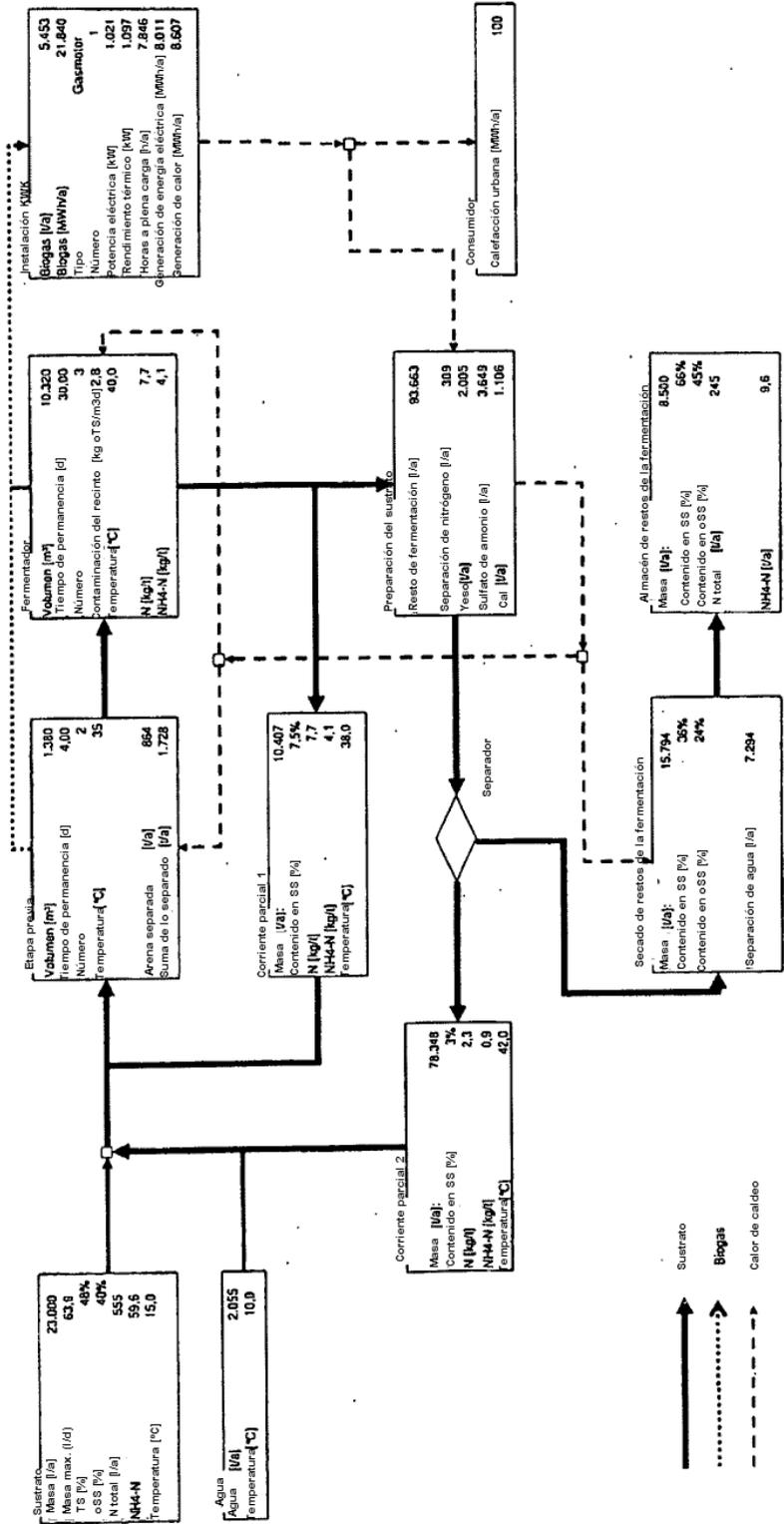


Figura 4: Representación de balance Ejemplo de realización

Leyendas de la Figura 1

- 4 mezclar, desmenuzar
- 5 mezclar, desmenuzar
- 5 7 etapa previa
- 8 fermentador
- 9 alambique de gas
- 10 tratamiento del sustrato

- 10 A recirculación de la corriente parcial I
- AA recirculación de la corriente parcial I
- B corriente parcial II
- BB recirculación de la corriente parcial II
- α biomasa
- 15 β resto sólido de la fermentación

- punteado límite del grupo de sustancias sólidas
- sombreado límite del grupo de sustancias líquidas

20

Leyendas de la Figura 2

	1	colector de carga previa	
	2	silo	
5	3	desmenuzador	
	4	mezclador	
	5	desmenuzador en línea	
	6	bomba sustrato	
	7	etapa previa	
10	8	fermentador	
	9	alambique de gas	
	10	tratamiento del sustrato	
	11	transmisor de calor del tratamiento de sustrato	
	12	amortiguador	
15	13	separador	
	14	secado del resto de la fermentación	
	15	almacén del resto de la fermentación	
	16	bomba de recirculación	
	17	bomba de caldeo	
20	18	transmisor de calor de la calefacción	
	19	purificación del gas	
	20	instalación de KWK	
	21	consumidor	
	22	vigilancia del proceso	
25	A, AA	recirculación de la corriente parcial I	
	B	corriente parcial II	
	BB	recirculación de la corriente parcial II	
30	línea continua	sustrato	
	línea de puntos	biogas	
	línea/línea/punto/línea/línea	material recirculado II	
	línea discontinua	avance	
35	línea/punto/punto/línea	retorno	