(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 400 651**

(21) Número de solicitud: 201131567

(51) Int. CI.:

C05F 17/02 (2006.01)

(12) PATENTE DE INVENCIÓN B1

(22) Fecha de presentación:

28.09.2011

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

11.04.2013

(88) Fecha de publicación diferida del informe sobre el estado de la técnica:
15.10.2013

Fecha de la concesión:

28.08.2014

(45) Fecha de publicación de la concesión:

04.09.2014

(73) Titular/es:

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA (100.0%)
Patio de Escuelas, 1
37008 Salamanca (Salamanca) ES

(72) Inventor/es:

DEVESA GEANINI, Francisco;
MÁRQUEZ MORENO, María Del Carmen;
COSTA PÉREZ, Carlos y
RAMOS CASTELLANOS, Pedro

(74) Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

(54) Título: **REACTOR DE COMPOSTAJE A ESCALA PILOTO, SISTEMA QUE COMPRENDE AL MENOS UN REACTOR DE COMPOSTAJE A ESCALA PILOTO Y PROCEDIMIENTO DE OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE COMPOSTAJE**

(57) Resumen:

Reactor de compostaje a escala piloto, sistema que comprende al menos un reactor de compostaje a escala piloto y procedimiento de optimización del compostaje.

La presente invención se refiere a un reactor de compostaje a escala piloto que permite simular el proceso que tiene lugar en las plantas industriales, hallando el valor óptimo de todas las variables que influyen en el proceso de compostaje, tanto las relacionadas directamente con el desarrollo de la reacción de degradación biológica de la materia prima orgánica y el crecimiento de los microorganismos encargados de llevar a cabo dicha reacción, como las condiciones físicas que limitan la velocidad de la reacción, puesto que evitan la correcta difusión de los reactivos o los productos y de esa manera provocan heterogeneidad en el seno de la masa reaccionante, todo ello para llevar a cabo una optimización del proceso de compostaje a nivel industrial en centros de tratamiento de residuos.

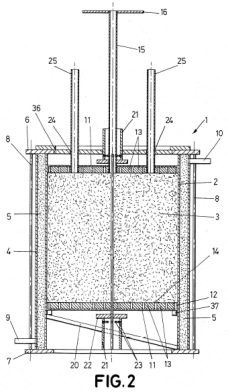

FIG. 2

ES 2 400 651 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCIÓN

Reactor de compostaje a escala piloto, sistema que comprende al menos un reactor de compostaje a escala piloto y procedimiento de optimización del proceso de compostaje

OBJETO DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un reactor de compostaje a escala piloto que permite simular el proceso que tiene lugar en las plantas industriales, de manera que se puede obtener mediante el procedimiento adecuado la optimización de las variables que afectan al proceso, con el consiguiente beneficio industrial tanto por el ahorro energético, temporal y el aumento en la calidad del producto final.

El objeto de la invención consiste en un reactor de compostaje a escala piloto que permite hallar el valor óptimo de todas las variables que influyen en el proceso de compostaje, tanto las directamente relacionadas con el desarrollo de la reacción de degradación biológica de la materia prima orgánica y el crecimiento de los microorganismos encargados de llevar a cabo dicha reacción, como las condiciones físicas que limitan de alguna manera la velocidad de la reacción, puesto que evitan la correcta difusión de los reactivos o los productos y de esa manera provocan heterogeneidad en el seno de la masa reaccionante. El fin último es llevar a cabo una optimización del proceso de compostaje a nivel industrial en los Centros de Tratamiento de Residuos.

Asimismo es otro objeto de la invención, un sistema de reactores que comprende al menos un reactor de compostaje a escala piloto que permite estudiar la influencia de cada una de las variables que condicionan el proceso de compostaje y observar su influencia sobre la velocidad de degradación de la materia orgánica y la calidad del compost final, mediante un procedimiento de optimización del proceso de compostaje que permite variar únicamente una variable en cada experiencia para poder estudiar cada una de las variables por separado manteniendo el resto constantes e iguales en todo el sistema.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

El compostaje es un método muy empleado en los Centros de Tratamiento de Residuos para reciclar la fracción orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos (R.S.U.). Se trata de un proceso de degradación aerobia cuyo objetivo es obtener un producto estable y que pueda ser empleado como fertilizante agrícola. En los últimos años se ha establecido la utilización de este tipo de método de forma habitual, empleándose túneles de compostaje para controlar mejor el proceso y acelerarlo, mediante la optimización de las variables más importantes. Sin embargo, aunque la tecnología está actualmente aplicándose, todavía no se han determinado ni se han optimizado todas las variables que influyen en el proceso ni cómo influyen esos parámetros en la efectividad del proceso y la calidad del compost obtenido. Este tipo de carencias son especialmente evidentes cuando se refieren al efecto de los parámetros físicos, como la formación de canales preferenciales para el paso del aire o los efectos de la compresión de la materia orgánica debidos a su propio peso.

La investigación a escala industrial presenta numerosos inconvenientes, ya que las obligaciones de producción evitan que haya tiempo para poder estudiar el efecto de las distintas variables que intervienen, a la vez que esto supondría un gran desaprovechamiento de la materia prima, al requerirse grandes cantidades de la misma para llevar a cabo las distintas experiencias. Además, la falta de versatilidad de los equipos industriales en los que las únicas variables que se controlan manteniéndose dentro de unos márgenes recomendados son la temperatura, la humedad y la concentración de oxígeno, todas ellas medidas en la atmósfera interior del túnel y no en el seno de los sólidos, y las dificultades que entrañan la consecución de condiciones de trabajo homogéneas y el control de estas condiciones durante el proceso cuando se trabaja con cantidades tan grandes de sustrato, hacen necesaria la creación de sistemas de reactores de menor tamaño que permitan simular el comportamiento de las plantas industriales de manera eficaz y evitando todos estos problemas, de manera que puedan obtenerse resultados extrapolables posteriormente a las plantas mayores.

La gran mayoría de equipos anteriores busca comprender mejor el funcionamiento del proceso de forma ideal, en cuanto a parámetros termodinámicos y biológicos, y eso lleva en ciertas ocasiones a la búsqueda de métodos y modelos que se alejan de lo que ocurre en la realidad industrial, tanto en el comportamiento termodinámico del reactor, en lo referente a las pérdidas energéticas, como en el tipo de sustrato que se emplea, ya que la búsqueda de una mayor reproducibilidad frente a la variabilidad que se sufre en las plantas a gran escala hace que numerosos autores opten por sustituir los R.S.U. por otro tipo de sustratos más homogéneos y con menor dependencia estacional, tales como los excrementos de animales o ciertos tipos de plantas. Esta es la razón que hace que las experiencias llevadas a cabo con R.S.U. sean escasas.

Por otro lado, el estado de la técnica no muestra ningún método totalmente eficaz para simular el comportamiento de las plantas industriales, ya que al hacer el escalado se omiten generalmente ciertos parámetros, fundamentalmente los físicos, como la altura de la columna, la presencia de canales preferenciales para el aire que se introduce o el efecto de la compresión sobre el espacio libre para la circulación del aire, lo que hace que los datos que se obtienen en el laboratorio no puedan ser extrapolables a instalaciones mayores. El principal inconveniente suele ser simular la altura de la columna, ya que la cercanía de las paredes en los reactores de menor tamaño hace que la fuerza de compresión debida al peso no actúe directamente en la materia orgánica, sino que son las paredes las que sostienen el sustrato. Apenas se han creado dispositivos experimentales que permitan solventar este problema y eso se debe, a que el objetivo principal de la mayoría de investigaciones es la elaboración de modelos teóricos que describan la degradación aerobia mediante ecuaciones termodinámicas sin tener en cuenta las perturbaciones debidas a impedimentos físicos o geométricos, que sí que aparecen cuando se trabaja a gran escala.

Alguno de los dispositivos del estado de la técnica capaces de incluir esas perturbaciones tampoco son eficaces, ya que el estudio de ese tipo de perturbaciones complica el diseño y hace que el tamaño del reactor se limite y el suministro de aire sea más difícil de controlar, por lo que no se consiguen condiciones termodinámicas de trabajo extrapolables ya que no se logran alcanzar las temperaturas deseadas debido a que un tamaño de reactor menor supone mayores pérdidas que no se consiguen solventar simplemente con un aislante.

Por otra parte, la formación de canales preferenciales o grietas en el seno del sustrato y los efectos de la cercanía de las paredes del reactor al hacer el escalado nunca se han conseguido evaluar, ya que los diseños empleados hasta el momento nunca han permitido observar el interior de los dispositivos a medida que transcurre el proceso. Algunos dispositivos disponen de mecanismos que intentan evitar los efectos de las paredes, pero en ningún caso se ha conseguido observar si esto se ha conseguido eficazmente. En cambio, los problemas derivados de la estructuración del sustrato a lo largo del proceso nunca se han podido estudiar ya que ni siquiera se ha contemplado como parámetro influyente en el proceso.

El reactor de compostaje a escala piloto de la presente invención permite simular y optimizar el proceso que tiene lugar en las plantas industriales, con el consiguiente beneficio industrial tanto por el ahorro energético, temporal y el aumento en la calidad del producto final.

De igual manera, el solicitante desconoce la existencia de sistemas de reactores de compostaje a escala piloto que permitan simular el comportamiento de la materia orgánica en el interior del reactor y llevar a cabo un estudio simultáneo de todas y cada una de las variables que condicionan el proceso de compostaje de manera individual, incluyendo variables fisicoquímicas y geométricas, que permiten recoger todas las posibles perturbaciones que aparecen a gran escala siendo visibles los efectos.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un reactor de compostaje a escala piloto que permite hallar el valor óptimo de todas las variables que influyen en el proceso de compostaje, tanto las directamente relacionadas con el desarrollo de la reacción de degradación biológica de la materia prima orgánica y el crecimiento de los microorganismos encargados de llevar a cabo dicha reacción, como las condiciones físicas que limitan de alguna manera la velocidad de la reacción pues evitan la correcta difusión de los reactivos o los productos y de esa manera provocan heterogeneidad en el seno de la masa reaccionante. De esta manera se puede llevar a cabo una optimización del proceso de compostaje a nivel industrial en los Centros de Tratamiento de Residuos.

El reactor de compostaje a escala piloto comprende un depósito cilíndrico que minimiza las perdidas de calor en el reactor al minimizar la relación superficie externa / volumen del depósito, ya que cuanto mayor es el área mayores serán las pérdidas siendo el volumen directamente proporcional a la generación de calor en la reacción.

El depósito cilíndrico comprende un doble tubo transparente formado por un tubo exterior y un tubo interior, donde por el espacio entre el tubo exterior y el tubo interior se hace pasar un fluido transparente que actúa como aislante y por el tubo interior se dispone la materia orgánica a fermentar.

El reactor de compostaje a escala piloto de la presente invención, de tipo adiabático, es decir, que pretende minimizar las pérdidas de calor, es el más parecido a los que se emplean en las plantas de compostaje, pues a gran escala las pérdidas de calor se minimizan porque la relación A/V, siendo A el área del depósito y V su volumen, se reduce a medida que aumenta el tamaño.

La geometría cilíndrica del reactor permite utilizar valores de A/V menores, puesto que la geometría es un

factor importante en tanto en cuanto influye en las pérdidas de calor que van a producirse; esto permite emplear reactores de menor tamaño que si se hiciera uso de otras geometrías. Además, tiene la ventaja de que sólo hay que tener en cuenta gradientes de propiedades físicas en dos direcciones y se facilita el diseño de un dispositivo de agitación que se describirá más adelante.

El volumen V de materia orgánica que contiene el depósito cilíndrico es mayor que 30 l, lo que permite minimizar las perdidas de calor mediante el uso del aislante que se hace pasar por el tubo exterior del depósito cilíndrico.

El depósito cilíndrico encamisado comprende un anillo superior y otro inferior en los que se introduce, en cada uno de ellos, un anillo de caucho o material similar con el que se consigue la estanqueidad en el cierre entre cada uno de los anillos superior e inferior, y el doble tubo.

La tapa superior se encuentra apoyada sobre el anillo correspondiente, lo que permite acceder al interior del reactor en las operaciones de carga y descarga sin tener acceso al fluido que se encuentra entre los dos tubos.

El depósito cilíndrico encamisado comprende unas barras roscadas accionables sobre los anillos que ejercen una fuerza de comprensión de los mismos sobre el doble tubo, manteniendo de esta manera la estanqueidad en dicho depósito.

El depósito cilíndrico encamisado comprende unos conductos de entrada y salida del fluido que se unen a dicho depósito mediante unas uniones roscadas que evitan las fugas del fluido por las mismas durante el uso de reactor.

La materia orgánica que se desea fermentar se encuentra dispuesta sobre un plato perforado inferior dispuesto en el interior del tubo interior del depósito cilíndrico, plato perforado que comprende un reborde que permite el apoyo de un relleno (tipo anillos Rasching o similar) sobre el mismo, que permite la adecuada distribución del aire en la parte inferior del tubo interior.

Para evitar la mezcla de la materia orgánica con el relleno del plato, el depósito cilíndrico comprende una rejilla de tela metálica dispuesta sobre el plato perforado que evita que la materia orgánica se mezcle con el relleno y pueda atascar los orificios del plato perforado.

El reactor de compostaje a escala piloto comprende un dispositivo de aplicación de peso sobre la materia a compostar que comprende otro plato perforado dispuesto sobre la materia orgánica y que se conecta a través de un soporte con el exterior del reactor donde se encuentra dispuesta una placa sobre la que se colocarán distintas pesas que simulan el sobrepeso de la columna de materia orgánica a compostar.

El reactor comprende un dispositivo de agitación cuyo objeto es evitar en primer lugar la aparición de gradientes en el sustrato, pues a medida que el reactor es de menor tamaño aumentan proporcionalmente, sobre todo de temperatura y humedad y en dirección radial, ya que en vertical pueden reducirse mediante un dispositivo de aireación que se describirá más adelante, y en segundo lugar poder eliminar caminos preferenciales de circulación del aire para conseguir una aireación uniforme que impida que pueda pararse el proceso al haber una disminución de la generación de calor de reacción.

El dispositivo de agitación va dispuesto por el interior del soporte que conecta el plato perforado superior con el exterior del reactor, de tal manera que la parte superior del dispositivo de agitación, que es roscada, permite el acoplamiento de una manivela para llevar a cabo el giro del dispositivo de agitación de forma manual. De esta manera, cuando sea necesario se puede quitar la manivela para colocar las pesas del dispositivo de aplicación de peso sobre la placa preparada para tal fin.

El reactor comprende en su parte inferior, bajo el plato perforado inferior que permite la distribución del aire un dispositivo de drenaje de lixiviados, ya que el agua sobrante va a arrastrar materia orgánica disuelta y se va a acumular en el fondo del reactor. Dicho dispositivo de drenaje comprende una placa inclinada que permite recoger en un extremo los lixiviados y eliminarlos mediante una toma que da al exterior del depósito, evitando la salida de gases a través de esa toma, ya sea empleando un sifón o manteniendo el nivel de lixiviado un poco por encima de la salida, de tal manera que el lixiviado sirva como cierre hidráulico.

El reactor comprende un dispositivo de aireación que comprende a su vez unos conductos de entrada/salida de aire en la tapa superior e inferior del reactor para llevar a cabo la aireación forzada de la materia orgánica, ya que

garantiza el flujo de oxígeno necesario y reduce las pérdidas de agua para garantizar unas condiciones aerobias que permitan alcanzar las temperaturas necesarias en el proceso.

Debido a que la humedad es uno de los factores claves en el proceso de compostaje, pues ha de mantenerse entre el 50 y el 65 % para que la reacción se desarrolle adecuadamente, es necesario aportar agua para mantenerla en estos valores, ya que la evaporación que se produce por las elevadas temperaturas hace que la generación de agua de la reacción no sea suficiente para compensar las pérdidas.

El reactor comprende un dispositivo de incorporación de agua o control de humedad que lleva a cabo la saturación del aire que se introduce en un borboteador, de manera que se reduce la evaporación de agua en el reactor puesto que el aire que circula a través del mismo no admite más agua, al mismo tiempo que se aporta cierta cantidad de agua al haber partículas líquidas que son arrastradas desde el borboteador y que se adhieren a los sólidos del reactor.

El reactor comprende un dispositivo de toma de muestras que comprende al menos un orificio dispuesto en la tapa superior por el que pasa un conducto que va dispuesto desde el exterior del reactor hasta el plato perforado inferior y que permite la toma de muestras y la medida de la temperatura y otras variables, debido a que es posible introducir a través de dichos conductos sondas o pinzas para la toma de muestras.

De esta manera se puede llevar a cabo un estudio de optimización de la humedad, ya que la posibilidad de tomar muestras del seno del sustrato de materia orgánica durante todo el proceso hace que esta variable se pueda controlar adecuadamente. Además, regulando la aireación adecuadamente mediante el dispositivo de aireación, puede fijarse la humedad durante todo el proceso, ya que el uso del aire saturado evita que existan grandes pérdidas, algo que no ocurre en la práctica industrial, en la que es necesario regar el sustrato a lo largo del proceso. El reactor permite simular además el efecto del riego añadiendo agua directamente sobre el plato perforado superior, que actúa como distribuidor gracias a los orificios.

Además, la posibilidad de observar el interior del depósito al emplearse como aislante un fluido trasparente permite ver si la distribución es efectiva y uniforme, pudiéndose extrapolar estas observaciones a lo que ocurre en el interior de los túneles de compostaje de las instalaciones industriales y permitiendo comparar distintos métodos de adición de agua (pulverización, riego, agua en forma de vapor, etc.)

La invención se refiere también a un sistema que comprende al menos un reactor de compostaje a escala piloto de los descritos anteriormente donde se puede estudiar la influencia de cada una de las variables que condicionan el proceso de compostaje y observar su influencia sobre la velocidad de degradación de la materia orgánica y la calidad del compost final. En caso de haber más de un reactor, éstos pueden estar dispuestos en paralelo o en serie.

La invención se refiere también a un procedimiento de optimización del proceso de compostaje llevado a cabo en el sistema descrito mediante la modificación de una de las variables que intervienen en el procedimiento manteniendo el resto constantes e iguales en todo el sistema, ya que cada reactor permite fijar el valor que se desee para cada variable con los mecanismos de que se dispone, incluyendo variables fisicoquímicas y geométricas. De esta manera, el sistema simula a escala piloto todas las posibles perturbaciones que aparecen a gran escala y se hacen visibles los efectos al poder observarse el interior de cada reactor.

El sistema fija el valor de las variables fisicoquímicas y geométricas asociadas a los efectos de la compresión debidos al peso de la columna de materia orgánica a compostar y al flujo de aire que se va a introducir entre otras mediante los dispositivos de aplicación de peso y aireación anteriormente descritos, dos parámetros fundamentales en los procesos industriales que se pueden evaluar simultáneamente. Debido a que este tipo de factores son fácilmente manipulables en las instalaciones industriales, los resultados obtenidos en el sistema de reactores a escala piloto de la presente invención pueden ser fácilmente aplicables a gran escala, con el consiguiente ahorro energético y el aumento en la calidad del compost final obtenido.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista en perspectiva del reactor de compostaje a escala piloto de la presente invención.

Figura 2.- Muestra una vista en alzado seccionado del reactor de compostaje a escala piloto de la Figura 1.

Figura 3.- Muestra un detalle en perspectiva del dispositivo de agitación que se dispone en el interior del tubo interior del depósito cilíndrico encamisado del reactor de la Figura 1.

Figura 4.- Muestra un esquema de un sistema de cuatro reactores de compostaje en paralelo, que trabajan en discontinuo, por cargas, y con diferentes condiciones de operación para cada uno de ellos.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN

A la vista de las figuras se describe a continuación un modo de realización preferente de reactor de compostaje a escala piloto que comprende un depósito cilíndrico encamisado (1) constituido por un doble tubo transparente de metacrilato o similar, un tubo interior (2) donde va dispuesta la materia orgánica (3) que se desea fermentar y un tubo exterior (4), donde en el volumen entre el tubo exterior (4) y el tubo interior (3) se hace pasar un fluido transparente (5) que en este ejemplo de realización es agua que aísla el tubo interior (2) del entorno.

El doble tubo transparente, al ser de metacrilato, presenta una resistencia a la corrosión suficiente para soportar las condiciones que provoca la materia orgánica (3) en descomposición, pues tiene una alta inercia química y una resistencia mecánica suficiente como para soportar su propio peso más el peso de la materia orgánica (3) y el sobrepeso de una columna de materia orgánica (3) que se pretende simular.

Por otra parte, al ser transparente posibilita ver si hay caminos preferenciales en el paso de aire o hay zonas en las que se observe falta de agitación. Al mismo tiempo, se facilita el proceso de toma de muestras y se comprueba el correcto funcionamiento de la instalación.

El volumen V de materia orgánica (3) que contiene tubo interior (2) es mayor de 30 l, lo que permite minimizar las perdidas de calor mediante el uso del fluido transparente (5) que hace de aislante al pasar entre el tubo exterior (4) y el tubo interior (2) del depósito cilíndrico.

El depósito cilíndrico (1) encamisado comprende un anillo superior (6) y otro inferior (7) de polietileno de alta densidad en los que se introduce, en cada uno de ellos, un anillo de caucho o material similar con el que se consigue la estanqueidad en el cierre entre cada uno de los anillos (6, 7), y el doble tubo.

El depósito cilíndrico (1) encamisado comprende unas barras roscadas (8) accionables sobre los anillos de caucho o material similar que ejercen una fuerza de comprensión de los mismos sobre el doble tubo, manteniendo de esta manera la estanqueidad en dicho depósito cilíndrico (1).

El depósito cilíndrico (1) encamisado comprende una tapa superior (36) que se encuentra apoyada sobre el anillo superior (6), lo que permite acceder al interior del reactor en las operaciones de carga y descarga sin tener acceso al fluido que se encuentra entre los dos tubos.

El depósito cilíndrico (1) encamisado comprende unos conductos de entrada (9) y salida (10) del fluido (5) que se unen a dicho depósito mediante unas uniones roscadas que evitan las fugas del fluido (5) por las mismas durante el uso de reactor.

La materia orgánica (3) que se desea fermentar se encuentra dispuesta sobre un plato perforado (11) dispuesto en el interior del tubo interior (2) del depósito cilíndrico (1), plato perforado (11) que comprende un reborde (12) que permite colocar sobre el plato perforado (11) un relleno (13), preferentemente unos anillos Rasching, que permiten la adecuada distribución del aire que entra por la parte inferior del tubo interior (2). El plato perforado (11) se encuentra apoyado sobre unos topes de metacrilato (37) unidos al tubo interior (2).

Para evitar la mezcla de la materia orgánica (3) con los anillos de Rasching (13), el depósito cilíndrico (1) comprende una rejilla (14) de tela metálica dispuesta sobre el plato perforado (11) que evita que la materia orgánica (3) pueda además atascar los orificios del plato perforado (11).

El reactor de compostaje a escala piloto comprende un dispositivo de aplicación de peso sobre la materia a compostar que comprende otro plato perforado (11) similar al inferior, con anillos y rejilla (14) de tela metálica, dispuesto sobre la materia orgánica (3) y que se conecta a través de un soporte (15) con el exterior del reactor donde

se encuentra dispuesta una placa (16) sobre la que se colocarán distintas pesas que simulan el sobrepeso de la columna de materia orgánica (3) a compostar.

El reactor comprende un dispositivo de agitación (17) que comprende unas aspas acopladas a un eje de giro (18) dispuesto por el interior del soporte (15) que conecta el plato perforado (11) superior con el exterior del reactor, de tal manera que la parte superior del soporte (15), que es roscada, permite el acoplamiento de una manivela (19) para llevar a cabo el giro del dispositivo de agitación (17) de forma manual. De esta manera, cuando sea necesario se puede quitar la manivela (19) para colocar las pesas del dispositivo de aplicación de peso sobre la placa (16) preparada para tal fin.

El reactor comprende en su parte inferior, bajo el plato perforado (11) inferior que permite la distribución del aire, un dispositivo de drenaje de lixiviados que comprende una tapa inclinada (20) inferior que permite recoger en un extremo los lixiviados y eliminarlos mediante una toma que da al exterior.

El reactor comprende un dispositivo de aireación que comprende a su vez unos conductos de entrada/salida de aire (21) en la tapa superior (36) e inclinada inferior (20) del reactor para llevar a cabo la aireación forzada de la materia orgánica (3), conductos de entrada/salida de aire (21) que se cierran con sendas tapas ciegas (22) en su extremo, de tal manera que la distribución se hace en dirección radial por unos agujeros (23) dispuestos en la pared del conducto de entrada/salida de aire (21). En la parte inferior del reactor, el conducto de entrada/salida de aire (21) está dispuesto por encima de la placa inclinada (20), para que el lixiviado no pueda entrar por los agujeros (23) y acceder a dicho conducto de entrada/salida de aire (21). En la parte inferior, el conducto de entrada/salida de aire (21) está dispuesto en el centro de la tapa (20) inclinada inferior (7), mientras que en la superior (36) está ligeramente desplazado del centro al estar dispuesta en esa posición el soporte (15) por donde pasa el eje de giro (18) del dispositivo agitador (17).

La tapa superior (36) comprende al menos un orificio (24) por el que pasa un conducto (15, 25) que va dispuesto desde el exterior del reactor hasta el plato perforado (11) superior y que permite la toma de muestras, la medida de la temperatura, humedad y/o la composición de los gases debido a que es posible introducir a través de dichos conductos (15, 25) sondas o unas pinzas para la toma de muestras.

El acoplamiento del conducto (15, 25) que va dispuesto desde el exterior del reactor hasta el plato perforado (11) superior se lleva a cabo mediante un cierre con caucho que permite el deslizamiento del conducto (15, 25) a través del orificio (24) pero evita la salida de gases del interior del depósito del reactor por dicho acoplamiento.

El reactor descrito anteriormente forma parte de un sistema de cuatro reactores de compostaje en paralelo, que trabajarán en discontinuo, por cargas, y con diferentes condiciones de operación para cada uno de los reactores. El número de reactores y su disposición puede cambiar en función de las necesidades de experimentación.

La capacidad de cada uno de los reactores será de 30 l de materia orgánica.

El sistema comprende un dispositivo de aireación forzada en al menos uno de los reactores mediante la circulación de aire comprimido (26) en dirección longitudinal y sentidos que podrán cambiar alternativamente por medio de los conductos de entrada/salida de aire (21) de cada reactor. Las pérdidas de agua por la aireación se evitan saturando el aire que entra a los reactores haciéndolo pasar por un frasco borboteador (27) con agua. Tras ese pretratamiento se dividirá la entrada de aire en 4 tomas, de tal manera que cada una de ellas irá a un reactor, pasando previamente por unos rotámetros (28) que permiten ajustar el flujo de aire en cada caso. Para conseguir la entrada del aire en sentidos alternativos cada reactor dispondrá de un sistema de llaves (29) que permite situar la entrada de aire y la salida de aire en los conductos de entrada/salida de aire (21) superior o inferior de cada reactor según se desee.

Sea cual sea el sentido de la aireación, se dispone de una tubería única (30) de salida de gases de cada reactor, en la cual se puede colocar un borboteador (27) sobre el que se recogerá en una solución de NaOH el CO_2 que se genere, para luego evaluar la cantidad de CO_2 valorando la disolución. Tras el borboteador (27) se encuentra una llave de tres vías (31) que permite desviar la salida hacia un circuito de toma de muestra de los gases (32) o hacia un circuito de extracción (33) que a la salida se encuentra conectado a un analizador de gases.

El circuito de toma de muestra de los gases (32) está formado por un sistema de recogida de gases hacia otro circuito de extracción (33) que va hasta un depósito (34) en el que hay un septum (no mostrado) para poder tomar muestras con una jeringuilla. Además, el circuito dispone de una entrada de nitrógeno (35) para inertizar antes de cada toma de muestras. También puede conectarse a un analizador de gases en continuo.

Por tanto, el sistema de reactores arriba descrito permite fijar con facilidad las condiciones de trabajo en cada reactor y permite optimizar cada una de las variables haciendo un estudio con los reactores en paralelo, fijando todas las condiciones de operación iguales excepto la variable a optimizar.

REIVINDICACIONES

1.- Reactor de compostaje a escala piloto de entre los que comprenden un depósito cilíndrico (1) que minimiza las perdidas de calor en el reactor al minimizar la relación superficie externa / volumen del depósito caracterizado porque el depósito cilíndrico (1) comprende un doble tubo transparente formado por un tubo exterior (4) y un tubo interior (2), donde por el espacio entre el tubo exterior (4) y el tubo interior (2) se hace pasar un fluido transparente (5) que actúa como aislante y por el tubo interior (2) se dispone la materia orgánica (3) a fermentar.

2.- Reactor de compostaje a escala piloto según reivindicación 1 caracterizado porque el depósito cilíndrico (1) comprende un anillo superior (6) y otro inferior (7) en los que se introduce, en cada uno de ellos, un anillo de caucho o material similar con el que se consigue la estanqueidad en el cierre entre cada uno de los anillos (6, 7) superior e inferior, y el doble tubo.

3.- Reactor de compostaje a escala piloto según reivindicación 2 caracterizado porque comprende una tapa superior (36) que se encuentra apoyada sobre el anillo correspondiente, lo que permite acceder al interior del depósito cilíndrico en las operaciones de carga y descarga sin tener acceso al fluido (5) que se encuentra entre los dos tubos (2, 4).

4.- Reactor de compostaje a escala piloto según reivindicación 3 caracterizado porque el depósito cilíndrico (1) comprende unas barras roscadas (8) accionables sobre los anillos que ejercen una fuerza de comprensión de los mismos sobre los dos tubos (2, 4), manteniendo de esta manera la estanqueidad en dicho depósito (1).

5.- Reactor de compostaje a escala piloto según reivindicación 1 caracterizado porque comprende unos conductos de entrada (9) y salida (10) del fluido (5) que se unen al depósito cilíndrico (1) mediante unas uniones roscadas que evitan las fugas del fluido (5) por las mismas durante el uso.

6.- Reactor de compostaje a escala piloto según reivindicación 1 caracterizado porque comprende un plato perforado (11) inferior dispuesto en el interior del tubo interior (2) del depósito cilíndrico (1) donde se dispone la materia orgánica (3) a fermentar.

7.- Reactor de compostaje a escala piloto según reivindicación 6 caracterizado porque el plato perforado (11) inferior comprende un reborde sobre el que se apoya un relleno (13) que permite la adecuada distribución del aire en la parte inferior del tubo interior (2).

8.- Reactor de compostaje a escala piloto según reivindicación 7 caracterizado porque el depósito cilíndrico (1) comprende una rejilla (14) de tela metálica dispuesta sobre el plato perforado (11) que evita que la materia orgánica (3) atasque los orificios del plato perforado (11) y la mezcla de la materia orgánica (3) con el relleno (13).

9.- Reactor de compostaje a escala piloto según reivindicación 1 caracterizado porque comprende un dispositivo de aplicación de peso sobre la materia a compostar que comprende un plato perforado (11) superior dispuesto sobre la materia orgánica (3) y que se conecta a través de un soporte (15) con el exterior del reactor donde se encuentra dispuesta una placa (16) para la colocación de distintas pesas que simulan el sobrepeso de la columna de materia orgánica (3) a compostar.

10.- Reactor de compostaje a escala piloto según reivindicación 9 caracterizado porque comprende un dispositivo de agitación que comprende unas aspas acopladas a un eje de giro (18) dispuesto por el interior del soporte (15) para el acoplamiento mediante roscado a la parte superior del soporte (15) de una manivela (19).

11.- Reactor de compostaje a escala piloto según reivindicación 6 caracterizado porque comprende un dispositivo de drenaje de lixiviados dispuesto debajo del plato perforado (11) que comprende una tapa inclinada inferior (20) que permite recoger en un extremo los lixiviados y eliminarlos mediante una toma que da al exterior del depósito (1).

12.- Reactor de compostaje a escala piloto según reivindicación 11 caracterizado porque comprende un dispositivo de aireación que comprende a su vez unos conductos (21) de entrada/salida de aire en la tapa superior (36) e inclinada inferior (20) del reactor para llevar a cabo la aireación forzada de la materia orgánica (3).

13.- Reactor de compostaje a escala piloto según reivindicación 12 caracterizado porque comprende un dispositivo de incorporación de agua o control de humedad que lleva a cabo la saturación del aire que se introduce en un borboteador (27).

14.- Reactor de compostaje a escala piloto según reivindicación 13 caracterizado porque comprende un dispositivo de

toma de muestras que comprende al menos un orificio (24) dispuesto en la tapa superior (6) por el que pasa un conducto (15, 25) que va dispuesto desde el exterior del reactor hasta el plato perforado (11) superior y que permite la toma de muestras, la medida de la temperatura, humedad y/o la composición de los gases, debido a que es posible introducir a través de dichos conductos (15, 25) sondas o unas pinzas para la toma de muestras.

15.- Sistema que comprende uno o varios de los reactores de compostaje a escala piloto de cualquiera de las reivindicaciones anteriores dispuestos en paralelo o en serie.

16.- Sistema según reivindicación 15 caracterizado porque comprende un dispositivo de aireación forzada en al menos uno de los reactores mediante la circulación de aire comprimido (26) en dirección longitudinal y sentidos que cambiarán alternativamente por medio de los conductos de entrada/salida de aire (21) de cada reactor.

17.- Sistema según reivindicación 16 caracterizado porque la entrada del aire en sentidos alternativos en cada reactor se lleva a cabo mediante un sistema de llaves (29) que permite situar la entrada de aire y la salida de aire en los conductos de entrada/salida de aire (21) superior o inferior de cada reactor según se desee.

18.- Sistema según reivindicación 17 caracterizado porque comprende una tubería única (30) de salida de gases de cada reactor, en la cual se puede colocar un borboteador (27) sobre el que se recoge en una solución de NaOH el CO_2 que se genera.

19.- Sistema según reivindicación 18 caracterizado porque tras el borboteador (27) se encuentra una llave de tres vías (31) que permite desviar la salida hacia un circuito de toma de muestra de los gases (32) o hacia un circuito de extracción (33) que a la salida se encuentra conectado a un analizador de gases.

20.- Sistema según reivindicación 19 caracterizado porque el circuito de toma de muestra de los gases (32) está formado por un sistema de recogida de gases hacia otro circuito de extracción (33) que va hasta un depósito (34) en el hay un septum para la toma de muestra.

21.- Sistema según reivindicación 20 caracterizado porque el circuito de toma de muestra de los gases (32) dispone de una entrada de nitrógeno (35) para inertizar antes de cada toma de muestras.

22. Procedimiento de optimización del proceso de compostaje llevado a cabo en el sistema descrito en las reivindicaciones 15 a 21 caracterizado porque se modifica una de las variables que intervienen en el procedimiento manteniendo el resto constantes e iguales en todo el sistema.

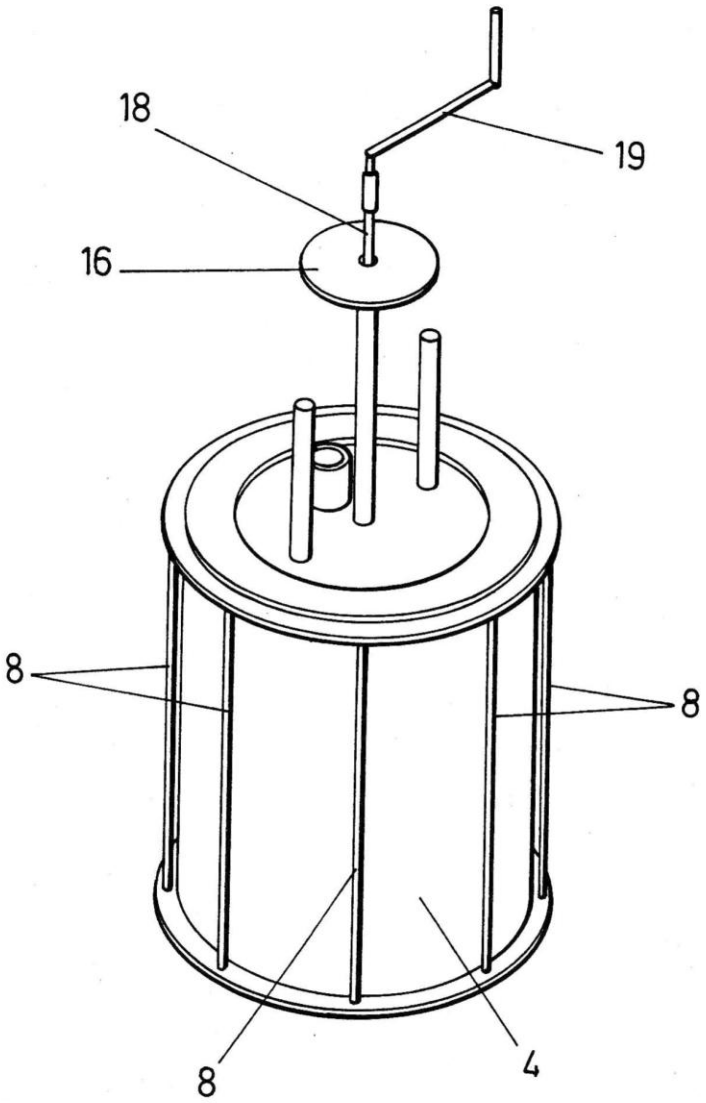

FIG.1

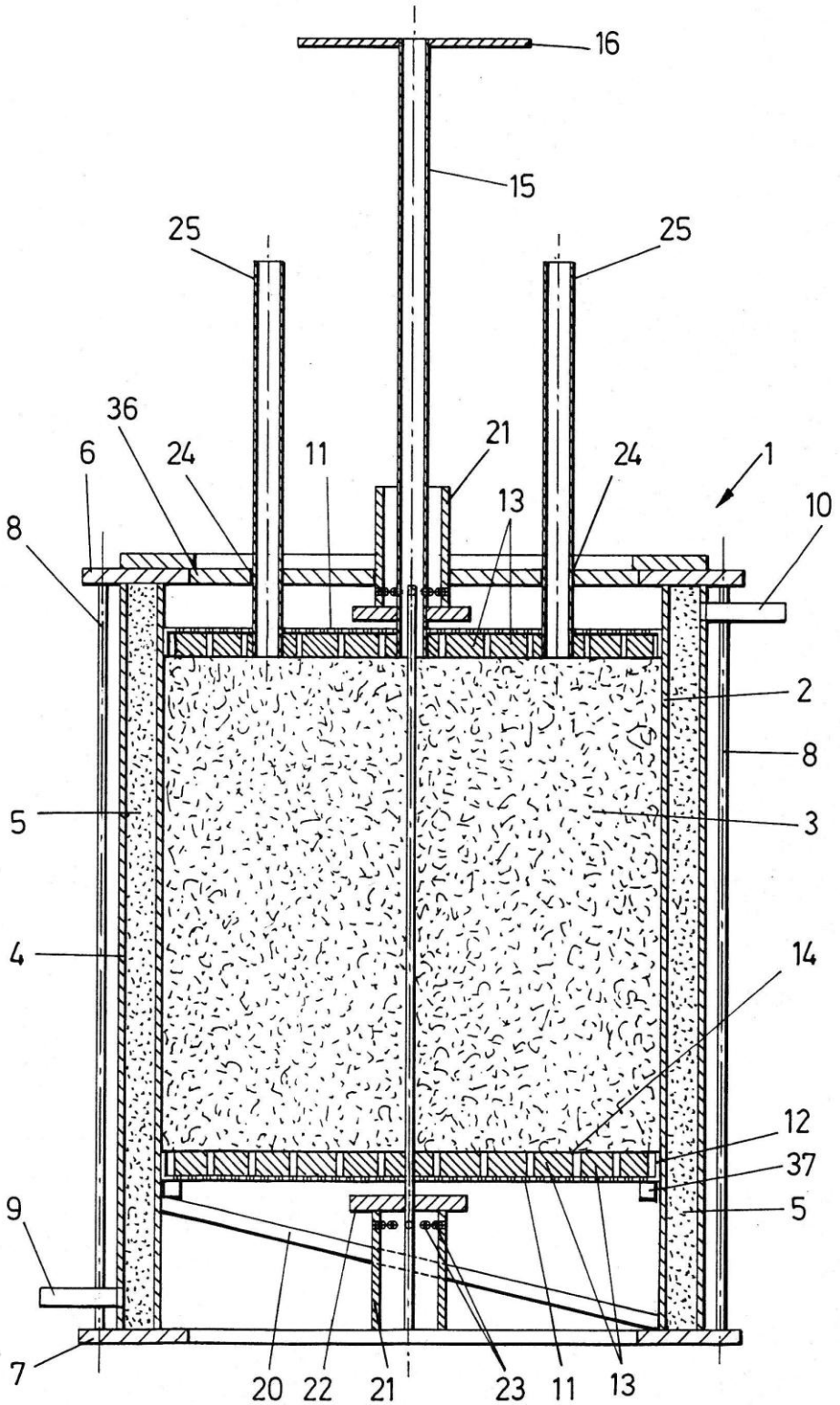
16
15
25
25
36
6
24
11
21
24
1
13
10
8
2
8
5
3
4
14
12
37
9
5
7
20
22
21
23
11
13

FIG. 2

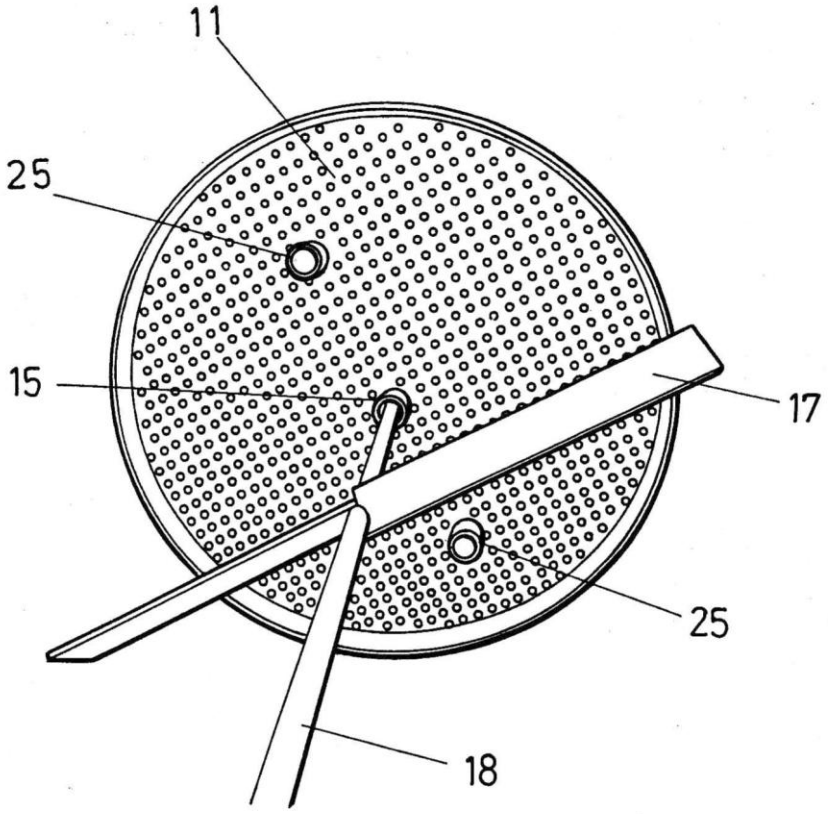

FIG.3

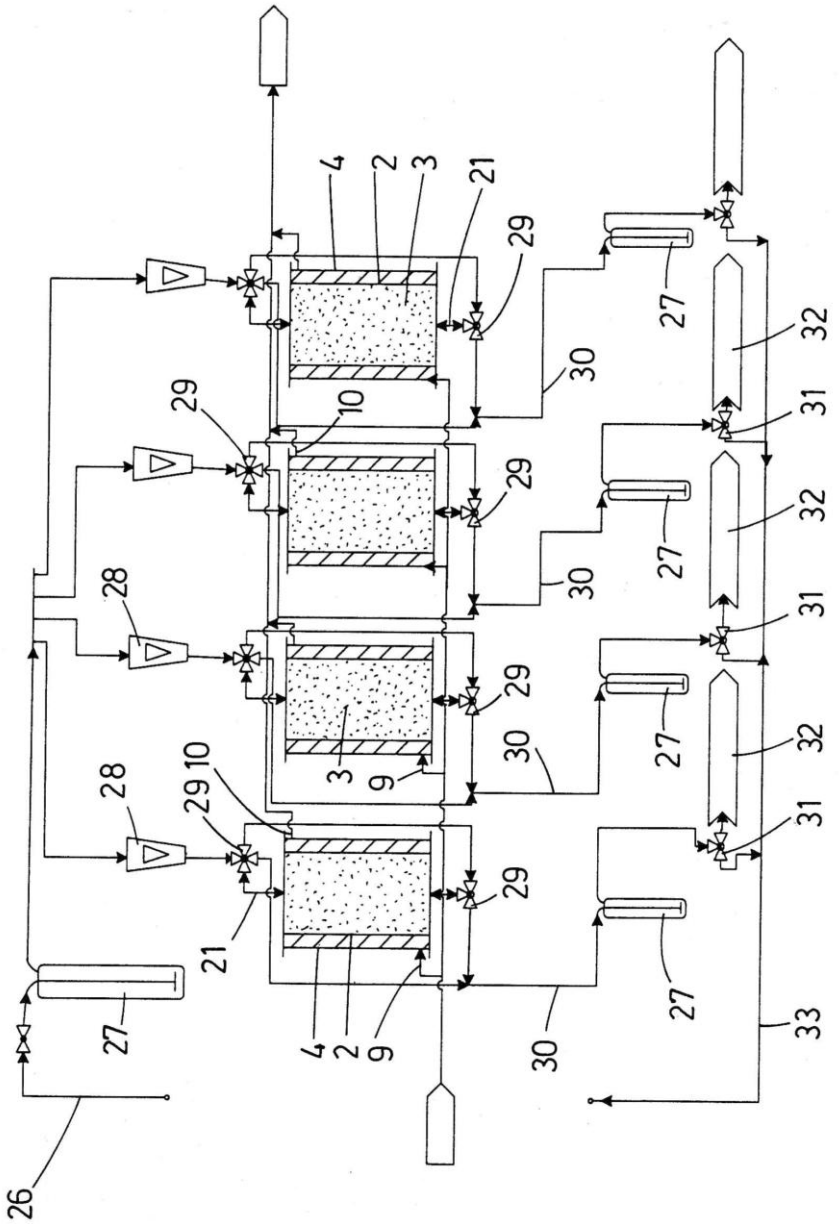

FIG.4

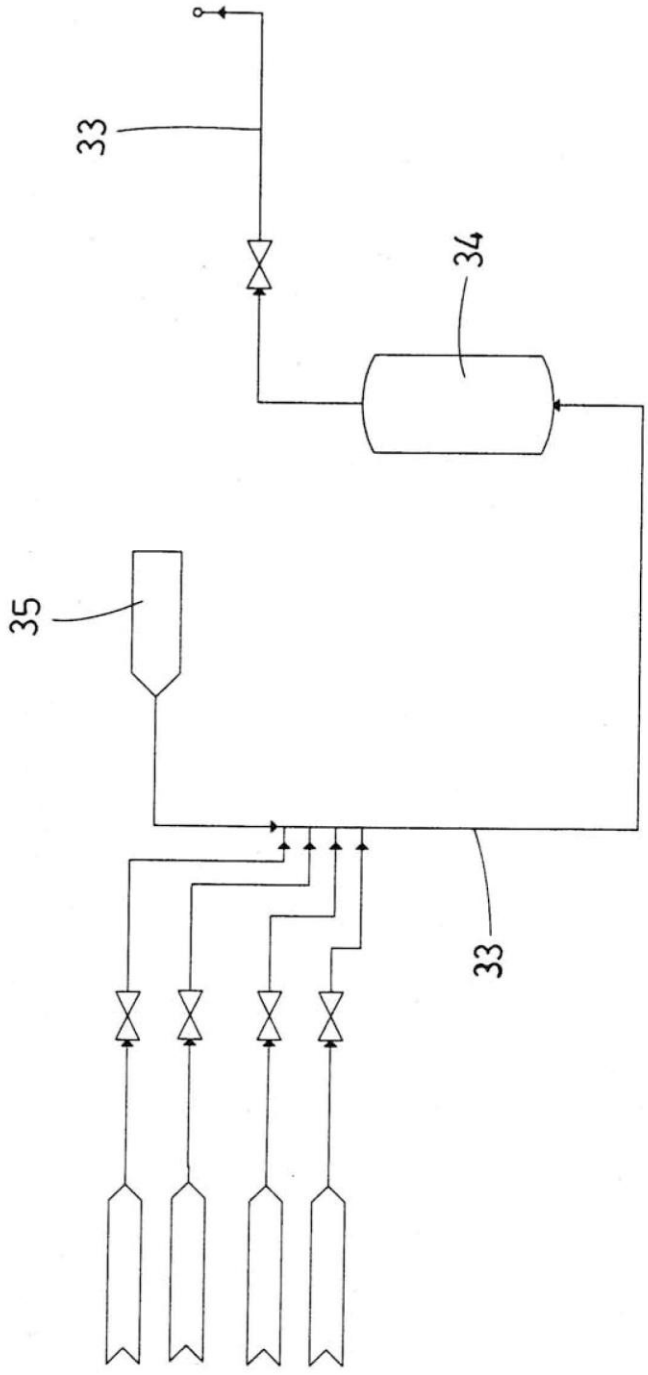

FIG.4 (cont.)

OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(21) N.º solicitud: 201131567

(22) Fecha de presentación de la solicitud: 28.09.2011

(32) Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

(51) **Int. Cl. :** ***C05F17/02*** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	(56) **Documentos citados**	**Reivindicaciones afectadas**
X	CN 1431173 A (UNIV HUNAN) 23.07.2003, todo el documento.	1-22
X	CN 101028983 A (TIANJIN AGRICULTURAL NATURAL R) 05.09.2007, pagina 5,6; figura 1.	1-14
A	WO 2010032260 A1 (KULKARNI SAMEER SUDHIR) 25.03.2010, todo el documento.	1-22
A	US 4798802 A (RYAN RICHARD M) 17.01.1989, todo el documento.	22
A	US 5869327 A (GRABBE KLAUS et al.) 09.02.1999	22

Categoría de los documentos citados
X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	**Examinador**	**Página**
01.10.2013	C. Galdeano Villegas	1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

C05F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 01.10.2013

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-22	**SI**
	Reivindicaciones		**NO**
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones		**SI**
	Reivindicaciones	1-22	**NO**

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	CN 1431173 A (UNIV HUNAN)	23.07.2003
D02	US 4798802 A (RYAN RICHARD M)	17.01.1989

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

La invención consiste en un reactor de compostaje a escala piloto de los que comprenden un depósito cilíndrico que minimiza las pérdidas de calor en el reactor al minimizar la relación superficie externa/volumen del depósito caracterizado porque el depósito cilíndrico comprende un doble tubo transparente formado por un tubo exterior y un tubo interior donde por el espacio entre el tubo exterior y el tubo interior se hace pasar un fluido transparente que actúa como aislante y por el tubo interior se dispone la materia orgánica a fermentar. La invención también hace referencia a un sistema que comprende la disposición en línea o en paralelo de uno o varios de los reactores anteriormente descritos, así como al procedimiento de optimización del proceso de compostaje llevado a cabo en dicho sistema.

Con respecto a la reivindicación independiente 1, el documento más cercano del estado de la técnica es el D01, al que pertenecen las referencias que se indican a continuación. Este documento D01 divulga un reactor de compostaje de depósito cilíndrico (Figura 1; referencia 19) que minimiza las pérdidas de calor en el reactor al minimizar la relación superficie externa/volumen del depósito caracterizado porque el depósito cilíndrico comprende un doble tubo transparente formado por un tubo exterior (referencia 17) y un tubo interior donde por el espacio entre el tubo exterior y el tubo interior se hace pasar un fluido transparente (referencia 21) que actúa como aislante y por el tubo interior se dispone la materia orgánica a fermentar (Figura 3; referencia 3).
El reactor divulgado en el documento D01 no está diseñado a escala piloto, sin embargo, esta diferencia no se considera relevante a la hora de estudiar la actividad inventiva de la invención descrita en la presente solicitud. Resulta obvio para un experto en la materia diseñar un reactor de compostaje tal y como se describe en la solicitud tomando como modelo el reactor del documento D01. Se considera que el cambio de escala no aporta ningún efecto técnico inventivo; por tanto, se puede concluir que la reivindicación independiente 1 carece de actividad inventiva, según lo dispuesto en el artículo 8.1 de la LP.

Las reivindicaciones 2 a 14, dependientes de la primera reivindicación, no implican actividad inventiva según el artículo 8.1 de la LP, puesto que las características técnicas se encuentran recogidas en ellas se recogen en el D01 o bien se consideran de común conocimiento para un experto en la materia.

Con respecto a la reivindicación independiente 15, el documento más cercano es el D01, que divulga la unión de dos reactores de compostaje de depósito cilíndrico, dispuestos en línea o en paralelo (pagina 4, líneas 33-35; figura 2). Por esto se deduce que la reivindicación independiente 15 carece de actividad inventiva, según el artículo 8.1 de LP. Las reivindicaciones 16 a 21, dependientes de la reivindicación 15, carecen igualmente de actividad inventiva por encontrarse anticipadas en el documento D01 o ser de común conocimiento para un experto en la materia.

La reivindicación 22, describe el procedimiento de optimización del proceso de compostaje caracterizado porque se modifica una de las variables que intervienen en el procedimiento manteniendo el resto constantes e iguales en todo el sistema. Se entiende que este procedimiento de optimización es una técnica muy conocida y utilizada para el diseño de reactores químicos y por lo tanto, obvia para un experto en la materia. (ver D02) .Por esto, se concluye que la reivindicación 22 no cumple el requisito de actividad inventiva, según el artículo 8.1 de LP