

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
Registro de la Propiedad Industrial

27 ABR. 1978

ES

(11) NUMERO	460.964
(22) FECHA DE PRESENTACION	22-7-77

A1



ESPAÑA

CONCEDIDA

PATENTE DE INVENCION

(50) PRIORIDADES: (31) NUMERO	(32) FECHA	(33) PAIS
53702/74	22-7-76	INGLATERRA

(47) FECHA DE PUBLICIDAD	(51) CLASIFICACION INTERNACIONAL	(52) PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C12B	

(54) TITULO DE LA INVENCION
PROCEDIMIENTO PARA EL TRATAMIENTO DE MATERIAL ORGANICO BIODEGRADABLE.

(71) SOLICITANTE (S)
DUNLOP PLANTATIONS LIMITED

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
Allington House 136-142 Victoria Street, Londres SW1E 5LD Inglaterra.

(72) INVENTOR (ES)
Roderick Norman Greenshields Stephen David Pannell.

(73) TITULAR (ES)

(74) REPRESENTANTE
D. JOSE MIGUEL GOMEZ-ACEBO Y POMBO

Esta invención se relaciona con mejoras relacionadas con el tratamiento de materiales orgánicos biodegradables, tales como carbohidratos y materiales proteínicos.

- A partir de las plantas de procesado de alimentos y de fabricación de papel, se obtienen frecuentemente, como efluentes, soluciones y suspensiones de carbohidratos. Los carbohidratos de los efluentes de las plantas de procesado de alimentos, incluyen frecuentemente una proporción significativa de azúcares, que normalmente están en solución, aunque pueden ser también componentes insolubles tales como almidones y materiales celulósicos que se encuentran en suspensión. Igualmente puede estar presente material proteínico. Los carbohidratos de los efluentes de las plantas de fabricación de papel consisten sin embargo, normalmente, casi en su totalidad, en componentes insolubles en suspensión. Las soluciones y suspensiones de otros materiales orgánicos biodegradables pueden obtenerse como subproductos o efluentes de muchos tipos diferentes de industrias químicas.

Tales efluentes son difíciles de distribuir.

- A veces los mismos se almacenan temporalmente en tanques, en donde sedimentan parcialmente los sólidos, pudiendo ser entonces alimentados a las alcantarillas para su tratamiento en la planta convencional de tratamientos de residuos, o se pueden alimentar a los ríos u otras corrientes de agua. Las autoridades pertinentes reclaman normalmente el pago del tratamiento de estos efluentes indeseados o los derechos para distribuir los efluentes en los ríos. Cuando los sólidos han sido separados en tanques de sedimentación, éstos han de disponerse en excavaciones con agujeros para residuos, al objeto de recibirlos. Esto ha implicado un costo considerable siendo por otra parte poco práctico des

de un punto de vista ambiental.

5. Algunas de las plantas de procesado más recientes han sido dotadas con su propia planta de tratamiento de efluentes que comprende tanques de lodo activo, filtros biológicos y lagunas, pero resultan caras de instalar, trabajar y mantener y ocupan superficies de terreno relativamente grandes.

10. Se han considerado varios métodos para el tratamiento de tales efluentes biologicamente en fermentadores, pero en general los mismos son solamente económicos cuando el efluente está relativamente concentrado y no funciona satisfactoriamente o no funcionan en absoluto cuando los efluentes están diluidos, tal y como es frecuentemente el caso. Por otra parte, normalmente es necesario que los efluentes sean estériles.

15. Un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para el tratamiento de efluentes del tipo aquí indicado y que resulta particularmente eficaz en el tratamiento de efluentes diluidos.

20. El método que constituye el objeto de la presente invención es un método biológico y se puede traducir en la producción de productos biológicos del tipo normalmente conocido como biomasa. La biomasa se puede utilizar como base para productos útiles y vendibles, tales como alimentos para animales. De este modo, puede muy bien suceder que el método se pueda realizar de tal modo que se obtenga un beneficio financiero en lugar de la pérdida normalmente asociada con los métodos de distribución de efluentes anteriormente empleados.

30. Aunque la invención ha sido desarrollada principalmente con vistas al tratamiento de efluentes, la misma no se restringe al tratamiento de efluentes como tales, es decir a los productos residuales de otros procesos de fabricación, pu-

diéndose utilizar en el tratamiento de otras soluciones o suspensiones de materiales orgánicos biodegradables. De hecho, la invención puede emplear soluciones o suspensiones especialmente preparadas para el tratamiento, al objeto de que la biomasa se pueda obtener fácilmente.

- 5.
- La producción de biomasa por fermentación en torres ha sido considerada. Los fermentadores en torres, que consisten en fermentadores que tienen una cámara de trabajo columnar, vertical, conteniendo un micro-organismo que digiere al material biodegradable que pasa ascendentemente a través de la cámara, han sido utilizados en la producción comercial de líquidos, tal como alcohol a partir del azúcar (por ejemplo, en la fabricación de cerveza), ácido acético a partir de alcohol (por ejemplo, en la producción de vinagre) y ácido cítrico a partir de melazas y otros carbohidratos. Se han propuesto varios procesos de fermentación continuos, semicontinuos y discontinuos, tanto aeróbicos como anaeróbicos que utilizan varias levaduras, hongos y bacterias en los fermentadores de tipo torre. En estos procesos continuos y semicontinuos, la solución o suspensión biodegradable y normalmente un gas que comprende oxígeno, se pasa ascendentemente a través de la torre y el líquido y gas resultantes se descargan de la cámara de trabajo a través de salidas separadas. La tendencia de los procedimientos de este tipo a producir una espuma sobre la superficie del líquido en la cámara, constituye normalmente un problema y, en consecuencia, existe normalmente una cámara de expansión por encima de la salida de líquido de la cámara de trabajo, en donde se deja subsistir la espuma permitiéndose que el micro-organismo, que de otro modo sería descargado con la espuma, sedimente de nuevo descendentemente a la cámara de trabajo a medida que se derrumba la espuma, siendo
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

descargado el gas del proceso, de la cámara de expansión, a través de una salida separada que normalmente se encuentra en o cerca de la parte superior de la cámara de expansión.

- En estos procesos de fermentación para
5. la producción de líquidos, se ajusta las condiciones para reducir al mínimo el crecimiento del micro-organismo y retener a este último en la cámara de trabajo. Se ha propuesto variar las condiciones que provocan el crecimiento de algunos micro-organismos para producir una biomasa que se puede descargar con el líquido
10. de la cámara de trabajo y separarse del mismo para resultar en un producto de utilidad. Sin embargo, y aunque esto se puede conseguir, se ha encontrado que la cinética de los procesos continuos y semicontinuos es tan compleja, siendo de este modo incompleto el conocimiento de la misma, que en general no se utilizan estos procedimientos.
- 15.

- Hasta el presente y para la producción comercial de biomasa, se han utilizado procedimientos (denominados a continuación como "procedimientos antiguos") tales como aquellos que implican el empleo de un fermentador con "inyección de aire",
20. un fermentador "ciclo a presión" o un reactor tipo "tanque agitado". En general, se ha preferido los procedimientos que implican un tanque reactor agitado puesto que en dicho procedimiento se puede establecer y mantener un estado constante. En los procesos en tanques agitados, un flujo continuo de una solución o suspensión de material orgánico biodegradable, que contiene cualquier
25. sal y sustancia nitrogenada necesarias, requeridas para provocar el crecimiento del micro-organismo, se introduce en un tanque que contiene un micro-organismo que puede vivir satisfactoriamente sobre el material biodegradable, se introduce aire en la
30. solución o suspensión y el contenido del tanque se mezcla total-

mente con ayuda de un agitador accionado con energía. En el transcurso del tratamiento, el micro-organismo separa al menos la mayor proporción del material orgánico biodegradable y, a medida que crece continuamente el micro-organismo, se produce continuamente un exceso de micro-organismo cuyo exceso se descarga con el líquido que sale del tanque. Este micro-organismo descargado, o biomasa, se puede separar y, después de un tratamiento adicional, utilizarse como alimento para animales.

5.

Sin embargo, la presente invención ofrece ventajas con respecto a los procesos antiguos, como se indicará a continuación.

10.

Según la presente invención, se proporciona un método para el tratamiento de material orgánico biodegradable, en el cual un medio líquido, que contiene dicho material, se hace fluir ascendentemente a través de una cámara de trabajo vertical que tiene una relación entre dimensiones no inferior a 3:1, creciéndose en la cámara de trabajo un micro-organismo floculento capaz de digerir al menos una parte del material orgánico biodegradable e introduciéndose gas que comprende oxígeno en la cámara para permitir el crecimiento del micro-organismo, caracterizado porque el micro-organismo es predominantemente floculento por toda la cámara y la mezcla resultante de medio tratado, gas y micro-organismo en exceso, se descarga a través de una salida común existente en la parte superior de la cámara.

15.

20.

25.

Un aspecto importante por el cual el método de la invención se distingue de los procesos de fermentación en torre previamente experimentados, reside en que el medio tratado, el micro-organismo en exceso (biomasa) producido por crecimiento en la cámara y cualquier otra sustancia líquida o sólida producida por el proceso o residuo de los materiales de parti-

30.

da se descargan a través de la misma salida que el gas. Está mezcla de gas/líquido/sólido, que a continuación se denomina "producto de reacción", se descarga preferiblemente en o cerca de la parte más alta de la cámara. La parte superior de la cámara es preferiblemente de forma cónica ascendente, por ejemplo tronco-cónica o en forma de bóveda, estando en el vértice la salida del producto de reacción. Se ha encontrado que dicha forma evita o reduce el bloqueo de la salida por los sólidos del producto de reacción y contribuye a la cinética ventajosa del método. Otro aspecto importante es la descarga del producto de reacción a través de una salida que está configurada sustancialmente en forma de una U invertida.

En el método de la invención, el espumado no es un problema; por el contrario, puede ser deseable. Se ha encontrado que el gas actúa como una bomba impelente para los sólidos y líquidos del producto de reacción, impulsándolos a través de la salida. Para las bajas proporciones de dilución (definidas a continuación) tienden a descargarse intermitentemente cantidades relativamente grandes de líquido espumoso, de modo que el nivel de líquido en la cámara puede descender intermitentemente por debajo de la parte superior de la cámara dejando un espacio relleno de gas. Aunque para las altas proporciones de dilución se presenta un proceso algo similar, la descarga se presenta más frecuentemente y se reduce el volumen relleno de gas. De hecho, el nivel de líquido puede extenderse a la parte inferior del conducto de salida no dejando espacio relleno de gas en la cámara misma. Por el término "proporción de dilución" se quiere dar a entender la relación (A) el volumen del medio que contiene material biodegradable y cualquier sustancia auxiliar que permita prosperar al micro-organismo, que se introduce en la cámara

de trabajo por hora, a (B) el volumen de líquido de la cámara de trabajo.

- El gas introducido en la cámara de trabajo puede consistir en oxígeno solo o en una mezcla de oxígeno y algún otro gas, no tomando parte este otro gas normalmente en las reacciones químicas que tienen lugar en la cámara de trabajo. En particular, el aire puede constituir la fuente de oxígeno. En la práctica se ha encontrado que el empleo de oxígeno solo es en general menos eficaz y menos económico que el empleo de aire, puesto que frecuentemente sucede que cuando el aire es reemplazado por oxígeno, la cantidad de oxígeno requerido es aproximadamente la mitad de la cantidad de aire requerido, incluso aunque solamente un quinto aproximadamente del aire esté constituido por oxígeno. Se cree que la razón de la mejora que se presenta cuando se utiliza una mezcla de oxígeno y otro gas, es la siguiente. Para un volumen dado de oxígeno introducido en la cámara de trabajo por unidad de tiempo, se aumenta el volumen total de gas introducido por unidad de tiempo. El gas forma burbujas en el líquido y de este modo reduce la densidad aparente del contenido fluido de la cámara de trabajo. Esto conduce a su vez a una mayor diferencia entre la densidad de los flóculos de micro-organismo y la densidad eficaz del medio que rodea a los flóculos, de modo que se aumenta el efecto gravitacional sobre los flóculos, promoviendo así su retención en la cámara. Otra ventaja que surge de la utilización de una mezcla de oxígeno y otro gas, consiste en que el aumento en el volumen de gas introducido en la cámara por unidad de tiempo tiende a mejorar la circulación del contenido de la cámara y, en consecuencia la eficacia de la reacción.
- Debido a que el gas tiende a subir a través del líquido de la cámara y debido a que es conveniente que

- todo el contenido de la cámara se oxigene adecuadamente, es preferible introducir el gas en o cerca del fondo de la cámara. Es deseable que el gas se distribuya por todo el líquido en forma de pequeñas burbujas tanto por la razón indicada anteriormente como para promover la rápida solución de oxígeno. Por consiguiente no es preferible introducir el gas a través de una sola tobera, sino introducir el gas a través de un distribuidor que cause la formación de las pequeñas burbujas deseadas. Según una construcción conveniente, el gas se hace pasar a través de una placa perforada existente en el fondo de la cámara de trabajo, permaneciendo el líquido por encima de la placa y no permitiéndose que el gas pase por debajo de la misma. Cuando la cámara no es grande, la placa puede comprender convenientemente un disco de cristal sinterizado. Sin embargo, el disco de cristal sinterizado puede ser insuficientemente fuerte para transportar el peso de líquido de una cámara grande, en cuyo caso puede emplearse una placa metálica o de plástico con agujeros individualmente formados.

- Si el gas se introduce a una velocidad demasiado baja, el crecimiento del micro-organismo se inhibe por medio de la ausencia de oxígeno y el proceso no se puede realizar satisfactoriamente. Si se introduce más oxígeno del necesario para el micro-organismo, la cantidad de oxígeno disuelto en el líquido se eleva considerablemente. Por tanto, constituye una materia relativamente simple la introducción de oxígeno en una proporción demasiado alta y reducir entonces la velocidad de flujo hasta que la cantidad de oxígeno disuelto desciende repentinamente a casi cero (pero no a cero). Está es la proporción preferida a emplear.

- Una medida conveniente de la proporción de introducción de gas en la cámara de trabajo es aquella que en

- está invención se denominará como velocidad de gas superficial. Este término es el volumen de gas introducido por unidad de tiempo dividido por el área en sección transversal de la cámara de trabajo. Se ha encontrado experimentalmente que en cualquier tipo dado de sistema, la velocidad de gas superficial preferida permanece sustancialmente constante y es independiente del volumen de la cámara. Para aire, el valor está comprendido preferiblemente entre 1 y 10 $\text{cm}\cdot\text{seg}^{-1}$, siendo de 2 $\text{cm}\cdot\text{seg}^{-1}$ un valor típico para una pequeña cámara de trabajo. En general, se ha encontrado que se pueden emplear mayores valores con cámaras de trabajo de superior volumen. Cuando la velocidad de gas superficial sube hasta un cierto valor máximo, el sistema se hace inestable y deja de funcionar satisfactoriamente, aumentando este valor máximo a medida que lo hace el volumen de la cámara de trabajo.
15. Los micro-organismos empleados en la presente invención, deben ser floculentos, es decir con respecto a hongos, colonias aproximadamente esféricas de las hifas, y con respecto a levaduras, agregados aproximadamente esféricos de células. Se ha observado que, en general, los flóculos de los
20. micro-organismos tienden a desarrollarse a partir de células individuales o de pequeños racimos de células, conduciendo a la formación de flóculos en forma de gránulos, cuya superficie puede aparecer lisa o puede tener filamentos o hifas que se extienden hacia el exterior. Cualquiera que sea su apariencia, los
25. flóculos tienden a disgregarse eventualmente para formar células individuales o racimos, pudiendo formar cada uno de los mismos una base para un nuevo flóculo. Se ha encontrado que la morfología de los micro-organismos puede controlarse fácilmente en el método de la presente invención y que normalmente no se necesitan
30. condiciones especiales. Si se desea, la floculación puede

realzarse por medios conocidos, tal como mediante la presencia de agentes floculantes, por ejemplo para ciertas levaduras, cloruro de aluminio o cloruro de calcio. Debido a la facilidad de control morfológico el método tiene una elevada eficacia en una amplia gama de concentraciones y volúmenes de solución y suspensión biodegradables.

5. El micro-organismo es predominantemente floculento por toda la cámara de trabajo. La mayor parte del micro-organismo debe encontrarse en forma floculenta y ventajosamente por lo menos el 75% aproximadamente y con preferencia la mayor cantidad posible del micro-organismo se encuentra en forma floculenta. Esto se encuentra en contraste con los procesos en tanque agitado en donde la agitación del agitador tiende a disgregar los flóculos, al menos en la proximidad de las paletas del agitador.

10. Un tamaño típico de los flóculos podría ser de 0,5 a 20 mm, especialmente 2 a 10 mm. Se prefieren los flóculos grandes al objeto de evitar su lavado prematuro de la cámara.

15. El micro-organismo puede ser de un solo tipo o de una mezcla de dos o más tipos. Preferiblemente, en la cámara de trabajo existe solo un tipo de micro-organismo. El micro-organismo se alimenta de los nutrientes biodegradables y los metaboliza a biomasa proteínica. Micro-organismos adecuados para ajustarse a los materiales biodegradables particulares a tratar, pueden ser encontrados por experimentación. Las levaduras floculentas se pueden utilizar, pero el método de la invención es particularmente ventajoso cuando se utilizan hongos filamentosos. Un ejemplo típico de un hongo filamentoso es Aspergillus niger.

20. Sin embargo, y aunque A. niger digiere fácilmente azúcar, el mis

25.

30.

mo no digiere facilmente carbohidratos de cadena larga, tales como almidones y materiales celulósicos, o materiales proteínicos.

No obstante, otros micro-organismos son capaces de digerir al menos algunos de los carbohidratos de cadena larga, siendo un micro-

5. organismo típico de este tipo el Trichoderma viride. Por experimentación se pueden seleccionar cepas de micro-organismos particularmente adecuados a los materiales particulares a tratar. Otros hongos filamentosos que pueden emplearse son Sporotrichum thermophile, Penicillium roquefortii, Geotrichum candidum, Rhizopus
10. spp., Mucor spp. y Fusarium spp. Entre las levaduras floculentas que pueden ser usadas se encuentran: Saccharomyces cerevisiae NCYC 1026 y Saccharomyces carlsbergensis (uvarum).

- Se cree que en la realización del método según la invención, la proporción de flóculos a células individuales y pequeños racimos de células, es superior en la cámara de
15. trabajo que en la biomasa descargada de la cámara de trabajo. De este modo, los flóculos de micro-organismo tienden a retenerse en la cámara de trabajo debido, según se cree, al efecto de gravedad incluso aunque la concentración de micro-organismo entre una par-
20. te y otra de la cámara de trabajo no pueda variar en un grado significativo, y en realidad la turbulencia de la cámara, que resulta del paso del gas a través de la misma, tiende a agitar el contenido de la cámara suficientemente para hacer que el contenido se distribuya prácticamente de forma uniforme por toda la cá-
25. mara. Se ha encontrado que, en ciertas circunstancias, por ejemplo con cámaras de trabajo relativamente grandes, la concentración de micro-organismo puede variar de un sitio a otro de la cámara, pero una vez alcanzado el régimen constante la concentración de cualquier sitio de la cámara tiende a permanecer prácticamente constante, incluso si varía la concentración de la solu-
- 30.

ción o suspensión de material biodegradable.

5. Otro fenómeno que ha sido observado es la tendencia de los micro-organismos, particularmente los filamentosos, a atrapar partículas insolubles que no pueden ser digeridas y transportarlas cuando salen de la cámara de trabajo. Esto tiende a evitar la acumulación de tales partículas en la cámara de trabajo.

10. El material biodegradable que puede tratarse por el método de la invención puede ser, o puede estar basado en, por ejemplo, los efluentes de los siguientes tipos de plantas de procesamiento de alimentos: plantas de procesamiento de leche; plantas de fabricación de queso; plantas para el procesamiento de patatas, tales como fabricación de patatas fritas y otros productos a base de patata; plantas para el procesamiento de otros vegetales a base de almidón, tal como la fabricación de confituras; plantas para el procesamiento de judías o guisantes, tales como el enlatado de dichos vegetales; plantas para la producción de aceite de palma; y plantas para el procesamiento de azúcar, tal como para la producción de dulces, aguas minerales y caramelos. La invención

15. se puede emplear también en el tratamiento de efluentes de plantas de fermentación, tales como residuos que contienen ácidos orgánicos, por ejemplo ácido cítrico y ácido acético. Alternativamente, mediante el presente método se puede preparar especialmente, para su tratamiento, soluciones y suspensiones biodegradables. Normalmente, el medio líquido es agua.

20. Para permitir que el micro-organismo prospere, se debe suministrar también con cantidades relativamente pequeñas de sustancias nitrogenadas y también con cantidades más pequeñas de ciertas sales. La naturaleza de estas sustancias y

30. sales es bien conocida en la técnica. Las sustancias adecuadas

- pueden estar presentes inicialmente en la solución o suspensión a tratar, particularmente si comprende un efluente de ciertos tipos de plantas de procesado de alimentos, pero si algunos o la totalidad de ellos están ausentes, los mismos deben hacerse disponibles al micro-organismo. Preferiblemente, se añaden a la solución o suspensión antes de que se realice el tratamiento, aunque al menos en teoría podrían añadirse al material que se encuentra bajo tratamiento. Para una mayor conveniencia en la descripción, la solución o suspensión, junto con las sustancias nitrogenadas necesarias y las sales del tipo anteriormente descrito,
5. se denominará de aquí en adelante "material de partida". Para llevar a cabo una operación satisfactoria de la invención, el material de partida debe ser puro, al menos en el sentido de que no este significativamente contaminado con sustancias venenosas
10. y no contenga una elevada proporción de micro-organismos contaminantes. Sin embargo, no existe normalmente necesidad alguna de esterilizar el material de partida ya que, como se ha encontrado, cualquier micro-organismo extraño introducido en la cámara de trabajo con el material de partida es incapaz de competir con el
15. micro-organismo seleccionado, lavándose de la cámara antes de que tenga la oportunidad de llegar a establecerse. El efecto es particularmente notable para elevadas proporciones de dilución. En adición, cuando se utilizan hongos filamentosos, el pH tiende a descender considerablemente debido a la producción de ácidos
20. durante el crecimiento de los hongos, tendiendo esta mayor acidez a inhibir el crecimiento de micro-organismos competidores, tales como levaduras y bacterias. Por otra parte, y cuando se utilizan los procedimientos antiguos, es necesario normalmente esterilizar
25. el material de partida al objeto de evitar la entrada de micro-organismos indeseados en la cámara de trabajo en donde crecerían
- 30.

en competición con el micro-organismo seleccionado.

- Igualmente, se ha encontrado que si el presente método ha alcanzado un estado constante y se interrumpe durante un periodo el suministro del material de partida, el
5. micro-organismo continua viviendo en la cámara de trabajo y se puede volver a iniciar el método satisfactoriamente sin que sea necesario tomar medidas especiales. Por ejemplo, si no se introduce material de partida durante 48 ó 60 horas, como podría ser el caso si se utilizara en el tratamiento de efluentes de una
10. factoría que cierre sabados y domingos, el proceso se puede volver a iniciar normalmente sin dificultad. Durante ese periodo, no existe flujo de líquido a través de la cámara de trabajo y cualquier micro-organismo extraño presente puede ser capaz de desarrollarse y establecerse en la misma en concentraciones mucho ma
15. yores que en el caso en donde el método se encuentra en funcionamiento normal. Sin embargo, en general se ha encontrado que cuando el método se inicia de nuevo, los micro-organismos extraños se lavan muy rapidamente y el método retorna a un regimen constante que se asemeja al regimen constante original.
20. Por medio del método de esta invención, particularmente cuando se emplea un hongo filamentoso como micro-organismo, es posible obtener un estado tal que si solamente se aumentará gradualmente la proporción de dilución, disminuiría constantemente la concentración de micro-organismo en la cámara
25. de trabajo. El método es muy eficaz cuando funciona en este estado. Para determinar si un método particular funciona en este estado o no, se puede medir simplemente la concentración de micro-organismo en la cámara para varias proporciones de dilución cuando, en cada caso, se ha alcanzado un regimen constante.
30. Este régimen no se presenta cuando se util

- lizan los procedimientos tipificados por el proceso en tanque agitado. En este proceso si la concentración de material biodegradable en el material de partida introducido en el tanque (es decir, cámara de trabajo) a una proporción de dilución constante,
5. se aumenta hasta que la concentración de micro-organismo en el tanque no pueda aumentarse mediante cualquier incremento adicional de la concentración del material biodegradable y a continuación se aumenta gradualmente la proporción de dilución, se ha encontrado que la concentración de micro-organismo en el tanque
10. permanece inicialmente sin alterar sustancialmente y a continuación, cuando se alcanza una cierta proporción de dilución crítica, la concentración de micro-organismo disminuye fuertemente debido a que el micro-organismo es incapaz repentinamente de resistir la fuerza del flujo, de modo que la gran mayoría del mismo
15. se lava espontaneamente del tanque, dejando de ser de utilidad con ello el procedimiento.

- Esta proporción de dilución crítica depende de diversos factores, siendo un factor importante el tipo de micro-organismo empleado, pero normalmente la proporción de dilución crítica para el proceso en tanque agitado se encontrará en la gama de $0,1$ a $0,5 \text{ h}^{-1}$. Aunque el método de la presente invención tiene también proporciones de dilución críticas, estas se presentan generalmente después de la disminución constante en la concentración de micro-organismo indicada anteriormente
20. y en general son muchos mayores que las existentes en el proceso en tanque agitado. Por ejemplo, el presente método puede funcionar a proporciones de dilución de hasta 7 h^{-1} aproximadamente.

- Igualmente, en contraste con los procesos en tanque agitado y similares, se ha encontrado que, en la
30. realización del presente método, al menos cuando la concentra-

- ción de material biodegradable en el material de partida se encuentra en la gama normal, la concentración de micro-organismo en la cámara de trabajo, si bien varía con la proporción de dilución y posiblemente con la composición del material de partida,
5. no varía en un grado significativo con la variación en la concentración de material biodegradable en el material de partida, es decir la concentración del material de partida. Evidentemente si la concentración del material de partida se reduce a un nivel muy bajo, realmente existirá un momento en el cual esté presente
10. insuficiente material biodegradable en el material de partida para permitir sostener en la cámara de trabajo un crecimiento constante y continuo de micro-organismo, dejando de funcionar el procedimiento de manera eficaz. A bajas concentraciones de material de partida, y para una proporción de dilución dada, el micro-organismo puede crecer en la cámara de trabajo, pero su crecimiento puede ser tan lento que se obtiene muy poco micro-organismo en exceso . A medida que aumenta adicionalmente la concentración del material de partida, y para la misma proporción de dilución, incrementa el crecimiento de micro-organismo, pero
15. a medida que la concentración de micro-organismo en la cámara de trabajo permanece constante, el método proporciona biomasa en una mayor proporción. Cuando la concentración del material de partida supera un cierto valor, para la misma proporción de dilución, la producción de biomasa alcanza un valor máximo y el
20. material biodegradable en exceso se descarga con el producto.
- 25.

En la utilización del presente método, se ha encontrado que, en general, ésta productividad máxima aumenta constantemente al incrementar la proporción de dilución, hasta que a elevadas proporciones de dilución (por ejemplo, al menos 3 h^{-1}) el micro-organismo comienza a lavarse de la cámara.

30.

Esto se encuentra en contraste con el proceso en tanque agitado, en el cual y aunque la productividad sube mucho más rápidamente al aumentar la proporción de dilución hasta alcanzar un valor máximo, a continuación dicha productividad cae rápidamente hasta un valor muy bajo, ocurriendo esto en la proporción de dilución crítica, una proporción generalmente mucho más baja que la proporción de dilución crítica del método según la presente invención.

Las figuras 1 y 2 de los dibujos adjuntos son curvas típicas e intentan ilustrar algunas de las diferencias entre el presente método y el proceso en tanque agitado. En cada uno de los gráficos de las figuras 1 y 2, las escalas son lineales y están trazadas desde cero en donde se encuentran los ejes. En cada gráfico, las abscisas es una medida de la proporción de dilución, siendo la escala igual en ambos casos. En la figura 1, las ordenadas es una medida de la concentración de micro-organismo para cada proporción de dilución dada, mientras que en la figura 2 las ordenadas es una medida de la productividad máxima para cada proporción de dilución dada. En cada figura, la curva continua representa un método típico de la presente invención, mientras que la línea de trazos representa una curva típica para el proceso en tanque agitado.

La figura 1 muestra la forma en la cual, en el presente método, la concentración de micro-organismo (en un régimen constante) en la cámara de trabajo disminuye constantemente a medida que aumenta la proporción de dilución e ilustra el hecho de que la concentración máxima de micro-organismo en el tanque del proceso en tanque agitado puede muy bien ser considerablemente superior a la concentración máxima del presente método, en una gama de proporciones de dilución. Sin embargo, podrá apreciarse que la concentración máxima de micro-organismo del

proceso en tanque agitado varía con la concentración del material de partida, por lo que la línea de trazos representa simplemente los valores para una determinada concentración. Similarmente, la figura 2 muestra que la productividad del proceso en tanque agitado es superior a la productividad del presente método, en dicha gama. De este modo, a veces puede ser preferible emplear el proceso en tanque agitado cuando la proporción de dilución se encuentra dentro de la gama apropiada. A la vista del hecho de que la productividad máxima aumenta a medida que lo hace la proporción de dilución, existiendo otras ventajas con el empleo de altas proporciones de dilución, normalmente es deseable poner en práctica el nuevo método a una proporción de dilución relativamente alta. Esto significa que la concentración de micro-organismo en la cámara de trabajo es relativamente pequeña y que, correspondientemente, la concentración del material de partida debe ser baja. Si el método se emplea para tratar un material de partida relativamente fuerte, puede ser deseable, por tanto, diluirlo antes del tratamiento.

De este método, el método es particularmente adecuado para el tratamiento de material de partida diluido, por ejemplo soluciones o suspensiones que contienen de 0,1 a 20 g.l⁻¹ de material biodegradable. Preferiblemente, el material de partida contiene al menos 0,5 y especialmente de 1 a 10 g.l⁻¹ de material biodegradable. Sin embargo, si se desea pueden emplearse, en ciertos casos, mayores concentraciones, por ejemplo 100 g.l⁻¹.

En la realización del método, la velocidad real del material de partida que fluye a través de la cámara de trabajo es relativamente baja. Por esta razón, no es esencial suministrar el material de partida a la cámara de trabajo

continuamente y a una velocidad constante. El material puede suministrarse de hecho a la cámara intermitentemente, es decir semicontinuamente, o a una velocidad no constante, o según ambas alternativas, a condición en que la forma en la cual funcione el sistema no difiera significativamente de la forma en la cual funciona cuando el material se suministra continuamente y a una velocidad constante.

5.

Aunque normalmente el material de partida se introducirá en la cámara de trabajo en o cerca del extremo más bajo de la misma, dicha disposición no es esencial. Por ejemplo, el material de partida se puede introducir en la parte media de la cámara de trabajo. El factor más importante a la hora de determinar el punto en el cual se introduce el material de partida reside en la necesidad de asegurar una circulación adecuada de material en la cámara y evitar aquellos lugares en donde el material residiría durante un periodo mucho mayor al periodo medio.

10.

15.

El método se realiza preferiblemente de tal forma que, permaneciendo otros factores constantes, y si la concentración de material orgánico biodegradable en el material de partida ha de ser incrementada, exista un exceso de material biodegradable que se descargaría con el producto. Si bien es normalmente deseable hacer que el método funcione de tal forma que se descarge poco o nada del material biodegradable con el producto, esto no es esencial y, a veces, puede ser conveniente la realización de dicha descarga. En este caso, el producto descargado de la cámara de trabajo puede utilizarse como material de partida o como base del material de partida, de un proceso ulterior, bien del mismo tipo o bien de otro tipo, tal como cualquiera de los procedimientos antiguos. Similarmente, el material

20.

25.

30.

de partida para el presente método puede comprender material descargado de otro proceso de tratamiento.

5. Como anteriormente se ha establecido, la cámara de trabajo debe tener una relación entre dimensiones no inferior a 3:1. El término "relación entre dimensiones" tal y como aquí se utiliza es la relación de la altura de la cámara al diámetro de la misma, cuando la cámara tiene la forma de un cilindro circular recto. Cuando la cámara de trabajo tiene otra forma, la relación entre dimensiones de dicha cámara es la misma que la de una cámara que tiene la forma de un cilindro circular recto y que funciona de modo equivalente. Esto permite que la relación entre dimensiones de una cámara de trabajo no cilíndrica pueda determinarse fácilmente por experimentación.

10. La relación entre dimensiones de la cámara de trabajo no debe ser inferior a 3:1, ya que por debajo de dicho valor el método prácticamente no funciona y tiende a parecerse a un proceso en tanque agitado el cual se caracteriza porque la concentración máxima de micro-organismo es sustancialmente independiente de la proporción de dilución hasta que se alcanza la proporción de dilución crítica. En la realización del presente método la relación entre dimensiones es preferiblemente no inferior a 5:1 y con preferencia del orden de 7:1 a 15:1. La gama más preferida es la de 10:1 a 12:1. Cuando la relación entre dimensiones es superior a 15:1 aproximadamente, la cámara de trabajo comienza a parecerse a una tubería, existiendo el peligro de que el micro-organismo pueda ser separado por lavado de la cámara a bajas proporciones de dilución. Sin embargo, dicha situación es diferente de aquella que se presenta en el proceso en tanque agitado ya que, hasta que se verifica el lavado, la concentración de micro-organismo en la cámara de trabajo disminuye

15.

20.

25.

30.

constantemente a medida que aumenta la proporción de dilución.

El tamaño de la cámara de trabajo depende del volumen del material de partida a tratar por unidad de tiempo y de la concentración del material de partida. Como anteriormente se ha descrito la concentración del material de partida determina la proporción máxima de dilución que puede utilizarse si a de existir un mínimo de material orgánico biodegradable descargado con el producto, y la proporción máxima de dilución, tomada en combinación con el volumen del material de partida a tratar por unidad de tiempo, determina a su vez el volumen de la cámara de trabajo. Puesto que frecuentemente es de utilidad llevar a cabo el método a proporciones de dilución relativamente altas, la cámara de trabajo no tiene porque ser grande.

En adición, y al contrario que en el proceso en tanque agitado, la agitación por medios mecánicos no es deseable en el presente método y, de este modo, se reduce el coste de operación y se aumenta la fiabilidad del mismo.

Adicionalmente, puede ser conveniente cierto retro-mezclado y, por tanto, no se requiere la presencia de tabiques y placas perforadas en la cámara de trabajo, en contraste con los procedimientos de fermentación en torres.

En la figura 3 se ilustra, esquemáticamente, un aparato típico para utilizarse en la realización de la invención. El aparato comprende un recipiente 10 del cual la mayor parte del interior constituye la cámara de trabajo 11, teniendo la cámara de trabajo una forma de cilindro circular recto con su eje vertical. El límite inferior de la cámara de trabajo se define por una placa perforada 12 cerca del extremo inferior del recipiente, sirviendo la placa para distribuir aire desde una entrada de aire 13, en el extremo inferior del recipiente. El ma

- terial de partida se introduce a través de una entrada 14, situada a muy poca distancia por encima de la placa. La parte superior de la cámara 15 tiene forma de bóveda y está conectada, en su punto más elevado, a un conducto de salida 16 en forma de U invertida, por la razón anteriormente descrita. Una camisa de agua 17 permite el flujo de agua caliente o fría alrededor del recipiente para favorecer la retención de su contenido a la temperatura deseada. Se ilustran diversos elementos auxiliares adicionales: una
5. puerta inferior 18 para muestreo, un termómetro 19, un termistor
10. 20, una sonda 21 para medir la concentración de oxígeno disuelto en el líquido de la cámara, una sonda pH 22, una puerta superior 23 para muestreo, una puerta 24 a través de la cual se puede introducir material al interior de la cámara de trabajo y una sonda de referencia de pH 25.
15. El recipiente puede estar hecho de cualquier material adecuado y, por ejemplo, puede ser de material plástico. Se ha encontrado que el contenido de la cámara de trabajo llega a ser normalmente ácido y que puede alcanzar un pH tan bajo como de 1,5. Por consiguiente, el revestimiento del recipiente
20. debe elegirse para que no sea dañado por estas condiciones ácidas. En caso de que sea conveniente, el producto que sale del recipiente se puede tratar con cal o de cualquier otro modo al objeto de neutralizarlo o hacerlo menos ácido; sin embargo dicho tratamiento es normalmente innecesario.
25. En función de la naturaleza del material de partida y de factores tales como las probables variaciones en su concentración en función del tiempo, el presente método se puede utilizar por si mismo o en combinación con otros procesos. Por ejemplo, un efluente relativamente fuerte o similar puede ser
30. tratado en primer lugar por el proceso en tanque agitado, pero

- de tal forma que algunos de los azúcares o sustancias a base de azúcar sean descargados con el producto y, después de la separación de biomasa, el producto se puede tratar entonces por el presente método. Alternativamente, la primera de las dos etapas de tratamiento puede consistir en el presente método. De nuevo, puede ser conveniente utilizar el presente método como etapa preliminar en un sistema de tratamiento existente. Puede suceder, por ejemplo, que una planta de fabricación de alimentos tenga su propio sistema de tratamiento de efluentes. Si la planta se aumenta entonces, el efluente puede sobrecargar el sistema de tratamiento de efluentes existente. Para evitar la necesidad de añadir otro sistema en paralelo con el existente, puede ser ventajoso, desde el punto de vista comercial, tratar la totalidad del efluente por el presente método y pasar el exceso del mismo al sistema existente.
- 5.
- 10.
- 15.

El presente método se puede utilizar para reducir el valor BOD (demanda de oxígeno biológico) y el contenido en sólidos de un efluente industrial, haciéndolo con ello más adecuado para su distribución convencional.

- 20.
- 25.
- 30.
- La biomasa del producto se puede separar del resto del mismo de cualquier forma adecuada. Por ejemplo, la separación se puede efectuar gravitacionalmente en un tanque de sedimentación, aunque una de las dificultades reside en que parte de la biomasa tiende a flotar teniendo que ser desespumada del tanque. Alternativamente o por otra parte, la biomasa o biomasa restante puede ser separada mediante un proceso de centrifugado o por filtración, tal como por medio de un filtro rotativo en vacío. Las partículas sólidas atrapadas con la biomasa pueden permanecer con la misma, o bien se puede llevar a cabo la separación de las mismas. Después de la separación, la biomasa

sa puede ser secada y a continuación pulverizada o granulada para su almacenamiento o procesado.

5. Los micro-organismos relativamente grandes, que pueden ser empleados en la presente invención, hacen que la biomasa se separe fácilmente por filtración. En adición, la morfología del micro-organismo es tal que pueden arrastrarse sólidos coloidales y suspendidos de tal modo que los mismos puedan recuperarse también por técnicas de filtración normales, evitando con ello el empleo de medios de separación complicados.

10. El contenido en proteína de la biomasa dependerá del material de partida y del micro-organismo usado. El método de la invención es especialmente adecuado para producir una biomasa rica en proteína (por ejemplo, al menos $30 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$). La proteína exhibe un amplio espectro de amino-ácidos y generalmente tiene un valor nutricional superior al de la proteína derivada de la mayor parte de fuentes vegetales y cereales. El método de la presente invención se puede emplear para producir biomasa que es de utilidad como alimento para personas o para animales, por ejemplo pescado, animales domésticos o animales de granjas, o como fertilizante o mejorador de la tierra.

15. La invención se ilustra en los siguientes ejemplos.

EJEMPLO 1

25. El efluente de una planta de procesamiento de leche se trata mediante el método según la invención, en un aparato similar al mostrado en la figura 3. El efluente contiene $2,5 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ de sólidos en peso (siendo los sólidos aquellos constituyentes separables por evaporación de la fase líquida), de los cuales el 65% en peso es sucrosa y el restante 35% en peso son sólidos de leche tales como lactosa, proteínas incluyendo caseína,

30.

- sales y vitaminas. El efluente se trata en un recipiente con una cámara de trabajo de 1.000 litros aproximadamente y que tiene una relación entre dimensiones de 10:1, teniendo la cámara de trabajo una altura de 5 metros y un diámetro de 50 cm. La cámara de trabajo contiene una cepa de Aspergillus niger que puede digerir fácilmente sucrosa y al menos parte de la lactosa. Para asegurar que el micro-organismo tenga suficiente nitrógeno, se añade nitrato amónico al efluente en una concentración de 0,2 g.l⁻¹ y en adición se añade hidrógeno fosfato de disodio en una concentración de 0,05 g.l⁻¹. El efluente se pasa a través de la cámara de trabajo en una proporción de dilución de 0,17 h⁻¹ y el contenido de la cámara se mantiene a 30°C. La actividad del micro-organismo genera calor y normalmente es innecesario añadir calor adicional para mantener la temperatura en el valor deseado.
5. Se pasa aire a través de la cámara a una velocidad de gas superficial de 2 cm.sec⁻¹. Cuando se alcanza un régimen constante, se encuentra que la concentración de micro-organismo en la cámara es de 2.0 g.l⁻¹ (medida en peso en seco), mientras que la concentración de micro-organismo en el efluente es ligeramente inferior a 1.0 g.l⁻¹. Al menos 90% de la caseína queda atrapada por el micro-organismo y se descarga con el mismo de la cámara. El pH desciende a 2,9. No se llevan a cabo etapas para esterilizar el efluente, pero en la cámara se observan unos cuantos micro-organismos indeseados. El micro-organismo del producto descargado se separa por medio de un tamiz vibratorio. Alternativamente, podría haberse utilizado una centrifuga o un tamiz de vacío. La concentración de sólidos en el producto descargado es de 0,2 g.l⁻¹ en peso.
10. 15. 20. 25.

EJEMPLO 2

30. Se lleva a cabo una serie de experimen-

tos, siendo cada uno de ellos similar al método descrito en el ejemplo 1, pero con diversas concentraciones de sólidos en el material de partida y diversas proporciones de dilución. En cada caso, el material de partida comprende una solución de sucrosa

5. en agua, junto con las pequeñas cantidades usuales de materiales nitrogenados y otras sales. El material de partida se trata en autoclave para esterilizarlo. Los experimentos se realizan en una cámara con un volumen de 10,5 litros. Los resultados se muestran en la figuras 4 y 5.

10. En la figura 4, las abscisas es una medida de la proporción de dilución (h^{-1}) y las ordenadas una medida de la concentración de micro-organismo en la cámara de trabajo ($g.l^{-1}$) cuando se consigue un regimen constante.

Los diversos símbolos representan las

15. siguientes concentraciones de sucrosa en el material de partida:

○	55 $g.l^{-1}$
●	27,5 $g.l^{-1}$
□	10,0 $g.l^{-1}$
■	5,0 $g.l^{-1}$
△	2,5 $g.l^{-1}$

20. A 2,0 $g.l^{-1}$ no se consigue un regimen constante.

Podra observarse que, dentro de los límites de error experimental, la concentración de micro-organismo

25. en la cámara de trabajo es independiente de la concentración de sucrosa en el material de partida. Igualmente, se observará que la concentración de micro-organismo en la cámara de trabajo disminuye constantemente a medida que aumenta la proporción de dilución.

30. En la figura 5, la abscisas representan

de nuevo una medida de la proporción de dilución (h^{-1}), pero las ordenadas representan una medida de la productividad es decir el peso (medido como peso en seco) de micro-organismo en el producto descargado de la cámara de trabajo por unidad de volumen de la cámara por unidad de tiempo ($g.l^{-1}.h^{-1}$).

5. Se podrá observar aquí que a cualquier proporción de dilución dada, la productividad aumenta a medida que lo hace la concentración de sucrosa hasta alcanzar un valor máximo, siendo este valor independiente de la concentración de sucrosa. Igualmente podrá observarse que la productividad máxima aumenta a medida que lo hacen los valores de la proporción de dilución.

10. En adición, puede deducirse fácilmente que en el tratamiento de una cantidad dada de sucrosa por unidad de tiempo, se puede conseguir frecuentemente una mayor productividad aumentando la dilución del material de partida y aumentando la proporción de dilución al grado correspondiente, de modo que entre la misma cantidad de sucrosa en el recipiente por unidad de tiempo.

20. EJEMPLO 3

Se lleva a cabo una serie de experimentos, en general similares a los descritos en el ejemplo 2, pero con la única diferencia de que la solución de sucrosa no se esteriliza y de que se emplea una solución de solamente una concentración, es decir $2,5 g.l^{-1}$. Los experimentos se realizan a proporciones de dilución similares a las empleadas en los experimentos del ejemplo 2 y también a proporciones de dilución mucho mayores. Los resultados se muestran graficamente en las figuras 6 y 7. En la figura 6, las abscisas es una medida de la proporción de dilución (h^{-1}) y las ordenadas es una medida de la concentración de

micro-organismo ($g.l^{-1}$) en la cámara de trabajo. En la figura 7, las abscisas es una medida de la proporción de dilución (h^{-1}) y las ordenadas representan la medida de productividad ($g.l^{-1}.h^{-1}$)

- La primera parte de gráfico de la figura
5. 6, relacionada con la posición "A", es una representación que corresponde generalmente al gráfico de la figura 4, aunque las concentraciones reales de micro-organismo, bajo distintas proporciones de dilución, difieren de aquellas del ejemplo 2, debido al hecho de que la solución no se esteriliza.
10. Después de aplanarse la curva, la concentración de micro-organismo continua disminuyendo gradualmente a medida que aumenta la proporción de dilución. Por encima de una proporción de dilución de aproximadamente $1,5 h^{-1}$, la curva desciende de nuevo y por encima de una proporción de dilución de aproximadamente $3,0 h^{-1}$ la concentración de micro-organismo en la cámara de trabajo cae más rápidamente, aunque todavía a regimen constante.
15. Los valores correspondientes de productividad se ofrecen en la figura 7. Aquí podrá observarse que el aumento de productividad con la proporción de dilución continua hasta que está última alcanza un valor de aproximadamente $3,0 h^{-1}$, tras lo cual la productividad cae de nuevo. Por encima de una proporción de dilución de aproximadamente $3,0 h^{-1}$ comienza a presentarse la separación por lavado, pero el efecto es mucho menos notablemente marcado que cuando se utiliza el proceso en tanque agitado.
20. Debe recalcarse que estas proporciones de dilución son mucho mayores que las proporciones de dilución empleadas en la realización del proceso en tanque agitado.
- 25.

Los siguientes resultados experimentales ilustran la variación de concentración de micro-organismo en la cámara de trabajo al variar la velocidad de gas superficial (sgv).

El material de partida es similar al descrito en el ejemplo 2

- 5. siendo la concentración de sucrosa de $27,5 \text{ g.l}^{-1}$. El material de partida se introduce en la cámara de trabajo de 10,5 litros, con una relación entre dimensiones de 12:1, de un aparato similar al mostrado en la figura 3, con una proporción de dilución de $0,088 \text{ h}^{-1}$. La temperatura es de 30°C . Cuando se alcanza un regimen constante, se mide, en peso seco, la concentración de micro-organismo (A. niger) en la cámara de trabajo.

<u>sgv (cm.seg⁻¹)</u>	<u>concentración (g.l⁻¹)</u>
1	2,39
2	3,60
3	5,27

15. EJEMPLO 5

Se trata el efluente de un molino de aceite de palma por el método según la invención. El efluente sale de la planta utilizada en el tratamiento de palmas para producir aceite de palma. En este tratamiento, se muelen las palmas en presencia de agua y la mezcla resultante se destila con vapor de agua. El destilado comprende una mezcla de aceite de palma y una fracción acuosa que se separan entre sí. El aceite de palma se separa y la fracción acuosa se mezcla con el residuo o lodo de destilación. Esta mezcla de lodo y fracción acuosa es la que constituye el efluente. Hasta el presente, el efluente, que consiste principalmente de celulosa, fibra y azúcar, ha sido descargado a los ríos. El efluente empleado en los experimentos contiene $8,38 \text{ g.l}^{-1}$ de sólidos en total, de los cuales el contenido en carbohidrato representa $4,48 \text{ g.l}^{-1}$. A este efluente se añaden sulfato amónico y dihidrógeno-ortofosfato de sodio cada uno de ellos

30.

en cantidades iguales a 1/10 del peso del carbohidrato presente.

El efluente se trata en un aparato similar al de la figura 3, que tiene una cámara de trabajo de 10,5 litros de capacidad y una relación entre dimensiones de 12:1. Se suministra aire a una

5. velocidad de gas superficial de 2 cm. seg^{-1} y la temperatura del contenido de la cámara de trabajo se mantiene en 30°C .

A una proporción de dilución de $0,10 \text{ h}^{-1}$ una vez conseguido el régimen constante, los sólidos filtrables en total de la cámara de trabajo (medido como peso en seco) es

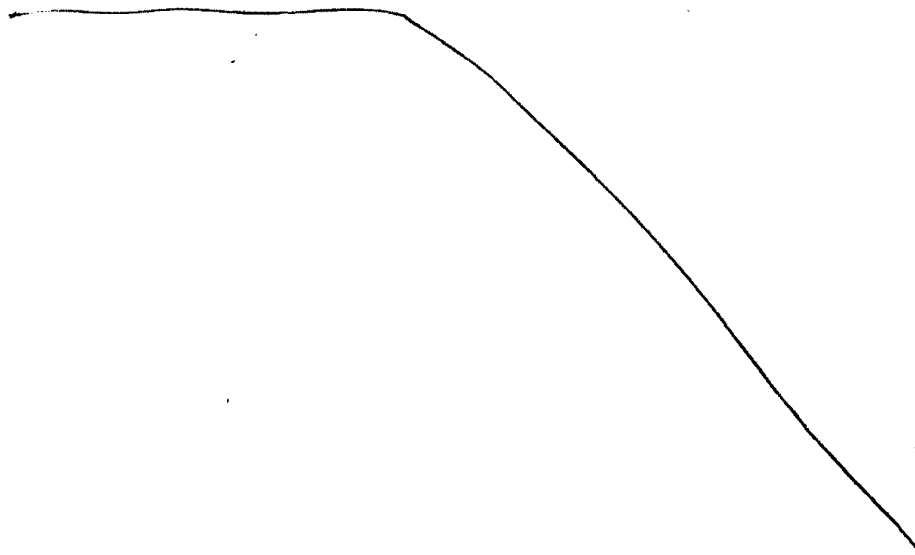
10. de $6,7 \text{ g.l}^{-1}$ y el contenido en micro-organismo (A. niger) (medido también como peso en seco) es de $5,79 \text{ g.l}^{-1}$.

A una proporción de dilución de $0,20 \text{ h}^{-1}$ y una vez conseguido el régimen constante, los sólidos totales filtrables en la cámara de trabajo (medido como peso en seco) es

15. de $3,5 \text{ g.l}^{-1}$ y el contenido en micro-organismo (medido también como peso en seco) es de $2,93 \text{ g.l}^{-1}$.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarse en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

- 20.



-REIVINDICACIONES-

- 1.- Procedimiento para el tratamiento de material orgánico biodegradable, según el cual un medio líquido que contiene a dicho material se hace fluir ascendentemente a través de una cámara de trabajo vertical que tiene una relación entre dimensiones no inferior a 3:1, desarrollándose en la cámara de trabajo un micro-organismo floculento capaz de digerir al menos una parte del material orgánico biodegradable, e introduciéndose en la cámara un gas que comprende oxígeno para permitir el desarrollo del micro-organismo; caracterizado porque el micro-organismo es predominantemente floculento por toda la cámara y la mezcla resultante de medio tratado, gas y micro-organismo en exceso se descarga a través de una salida común situada en la parte superior de la cámara.
5. 10. 15.
- 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la mezcla resultante se descarga en o cerca de la parte superior de la cámara.
- 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la parte superior de la cámara es de una forma ascendentemente cónica.
- 20.
- 4.- Procedimiento según la reivindicación 1, 2 ó 3, caracterizado porque la parte superior de la cámara tiene una forma tronco-cónica o de bóveda.
- 5.- Procedimiento según la reivindicación 3 ó 4, caracterizado porque la salida común se encuentra en el vértice de la parte superior de la cámara.
- 25.
- 6.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la salida común tiene la forma de un conducto configurado en U invertida.
- 30.
- 7.- Procedimiento según cualquiera de las

reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se lleva a cabo de tal modo que si la velocidad de dilución se aumentara gradualmente, disminuiría constantemente la concentración del micro-organismo de la cámara.

5. 8.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se lleva a cabo de tal forma que, permaneciendo constantes los otros factores, en el caso que tuviera que incrementarse la concentración del material biodegradable en el medio líquido, existiría un exceso de material biodegradable que sería descargado con la mezcla resultante.

10. 9.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en la cámara de trabajo se desarrolla solo un tipo de micro-organismo flocculento.

15. 10.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizados porque el micro-organismo flocculento es un hongo filamentoso.

20. 11.- Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado porque el hongo filamentoso es aspergillus niger.

25. 12.- Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado porque el hongo filamentoso es trichoderma viride, sporotrichum thermophile, penicillium roquefortii, geotrichum candidum, rhizopus spp., mucor spp o fusarium spp.

30. 13.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque el micro-organismo es de una levadura flocculenta.

14.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el material

biodegradable del medio líquido es o está basado en el efluente de una planta de procesado de alimentos.

15.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el material

5. biodegradable del medio líquido es o está basado en el efluente de una planta productora de aceite de palma.

16.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el medio líquido es agua.

10. 17.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el material biodegradable está en solución o suspensión en el medio líquido.

15. 18.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el medio líquido contiene también cualquier sustancia nitrogenada y cualquier sal que permita prosperar al micro-organismo en la cámara.

19.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la cámara tiene una relación entre dimensiones no inferior a 5:1.

20. 20.- Procedimiento según la reivindicación 19, caracterizado porque la relación entre dimensiones es del orden de 7:1 a 15:1.

25. 21.- Procedimiento según la reivindicación 20, caracterizado porque la relación entre dimensiones es del orden de 10:1 a 12:1.

22.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el gas es una mezcla que comprende oxígeno y otro gas.

30. 23.- Procedimiento según la reivindicación 22, caracterizado porque el gas es aire.

24.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el gas se introduce en o cerca del fondo de la cámara.

5. 25.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el gas se distribuye por todo el medio líquido en forma de pequeñas burbujas.

10. 26.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el gas se emplea a una velocidad de flujo tal que la cantidad de oxígeno disuelto en el medio líquido es próxima a cero.

15. 27.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el gas es aire y su velocidad gaseosa superficial, es decir el volumen de gas introducido por unidad de tiempo dividido por el área en sección transversal de la cámara de trabajo, está comprendida entre 1 y 10 cm/segundo.

20. 28.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el material biodegradable del medio líquido se introduce en la cámara en o cerca del extremo inferior de la misma.

25. 29.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la cantidad de material biodegradable en el medio líquido es de 0,1 a 20 g/l.

30. 30.- Procedimiento según la reivindicación 29, caracterizado porque la cantidad de material biodegradable en el medio líquido es de 0,5 a 20 g/l.

30. 31.- Procedimiento según la reivindicación 30, caracterizado porque la cantidad de material biodegradable en el medio líquido es de 1 a 10 g/l.

32.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 28, caracterizado porque el material biodegradable se encuentra en el medio líquido en una cantidad de hasta 100 g/l.

5. 33.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la mayoría del micro-organismo se encuentra en forma floculenta.

10. 34.- Procedimiento según la reivindicación 33, caracterizado porque el 75% del micro-organismo está en forma floculenta.

35.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la mayor cantidad posible del micro-organismo se encuentra en forma floculenta.

15. 36.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el tamaño de flóculos de micro-organismo es predominantemente del orden de 0,5 a 20 mm.

20. 37.- Procedimiento según la reivindicación 36, caracterizado porque el tamaño de flóculos de micro-organismo es predominantemente del orden de 2 a 10 mm.

38.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el contenido de la cámara no se agita por medios agitadores mecánicos.

25. 39.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el retromezclado del contenido de la cámara no es evitado por tabiques o placas perforadas.

30. 40.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se lleva

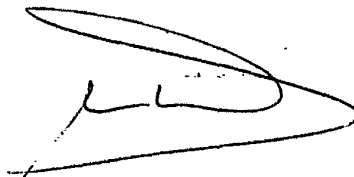
a cabo a una velocidad de dilución superior a $0,5 \text{ h}^{-1}$.

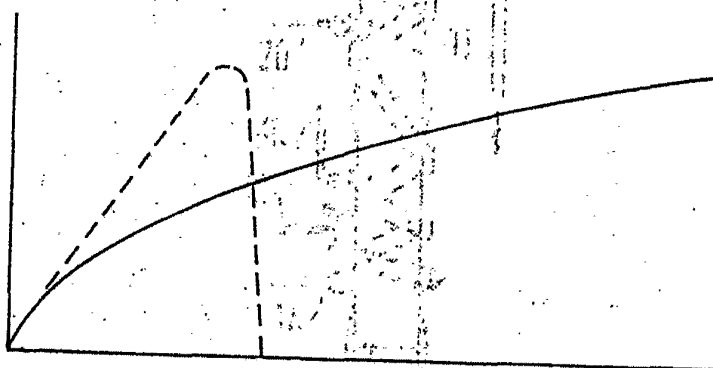
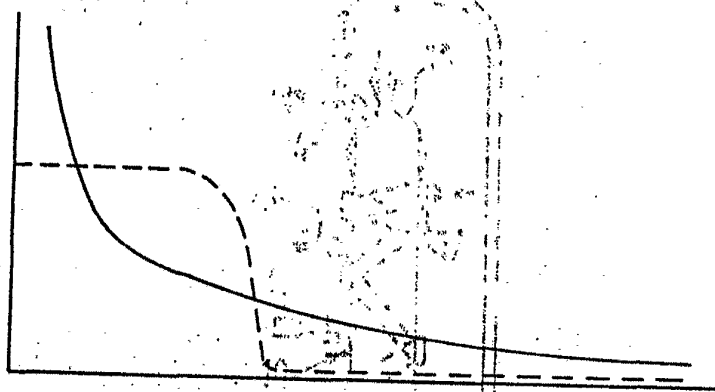
41.- Procedimiento para el tratamiento de material orgánico biodegradable, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 36 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 5 DIC. 1977

DUNLOP PLANTATIONS LIMITED.





**ESCALA
VARIABLE**

5 DIC. 1977

Madrid

**POOR
QUALITY**

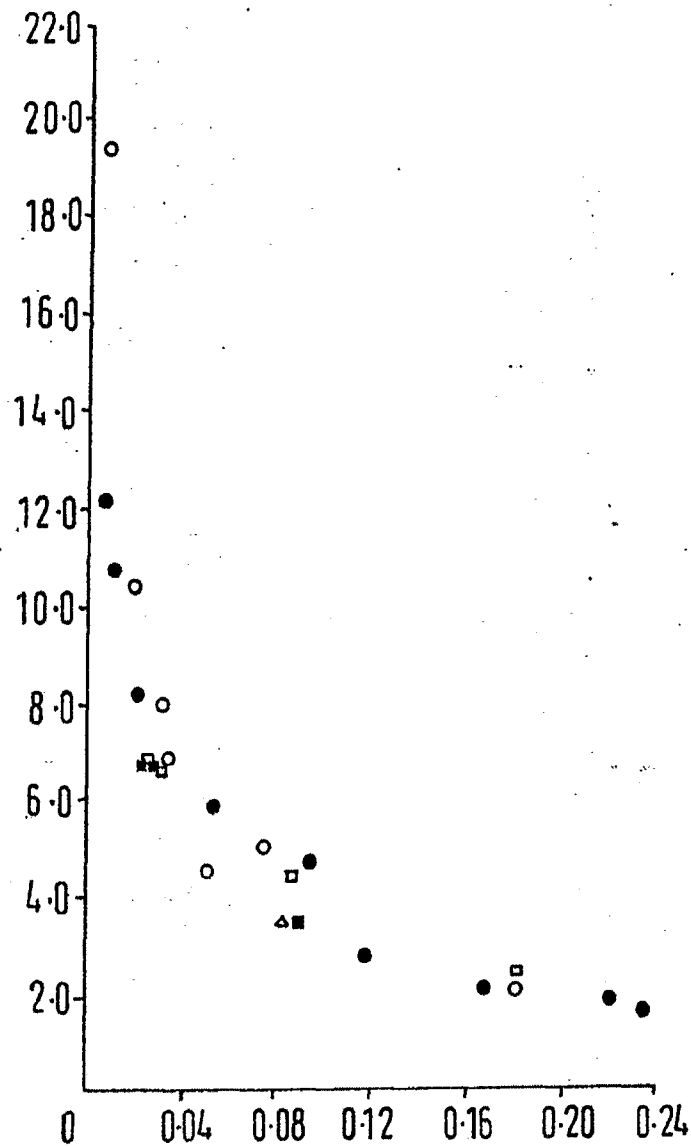


FIG.4

5 FIG. 1977

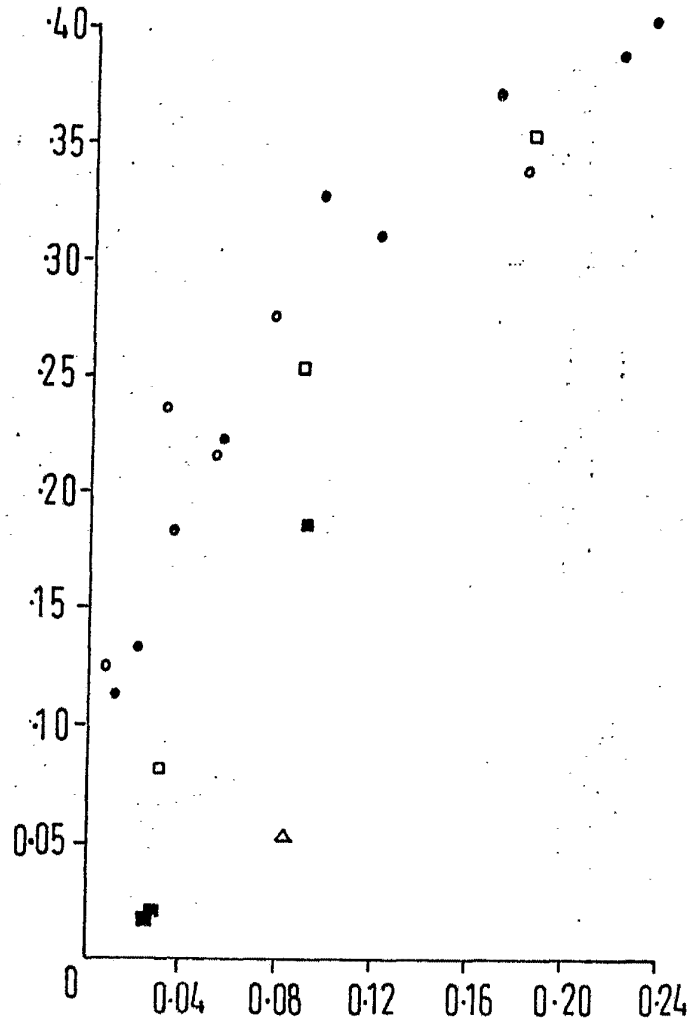


FIG.5

5 DIC. 1977

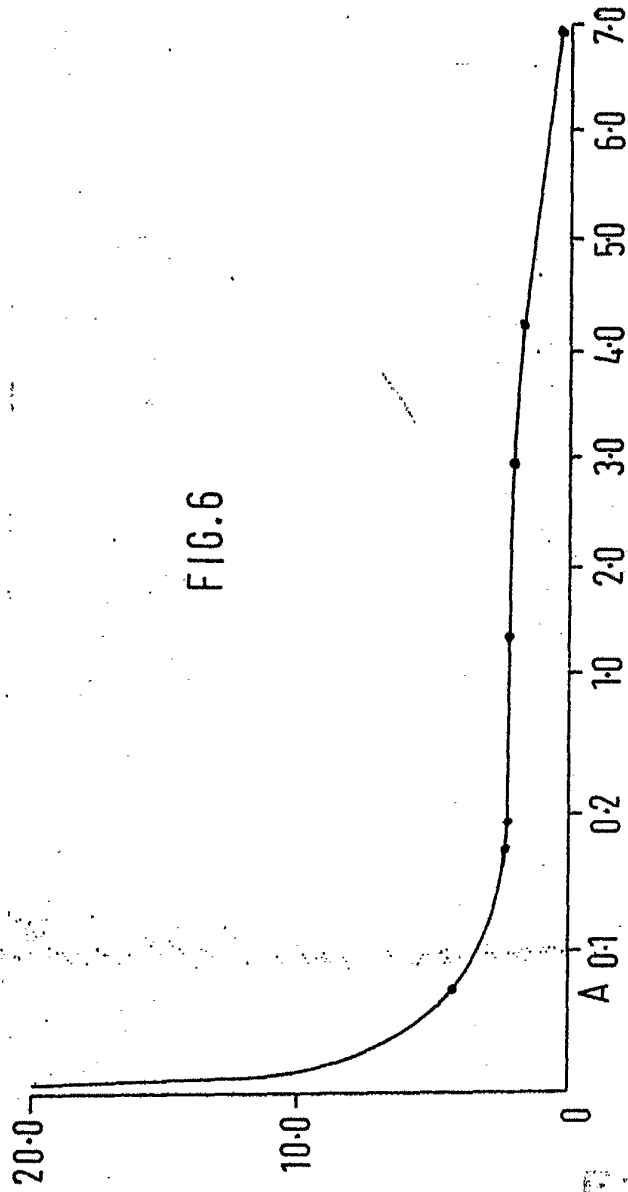


FIG. 6

6200
5 DIC. 1977

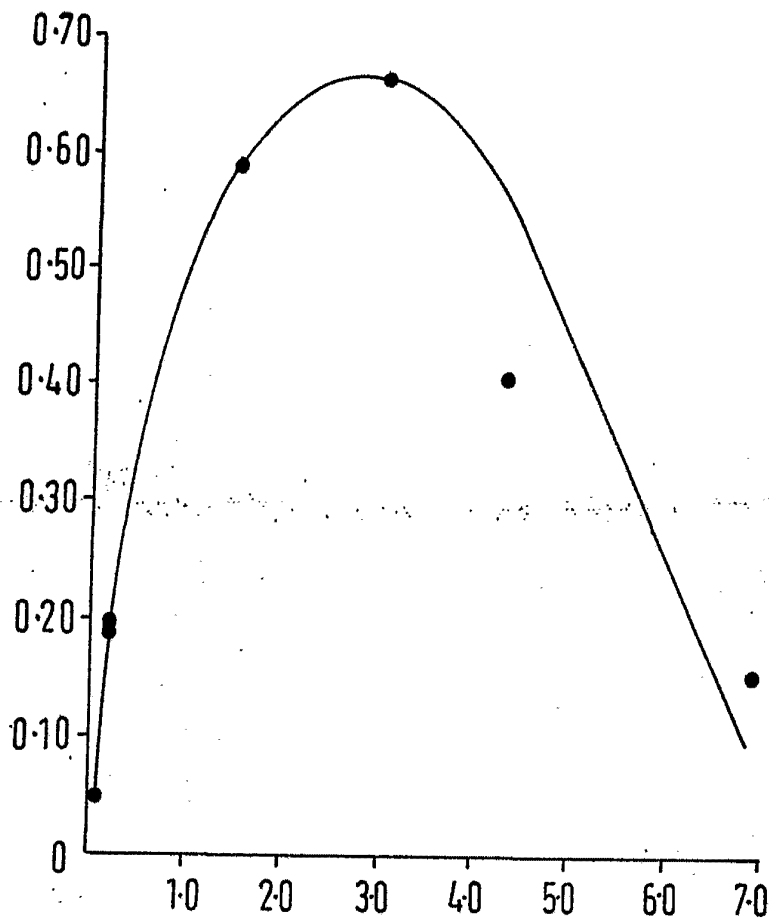


FIG.7

ESCALA
VARIABLE

5 DIC. 1977

[Handwritten signature]