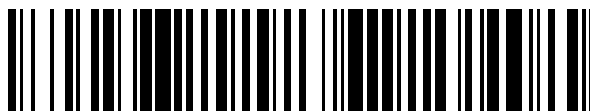


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 424 758**

51 Int. Cl.:

C12N 1/02 (2006.01)
C12N 1/00 (2006.01)
C02F 3/12 (2006.01)
C02F 3/34 (2006.01)
A23J 1/00 (2006.01)
A23J 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2008** **E 08845044 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2013** **EP 2215213**

54 Título: **Aditivo alimenticio basado en biosólidos para alimentos de animales y métodos de producción**

30 Prioridad:

01.11.2007 US 984653 P

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

08.10.2013

73 Titular/es:

OBERON FMR, INC. (100.0%)
1630 MINER ST., SUITE 200 P.O. BOX 675
IDAHO SPRINGS, CO 80452, US

72 Inventor/es:

LOGAN, ANDREW J.;
TERRY, SETH SPRAGUE y
SWENSON, RANDOLPHE P.

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 424 758 T3

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

DESCRIPCIÓN

Aditivo alimenticio basado en biosólidos para alimentos de animales y métodos de producción.

Campo de la invención

- 5 Esta invención se refiere a un procedimiento para preparar un alimento proteínico para animales o aditivo para alimentos de animales a partir de microorganismos cultivados en corrientes de aguas residuales que contienen materia orgánica, una unidad de tratamiento de aguas residuales para llevar a cabo el procedimiento de la presente invención, y métodos de negocio para el mismo.

Antecedentes de la invención

- 10 Los suministros comerciales de alimentos para animales (p.ej., aves, peces, reses, etc.) consisten en nutrientes (p.ej., proteínas, vitaminas, minerales, grasas y carbohidratos), por ejemplo ingredientes brutos o aditivos alimenticios que pueden incluir materiales alimenticios enteros, no procesados (p.ej., carne o plantas), alimentos procesados marginalmente (p.ej., harina de pescado, harina de soja, harina de nuez, etc.), y subproductos de desecho generados en la producción de otros alimentos (p.ej., salvado de trigo, harina de hueso, harina de sangre, harina de plumas, etc.). Una de las principales motivaciones para emplear aditivos alimenticios alternativos en
- 15 formulaciones de alimentos es reducir el coste del componente proteínico. La harina de pescado proporciona una fuente común de proteínas para alimentos de animales, particularmente en la acuicultura, industrias del cerdo, aves de corral y mascotas. Sin embargo, hay muchos inconvenientes para el uso de harina de pescado como aditivo alimenticio. El continuo crecimiento de la demanda de harina de pescado por parte de las operaciones de acuicultura globales origina una tensión excesiva sobre los sectores pesqueros mundiales, y puede consumir las reservas naturales de pescado debido a la sobreexplotación pesquera. Varios artículos recientes en revistas científicas y
- 20 medios populares apuntan a un consenso emergente respecto a la disminución de capturas de peces salvajes, y el potencial colapso inminente de las reservas de pescado económica y ecológicamente vitales (véase por ejemplo Watson y Pauley, *Nature*, vol. 414 (2001), págs. 534-536; Myers y Worm, *Nature*, vol. 423 (2003), págs. 280-283; y Special Report: The Global Fish Crisis, *National Geographic*, vol. 211, nº 4 (2007), págs. 32-99). Además, las fluctuaciones estacionales y los eventos meteorológicos (p.ej., El Niño, La Niña) influyen en los precios de mercado de la harina de pescado.

- Se han usado fuentes proteínicas alternativas de subproductos (tales como subproductos de hueso, sangre y carne) en las industrias de alimentos para animales, en un esfuerzo para reducir la dependencia de la harina de pescado como fuente de proteínas. Sin embargo, hay indicios de que tales fuentes proteínicas pueden comprometer la salud
- 30 animal y humana, por ejemplo causando la propagación de enfermedades "debilitantes", tales como la encefalopatía espongiforme bovina (enfermedad de las vacas locas) y la tembladera ovina.

- Se han evaluado como aditivos alimenticios productos vegetales (tales como soja y trigo) y monocultivos (o comunidades mixtas bien caracterizadas) de fuentes proteínicas de células simples (es decir, microbianas). Por ejemplo, se han cultivado microorganismos en sustratos que incluyen gas natural (p.ej., el producto de Norferm Bioprotein®, abandonado actualmente, descrito por ejemplo en las publicaciones de patente de EE.UU. Nos. 2005/0124053 y 2005/0271771). Organismos adicionales que se pueden incorporar en alimentos para animales
- 35 incluyen algas, levadura y zooplancton. Un ejemplo extremo de fuentes de alimentos para animales alternativas se encuentra en algunas operaciones de acuicultura del mundo desarrollado donde se han utilizado las heces de cerdos, patos, vacas, seres humanos y otros animales como alimento para recuperar el valor nutricional que permanece en estos productos de desecho. Sin embargo, el uso de tales productos como alimento puede comprometer la salud animal (o humana) o comunicar un sabor indeseable a la carne de los animales alimentados de esta manera.

- Así, los aportes de materias primas para producir alimentos convencionales para animales se extraen de diversas fuentes, bien directamente de fuentes naturales o bien derivados como subproductos de la fabricación de otros
- 45 productos alimenticios. La incorporación de suficiente proteína en el alimento para animales final es un objetivo principal de fabricación, e influye en gran medida en el coste total de producción de las materias primas animales. Cada vez más, los productores de alimentos, particularmente en la acuicultura e industrias de alimentos para animales domesticados, están utilizando harina de pescado recogida de diversas reservas pesqueras naturales. Sin embargo, esta dependencia ha conducido a problemas relacionados con el agotamiento de los recursos naturales.

- 50 Como se discutió anteriormente, los alimentos para animales pueden ser suplementados con subproductos de desecho derivados de la producción de alimentos para seres humanos o animales o ingredientes para alimentos para seres humanos o animales. La expresión "alimentos para seres humanos o animales" incluye cualquier alimento o bebida para el consumo humano o animal, así como componentes de alimentos para seres humanos o animales (p.ej., jarabe de maíz, melazas, etc.). Los procesos de producción de alimentos pueden producir corrientes
- 55 de desecho que contienen "residuos de materia sólida" (es decir, corrientes de desecho sólidas) o "residuos transportados en agua" (es decir, materia de desecho disuelta y en partículas incorporada en agua). Cuando se usan subproductos en la producción de otro producto comercializable (tal como alimentos para animales), el proceso se denomina comúnmente co-producción. Por ejemplo, la harina de pescado es el producto de alimentos enteros

procesados (peces de banco tales como sábalo atlántico, anchoas, sardinas, etc.) o residuos de procesamiento de alimentos (cabezas de peces, espinas, órganos internos), mientras que el salvado de trigo (un residuo de materia sólida) es un aditivo alimenticio obtenido como co-producto que se puede usar como ingrediente en el alimento para animales. Ejemplos adicionales de residuos de materia sólida usados en alimentos para animales incluyen lúpulo de desecho, cebada y levadura de fábricas de cerveza (p.ej., para reses, caballos y pollos).

Los residuos transportados en agua son tratados generalmente en plantas de tratamiento de aguas residuales, donde los contaminantes de las corrientes de desecho acuosas (es decir, aguas residuales) son retirados antes del desecho final del agua residual tratada en un cuerpo de agua receptor u otra planta de tratamiento de aguas residuales (p.ej., un río o una planta de tratamiento de aguas residuales más grande). Los residuos transportados en agua también pueden ser sometidos a un pretratamiento, en el que el productor de aguas residuales trata parcialmente el agua residual para retirar al menos una parte de los residuos transportados en agua antes de enviar el agua residual a otra planta de tratamiento de aguas residuales (p.ej., una planta de tratamiento de aguas residuales municipal). El agua residual puede proceder de procesos industriales (tales como instalaciones de procesamiento de alimentos, donde no están presentes necesariamente aportes de aguas negras) y fuentes domésticas (tales como un municipio, donde los aportes de aguas negras son contribuidores principales al flujo global). Los contaminantes más comunes presentes en las aguas residuales incluyen compuestos solubles que contienen carbono (es decir, orgánicos) que contribuyen a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO). La DBO es una medida del oxígeno requerido para la degradación biológica de los contaminantes en el agua o en aguas residuales, y está correlacionada generalmente con la cantidad de material orgánico contenido en esas aguas residuales. En otras palabras, cuanto mayor es el contenido de materia orgánica de un agua residual, mayor será el nivel de DBO determinado para ese agua residual. Para cumplir la mayoría de normas regulatorias en los Estados Unidos, los niveles de DBO deben caer generalmente por debajo de aproximadamente 30 mg/l antes de la descarga a un cuerpo de agua receptor. Las aguas residuales afluentes a plantas de tratamiento de aguas residuales pueden variar en gran medida con respecto a sus concentraciones de DBO y características bioquímicas. Por ejemplo, las instalaciones productoras de alimentos pueden generar aguas residuales que contienen niveles de DBO superiores a 30.000 mg/l, mientras que las plantas de tratamiento de aguas residuales que procesan aguas negras municipales reciben generalmente aguas residuales que tienen de media entre aproximadamente 200 mg/l y 400 mg/l. Además, el agua residual puede contener compuestos contribuyentes a la DBO que tienen un amplio intervalo de estructuras químicas y pesos moleculares.

Muchos procedimientos de tratamiento de aguas residuales se basan en la conversión biológica de un sustrato de DBO en una masa celular. En algunos casos -particularmente en la industria alimentaria- los procedimientos de tratamiento biológico pueden resultar difíciles de implementar como resultado de limitaciones de los nutrientes (p.ej., debido a la presencia de nitrógeno, fosfatos o algún otro componente nutricional esencial en concentraciones insuficientes para promover el crecimiento equilibrado de las células microbianas). Un crecimiento equilibrado en bacterias significa que están tanto presentes como biológicamente disponibles cantidades suficientes de nutrientes en el momento en que los organismos en el sustrato orgánico entran en contacto. La presencia simultánea de sustrato y nutrientes permite a las bacterias producir los componentes moleculares más generalmente asociados con el crecimiento celular, específicamente proteína, ácidos nucleicos y lípidos. Cuando no están presentes cantidades suficientes de nutrientes (incluyendo tanto los llamados "macronutrientes", tales como nitrógeno y fósforo, como los llamados "micronutrientes", tales como metales y vitaminas), las bacterias experimentan un crecimiento no equilibrado. En contraste con el crecimiento equilibrado, el crecimiento no equilibrado se caracteriza por la producción aumentada de material polisacárido alrededor de la célula -un proceso por el que átomos de carbono son secuestrados de las moléculas implicadas en el crecimiento celular (p.ej., proteínas, ácidos nucleicos y lípidos).

La Figura 1 proporciona un esquema para un tipo común de planta de tratamiento de aguas residuales que usa un procedimiento de tratamiento biológico. El agua residual afluente, que contiene subproductos 1 de alimentos, es introducida al proceso de tratamiento (Figura 1). Aunque los diseños de planta pueden variar, el procedimiento esencial del tratamiento biológico de aguas residuales implica poner en contacto microorganismos (especialmente bacterias) con material orgánico transportado por agua (es decir, DBO) en el agua residual. Comúnmente, este contacto se produce en un depósito 4 (o serie de depósitos) de aireación, en el que se introduce oxígeno para mantener las condiciones aeróbicas. Los microorganismos metabolizan los residuos contenidos en el agua residual, utilizando de este modo la energía disponible (en la forma de compuestos de carbono reducido) contenida en la misma. En el proceso de satisfacer las necesidades metabólicas celulares, incluyendo el mantenimiento y crecimiento (es decir, la proliferación celular), la materia residual (es decir, los compuestos contribuidores a la DBO) en el agua residual es metabolizada y convertida en una masa microbiana. Para separar el agua tratada de esta masa microbiana sólida (también conocida como sólidos), los contenidos del (de los) depósito(s) 4 de aireación pueden dejarse sedimentar en un depósito 5 clarificador (se entenderá que otros tipos de equipos de separación podrían sustituir a un depósito clarificador). Una porción de los sólidos 7 separados (es decir, conteniendo bacterias) es devuelta después al (a los) depósito(s) 4 de aireación para mantener una alta concentración de microorganismos en el (los) mismo(s). Para mantener unas condiciones de estado cuasi estable, los sólidos no devueltos al depósito de aireación deben ser "desechados" (es decir, retirados), 8, del proceso de tratamiento. Estos sólidos desechados se denominan comúnmente fango activado de desecho (WAS, por sus siglas en inglés). Por lo tanto, como resultado de los procedimientos de tratamiento biológico de las aguas residuales, los residuos acuosos (es decir, los

compuestos contribuidores a la DBO) en la corriente afluyente de agua residual son incorporados en gran medida en sólidos celulares que al final deben salir del proceso de tratamiento mientras el agua **6** tratada (con niveles de DBO reducidos en gran medida) es descargada a un cuerpo de agua receptor. Los sólidos celulares retirados (es decir, el WAS) son recogidos y desechados de diversas maneras, lo más comúnmente después de retirar parcialmente el

agua intracelular (es decir, deshidratar) en un procedimiento de deshidratación.

La Figura 2 bosqueja un procedimiento convencional para la deshidratación y desecho de este material celular. Los sólidos **15** de desecho son aplicados a una prensa **16** filtradora de cintas que retira parcialmente el agua intracelular contenida en los mismos. Este método de deshidratación es uno de varios métodos convencionales, que pueden incluir centrifugación, secado, diversos tipos de prensas de filtro, etc. Tras la introducción a la prensa de cintas, el contenido de sólidos en el WAS es a menudo menos que aproximadamente 3% de sólidos en un porcentaje en base a peso. Sin embargo, a la compleción de la deshidratación por prensa de cintas, el contenido de sólidos en la pasta **17** filtrada resultante (comprendida de sólidos biológicos parcialmente deshidratados, también conocidos como biosólidos) es a menudo entre aproximadamente 15% y aproximadamente 20% de sólidos. El agua intracelular retirada durante la deshidratación (es decir, el filtrado) es normalmente devuelta al proceso **18** de tratamiento del agua residual. Los sólidos parcialmente deshidratados deben sufrir después un proceso **19** de desecho de sólidos. Estas opciones de desecho son generalmente costosas para el productor del material de biosólidos, debido principalmente al alto coste del transporte y vertido en vertedero. Como resultado, los productores de biosólidos a menudo procesan los biosólidos antes y después de la deshidratación para disminuir el volumen de material para desecho. Tales procesos incluyen digestión aeróbica y anaeróbica -para convertir la materia carbonada en partículas (es decir, los sólidos que de lo contrario requerirían desecho) en formas gaseosas tales como dióxido de carbono y metano. Estos componentes volátiles pueden ser liberados directamente a la atmósfera o bien quemados, disminuyendo de este modo la cantidad de material sólido que requiere desecho. Otros procedimientos para disminuir la cantidad de biosólidos que requieren deshidratación incluyen procesos de tratamiento biológico anaeróbico en los que se produce una disminución del material celular a partir de la DBO que contiene energía.

Otras alternativas para el desecho de los biosólidos de las plantas de tratamiento de aguas residuales (es decir, WAS) incluyen vertido en océanos, incineración, vertido en vertederos y aplicación en suelos. Sin embargo, el vertido en océanos ha llegado a ser cada vez más regulado y costoso debido a problemas de contaminación del medio ambiente. Problemas similares han conducido a muchas plantas de tratamiento de aguas residuales a apartarse de la incineración de WAS, debido tanto a problemas regulatorios como al alto aporte de energía requerido. El vertido en vertederos de WAS es también problemático, dado que la mayoría de instalaciones no aceptarán materia húmeda. Asimismo, la aplicación en suelos de WAS puede generar una fuerte resistencia de la comunidad y estrictos controles regulatorios, debido a problemas de dispersión de organismos patógenos (por ejemplo, los requisitos regulatorios para procedimientos de compostaje requieren una cuidadoso control de la temperatura para asegurar la desactivación -es decir, muerte- de los microorganismos que comprenden los biosólidos).

Debido a estos problemas, el compostaje de biosólidos se ha convertido en un método más atractivo para el desecho de microorganismos residuales derivados de procesos de tratamiento de aguas residuales. Como resultado de una apropiada implementación de procedimientos de compostaje, las plantas de tratamiento de aguas residuales pueden incluso ser capaces de generar modestos ingresos vendiendo el material compost (denominado generalmente "Biosólidos de Clase A", véase 40 C.F.R. § 503). Alternativamente, también se han vendido biosólidos deshidratados térmicamente como fertilizantes y acondicionadores de suelos (p.ej., Milorganite®, fertilizante y acondicionador de suelos, un producto fabricado por Milwaukee Metropolitan Sewerage District).

La patente de EE.UU. 4.119.495 describe extraer proteína de WAS hidrolizado para proporcionar una fuente de nutrientes para cultivar otros microorganismos, tales como levadura, o como aditivo proteínico para alimentar animales. Sin embargo, este procedimiento implica costosos ajustes de pH y temperatura para recuperar la proteína microbiana. Otros investigadores han evaluado usar el componente de fango activado de procesos de tratamiento de aguas residuales domésticas como alimento, pero todavía no se ha implementado un proceso a gran escala comercial para hacerlo (Anwar *et al.*, *Aquaculture*, vol. 28 (1982) págs. 321-325; Tacon y Ferns, *Nutrition Reports International*, vol. 13 (1976) págs. 549-562; Tacon, *Proc. World Symp. On Finfish Nutrition and Fishfeed Technology*, Hamburgo, 20-23 de junio, 1978, Vol. II, Berlín 1979; Edwards, 1992, *Reuse of Human Wastes in Aquaculture: A Technical Review*, UNDP-World Bank Water and Sanitation Program).

El documento US2003/232107 proporciona una composición para alimentar animales, donde la composición se produce en una operación de tratamiento de aguas residuales. Los materiales orgánicos transportados en la corriente de aguas residuales son metabolizados por microorganismos, dando como resultado la formación de una masa de biosólidos comprendida de microorganismos. Esta masa de biosólidos se usa después como fuente de alimento para animales. Este material de alimento puede ser suplementado adicionalmente añadiendo otros componentes para mejorar sus cualidades nutricionales. La corriente de aguas residuales que contiene los materiales orgánicos pueden ser parte de, por ejemplo, una planta procesadora de alimentos o una instalación para la fabricación de productos farmacéuticos con base microbiológica.

La patente de EE.UU. 4.282.256 describió la preparación de un suplemento para alimento de animales a partir de agua de desecho de procesos de envasado de pescado, en los que el agua es mantenida bajo condiciones

aeróbicas y es procesada mediante una celda de flotación para separar los aceites y proteínas contenidos en el agua como un fango concentrado. El fango es deshidratado, mezclado con un vehículo sólido, voluminoso, preservado contra el daño oxidativo de los lípidos con un antioxidante eficaz, y secado a vacío bajo condiciones de baja temperatura para obtener un suplemento de alimento para animales en forma de partículas secas. El procesamiento del agua residual se hace bajo condiciones aeróbicas para promover el crecimiento de levaduras y bacterias no tóxicas, aeróbicas, mejorar el color y olor y la textura, y potenciar el valor de alimento del fango recuperado del proceso.

El documento US2004/0203134 describe diversos usos de un hidrolizado de proteínas enzimático ("EPH", por sus siglas en inglés). El procedimiento de producción de EPH implica la profunda hidrólisis enzimática de proteínas de biomasa animal marina, por la cual se hacen reaccionar desechos de pescado de aguas frías con vísceras que contienen enzimas agresivas que son eficaces incluso en un medio acuoso suave (ligeramente alcalino). El EPH puede ser secado hasta un estado de polvo que está constituido de aproximadamente 70%-90% de aminoácidos libres, 10%-20% de péptidos de alto peso molecular y 3%-5% de vitaminas, minerales y aceites.

El documento US2006/0060525 describe el tratamiento de aguas residuales para reducir los, a menudo asociados, olores ofensivos. La irrigación de un líquido oxigenado en la parte superior de una cobertura permeable crea eficazmente una zona de tratamiento aeróbico en la parte superior de la laguna, por lo cual los gases olorosos que se producen anaeróticamente bajo la cobertura son metabolizados dentro de esta zona antes de ser liberados a la atmósfera. Este mismo sistema también sirve para aumentar la evaporación desde el sistema de manipulación de residuos global, reduciendo sustancialmente o eliminando por lo tanto la necesidad de la aplicación en suelos del agua residual tratada.

Breve compendio de la invención

La invención se define en las reivindicaciones.

En una realización, la presente descripción está dirigida a un procedimiento que comprende: añadir una corriente de desecho acuosa que comprende componentes metabolizables a un recipiente de crecimiento que contiene al menos un cultivo bacteriano, a un primer caudal; dejar que las bacterias del al menos un cultivo bacteriano crezcan en el recipiente de crecimiento metabolizando al menos una parte de los componentes metabolizables de la corriente de desecho acuosa, formando de este modo una suspensión bacteriana en un líquido acuoso voluminoso, en donde el líquido acuoso voluminoso está desprovisto de componentes metabolizables en relación a la corriente de desecho acuosa; separar una parte de la suspensión bacteriana del líquido acuoso voluminoso, formando de este modo una masa bacteriana; retirar una parte de la masa bacteriana a un segundo caudal; devolver una parte de la masa bacteriana al recipiente de crecimiento a un tercer caudal; retirar una parte del líquido acuoso voluminoso a un cuarto caudal, en donde el líquido acuoso voluminoso está sustancialmente exento de sólidos suspendidos totales; ajustar el segundo caudal para proporcionar un MCRT de las bacterias de no más que 8 días; y secar la masa bacteriana retirada dentro de un periodo de tiempo por el cual $MWRT-MCRT \leq 2$ días.

En otra realización, la presente descripción está dirigida a una unidad de tratamiento de aguas residuales que comprende: un recipiente de crecimiento; medios para añadir una corriente de desecho acuosa que comprende componentes metabolizables al recipiente de crecimiento; al menos un cultivo bacteriano en el recipiente de crecimiento, que metaboliza al menos una parte de los componentes metabolizables de la corriente de desecho acuosa, formando de este modo una suspensión bacteriana en un líquido acuoso voluminoso, en donde el líquido acuoso voluminoso está desprovisto de componentes metabolizables en relación a la corriente de desecho acuosa; medios para airear la suspensión bacteriana y el líquido acuoso voluminoso en el recipiente de crecimiento; medios para separar una parte de la suspensión bacteriana del líquido acuoso voluminoso, formando de este modo una masa bacteriana; medios para retirar la masa bacteriana de la unidad de tratamiento de aguas residuales; medios para ajustar la velocidad a la que la masa bacteriana es retirada para proporcionar un MCRT de las bacterias en la unidad de tratamiento de aguas residuales de no más que 8 días; medios para retirar una parte del líquido acuoso voluminoso de la unidad de tratamiento de aguas residuales, en donde dicho líquido acuoso voluminoso está sustancialmente exento de sólidos suspendidos totales; medios para secar la masa bacteriana retirada; y medios para ajustar el periodo de tiempo en el que la masa bacteriana retirada es secada, por el cual $MWRT-MCRT \leq 2$ días.

Se describe un método que comprende: recibir una corriente de desecho acuosa de una planta procesadora de alimentos y/o bebidas que comprende subproductos de alimentos y/o bebidas metabolizables disueltos o suspendidos con niveles de DBO de $\geq$ aproximadamente 100 mg/l; añadir la corriente de desecho acuosa que comprende componentes metabolizables a un recipiente de crecimiento que contiene al menos un cultivo bacteriano, a un primer caudal; dejar que las bacterias del al menos un cultivo bacteriano crezcan en el recipiente de crecimiento metabolizando al menos una parte de los componentes metabolizables de la corriente de desecho acuosa, formando de este modo una suspensión bacteriana en un líquido acuoso voluminoso, en donde el líquido acuoso voluminoso está desprovisto de componentes metabolizables en relación a la corriente de desecho acuosa; separar una porción de la suspensión bacteriana del líquido acuoso voluminoso, formando de este modo una masa bacteriana; retirar la masa bacteriana a un segundo caudal; retirar una porción del líquido acuoso voluminoso a un tercer caudal, en donde el líquido acuoso voluminoso está sustancialmente exento de sólidos suspendidos totales y tiene una DBO

dentro de niveles permitidos; ajustar el segundo caudal para proporcionar un MCRT de las bacterias de no más que 8 días; secar la masa bacteriana retirada dentro de un periodo de tiempo por el cual $MWRT-MCRT \leq 2$ días; y proporcionar la masa bacteriana seca como fuente de proteínas para el alimento de animales.

5 Se describe una composición que comprende: una masa bacteriana que comprende una mezcla de bacterias, en donde dichas bacterias se seleccionan del grupo que consiste en bacterias modificadas genéticamente, Micrococci, Bacilli, Flavobacteria, methanogens, Pseudomona, Nitrosomona, Nitrobacteria, Alcaligenes, bacterias nitrificantes, heterótrofos aeróbicos, y combinaciones de los mismos; en donde dicha masa bacteriana tiene un contenido de proteínas de 45% o mayor.

10 Se describen en la presente memoria aparatos y métodos para procesar una corriente de desecho acuosa. En algunas realizaciones de la descripción, un método incluye recibir una primera señal asociada con una cantidad de una primera porción de una masa bacteriana dentro de un sistema de tratamiento de aguas residuales. En algunas realizaciones, la primera señal puede ser proporcional a un caudal de una corriente de desecho que entra en el sistema de tratamiento de aguas residuales. La primera porción de la masa bacteriana está contenida dentro de una primera porción de un líquido acuoso voluminoso dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales. Se calcula una masa celular total de la masa bacteriana dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales en base al menos a la primera señal. Se recibe una segunda señal asociada con una cantidad de una segunda porción de la masa bacteriana. La segunda porción de la masa bacteriana está contenida dentro de una segunda porción del líquido acuoso voluminoso, que está saliendo del sistema de tratamiento de aguas residuales a un caudal. Después, el método incluye calcular un tiempo medio de retención celular de la masa bacteriana dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales en base a la masa celular total de la masa bacteriana dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales y la segunda señal. El caudal de la segunda porción del líquido acuoso voluminoso se ajusta de tal modo que el tiempo medio de retención celular de la masa bacteriana dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales está dentro de un intervalo predeterminado. El intervalo predeterminado es un periodo de tiempo entre dos días y ocho días.

25 **Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es un esquema de una planta de tratamiento de aguas residuales convencional que usa un procedimiento biológico.

La Figura 2 es un esquema de un procedimiento convencional para la deshidratación y desecho de WAS.

La Figura 3 es un esquema del procedimiento de la presente invención.

30 La Figura 4 es una ilustración esquemática de un tratamiento de aguas residuales según una realización.

La Figura 5 es un diagrama de flujo de un método para ajustar un caudal de un líquido acuoso voluminoso dentro de un sistema de tratamiento de aguas residuales según una realización.

La Figura 6 es un diagrama de flujo de un método para ajustar un precio de contrato asociado con un procedimiento de tratamiento de aguas residuales según una realización.

35 La Figura 7 es un diagrama de flujo de un método para ajustar una parte de un procedimiento de tratamiento de aguas residuales según una realización.

La Figura 8 es una representación gráfica de un coste de tratamiento de una corriente de desecho acuosa y un valor de los productos recuperados como función del tiempo según una realización.

40 La Figura 9 ilustra datos de crecimiento reales para peces alimentados con alimento que contiene proteína de células simples.

La Figura 10 ilustra análisis de cuerpo completo de tilapia alimentada con alimento suplementado con proteína de células simples.

Descripción detallada de la invención

45 Las expresiones “fango activado de desecho” (WAS), “masa celular”, “masa bacteriana” y “masa celular bacteriana” se emplean de manera intercambiable en la presente memoria para hacer referencia a una masa relativamente concentrada de microorganismos.

Las expresiones “nutrientes”, “componentes metabolizables”, “compuestos que contienen carbono” se emplean de manera intercambiable para hacer referencia a compuestos orgánicos que un organismo necesita para vivir y crecer.

50 En una realización, la presente invención está dirigida a un procedimiento para preparar una masa bacteriana seca definida en las reivindicaciones adecuada para el uso como fuente de proteínas, p.ej. en alimentos para animales, particularmente alimentos para animales criados para el consumo humano, tal como en acuicultura.

Más específicamente, la presente invención está dirigida a un procedimiento en el que se usa agua residual de las corrientes de desecho de plantas procesadoras de alimentos o bebidas como medio de crecimiento para organismos de células simples (p.ej., bacterias) que son recogidos después como una fuente de proteínas rentable y barata, adecuada para el uso en alimentos para animales. El agua residual de los alimentos o bebidas en las plantas procesadoras puede ser caracterizada por su nivel de DBO, que generalmente se correlaciona con la cantidad de material orgánico en el agua residual. Como se discutió anteriormente, para cumplir las normativas de descarga de aguas residuales, las plantas procesadoras a menudo utilizan la conversión biológica del material orgánico en el agua residual para reducir la DBO hasta que esté dentro del nivel regulado. Sin embargo, la masa bacteriana formada y retirada durante el proceso de conversión biológica (es decir, WAS) es desechada típicamente mediante cualquiera de los diversos métodos discutidos anteriormente. Así, los procesadores de alimentos asumen el coste de operación del proceso de tratamiento de aguas residuales, así como descartan el WAS. Para minimizar los costes de desecho del WAS (que se basan típicamente en el peso o volumen del WAS), el WAS es típicamente “digerido” (es decir, usando decaimiento endógeno para romper la masa bacteriana en compuestos volátiles). Aunque esto reduce el volumen de la corriente de desechos sólida, el contenido de proteínas del WAS digerido también es degradado.

Como en los procedimientos de tratamiento de aguas residuales convencionales, el procedimiento de la presente invención también proporciona el tratamiento biológico del material orgánico presente en el agua residual de una planta procesadora de alimentos o bebidas, reduciendo de este modo la DBO del agua residual a niveles que cumplen las regulaciones de descarga. Sin embargo, el procedimiento de tratamiento de la presente invención difiere del de los procedimientos de tratamiento de aguas residuales convencionales en que es controlado, como se describe en la presente memoria, para maximizar el nivel de proteínas en la masa bacteriana producida en, y retirada del, procedimiento de tratamiento.

Además, en lugar de digerir la masa bacteriana, el procedimiento de la presente invención proporciona el secado de la masa bacteriana casi inmediatamente después de su retirada para preservar y maximizar el contenido de proteínas y la calidad en la misma. Los biosólidos secos retirados de los procedimientos de tratamiento de residuos convencionales pueden tener porcentajes de ceniza superiores a 35%. Dado que la ceniza comprende material refractario (generalmente inorgánico) que los animales no pueden metabolizar totalmente, es deseable reducir la producción de ceniza modificando las condiciones de operación en la planta de tratamiento de aguas residuales. En los procedimientos de tratamiento de aguas residuales convencionales, la producción de biosólidos es vista en cierto modo como un lastre, dado que deben ser desechados como residuo. Si bien se tratan adicionalmente para producir un producto comercial (p.ej., material compost), tales productos son de valor relativamente bajo. Por consiguiente, el WAS es típicamente digerido (es decir, almacenado durante días o semanas bajo condiciones aeróbicas o bien anaeróbicas) a fin de convertir alguna fracción de la masa de sólidos en diversos gases y metabolitos solubles, lo que reduce la masa orgánica del WAS. Esto permite a una instalación de tratamiento convencional reducir el volumen de biosólidos que requieren desecho, reduciendo de este modo los costes de desecho. Sin embargo, los compuestos digeridos de manera relativamente fácil (tales como proteínas y lípidos) son los metabolizados primero durante la digestión, mientras que las moléculas más refractarias e inorgánicas permanecen en el WAS digerido. Al aumentar la digestión, el WAS alcanza un porcentaje cada vez más alto de ceniza (es decir, materia refractaria o inorgánica) a costa de componentes nutricionales, más valiosos.

Como se discutió anteriormente, el procedimiento de la presente invención elude la digestión de WAS a fin de aumentar el contenido de proteínas y lípidos del WAS y potenciar su valor nutricional. Eludir la digestión aumenta los niveles de proteína bruta en los biosólidos recuperados, minimizando la degradación. Por ejemplo, una muestra de biosólidos de la pasta filtrada seca de un procedimiento de tratamiento de aguas residuales convencional que incluye una etapa de digestión tuvo un contenido de proteínas de aproximadamente 33%, mientras que una muestra similar retirada antes de la digestión (y que tenía una edad de fango “joven” de aproximadamente 5 días) dio un contenido de proteínas de más que 50% -un valor que se acerca a los niveles de proteína de 60% a 70% considerados generalmente un límite superior práctico para los niveles de proteína en las bacterias (Niedhardt *et al.*, *Physiology of the Bacterial Cell: A Molecular Approach*, 1990, Sunderland, MA; Gottschalk, *Bacterial Metabolism*, 2^a edición, 1986, Springer-Verlag).

En el procedimiento de la presente invención, la cantidad de masa bacteriana producida y los niveles de proteína en la masa bacteriana son controlados ajustando el tiempo medio de retención celular (MCRT, por sus siglas en inglés) de las células bacterianas en el procedimiento. El valor del MCRT en sí puede ser controlado ajustando la velocidad a la que la masa bacteriana es retirada (también referida como “desechada”) del proceso, como se describirá en más detalle más adelante.

El MCRT se puede calcular dividiendo la masa celular (p.ej., bacteriana) total instantánea en el proceso de tratamiento de aguas residuales por la masa bacteriana retirada por unidad de tiempo. La masa bacteriana total en el proceso se puede medir por diversos métodos convencionales, por ejemplo retirando muestras de agua residual de volumen conocido del proceso, midiendo la masa bacteriana en esas muestras, y extrapolando la masa bacteriana en esas muestras a la de la masa bacteriana total en el volumen entero del procedimiento de tratamiento de aguas residuales. Otros métodos para estimar la masa bacteriana total serán evidentes para los expertos habituales en la técnica. Así, si la masa bacteriana total es 45,36 kilogramos (100 libras) y se retiran 9,07 kilogramos (20 libras) de masa bacteriana por día, el valor MCRT sería 5 días.

El MCRT del procedimiento de la presente invención debe ser ajustado a no más que 8 días. En otras realizaciones, el MCRT es mantenido a no más que aproximadamente 7 días, no más que aproximadamente 6 días, no más que aproximadamente 5 días, no más que aproximadamente 4 días, o no más que aproximadamente 3 días, o no más que aproximadamente 2 días (inclusive todos los intervalos y subintervalos entre cualquiera de los valores indicados anteriormente). Alternativamente, no se debe retirar más que aproximadamente 1/8, 1/7, 1/6, 1/5, 1/4, 1/3 o 1/2 de la masa bacteriana del proceso de tratamiento por día (inclusive todos los intervalos y subintervalos entre cualquiera de los valores indicados anteriormente). En aún otras realizaciones, el MCRT es aproximadamente 1 a 6 días, aproximadamente 1 a 4 días, o aproximadamente 1 a 3 días. Si el MCRT es mayor que aproximadamente 6 días, se obtienen menores rendimientos de proteína, porque la edad media de las células bacterianas es demasiado alta, y las células bacterianas relativamente viejas son sometidas a un decaimiento endógeno que da como resultado una disminución del contenido de proteínas total, y en algunos casos, proteína de menor calidad. Si el valor de MCRT es demasiado bajo (p.ej., menor que aproximadamente 1 día), las células bacterianas suspendidas en el líquido voluminoso son incapaces de sedimentar en un decantador de gravedad, y por lo tanto se deben usar métodos de separación alternativos tales como flotación en aire disuelto y biorreactores de membrana para separar las células "jóvenes" del líquido voluminoso. En general, las células que tienen 2,5 días o más se sedimentan bien. Si se debe retirar amoníaco del agua residual (p.ej., como lo dictado por una licencia de tratamiento de aguas residuales), entonces las células no pueden ser significativamente más jóvenes que aproximadamente 4 días.

Además, se ha encontrado que controlar el "tiempo de residencia medio de desecho" (MWRT, por sus siglas en inglés) conjuntamente con el MCRT proporciona niveles de proteína mejorados de la masa bacteriana recogida. El MWRT es el tiempo de residencia medio de compuestos que contienen carbono en el proceso (p.ej., los compuestos orgánicos que contribuyen a la DBO de la corriente de desecho), medido desde el momento en que estos compuestos entran en el proceso (p.ej., el recipiente de aireación) en la corriente de agua residual, y terminando cuando el carbono es recuperado en la masa bacteriana seca (es decir, después de que la etapa de secado está completa). El MWRT se calcula dividiendo la masa total de carbono en el proceso (p.ej., carbono que entra en el proceso en el agua residual más el contenido de carbono de las células bacterianas suspendidas en el agua residual menos cualquier carbono, p.ej., CO₂, perdido por diversos procesos metabólicos o carbono perdido por precipitación, etc.) por la masa total de carbono en la masa bacteriana seca recuperada por día. La expresión "masa bacteriana seca" se refiere a una masa bacteriana secada hasta un contenido de humedad al cual la masa bacteriana es suficientemente estable para el almacenamiento y transporte (p.ej., menos que aproximadamente 30% de humedad, menos que aproximadamente 20% de humedad, menos que aproximadamente 10% de humedad, menos que aproximadamente 5% de humedad, menos que aproximadamente 4% de humedad, menos que aproximadamente 3% de humedad, menos que aproximadamente 2% de humedad, o menos que aproximadamente 1% de humedad). Así, si la masa total de carbono en el proceso es 45,36 kilogramos (100 libras) y se recuperan 6,8 kilogramos (15 libras) por día de carbono después de secar la masa bacteriana, el MWRT es aproximadamente 6,7 días. El MWRT se correlaciona con la cantidad de tiempo entre retirar la masa bacteriana del proceso y secar posteriormente la masa bacteriana. Así, los valores de MWRT pueden ser controlados por cómo de rápido se seca la masa bacteriana tras la retirada del proceso -se pueden alcanzar valores de MWRT bajos secando la masa bacteriana casi inmediatamente tras la separación y retirada. Dado que el MWRT está limitado inherentemente por el MCRT, los valores de MWRT también pueden ser controlados ajustando el MCRT. Por ejemplo, si la separación y secado requieren un día y el MCRT es 4 días, entonces reducir el MWRT en un día puede ser llevado a cabo reduciendo el MCRT en un día (p.ej., aumentando la velocidad de desecho mientras se continúa secando las células separadas dentro de un día).

El valor de MWRT para el procedimiento de la presente invención es no más que 10 días. En otras realizaciones, el valor de MWRT es no más que aproximadamente 9 días, no más que aproximadamente 8 días, no más que aproximadamente 7 días, no más que aproximadamente 6 días, no más que aproximadamente 5 días, no más que aproximadamente 4 días, no más que aproximadamente 3 días, o no más que aproximadamente 2 días (inclusive todos los intervalos y subintervalos entre cualquiera de estos valores). En una realización particular, el valor de MWRT es 6,5-7 días o menos. En otras realizaciones, el valor de MWRT es 2-5 días o menos, o aproximadamente 2-3 días. Si el MWRT es $\geq$ aproximadamente 7 días, el rendimiento en proteína del proceso se reduce, porque se puede producir algo de degradación de las células bacterianas antes de la recuperación y secado de la masa bacteriana. En el procedimiento de la presente invención, los valores de MWRT y MCRT pueden ser controlados ambos de tal modo que el contenido de proteínas dentro de la masa bacteriana se reduce no más que 50% durante el periodo de tiempo entre la recuperación y el secado. Los valores de MWRT y MCRT relativos pueden ser expresados matemáticamente como "MWRT-MCRT", de tal modo que MWRT-MCRT es $\leq$ aproximadamente 1 día, $\leq$ aproximadamente 0,5 días, $\leq$ aproximadamente 0,25 días, $\leq$ aproximadamente 0,2 días, $\leq$ 0,15 días, $\leq$ aproximadamente 0,1 días, o $\leq$ 0,05 días, inclusive todos los valores e intervalos entre los mismos. En aún otras realizaciones, el valor de MWRT-MCRT es aproximadamente 0,05 a aproximadamente 0,5 días, aproximadamente 0,1 a aproximadamente 0,5 días, aproximadamente 0,25 a aproximadamente 2 días, aproximadamente 0,25 a aproximadamente 1 día, aproximadamente 0,25 a aproximadamente 0,5 días, aproximadamente 0,5 a aproximadamente 2 días, o aproximadamente 0,5 a aproximadamente 1 día.

En otras realizaciones del procedimiento de la presente invención, el procedimiento entero se lleva a cabo bajo condiciones esencialmente aeróbicas. La expresión "condiciones esencialmente aeróbicas" incluye realizaciones del procedimiento de la presente invención que emplean un tanque de equalización (es decir, un tanque de contención

del afluente o tanque de almacenamiento que permite al procedimiento de la presente invención operar bajo condiciones de flujo estable independientemente del volumen instantáneo de agua residual generado por la planta de procesamiento de alimentos). Aunque no se pretende ningún tratamiento del agua residual en el tanque de equalización, bajo algunas condiciones se puede producir una pequeña cantidad de digestión anaeróbica en el tanque de equalización; sin embargo el grado de digestión anaeróbica bajo tales condiciones es sustancialmente más bajo que el proporcionado por operaciones unitarias conocidas en la técnica que son diseñadas para soportar procesos de digestión anaeróbica. Se ha encontrado que las etapas de proceso anaeróbicas, las condiciones de operación o las operaciones unitarias reducen la calidad de la biomasa producida en el proceso aeróbico posterior (es decir, el contenido de proteína, etc.) convirtiendo el sustrato de desecho (p.ej., el medio de crecimiento derivado de alimentos) en formas reducidas que no soportan la producción de proteína en las células bacterianas en cantidades suficientes para producir un SCP bacteriano económico. Además, las etapas de proceso anaeróbicas no proporcionan cantidades significativas de proteína bacteriana (anaeróbica). En otras palabras, el contenido de proteínas bruto resultante parece estar limitado a <60% cuando se emplea un pretratamiento anaeróbico del afluente. Esta relativa falta de proteína da como resultado un material que es sólo marginalmente aprovechable o no aprovechable.

La Figura 3 ilustra esquemáticamente una realización del procedimiento de la presente invención. El agua residual de un proceso 20 de fabricación de alimentos y que contiene residuos 21 transportados por el agua fluye hacia un recipiente 22 de crecimiento. El recipiente 22 de crecimiento tiene cualquier estructura adecuada para el crecimiento y proliferación de microorganismos conocida en la técnica del tratamiento de aguas residuales, incluyendo uno o más recipientes anóxicos convencionales o uno o más depósitos de aireación convencionales en los que los residuos (es decir, material que contiene DBO, transportado por el agua) son puestos en contacto con microorganismos suspendidos (p.ej., bacterias, comúnmente presentes en menos que aproximadamente 1% de sólidos). Aunque no preferido, en algunas realizaciones el recipiente 22 de crecimiento también puede incluir un recipiente anaeróbico convencional. Durante el tratamiento biológico del agua residual, estos microorganismos metabolizan los residuos presentes en la corriente de agua residual, y de este modo proliferan a la vez que reducen los niveles de DBO en el agua residual.

Los microorganismos pueden ser separados del agua residual tratada mediante diversos procesos unitarios, que incluyen, por ejemplo, decantación por gravedad (como se describe en el documento US 2003/0232107), flotación en aire disuelto, un biorreactor de membrana, u otros procedimientos conocidos en la técnica. En una realización, los microorganismos son separados por decantación por gravedad (Figura 3), en donde los sólidos suspendidos en el licor mixto del (de los) depósito(s) 22 de aireación fluyen hacia un clarificador 23. Los microorganismos se dejan sedimentar hacia el fondo del clarificador, mientras que el sobreflujo (es decir, agua tratada exenta en gran medida de sólidos suspendidos totales) es descargado de la parte superior del clarificador hacia un cuerpo 24 de agua receptor. El infraflujo (que contiene el grueso de los microorganismos encontrados originalmente en los sólidos suspendidos en el licor mixto, generalmente deshidratados a entre aproximadamente 0,1% y aproximadamente 3% de sólidos) es dividido en dos corrientes. La primera de estas corrientes es devuelta al proceso de tratamiento del agua residual a fin de mantener una concentración adecuada de microorganismos en el proceso. Esta primera corriente se denomina comúnmente fango activado de retorno (RAS). La segunda de estas corrientes (denominada comúnmente fango activado de desecho o WAS) es opcionalmente deshidratada, después secada dentro de un periodo de tiempo corto hasta un contenido de humedad suficientemente bajo para impedir una reducción adicional en el contenido de proteínas del WAS. Después, la masa bacteriana seca puede ser opcionalmente procesada adicionalmente hasta una forma (p.ej., partículas, gránulos, pelets, etc.) que es conveniente para el uso como alimento para animales directamente, o para la formulación con otros ingredientes en un alimento para animales.

Como se indicó anteriormente, en la mayoría de realizaciones el procedimiento de tratamiento de aguas residuales (p.ej., 22, Figura 3) se lleva a cabo en un recipiente de crecimiento. La retirada de los microorganismos del agua residual, por ejemplo usando un proceso clarificador (p.ej., 23, Figura 3) se puede llevar a cabo en un recipiente clarificador independiente, o alternativamente ambos procesos se pueden llevar a cabo en el mismo recipiente (p.ej., un reactor discontinuo secuenciador) cambiando las condiciones de operación, por ejemplo, cortando periódicamente la agitación en el recipiente de crecimiento, permitiendo de este modo la sedimentación por gravedad y la retirada de los microorganismos.

Se pueden usar otros procesos unitarios para separar y recuperar las células bacterianas del líquido voluminoso (por ejemplo como se discute anteriormente) en lugar de un clarificador. Por ejemplo, cuando el clarificador es reemplazado por una unidad de flotación de aire disuelto, el sobreflujo de la unidad de flotación de aire disuelto sería dividido en las corrientes de fango activado de retorno (que es devuelto al recipiente de crecimiento) y fango activado de desecho, y el agua residual tratada (es decir, agua tratada exenta en gran medida de sólidos suspendidos totales) sería descargada del infraflujo. Otro ejemplo incluye el uso de biorreactores de membrana, o MBRs, que emplean filtros de membrana para separar las células bacterianas del líquido voluminoso, a menudo dentro del recipiente de crecimiento. Una porción de estas células podría ser devuelta después al recipiente de crecimiento en parte o en su totalidad, o podría ser desechada en parte o en su totalidad. De manera similar, otras unidades de proceso que se podrían usar para separar y recuperar las células bacterianas del líquido voluminoso estarían integradas de manera apropiada con el recipiente de crecimiento para proporcionar el crecimiento y proliferación de la masa bacteriana usando los residuos contenidos en la corriente del agua residual, separando y secando después el WAS. Independientemente del procedimiento de separación específico usado, la velocidad a la

que el WAS es retirado del proceso global, o la velocidad a la que es obtenida la masa bacteriana seca, ambos procesos de desecho y secado se ajustan para proporcionar valores de MCRT, MWRT y MWRT-MCRT como los descritos anteriormente. Por consiguiente, los niveles de DBO en la corriente de agua residual son reducidos a niveles suficientemente bajos para cumplir con los niveles permitidos para la descarga en cuerpos de agua receptores (p.ej., lagos, ríos, océanos) a la vez que se genera económicamente una masa bacteriana seca con altos niveles de proteína adecuada para el uso en alimentación de animales.

Antes de ser añadidos al recipiente de crecimiento, el agua residual y los residuos transportados en la misma usados en el procedimiento de la presente invención son mantenidos bajo condiciones higiénicas como las de los materiales de calidad alimentaria que comprenden los productos alimenticios convencionales, de tal modo que la masa celular seca final obtenida a partir del procedimiento de la presente invención es adecuada para el uso en alimentos para animales criados para el consumo humano. Por ejemplo, a fin de mantener los niveles higiénicos apropiados de la corriente de desecho, un procesador de alimentos industrial que utilice el procedimiento de la presente invención evitaría el desecho de orgánicos pesados (es decir, desengrasantes y limpiadores), productos químicos tóxicos (incluyendo metales), o aguas residuales en la misma corriente de agua residual, y trataría la corriente de desecho con al menos el mismo nivel de cuidado que otras corrientes de subproductos destinadas para el consumo animal. En una realización, el agua residual y los residuos transportados en el agua cumplen los requisitos bosquejados en la American Association of Feed Control Officials Official Publication (2007).

Inmediatamente después de la separación y retirada del proceso (p.ej., del clarificador, unidad de flotación de aire, o biorreactor de membrana), pero antes del secado, el contenido de sólidos del WAS es típicamente aproximadamente 0,1% a aproximadamente 3%. Aunque el WAS puede ser secado directamente, es a menudo más eficaz y menos costoso deshidratar el WAS antes del secado. En una realización, se puede usar una prensa filtradora de cintas para proporcionar un deshidratado parcial eficaz del WAS. Alternativamente, también se puede usar una centrífuga u otros medios (tales como una prensa asistida por vacío, una columna prensadora de filtros, una prensa de tornillos, una prensa rotatoria, un tambor espesador, un espesador de cintas por gravedad, deshidratación mediada eléctricamente, deshidratación por extrusión, una prensa de plato y armazón, etc.). La deshidratación también puede ser facilitada por la adición de agentes floculantes, p.ej., agentes floculantes GRAS (siglas en inglés de Generalmente Reconocidos Como Seguros) tales como polímeros catiónicos, polímeros no iónicos, polímeros aniónicos, acrilamidas, poliacrilamidas, poliacrilatos, copolímeros de acrilamida-acrilato, etc. Después de la deshidratación con, p.ej., una prensa de cintas, el contenido de sólidos del WAS aumenta generalmente hasta entre aproximadamente 4% y aproximadamente 40%. Como asunto práctico, es difícil retirar toda el agua (es decir, 100%) presente en la masa bacteriana, con lo que términos tales como “húmedo” y “seco” son términos relativos. Como se discutió anteriormente, el término “seco” se refiere a un nivel de agua suficientemente bajo, de tal modo que la masa bacteriana es suficientemente estable para el almacenamiento y transporte. El término “suficientemente estable” significa que se observa menos que aproximadamente un 5% de reducción en el contenido de proteínas a lo largo de un periodo de 30 días cuando se almacena bajo condiciones normales (p.ej., una temperatura menor que o igual a aproximadamente 25°C, una humedad relativa por debajo de aproximadamente 60%). El contenido de sólidos del WAS “seco” varía de aproximadamente 80% a aproximadamente 100%, por ejemplo aproximadamente 80%, aproximadamente 82%, aproximadamente 85%, aproximadamente 87%, aproximadamente 90%, aproximadamente 92%, aproximadamente 95%, aproximadamente 97%, aproximadamente 99%, o aproximadamente 100%, inclusive todos los valores, intervalos y subintervalos entre los mismos.

En algunas realizaciones, en lugar de recuperar la biomasa en la forma de células microbianas generalmente intactas, al menos una parte de las células microbianas puede ser lisada por cualquier método convencional, por ejemplo para mejorar la digeribilidad de la proteína.

Después, el WAS deshidratado puede ser convertido en una forma adecuada para un alimento para animales real (p.ej., un gránulo). Esta unidad de proceso incluye tanto el secado de la masa bacteriana como la desactivación de los microorganismos presentes en la misma. Por ejemplo, después del prensado en cintas, el WAS deshidratado puede ser sometido a un procedimiento de extrusión. En el procedimiento de extrusión, el WAS deshidratado (que contiene aproximadamente 15% de sólidos) es presurizado y hecho pasar a través de orificios a fin de producir múltiples hebras alargadas, cada una con una sección transversal uniforme (que proporciona un secado y distribución de calor uniformes). Después, las hebras son secadas adicionalmente, típicamente manteniendo una temperatura de 105°C durante un periodo de aproximadamente un día o menos. En otras realizaciones, (independientemente del método de conversión usado), el WAS deshidratado puede ser secado dentro de un intervalo de temperatura de 55-105°C, 65-95°C, o aproximadamente 80°C, durante un tiempo suficiente para reducir el contenido de humedad hasta un nivel de aproximadamente 10%. Por ejemplo, el WAS deshidratado puede ser secado durante un periodo de tiempo menor que aproximadamente un día a una temperatura de aproximadamente 70°-105°C, secado durante un periodo de tiempo menor que aproximadamente un día a una temperatura de aproximadamente 70°-95°C, o secado durante un periodo de tiempo menor que aproximadamente un día a una temperatura de aproximadamente 80°C. En realizaciones particulares, el WAS deshidratado se seca a aproximadamente 68°C±10°C. En otras realizaciones particulares, el WAS deshidratado se seca a aproximadamente 68°C±10°C hasta que se consigue un contenido de sólidos de al menos aproximadamente 95%.

En algunas realizaciones, alguna porción de la biomasa puede ser retenida en el agua relativamente “limpia” descargada (p.ej., del clarificador, unidad de flotación de aire, o biorreactor de membrana) después de aislar el WAS

del proceso, y puede ser recuperada de la misma usando métodos adecuados. Tales etapas de recuperación adicionales aumentan la eficacia global y rentabilidad del procedimiento de la presente invención aumentando el rendimiento celular del procedimiento y permitiendo a las instalaciones de tratamiento cumplir los requisitos del efluente. La biomasa adicional recuperada de esta manera puede ser combinada con el WAS aislado de, p.ej., un clarificador, o puede ser deshidratada por separado, secada, y combinada con biomasa seca obtenida de otras partes en el proceso.

Se puede usar cualquier método de secado adecuado, a condición de que el WAS deshidratado sea calentado a un tiempo y temperatura suficientes para secar la masa bacteriana suficientemente sin degradar el contenido de proteínas en la misma. Los métodos de secado incluyen, por ejemplo, estufas de paso simple y paso doble, secadores por pulverización, secadores de tambor rotatorio, secadores de bandeja, secadores solares, etc.

Como resultado del procedimiento de secado, los microorganismos presentes en el material seco están “desactivados” o “inactivados”. La “desactivación” de microorganismos es el proceso por el cual los microorganismos viables son hechos no viables con respecto a la proliferación posterior (p.ej., matando los microorganismos). Se entenderá que generalmente no es práctico desactivar el 100% de todos los microorganismos presentes en una masa celular microbiana. Por lo tanto, una masa celular microbiana “inactivada” es una en la que el nivel de inactivación es suficiente para producir un material alimenticio seguro para los animales destinados a utilizar este material como alimento. Después del secado, la masa bacteriana seca tiene una relación de proteína/ceniza de aproximadamente 2,5/1 a 6,5/1 (o aproximadamente 45% de proteína/17% de ceniza a aproximadamente 65% de proteína/10% de ceniza). En otras realizaciones, la relación proteína/ceniza es aproximadamente 3,2/1 a 8,1/1 (o aproximadamente 55% de proteína/17% de ceniza a aproximadamente 65% de proteína/8% de ceniza). En aún otras realizaciones, la relación proteína/ceniza es aproximadamente 10/1 a 12,5/1 o aproximadamente 10/1 a aproximadamente 12,5 a 1. En realizaciones adicionales, la relación de proteína a ceniza es aproximadamente 2,7/1, aproximadamente 2,9/1, aproximadamente 3,0/1, aproximadamente 3,4/1, aproximadamente 3,6/1, aproximadamente 3,8/1, aproximadamente 4,0/1, aproximadamente 4,2/1, aproximadamente 4,4/1, aproximadamente 4,6/1, aproximadamente 4,8/1, aproximadamente 5,0/1, aproximadamente 5,2/1, aproximadamente 5,4/1, aproximadamente 5,6/1, aproximadamente 5,8/1, aproximadamente 6,0/1, aproximadamente 6,2/1, aproximadamente 6,4/1, aproximadamente 6,6/1, aproximadamente 6,8/1, aproximadamente 7,0/1, aproximadamente 7,2/1, aproximadamente 7,4/1, aproximadamente 7,6/1, aproximadamente 7,8/1, aproximadamente 8,0/1, aproximadamente 8,2/1, aproximadamente 8,4/1, aproximadamente 8,6/1, aproximadamente 8,8/1, aproximadamente 9,0/1, aproximadamente 9,2/1, aproximadamente 9,4/1, aproximadamente 9,6/1, aproximadamente 9,8/1, aproximadamente 10,0/1, aproximadamente 10,2/1, aproximadamente 10,4/1, aproximadamente 10,6/1, aproximadamente 10,8/1, aproximadamente 11,0/1, aproximadamente 11,2/1, aproximadamente 11,4/1, aproximadamente 11,6/1, aproximadamente 11,8/1, aproximadamente 12,0/1, aproximadamente 12,2/1, aproximadamente 12,4/1, o aproximadamente 12,5/1, inclusive todas las relaciones de proteína/ceniza, intervalos de proteína/ceniza, y subintervalos de proteína/ceniza entre los mismos.

Después, la masa bacteriana seca y desactivada puede ser procesada adicionalmente, si se necesita, en una forma más adecuada para la alimentación a animales. Por ejemplo, las hebras secas (o alternativamente láminas o gránulos secos) de la masa bacteriana pueden ser cortados, molidos o machacados para proporcionar un tamaño de gránulo deseado, correspondiente al animal para el que está destinado el alimento. Por ejemplo, los peces y las reses prefieren generalmente un material de rayado basto. También se puede incluir una etapa de cribado posterior para retirar los finos cuando tales finos se consideren problemáticos (p.ej., en acuicultura, los finos pueden comprometer indeseablemente la calidad del agua). En esta fase, la masa bacteriana seca y procesada es adecuada para el uso directamente como alimentación para animales, o puede ser combinada con otros ingredientes en la formulación de alimento para animales.

Como se discutió anteriormente, la biomasa bacteriana producida por cualquiera de los procedimientos de la presente invención es diferente de la biomasa WAS producida a partir de los procesos de tratamiento de aguas residuales convencionales en diversos aspectos. Por ejemplo, como el agua residual en sí es mantenida bajo condiciones higiénicas, la biomasa resultante no contiene componentes tóxicos o perjudiciales de otra manera (p.ej., metales pesados, residuos de detergentes, etc.) que la harían inadecuada o no apta para el consumo de animales (p.ej., peces) que serían usados posteriormente como fuentes de alimentos para seres humanos.

También, controlando el procedimiento para proporcionar valores de MCRT, MWRT y MCRT-MWRT como los descritos en la presente memoria, la masa bacteriana producida por cualquiera de los procedimientos de la presente invención es de calidad generalmente más alta en comparación con la proteína de biomasa producida a partir de corrientes de agua residual por procedimientos convencionales. Por ejemplo, los niveles de ácidos nucleicos libres presentes en la biomasa reflejan el grado de degradación de las células –niveles más altos de ácidos nucleicos libres indican niveles más altos de degradación celular, y proteína de menor calidad. El nivel de ácidos nucleicos libres en la biomasa producida por el procedimiento reivindicado es generalmente aproximadamente 10% o menos (en algunas realizaciones aproximadamente 9% o menos, aproximadamente 8% o menos, aproximadamente 7% o menos, aproximadamente 6% o menos, aproximadamente 5% o menos, aproximadamente 4% o menos, aproximadamente 3% o menos, aproximadamente 2% o menos, aproximadamente 1% o menos, inclusive los valores e intervalos entre los mismos). Por contraste, los procedimientos convencionales para el tratamiento

biológico de corrientes de aguas residuales producen generalmente una biomasa con niveles de ácidos nucleicos mucho más altos, p.ej., aproximadamente 11-12% o superiores. Además, el contenido de proteínas bruta (es decir, los niveles de proteína estimados en base al contenido de nitrógeno analizado) de la biomasa proporcionada por el procedimiento de la presente invención es típicamente más alto que aproximadamente 56% (por ejemplo aproximadamente 58%, aproximadamente 60%, aproximadamente 62%, aproximadamente 64%, aproximadamente 66%, aproximadamente 68%, aproximadamente 70%, aproximadamente 72%, aproximadamente 74%, aproximadamente 76%, aproximadamente 78%, aproximadamente 80%, aproximadamente 82% o aproximadamente 84%, inclusive todos los valores e intervalos entre los mismos), mientras que la biomasa producida a partir de procesos de tratamiento de aguas residuales convencionales tiene un contenido de proteínas bruta mucho más bajo, generalmente aproximadamente 30-56%. En una realización, los valores de proteína bruta de la biomasa producida por el procedimiento de la presente invención varían de aproximadamente 60-82%. En otra realización, el contenido de proteínas bruta varía de aproximadamente 66-80%.

Como se indicó anteriormente, "proteína bruta" estima el contenido de proteínas total en base al contenido de nitrógeno analizado de la biomasa. Sin embargo, los valores de proteína bruta generalmente sobreestiman la cantidad real de proteína en la biomasa, dado que el contenido de nitrógeno analizado incluye nitrógeno de fuentes no proteínicas (ácidos nucleicos, etc.). El contenido de "proteína real" es una medida alternativa del contenido de proteínas basado en la cantidad de aminoácidos presentes en la biomasa. Los procedimientos de la presente invención producen biomasa seca que tiene contenidos de proteína real más altos que 50% (por ejemplo, aproximadamente 51%, aproximadamente 52%, aproximadamente 53%, aproximadamente 54%, aproximadamente 55%, aproximadamente 56%, aproximadamente 57%, aproximadamente 58%, aproximadamente 59%, aproximadamente 60%, o aproximadamente 62%, inclusive todos los valores e intervalos entre los mismos). En contraste, la biomasa producida a partir de los procedimientos convencionales tienen generalmente valores de proteína real de <40%.

La biomasa producida por el procedimiento de la presente invención tiene también niveles relativamente altos de vitamina B-12, por ejemplo niveles mayores que aproximadamente 5 mg/kg, mayores que aproximadamente 7 mg/kg, mayores que aproximadamente 10 mg/kg, o mayores que aproximadamente 12 mg/kg, inclusive todos los valores, intervalos y subintervalos entre los mismos.

Además, y como se describe en la presente memoria, la biomasa producida por los diversos procedimientos de la presente invención se lleva a cabo típicamente usando una mezcla de diferentes tipos de microorganismos, típicamente organismos aeróbicos (o aerobios facultativos, microaerófilos, etc.), pero también puede incluir microorganismos anaeróbicos. Usar una mezcla de diferentes tipos de microorganismos puede ser ventajoso en que la población de microorganismos puede adaptarse a cambios en las condiciones de proceso, mientras que los procesos que usan un único tipo de microorganismo (p.ej., anaerobios) son más vulnerables a "contratiempos" del proceso, lo que podría reducir la cantidad de biomasa producida.

Además, el procedimiento de la presente invención difiere de otros procedimientos conocidos para producir alimentos para animales que comprenden biomasa derivada de microorganismos (p.ej., el procedimiento de Norferm, abandonado actualmente, para producir el producto Bioprotein®) en que la fuente de nutrientes del procedimiento de la presente invención es renovable y mucho menos cara -es decir, usa esencialmente nutrientes "libres", que serían típicamente descartados, obtenidos de corrientes de agua residual de plantas de procesamiento de alimentos y bebidas -mientras que, p.ej., el procedimiento de Norferm usa hidrocarburos "fósiles" relativamente valiosos (p.ej., gas natural), que se usarían típicamente como fuente de combustibles, como fuente de nutrientes para microorganismos metanotróficos. Como resultado, el procedimiento de la presente invención es sustancialmente menos caro y esencialmente "neutro de carbono" -es decir, utiliza una fuente de nutrientes que comprende carbono derivado biológicamente, en lugar de una fuente de nutrientes que comprende carbono "fósil" (que aumentaría los niveles de CO₂ netos en el medio ambiente).

Las ventajas económicas del procedimiento de la presente invención resultan del hecho de que el tratamiento y desecho de las aguas residuales se considera generalmente parte del gasto de funcionamiento de una planta de procesamiento de alimentos o bebidas. Dado que el procedimiento de la presente invención produce biomasa adecuada para el uso como alimento para animales y agua residual "tratada", que tiene bajos niveles de DBO adecuados para el desecho en un cuerpo de agua, el procedimiento de la presente invención no añade de hecho costes de tratamiento de agua residual adicionales, a la vez que también produce un producto comercialmente valioso (es decir, el alimento para animales). Por tanto, la fuente de nutrientes (es decir, el agua residual) para cultivar las células bacterianas es de hecho "libre". Como resultado, el procedimiento de la presente invención puede proporcionar biomasa adecuada para el uso en alimentos para animales, así como el alimento para animales resultante, a un coste sustancialmente más bajo que los métodos convencionales.

Además, dado que la fuente de nutrientes de los microorganismos usados en el procedimiento de la presente invención es renovable, la biomasa producida a partir del procedimiento es químicamente diferente y puede ser distinguida de la biomasa derivada de fuentes no renovables (es decir, hidrocarburos "fósiles" o compuestos petroquímicos). Como se discutió anteriormente, los nutrientes renovables usados en los diversos procedimientos de la presente invención proceden de los productos de desecho de procesar alimentos y/o bebidas. Estos productos de desecho proceden por tanto de fuentes vegetales o animales. Las plantas "fijan" el CO₂ atmosférico para producir los

carbohidratos (es decir, azúcares, celulosa, etc.) necesarios por la planta para crecer y reproducirse, y los animales comen estas plantas (o comen animales que comen plantas). Por tanto, los átomos de carbono de todos los animales y plantas al final proceden del CO₂ atmosférico.

El CO₂ atmosférico comprende una pequeña cantidad del isótopo radiactivo ¹⁴C. Este ¹⁴C es producido continuamente en la atmósfera cuando los átomos de nitrógeno atmosférico son golpeados por neutrones producidos en la atmósfera por los rayos cósmicos, causando que estos átomos de nitrógeno pierdan un protón y formen ¹⁴C, que es entonces oxidado inmediatamente a ¹⁴CO₂. Una pequeña pero mensurable fracción de CO₂ atmosférico está presente por tanto en la forma de ¹⁴CO₂. Las plantas que “fijan” el CO₂ atmosférico, incluyendo ¹⁴CO₂, y los animales que consumen estas plantas, incorporan así ¹⁴C. El ¹⁴C decae lentamente a ¹⁴N (semivida de 5.730 años), y por tanto las fuentes de carbono “fósil” (p.ej., petróleo, gas natural) contienen niveles reducidos de ¹⁴C en comparación con fuentes de carbono renovables derivadas de una actividad biológica más reciente. Como consecuencia, la biomasa producida a partir de fuentes de nutrientes renovables (es decir, la biomasa producida por los diversos procedimientos de la presente invención) tiene niveles más altos de ¹⁴C en comparación con la biomasa producida a partir de nutrientes que comprenden carbono “fósil”.

El contenido de ¹⁴C puede ser cuantificado por diversos métodos, por ejemplo por el método de ensayo ASTM D 6866-05 (“Determining the Biobased Content of Natural Range Materials Using Radiocarbon and Isotope Ratio Mass Spectrometry Analysis”). Este método de ensayo mide la relación de isótopos ¹⁴C/¹²C en una muestra y la compara con la relación de isótopos ¹⁴C/¹²C en un material estándar biobasado al 100% para dar el porcentaje de contenido biobasado de la muestra. “Materiales biobasados” son materiales orgánicos en los que el carbono procede de CO₂ fijado recientemente (en una escala de tiempo humana) presente en la atmósfera. Por ejemplo, un material biobasado tiene típicamente una relación de isótopos ¹⁴C/¹²C de aproximadamente los niveles medioambientales de estado estable de aproximadamente 1 ppt (partes por trillón), o ligeramente más bajos (es decir, debido a una pequeña cantidad de decaimiento radioactivo). Contrariamente, un material basado en fósil, tiene una relación de isótopos ¹⁴C/¹²C significativamente más baja en comparación con materiales biobasados, porque los niveles de ¹⁴C iniciales son reducidos sustancialmente por decaimiento radioactivo. Esta relación también puede ser presentada como porcentaje con las unidades “pMC” (tanto por ciento de carbono moderno). Si el material que se analiza es una mezcla de radiocarbono del día presente y carbono fósil (que contiene niveles muy bajos de ¹⁴C), entonces el valor pMC obtenido se correlaciona directamente con la cantidad de biomasa presente en la muestra. Las composiciones de la presente invención tienen valores pMC de al menos aproximadamente 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, inclusive todos los valores y subintervalos entre los mismos. En una realización, las composiciones de la presente invención tienen un valor pMC de aproximadamente 100. En otras realizaciones las composiciones de la presente invención tienen un pMC de al menos aproximadamente 90.

Los procedimientos de deshidratación, secado y desactivación deben ocurrir dentro de un programa de tiempo corto después de la retirada de la masa bacteriana del proceso de tratamiento de agua residual (es decir, para proporcionar valores MWRT dentro de los intervalos descritos anteriormente). Este corto programa de tiempo asegura que la masa bacteriana seca resultante tenga un contenido de proteínas suficientemente alto y una calidad adecuada para el uso como alimento para animales, o aditivo de alimento para animales. Esto requiere generalmente que los procedimientos de deshidratación, secado y desactivación deben ocurrir en la inmediata proximidad del proceso de tratamiento de agua residual donde se produce la masa bacteriana.

El procedimiento de la presente invención puede ser operado de una manera continua. Por ejemplo, el agua residual puede ser introducida en el recipiente de crecimiento (p.ej., depósito de aireación) continuamente, y el WAS y el agua residual tratada exenta de sólidos suspendidos totales puede ser retirada continuamente. Además, el WAS retirado del proceso puede ser opcionalmente deshidratado y secado después continuamente también. Alternativamente, el procedimiento de la presente invención puede ser operado en un modo discontinuo, en donde el flujo de agua residual puede ser interrumpido, y el WAS retirado del proceso puede ser almacenado durante un periodo de tiempo o transportado a otra ubicación, p.ej. dentro de los tanques de proceso, o en un recipiente de contención, o mediante camiones, tuberías, etc., antes del secado. En otras realizaciones, el agua residual y el agua residual tratada exenta en gran medida de sólidos suspendidos totales pueden ser introducidas y retiradas, respectivamente, en una base continua, mientras que un lote del WAS retirado en el proceso es almacenado previamente antes de ser secado.

En una realización particular, el procedimiento de la presente invención es operado de una manera continua bajo condiciones consistentes todo el año a fin de maximizar el contenido de proteínas y minimizar la variabilidad, ya que una variación en p.ej. el contenido de proteínas de más que aproximadamente ± 5-10% puede causar dificultades al formular alimentos para animales a partir de las composiciones de la presente invención.

Los microorganismos adecuados para el uso en el procedimiento de la presente invención incluyen bacterias modificadas genéticamente, Pseudomonas, Flavobacteria, Achromobacteria, Micrococci, Bacilli, Alcaligenes, metanogens, Nitrosomonas, Nitrobacteria, bacterias nitrificantes (p.ej., bacterias que convierten el NH₃ en NO₃⁻), heterótrofos aeróbicos (p.ej., aerobios obligados o facultativos que usan un sustrato orgánico para el crecimiento y desarrollo), cualquiera de los microorganismos descritos en la patente de EE.UU. 4.317.843, y combinaciones de los mismos.

El recipiente de crecimiento puede contener una única cepa de bacterias (p.ej., una única cepa de cualquiera de las bacterias descritas en la presente memoria), o dos o más cepas de bacterias (p.ej., una combinación de cualquiera de las bacterias descritas en la presente memoria). En una realización, las bacterias o mezclas de bacterias se seleccionan para proporcionar una masa bacteriana seca que tiene un contenido de proteínas bruto de aproximadamente 45% o más. En otras realizaciones, el contenido de proteínas bruto de la masa bacteriana seca es aproximadamente 50% o más, aproximadamente 55% o más, aproximadamente 60% o más, aproximadamente 65% o más, aproximadamente 70% o más o aproximadamente 75% o más (inclusive todos los valores o subintervalos entre los mismos). En ciertas realizaciones, el contenido de proteínas bruto de la masa bacteriana seca puede ser menor que aproximadamente 45%, por ejemplo aproximadamente 30-45%.

- 5
- 10 En otras realizaciones, los niveles de aminoácidos, niveles de aminoácido totales y niveles de proteína bruta son al menos los de la siguiente tabla:

Aminoácido	% de muestra
Alanina	4,65%
Arginina	2,02%
Ácido aspártico	5,43%
Ácido glutámico	4,12%
Glicina	3,46%
Histidina	0,86%
Isoleucina	2,26%
Leucina	3,57%
Lisina	2,57%
Metionina	1,25%
Cisteína	0,31%
Fenilalanina	2,07%
Prolina	2,19%
Serina	1,45%
Treonina	3,21%
Triptófano	0,74%
Tirosina	2,18%
Valina	3,13%
Total	45,47%
Proteína bruta	53,80%

En aún otras realizaciones, los niveles de aminoácidos y niveles de aminoácidos totales son al menos los de la siguiente tabla:

Aminoácidos	% de muestra
Alanina	3,82%
Arginina	3,60%
Ácido aspártico	6,36%
Ácido glutámico	8,04%
Glicina	2,81%
Histidina	1,46%
Isoleucina	3,38%
Leucina	5,06%
Lisina	4,34%

Aminoácidos	% de muestra
Metionina	1,41%
Cisteína	0,55%
Fenilalanina	3,29%
Prolina	2,77%
Serina	2,82%
Treonina	3,11%
Triptófano	0,98%
Tirosina	2,83%
Valina	3,52%
Total	60,15%

En una realización particular, se emplean bacterias modificadas genéticamente. Las bacterias modificadas genéticamente adecuadas incluyen bacterias modificadas para expresar más de 65% de proteína, o niveles más altos de lisina (p.ej., aproximadamente 5,5% del material total), metionina (p.ej., aproximadamente 2,3% del material total), cisteína (p.ej., aproximadamente 0,6% del material total), histidina (p.ej., aproximadamente 2% del material total), y arginina (p.ej., aproximadamente 4,4% del material total).

En el procedimiento de la presente invención, se pueden añadir bacterias al recipiente de crecimiento, bien como semilla (es decir, antes del inicio del proceso de tratamiento de desechos) o bien como suplemento para la población de bacterias ya presentes. La práctica convencional para la puesta en marcha de la planta de tratamiento de aguas residuales implica transportar sólidos desde una planta de tratamiento existente. Estos sólidos pueden haber estado en contacto con aguas residuales municipales. Sin embargo, en el procedimiento de la presente invención es deseable evitar poner en contacto microorganismos destinados para alimentación de animales con aguas residuales municipales. Sin embargo, se pueden usar microorganismos derivados de (es decir, la "descendencia" de) poblaciones bacterianas presentes en plantas de aguas residuales, a condición de que el proceso en sí no sea contaminado por componentes de las aguas residuales que harían a la biomasa final producida inadecuada para el uso en alimentos para animales. Por consiguiente, en una realización del procedimiento de la presente invención, se puede usar cualquiera de las diversas bacterias que aparecen en la lista de aditivos de alimentos aprobada para alimentación directa a seres humanos compilada por la United States Food and Drug Administration (Association of American Feed Control Officials, 2001 Official Publication), para producir un cultivo bacteriano adecuado que contiene uno o más tipos de bacterias. Por ejemplo, una o más cepas de las bacterias "aprobadas" indicadas anteriormente se cargan en un fermentador (p.ej., un quimiostato, un reactor discontinuo secuenciador, etc.). La concentración final de bacterias en los sólidos suspendidos en el licor mixto del fermentador debe caer entre aproximadamente 1.000 mg/l y 10.000 mg/l, u otra concentración (p.ej., aproximadamente 1.500 mg/l, aproximadamente 2.000 mg/l, aproximadamente 2.500 mg/l, aproximadamente 3000 mg/l, aproximadamente 3.500 mg/l, aproximadamente 4.000 mg/l, aproximadamente 4.500 mg/l, aproximadamente 5.000 mg/l, aproximadamente 5.500 mg/l, aproximadamente 6.000 mg/l, aproximadamente 6.500 mg/l, aproximadamente 7.000 mg/l, aproximadamente 7.500 mg/l, aproximadamente 8.000 mg/l, aproximadamente 8.500 mg/l, aproximadamente 9.000 mg/l, o aproximadamente 9.500 mg/l, inclusive todos los valores, intervalos y subintervalos entre los mismos) que proporcione una sedimentación fácil de los flóculos bacterianos o facilite de otro modo la recuperación de la masa bacteriana (p.ej., por flotación en aire, usando un biorreactor de membrana, etc.). El fermentador puede ser de diseños convencionales, que incluyen medios para mezclar el cultivo de microorganismos, introducir agua que contiene sustratos, mantener condiciones redox apropiadas, y decantar el agua después de la sedimentación de los flóculos bacterianos. El afluente que contiene sustratos al fermentador es agua de proceso real, que contiene residuos que contribuyen a la DBO transportados en el agua desde una operación de procesamiento de alimentos. El agua decantada del fermentador está mayoritariamente desprovista de esta DBO, habiendo proporcionado energía y sustrato para cumplir las necesidades de crecimiento y mantenimiento del cultivo bacteriano. Durante el crecimiento del cultivo bacteriano, se determinan parámetros tales como sólidos suspendidos totales, sólidos suspendidos volátiles, sólidos suspendidos fijos, e índice volúmico del fango, como medio para controlar el crecimiento y las propiedades de sedimentación del cultivo bacteriano. En diversas fases del desarrollo del cultivo bacteriano, el crecimiento bacteriano requiere trasladar las bacterias desde un fermentador de un tamaño dado hasta un aparato paulatinamente más grande para albergar el creciente número de microorganismos. Esta tarea debe facilitar siempre el mantenimiento de un apropiado índice volúmico del fango en los sólidos suspendidos en el licor mixto de un reactor totalmente cargado, generalmente entre aproximadamente 100 l/kg y aproximadamente 300 l/kg. El objetivo último de este procedimiento de cultivo es crear una comunidad controlada de microorganismos inocuos que constituyen el componente del fango activado de una planta de tratamiento de aguas de proceso a escala industrial. El fango activado de desecho de esta planta, en forma líquida o bien en forma de pasta filtrada, puede ser utilizado para inocular futuras plantas de tratamiento usando esta comunidad de microorganismos. Alternativamente, se

podrían introducir bacterias o enzimas específicas en el proceso en una base continua, de una manera que potencie la producción de proteína y otros componente nutricionales.

El cultivo bacteriano en el procedimiento de la presente invención puede comprender mezclas de diferentes cepas bacterianas, o puede comprender un monocultivo bacteriano. Por ejemplo, el cultivo bacteriano en el procedimiento de la presente invención puede ser un monocultivo derivado de procesos de producción farmacéuticos (que usan procedimientos fermentativos). Como resultado de los estrictos controles empleados en la producción de productos farmacéuticos, la pasta filtrada proporcionada por tales operaciones comprende poblaciones bacterianas homogéneas (generalmente monocultivos) de organismos de una sola célula. Tales cultivos bacterianos bien caracterizados se pueden usar en el procedimiento de la presente invención para producir productos alimenticios microbianos que consisten en una comunidad controlada (o incluso una sola especie) de microorganismo(s) en lugar de poblaciones espontáneas o manipuladas de bacterias mixtas.

Después del tratamiento por los microorganismos en el recipiente de crecimiento, el agua residual tratada retirada del proceso (p.ej., la corriente de sobreflujo de un clarificador) tiene menores niveles de residuos transportados en el agua (es decir, productos de desechos disueltos y/o suspendidos). El nivel de DBO del agua residual tratada puede ser $\leq$ aproximadamente 600 mg/l, y en otras realizaciones $\leq$ aproximadamente 500 mg/l, $\leq$ aproximadamente 400 mg/l, $\leq$ aproximadamente 300 mg/l, $\leq$ aproximadamente 200 mg/l, $\leq$ aproximadamente 100 mg/l, $\leq$ aproximadamente 50 mg/l, o $\leq$ aproximadamente 30 mg/l.

A fin de maximizar la proliferación de bacterias en el procedimiento de la presente invención, se pueden añadir nutrientes al agua residual en el recipiente de crecimiento. Los nutrientes adecuados incluyen, por ejemplo, macronutrientes, micronutrientes, vitaminas, aminoácidos y combinaciones de los mismos. Estos nutrientes deben ser añadidos en cantidades suficientes para proporcionar un crecimiento equilibrado del cultivo bacteriano como se describe anteriormente.

Una lista no limitante de macronutrientes adecuados incluye cualquier fuente biológicamente asimilable de C, H, O, N, y P, por ejemplo, azúcares, fosfato y amoníaco.

Una lista no limitante de micronutrientes adecuados incluye fuentes biológicamente aceptables de K, Mg, Ca, Na, Fe, S, B, Zn, I, Cu, Mo, Mn, Se, Ni, Al, Ag, Cr, F, Si, Sn, V, Ba y combinaciones de los mismos. Se entenderá que "biológicamente aceptable" se refiere a una fuente del elemento indicado, en la forma apropiada, adecuada para la absorción y utilización por los microorganismos. En algunos casos, la forma "adecuada" será elemental, pero en otros casos, el micronutriente estará en la forma de una sal o un compuesto que contenga el elemento. Así, por ejemplo, una fuente biológicamente aceptable de K y Na incluye sales de K^+ y Na^+ tales como KCl, acetato de K^+ , NaCl, acetato de Na^+ , etc.; las fuentes biológicamente aceptables de Mg y Ca incluyen sales de Mg^{2+} y Ca^{2+} tales como $MgSO_4$, $CaSO_4$, etc.; las fuentes biológicamente aceptables de Fe incluyen sales de Fe^{3+} tales como $Fe_2(SO_4)_3$; las fuentes biológicamente aceptables de S y Se incluyen aminoácidos que contienen S o Se tales como cisteína y selenocisteína; las fuentes biológicamente aceptables de Zn incluyen sales de Zn^{2+} tales como acetato de Zn^{2+} , sulfato de Zn^{2+} , y gluconato de Zn^{2+} ; las fuentes biológicamente aceptables de I incluyen sales de I^- tales como NaI; las fuentes biológicamente aceptables de Cu incluyen sales de Cu^{2+} tales como $CuSO_4$; las fuentes biológicamente aceptables de Ni incluyen sales de Ni^{2+} tales como $NiCl_2$ y sus hidratos; las fuentes biológicamente aceptables de Co incluyen vitamina B_{12} ; las fuentes biológicamente aceptables de Mo incluyen sales de molibdato tales como Na_2MoO_4 ; las fuentes biológicamente aceptables de Mn incluyen MnO , Mn_2O , o $MnSO_4$; las fuentes biológicamente aceptables de F incluyen sales de F^- tales como NaF y SnF_2 ; las fuentes biológicamente aceptables de V incluyen sales de V^{2+} tales como VSO_4 ; las fuentes biológicamente aceptables de B incluyen sales de B^{3+} incluyendo ácido bórico; y las fuentes biológicamente aceptables de Ba incluyen sales de Ba^{2+} tales como $BaCO_3$.

Una lista no limitante de vitaminas adecuadas incluye vitamina A, vitamina B_1 , vitamina B_2 , vitamina B_3 , vitamina B_5 , vitamina B_6 , vitamina B_7 , vitamina B_9 , vitamina B_{12} , vitamina C, vitamina D, vitamina E y vitamina K.

Otros nutrientes incluyen, por ejemplo, purinas, pirimidinas, y metaloproteínas que contienen porfirina (incluyendo hemos).

Una lista no limitante de aminoácidos adecuados incluye alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, ácido glutámico, glutamina, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, serina, treonina, triptófano, tirosina y valina.

Finalmente, la masa bacteriana seca proporcionada por el procedimiento de la presente invención es alimentada a animales por métodos convencionales (p.ej., esparcidores, abrevaderos, etc.). El término "alimentación" o "alimentado" a animales significa la ingestión oral y posterior metabolismo interno de un material alimenticio por animales. El alimento para animales que comprende la masa bacteriana seca producida por el procedimiento de la presente invención cumple las necesidades metabólicas diarias de los animales, incluyendo el crecimiento y mantenimiento, proporcionando de este modo animales adecuados para el consumo humano o animal. El alimento que comprende la masa bacteriana seca proporcionada por el procedimiento de la presente invención puede ser alimentado a diversos animales, que incluyen mamíferos, aves y peces. En una realización, los peces incluyen los

de la clase biológica Osteichthyes, tales como, pero no limitados a, cualquiera de los siguientes: tilapia, sabalote, lubina, esturión, bagre, salmón, atún, perca, pez sol, mojarra de agallas azules, besugo, lucio, trucha, cobia y carpa. En otra realización, los mamíferos incluyen oveja, ganado, caballos, cerdos, visones y otros animales de piel, y cabras. En aún otra realización, las aves incluyen aves de corral tales como pavos, pollos, patos y gansos.

Si la masa bacteriana seca es deficiente en nutrientes específicos (p.ej., vitaminas, minerales, carbohidratos, lípidos o fibra), éstos se pueden añadir a la masa bacteriana seca durante la formulación del alimento para animales o, como alternativa, suministrar por separado a los animales sin ser mezclados en los biosólidos. De manera similar, a fin de personalizar la composición del producto alimenticio final al animal diana, se pueden añadir otros materiales "voluminizantes" (p.ej., salvado de trigo, patata rallada, etc.) a los biosólidos para mejorar las propiedades estructurales o la digeribilidad del alimento para animales. También se pueden añadir otros aditivos, tales como colorantes o agentes aromatizantes (p.ej., tintes, aceite de pescado o extractos herbales) al alimento para animales que comprende la masa bacteriana seca producida en el procedimiento de la presente invención como medio para mejorar la calidad comercial de la carne obtenida de los animales. Además, los biosólidos producidos por el procedimiento de la presente invención también se pueden mezclar con otros alimentos para animales para producir el alimento para animales final. En otras palabras, los biosólidos producidos por el procedimiento de la presente invención pueden ser manipulados con otros componentes de la misma manera que, por ejemplo, se usa hoy en día la harina de pescado. Las formulaciones de alimentos para animales que comprenden la masa bacteriana seca producida por el procedimiento de la presente invención pueden ser formuladas usando métodos convencionales por ejemplo usando el programa Brill Formulation, para proporcionar alimentos para animales bien formulados y caracterizados.

La presente descripción también está dirigida a una unidad de tratamiento de agua residuales para tratar el agua residual de una planta procesadora de alimentos y/o bebidas. La planta de tratamiento de aguas residuales de la presente invención comprende un recipiente de crecimiento; medios para añadir una corriente de desecho acuosa que comprende componentes metabolizables al recipiente de crecimiento; al menos un cultivo bacteriano en el recipiente de crecimiento, que metaboliza al menos una parte de los componentes metabolizables de la corriente de desecho acuosa, formando de este modo una suspensión bacteriana en un líquido acuoso voluminoso, en donde el líquido acuoso voluminoso está desprovisto de componentes metabolizables en relación a la corriente de desecho acuosa; medios para airear la suspensión bacteriana y el líquido acuoso voluminoso en el recipiente de crecimiento; medios para separar una parte de la suspensión bacteriana del líquido acuoso voluminoso, formando de este modo una masa bacteriana; medios para retirar la masa bacteriana de la unidad de tratamiento de aguas residuales; medios para ajustar la velocidad a la que la masa bacteriana es retirada para proporcionar un MCRT de las bacterias en la unidad de tratamiento de aguas residuales no mayor que 8 días; medios para retirar una parte del líquido acuoso voluminoso de la unidad de tratamiento de aguas residuales, en donde dicho líquido acuoso voluminoso está sustancialmente exento de sólidos suspendidos totales; medios para secar la masa bacteriana retirada; y medios para ajustar el periodo de tiempo en el que la masa bacteriana retirada es secada, por el cual $MWRT-MCRT \leq 2$ días.

Como se describió anteriormente, el recipiente de crecimiento puede incluir, p.ej., un biorreactor de membrana, un recipiente de fermentación, o uno o más tanques de aireación.

Los medios para añadir una corriente de desecho acuosa pueden incluir p.ej. bombas, tuberías, etc. que conectan la corriente de desecho de la planta procesadora de alimentos y/o bebidas al recipiente de crecimiento.

La Figura 4 es una ilustración esquemática de un sistema 100 de tratamiento de aguas residuales según una realización. El sistema 100 de tratamiento de aguas residuales incluye un recipiente 120, una primera bomba 130 (p.ej., de velocidad variable), una segunda bomba 132 (p.ej., de velocidad variable) una tercera bomba 134 (p.ej., de velocidad variable), y un controlador 110. El recipiente 120, que puede ser cualquier recipiente de los tipos mostrados y descritos en la presente memoria, incluye una porción 122 de crecimiento y una porción 123 de clarificación. La porción 122 de crecimiento está configurada para contener bacterias y/o promover el crecimiento bacteriano como se describe en la presente memoria. La porción 123 de clarificación está configurada para promover la separación de una masa bacteriana de un líquido acuoso voluminoso, como se describe en la presente memoria. Aunque la porción 122 de crecimiento y la porción 123 de clarificación se muestran esquemáticamente estando incluidas en una única estructura (es decir, el recipiente 120), en otras realizaciones, la porción 122 de crecimiento y la porción 123 de clarificación pueden ser incluidas en estructuras independientes y/o distintas. De manera similar, en otras realizaciones, el sistema 100 de tratamiento de aguas residuales puede incluir cualquier número de recipientes en los que puede tener lugar cualquiera de las diversas operaciones descritas en la presente memoria. Además, aunque la porción 122 de crecimiento y la porción 123 de clarificación se muestran esquemáticamente siendo porciones espacialmente distintas del recipiente 120, en otras realizaciones, la porción 122 de crecimiento y la porción 123 de clarificación pueden ocupar la misma región del recipiente 120. En algunas realizaciones, por ejemplo, el recipiente 120 puede ser un reactor discontinuo secuenciador.

Como se describió anteriormente, una corriente de desecho acuosa puede ser transportada hacia el recipiente 120 por medio del primer pasaje 140 de flujo, como muestra la flecha AA en la Figura 4. La corriente de desecho acuosa puede ser cualquier corriente de desecho de los tipos mostrados y descritos en la presente memoria. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la corriente de desecho acuosa puede ser generada por una planta procesadora de

alimentos, y puede incluir un componente metabolizable, tal como, por ejemplo granos usados. La primera bomba 130 está dispuesta dentro del primer pasaje 140 de flujo y puede controlar el caudal Q1 de la corriente de desecho acuosa hacia el recipiente 120. De manera similar, la primera bomba 130 puede ajustar el caudal Q1 de la corriente de desecho acuosa hacia el recipiente 120.

- 5 Después de que la corriente de desecho acuosa entra en el recipiente 120, al menos una parte de los componentes metabolizables dentro de la corriente de desecho acuosa son metabolizados para formar una masa bacteriana suspendida dentro de un líquido acuoso voluminoso dentro del recipiente 120. Una primera porción de la masa bacteriana suspendida se identifica como BM1 en la Figura 4. Como se describe en la presente memoria, la masa bacteriana puede ser separada del líquido acuoso voluminoso en la porción 123 de clarificación del recipiente 120.
- 10 De manera similar, dentro de la porción 123 de clarificación del recipiente 120 el líquido acuoso voluminoso puede ser separado en una porción de descarga DIS que está sustancialmente exenta de sólidos suspendidos y una segunda porción de la masa bacteriana BM2 que contiene la masa bacteriana producida dentro del recipiente 120.

- La segunda porción de masa bacteriana BM2 del líquido acuoso voluminoso puede ser transportada fuera del recipiente 120 por medio de un segundo pasaje 142 de flujo, como muestra la flecha BB en la Figura 4. Como se describe en la presente memoria, después de que la segunda porción de masa bacteriana BM2 sale del recipiente 120, la segunda porción de masa bacteriana BM2 puede ser procesada adicionalmente hasta una forma conveniente para el uso como alimento para animales. Tal procesamiento adicional puede incluir, por ejemplo, deshidratación, secado o similares. La segunda bomba 132 está dispuesta dentro del segundo pasaje 142 de flujo y puede controlar el caudal Q2 de la segunda porción de masa bacteriana BM2 del líquido acuoso voluminoso dentro del segundo pasaje 142 de flujo. Como se describe en más detalle en la presente memoria, la segunda bomba 132 puede ajustar el caudal Q2 de la segunda porción de masa bacteriana BM2 fuera del recipiente 120.
- 15
- 20

- La porción de descarga DIS del líquido acuoso voluminoso puede ser transportada fuera del recipiente 120 por medio de un tercer pasaje 144 de flujo, como muestra la flecha CC en la Figura 4. Como se describe en la presente memoria, la porción de descarga DIS puede ser transportada hacia un cuerpo de agua receptor. La tercera bomba 134 está dispuesta dentro del tercer pasaje 144 de flujo y puede controlar el caudal Q3 de la porción de descarga DIS del líquido acuoso voluminoso dentro del tercer pasaje 144 de flujo. Como se describe en más detalle en la presente memoria, la tercera bomba 134 puede ajustar el caudal Q3 de la porción de descarga DIS fuera del recipiente 120.
- 25

- El controlador 110 está configurado para ajustar automáticamente el caudal Q1 de la corriente de desecho acuosa hacia el recipiente 120, el caudal Q2 de la porción de masa bacteriana BM2 del líquido acuoso voluminoso fuera del recipiente 120 y/o el caudal Q3 de la porción de descarga DIS del líquido acuoso voluminoso fuera del recipiente 120. De esta manera, el controlador 110 puede mantener las propiedades de la segunda porción de masa bacteriana BM2 y/o la porción de descarga DIS. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el controlador 110 puede ajustar el caudal Q2 de la segunda porción de masa bacteriana BM2 del líquido acuoso voluminoso fuera del recipiente 120 de tal modo que el MCRT de la masa bacteriana dentro del sistema 100 de tratamiento de aguas residuales esté dentro de un intervalo predeterminado. El intervalo predeterminado del MCRT puede ser cualquiera de los intervalos descritos en la presente memoria, tal como, por ejemplo, un intervalo entre aproximadamente 2 días y aproximadamente 8 días.
- 30
- 35

- El controlador 110 incluye un procesador 112 que está acoplado operativamente a un primer sensor 114, un segundo sensor 116 y un tercer sensor 118. El procesador 112 también está operativamente acoplado a la primera bomba 130, la segunda bomba 132 y la tercera bomba 134. El primer sensor 114 está configurado para producir una señal S1 asociada con una cantidad de la primera porción BM1 de la masa bacteriana dentro del sistema 100 de tratamiento de aguas residuales. El primer sensor 114 puede ser cualquier sensor adecuado para medir la cantidad de la primera porción BM1 de la masa bacteriana dentro de una porción muestreada del líquido acuoso voluminoso en el sistema 100 de tratamiento de aguas residuales. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el primer sensor 114 puede medir la concentración de la primera porción de la masa bacteriana BM1 dentro de la porción muestreada del líquido acuoso voluminoso. En algunas realizaciones, el primer sensor 114 puede producir la primera señal S1 como una función de, por ejemplo, la conductividad de la porción muestreada del líquido acuoso voluminoso, la acidez de la porción muestreada del líquido acuoso voluminoso y/o las propiedades ópticas (p.ej., propiedades de transmisión de luz) de la porción muestreada del líquido acuoso voluminoso. También se pueden usar otros métodos para obtener una señal en base a la cantidad de la primera porción BM1 de la masa bacteriana (p.ej., gravimétricos, etc.)
- 40
- 45
- 50

- El procesador 112 está configurado para recibir la señal S1 y calcular una masa celular total de la masa bacteriana dentro del sistema 100 de tratamiento de aguas residuales. Como se describió anteriormente, en algunas realizaciones, el procesador 112 puede estar configurado para calcular una masa celular total por extrapolación en base a la cantidad de la primera porción BM1 de la masa bacteriana. En otras realizaciones, el procesador 112 puede mantener un registro temporal de la cantidad de la primera porción BM1 de la masa bacteriana, de tal modo que el cálculo de la masa celular total representa fluctuaciones temporales en los contenidos de la corriente de desecho acuosa que entra en el recipiente 120.
- 55

- Aunque el primer sensor 114 se muestra estando incluido dentro del recipiente 120, en otras realizaciones, el primer sensor 114 puede estar dispuesto en cualquier ubicación adecuada dentro del sistema 100 de tratamiento de aguas
- 60

residuales. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el primer sensor 114 puede estar dispuesto dentro del primer pasaje 140, y puede medir por tanto la concentración de la masa bacteriana dentro de la corriente de desecho acuosa que entra en el recipiente 120. En tales realizaciones, el primer sensor 114 también puede producir una señal asociada con el caudal Q1 de la corriente de desecho acuosa que entra en el recipiente 120. De esta manera, el primer sensor 114 puede producir la señal S1 asociada con la masa bacteriana que entra en el recipiente 120.

Aunque el controlador 110 se muestra incluyendo un único primer sensor 114, en otras realizaciones, el controlador 110 puede incluir cualquier número de sensores configurados para producir señales asociadas con una cantidad de diversas porciones de la masa bacteriana dentro del sistema 100 de tratamiento de aguas residuales. De manera similar, en algunas realizaciones, el controlador 110 puede incluir múltiples sensores, cada uno configurado para producir una señal asociada con una cantidad de masa bacteriana dentro de una ubicación particular del sistema 100 de tratamiento de aguas residuales. De esta manera, el procesador 112 puede calcular la masa celular total de la masa bacteriana dentro del sistema 100 de tratamiento de aguas residuales en base a la entrada recibida de diversos sensores. Así, en tales realizaciones, el cálculo de la masa celular total puede representar la variabilidad espacial en los contenidos del sistema 100 de tratamiento de aguas residuales.

El segundo sensor 116 está configurado para producir una señal S2 asociada con una cantidad de la segunda porción BM2 de la masa bacteriana que sale del sistema 100 de tratamiento de aguas residuales. De manera similar, el segundo sensor 116 está configurado para producir una señal S2 asociada con una cantidad de la segunda porción BM2 de la masa bacteriana según fluye la segunda porción BM2 dentro del segundo pasaje 142. El segundo sensor 116 puede ser cualquier sensor adecuado para medir la cantidad de la segunda porción BM2 de la masa bacteriana dentro de una porción muestreada del líquido acuoso voluminoso en el sistema 100 de tratamiento de aguas residuales, tal como los tipos de sensor descritos anteriormente con referencia al primer sensor 114. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el segundo sensor 116 puede producir una señal asociada con el caudal Q2 del líquido acuoso voluminoso que sale del recipiente 120.

El procesador 112 está configurado para recibir la señal S2 y calcular el tiempo medio de retención celular (MCRT) de la masa bacteriana dentro del sistema 100 de tratamiento de aguas residuales. Como se describió anteriormente, el MCRT puede ser calculado como una función de la masa celular total de la masa bacteriana dentro del sistema 100 de tratamiento de aguas residuales y la cantidad de la segunda porción BM2 de la masa bacteriana que sale del sistema 100 de tratamiento de aguas residuales. En algunas realizaciones, el procesador 112 puede calcular el MCRT para un periodo de tiempo predeterminado (p.ej., para un periodo de una hora). De esta manera, el procesador 112 puede rastrear la fluctuación temporal en el MCRT. En otras realizaciones, el procesador 112 puede calcular el MCRT sustancialmente en tiempo real.

En algunas realizaciones, el procesador 112 está configurado para recibir la señal S2 y calcular el tiempo de residencia medio de desecho (MWRT) de la masa bacteriana dentro del sistema 100 de tratamiento de aguas residuales. Como se describió anteriormente, el MWRT puede ser calculado como una función del MCRT y el periodo de tiempo dentro del cual se completa el procesamiento adicional de la segunda porción BM2 de la masa bacteriana. Tal procesamiento adicional puede incluir, por ejemplo, deshidratación, secado o similares.

El tercer sensor 118 está configurado para producir una señal S3 asociada con una cantidad de la masa bacteriana que sale del sistema 100 de tratamiento de aguas residuales dentro de la porción de descarga DIS del líquido acuoso voluminoso. De manera similar, el tercer sensor 118 está configurado para producir una señal S3 asociada con una DBO de la porción de descarga DIS del líquido acuoso voluminoso. El tercer sensor 118 puede ser cualquier sensor adecuado para medir la cantidad de la masa bacteriana dentro de una porción muestreada del líquido acuoso voluminoso en el sistema 100 de tratamiento de aguas residuales, tal como los tipos de sensor descritos anteriormente con referencia al primer sensor 114.

El procesador 112 está configurado para producir una primera señal de control S1' recibida por la primera válvula 130, una segunda señal de control S2' recibida por la segunda válvula 132 y una tercera señal de control S3' recibida por la tercera válvula 134. De esta manera, el controlador 110 puede mantener las propiedades de la segunda porción de masa bacteriana BM2 y/o la porción de descarga DIS controlando el flujo de la corriente acuosa de desecho hacia el recipiente 120, controlando el flujo de la segunda porción BM2 de la masa bacteriana fuera del recipiente 120 y/o controlando el flujo de la porción de descarga DIS del líquido acuoso voluminoso fuera del recipiente 120. En algunas realizaciones, por ejemplo, el procesador 112 puede ajustar automáticamente (es decir, ajustar sin intervención humana sustancial) el caudal de la corriente acuosa de desecho hacia el recipiente 120. En algunas realizaciones, por ejemplo, cuando el MCRT de la masa bacteriana dentro del sistema 100 de tratamiento de aguas residuales empieza a disminuir, la primera señal de control S1' puede ser ajustada de tal modo que la primera bomba 130 permita un caudal más alto de la corriente de desecho acuosa hacia el recipiente 120, aumentando de este modo la masa celular total de la masa bacteriana dentro del sistema 100 de tratamiento de aguas residuales. En otras realizaciones, la primera señal de control S1' puede ser ajustada para reducir el caudal de la corriente de desecho acuosa hacia el recipiente 120 cuando el MCRT de la masa bacteriana dentro del sistema 100 de tratamiento de aguas residuales empieza a aumentar. De esta manera, el MCRT y/o el MWRT de la masa bacteriana puede ser mantenido automáticamente dentro de un intervalo predeterminado.

En algunas realizaciones, el procesador 112 puede ajustar automáticamente (es decir, ajustar sin intervención

humana sustancial) el caudal de la segunda porción BM2 de la masa bacteriana fuera del recipiente 120. En algunas realizaciones, por ejemplo, cuando el MCRT de la masa bacteriana dentro del sistema 100 de tratamiento de aguas residuales empieza a disminuir, la segunda señal de control S2' puede ser ajustada de tal modo que la segunda bomba 132 reduzca el caudal de la segunda porción BM2 de la masa bacteriana fuera del recipiente 120, aumentando de este modo el MCRT. En otras realizaciones, la segunda señal de control S2' puede ser ajustada para permitir un caudal aumentado de la segunda porción BM2 de la masa bacteriana fuera del recipiente 120 cuando el MCRT de la masa bacteriana empieza a aumentar más allá de un punto de control predeterminado.

En algunas realizaciones, el procesador 112 puede ajustar automáticamente (es decir, ajustar sin intervención humana sustancial) el caudal de la porción de descarga DIS del líquido acuoso voluminoso fuera del recipiente 120. En algunas realizaciones, por ejemplo, cuando la DBO de la porción de descarga DIS está por encima de un umbral predeterminado, la tercera señal de control S3' puede ser ajustada de tal modo que la tercera bomba 134 reduzca el caudal de la porción de descarga DIS del líquido acuoso voluminoso fuera del recipiente 120. De esta manera, el controlador 110 puede mantener la DBO de la porción de descarga DIS dentro de límites predeterminados.

El procesador 5950 puede incluir un dispositivo de memoria (no mostrado) configurado para recibir y almacenar información, tal como una serie de instrucciones, un código legible por el procesador, una señal digitalizada, o similares. El dispositivo de memoria puede incluir uno o más tipos de memoria. Por ejemplo, el dispositivo de memoria puede incluir un componente de memoria de sólo lectura (ROM) y un componente de memoria de acceso aleatorio (RAM). El dispositivo de memoria también puede incluir otros tipos de memoria adecuados para almacenar datos en una forma recuperable por el procesador 5950, por ejemplo, memoria de sólo lectura electrónicamente programable (EPROM), memoria de sólo lectura electrónicamente programable borrrable (EEPROM), o memoria flash.

Las bombas 130, 132, 134 pueden ser cualquier bomba adecuada para producir y/o controlar los caudales Q1, Q2 y Q3 mostrados anteriormente. Por ejemplo, en algunas realizaciones, cualquiera de las bombas 130, 132, 134 puede ser una bomba de desplazamiento positivo, de velocidad variable (p.ej., una bomba de engranaje, una bomba de paletas, una bomba de pistón o similares). En otras realizaciones, cualquiera de las bombas 130, 132, 134 puede ser una bomba de desplazamiento no positivo (p.ej., una bomba impulsora) configurada para funcionar a una velocidad constante o bien a velocidades variables. En aún otros dispositivos, el sistema 100 de tratamiento de aguas residuales no necesita incluir bombas, sino que puede incluir por el contrario cualquier dispositivo adecuado configurado para producir y/o controlar los caudales Q1, Q2 y/o Q3 mostrados anteriormente. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el sistema 100 de tratamiento de aguas residuales puede incluir una o más válvulas configuradas para controlar los caudales Q1, Q2 y/o Q3 mostrados anteriormente.

Aunque el sistema 100 de tratamiento de aguas residuales se muestra y describe incluyendo una bomba 134 configurada para producir y/o controlar el caudal Q3 de la porción de descarga DIS del líquido acuoso voluminoso fuera del recipiente 120, en otras realizaciones, el caudal Q3 de la porción de descarga DIS se puede producir y/o controlar por gravedad. En tales realizaciones, por ejemplo, el tercer pasaje 144 de flujo puede estar desprovisto de cualquier bomba y/o válvula. En tales realizaciones, el caudal Q3 de la porción de descarga DIS puede ser controlado indirectamente controlando el caudal Q1 y/o el caudal Q2, como se describe en la presente memoria.

Aunque el segundo pasaje 142 de flujo se muestra estando configurado para transportar sustancialmente toda la segunda porción de masa bacteriana BM2 fuera del recipiente 120, en otras realizaciones, una porción de la segunda porción de masa bacteriana BM2 puede ser devuelta al recipiente 120 por un pasaje de retorno (no mostrado en la Figura 4). De esta manera, puede ser mantenida una concentración deseada de organismos biológicamente activos en el recipiente 120. En tales realizaciones, el pasaje de retorno puede incluir un sensor y una bomba similares a los sensores y bombas descritos anteriormente.

El procesador 112 puede ser cualquier dispositivo procesador configurado para recibir, almacenar y procesar información, como se describe en la presente memoria, tal como una serie de instrucciones, un código legible por el procesador, una señal digitalizada, o similares. En algunas realizaciones, el procesador 112 puede ser un dispositivo (o juego de dispositivos) de procesamiento disponible en el mercado configurado para recibir las señales y realizar los cálculos descritos en la presente memoria. El procesador 112 puede incluir ajustes de control programables para ajustar las señales de control S1', S2' y/o S3' en función del error entre un ajuste diana y un valor real. Tales ajustes de control pueden incluir, por ejemplo, ajustes de ganancia proporcionales, integrales y/o derivativos. De esta manera, por ejemplo, el procesador 112 puede ajustar las señales de control S1', S2' y/o S3' de una manera que mantenga el control del MCRT de la masa bacteriana sin causar fluctuaciones temporales significativas en el MCRT.

En algunas realizaciones, el procesador 112 puede incluir un dispositivo de memoria (no mostrado) configurado para recibir y almacenar información. El dispositivo de memoria puede incluir uno o más tipos de memoria. Por ejemplo, el dispositivo de memoria puede incluir un componente de memoria de sólo lectura (ROM) y un componente de memoria de acceso aleatorio (RAM). El dispositivo de memoria también puede incluir otros tipos de memoria adecuados para almacenar datos en una forma recuperable por el procesador 112, por ejemplo, memoria de sólo lectura electrónicamente programable (EPROM), memoria de sólo lectura electrónicamente programable borrrable (EEPROM), o memoria flash.

Aunque los sensores 114, 116 y 118 se muestran y describen anteriormente estando dispuestos dentro de una porción del recipiente 120 y/o los pasajes de flujo, en otras realizaciones, un sensor puede estar dispuesto en cualquier ubicación adecuada para hacer un seguimiento del proceso de tratamiento de desechos. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el sistema 100 de tratamiento de aguas residuales puede incluir uno o más sensores dispuestos aparte del líquido acuoso voluminoso. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el sistema 100 de tratamiento de aguas residuales puede incluir un sensor configurado para producir una señal asociada con una característica de la segunda porción de masa bacteriana BM2 según sufre el procesamiento adicional (p.ej., la deshidratación, secado o similares). En algunas realizaciones, un sensor puede estar configurado para producir una señal asociada con un contenido de agua de la segunda porción de masa bacteriana BM2 después de que sufre un proceso de secado. En otras realizaciones, un sensor puede estar configurado para producir una señal asociada con un contenido de proteínas de la segunda porción de masa bacteriana BM2. Tal sensor puede ser, por ejemplo, un sensor configurado para analizar diversos constituyentes (p.ej. nitrógeno) de un gas de escape producido por la combustión de una muestra de la segunda porción de la masa bacteriana. De esta manera, el controlador 110 puede recibir cualquier señal adecuada y puede ajustar los caudales Q1, Q2 y/o Q3 y/o cualquier otro parámetro de proceso en base a la señal recibida, de tal modo que la masa biológica (p.ej., BM2) producida por el sistema 100 de tratamiento de aguas residuales tiene propiedades deseadas (p.ej., contenido de agua, nivel de proteína o similares). Por tanto, el sistema 100 de tratamiento de aguas residuales puede reducir la variabilidad que puede estar asociada con factores externos, tales como, por ejemplo, cambio de estaciones, cambio en el contenido de la corriente de desecho entrante, degradación de los organismos dentro del recipiente 120, cambio en el rendimiento de componentes del sistema de tratamiento de agua, o similares.

Además, aunque los sensores 114, 116 y 118 se muestran esquemáticamente siendo dispositivos integrados configurados para medir una propiedad y emitir una señal de salida en respuesta a la medida, en algunas realizaciones, un sensor puede incluir múltiples dispositivos diferentes que producen cooperativamente una señal asociada con una característica de la masa bacteriana. Por ejemplo, un sensor puede incluir un volumen de muestra, un secador y una escala configurada que mide una masa resultante. La señal puede estar asociada con la medida producida por la escala.

Además, la señal puede ser transportada al procesador 112 de cualquier modo adecuado, tal como, por ejemplo, electrónicamente (por medio de una conexión sin cables o con cables), manualmente (p.ej., por medio de introducción desde un teclado), o similares.

La Figura 5 es un diagrama de flujo de un método 200 para ajustar un caudal de un líquido dentro de un sistema de tratamiento de aguas residuales según una realización. El sistema de tratamiento de aguas residuales puede ser cualquiera de los sistemas mostrados y descritos en la presente memoria, tales como, por ejemplo, el sistema 100 de tratamiento de aguas residuales mostrado y descrito con referencia a la Figura 4. El método incluye recibir una primera señal que está asociada con una cantidad de una primera porción de una masa bacteriana dentro de un sistema de tratamiento de aguas residuales, en 202. La primera porción de la masa bacteriana, que puede ser, por ejemplo, la primera porción BM1 mostrada en la Figura 4, está contenida dentro de una primera porción de un líquido acuoso voluminoso dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales. La primera señal puede ser cualquier señal de los tipos mostrados y descritos anteriormente, y puede incluir, por ejemplo, información asociada con un caudal de una corriente de desecho acuosa hacia el sistema de tratamiento de aguas residuales.

Se calcula una masa celular total de la masa bacteriana dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales en base al menos a la primera señal, en 204. Como se describió anteriormente, la masa celular total se puede extrapolar a partir de la información contenida dentro de la primera señal. En otras realizaciones, la masa celular total se puede calcular en base a la información contenida dentro de la primera señal a lo largo de un periodo de tiempo predeterminado.

Se recibe una segunda señal asociada con una cantidad de una segunda porción de la masa bacteriana, en 206. La segunda porción de la masa bacteriana, que puede ser, por ejemplo, la segunda porción BM2 mostrada en la Figura 4, está contenida dentro de una segunda porción del líquido acuoso voluminoso que sale del sistema de tratamiento de agua residual a un caudal. El método incluye después calcular un MCRT de la masa bacteriana dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales en base a la masa celular total de la masa bacteriana y la segunda señal, en 208.

El caudal de la segunda porción del líquido acuoso voluminoso se ajusta de tal modo que el MCRT de la masa bacteriana dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales esté dentro de un intervalo predeterminado, en 210. En algunas realizaciones, el caudal de la segunda porción del líquido acuoso voluminoso que sale del sistema puede ser ajustado automáticamente por medio de un controlador, tal como, por ejemplo, el controlador 110 mostrado y descrito anteriormente. En algunas realizaciones, por ejemplo, el caudal de la segunda porción del líquido acuoso voluminoso que sale del sistema puede ser controlado sustancialmente en tiempo real para mantener el MCRT dentro del intervalo predeterminado (p.ej., entre aproximadamente dos días y aproximadamente ocho días). En algunas realizaciones, el método puede incluir opcionalmente ajustar el caudal de la segunda porción del líquido acuoso voluminoso de tal modo que el MWR de la masa bacteriana dentro del sistema de tratamiento de aguas residuales esté dentro de un intervalo predeterminado, en 212.

El uno o más cultivos bacterianos en el recipiente de crecimiento puede incluir cualquiera de los descritos en la presente memoria, y combinaciones de los mismos.

5 Los medios para airear la suspensión bacteriana y el líquido acuoso voluminoso en el recipiente de crecimiento pueden incluir difusores de aire o difusores de membrana en la forma del disco, tubo o placa que se usa para transferir aire en el agua residual. Los difusores pueden usar membranas de caucho o bien elementos cerámicos típicamente, y producir burbujas finas o bien gruesas. Estos se denominan difusores de burbuja fina o difusores de burbuja gruesa. Se conectan típicamente a un sistema de tuberías que es suministrado con aire presurizado por un ventilador. Otros ejemplos de medios para airear incluyen aireadores mecánicos (mezcladores de baja o alta velocidad, aireadores sumergibles y de superficie), aireadores de chorro (Venturi), y aireadores de palas.

10 Los medios para separar la suspensión bacteriana del líquido acuoso voluminoso pueden incluir cualquiera de los descritos en la presente memoria.

Los medios para retirar la masa bacteriana de la unidad de tratamiento de aguas residuales incluyen bombas y las tuberías asociadas o canales abiertos o diques conectados a la unidad separadora.

15 Los medios para ajustar la velocidad a la que es retirada la masa bacteriana incluyen controladores de flujo que controlan bombas de velocidad variable (o alternatively, la apertura y cierre de válvulas) unidas a la unidad separadora, ajustando de este modo el caudal al que es retirado el WAS de la unidad separadora. El controlador de flujo puede ser un controlador computerizado conectado a las válvulas que controlan la velocidad de introducción del agua residual, las válvulas que controlan la velocidad de retirada del WAS, y las válvulas que controlan la velocidad de retirada del agua tratada exenta de sólidos suspendidos totales. El controlador computerizado puede hacer un seguimiento de los caudales relativos y concentraciones de sólidos y ajustar de este modo la velocidad a la que es retirado el WAS en relación con la velocidad a la que es introducida el agua residual, a fin de proporcionar un valor de MCRT, descrito en la presente memoria.

Los medios para retirar una porción del líquido acuoso voluminoso de la unidad de tratamiento de agua residual incluyen bombas y las tuberías asociadas, canales abiertos, diques, etc., conectados a la unidad separadora.

25 Los medios para secar la masa bacteriana retirada incluyen cualquiera de los tipos de estufas descritas en la presente memoria, o secado solar.

30 Los medios para ajustar el periodo de tiempo en el que la masa bacteriana retirada es secada incluyen controladores que ajustan la velocidad a la que es producida la masa bacteriana en una unidad de secado (p.ej., estufa). Si la masa bacteriana (p.ej., WAS) es deshidratada antes del secado, los medios para deshidratar incluyen cualquiera de los descritos en la presente memoria, incluyendo una prensa filtradora de cintas, una centrífuga, una prensa asistida por vacío, una prensa filtradora de placas, una prensa de tornillo, una prensa rotatoria, un tambor espesador, un espesador de cintas por gravedad, una unidad de deshidratación mediada eléctricamente, una unidad de deshidratación por extrusión, y una prensa de plato y armazón.

35 Los medios para añadir nutrientes al recipiente de crecimiento incluyen tanques de almacenamiento, equipos de seguimiento de flujos, bombas de dosificación, y las tuberías asociadas, canales abiertos, diques, etc., conectados a la corriente afluyente y/o los recipientes de tratamiento del agua residual.

40 Como se discutió anteriormente, el agua residual de plantas procesadoras de alimentos puede ser tratada usando el procedimiento de la presente invención para proporcionar una corriente de agua residual efluente con niveles de DBO en cumplimiento con los niveles permitidos, permitiendo la descarga en cuerpos de agua receptores o a un sumidero conectado a una instalación de tratamiento permitida para descargar a un cuerpo de agua receptor. Además, se recuperan cantidades relativamente grandes de biosólidos (en comparación con los procedimientos de tratamiento de aguas residuales convencionales), que tienen un contenido de proteínas y calidad adecuados para el uso como ingrediente en alimentos para animales, p.ej. para acuicultura. Por tanto, el coste de tratar el agua residual y desechar los biosólidos resultantes puede ser compensado por el valor económico del ingrediente.

45 Por consiguiente, el procedimiento de tratamiento de aguas residuales de la presente descripción se puede usar como parte de un método de negocio que comprende: identificar una compañía procesadora de alimentos que genera una corriente de desecho acuosa que comprende subproductos de alimentos y/o bebidas metabolizables disueltos o suspendidos con niveles de DBO de $\geq$ aproximadamente 100 mg/l (por ejemplo niveles de DBO que varían de aproximadamente 200.000 mg/l a aproximadamente 200 mg/l, por ejemplo aproximadamente 100.000 mg/l, aproximadamente 50.000 mg/l, aproximadamente 30.000 mg/l, aproximadamente 20.000 mg/l, aproximadamente 10.000 mg/l, aproximadamente 1.000 mg/l, aproximadamente 800 mg/l, aproximadamente 400 mg/l, o aproximadamente 200 mg/l), en donde la compañía procesadora de alimentos asume los costes de tratamiento para reducir los niveles de DBO de la corriente de desecho acuosa hasta dentro de niveles permitidos; disminuir los costes de tratamiento para la compañía procesadora de alimentos para reducir la DBO de la corriente de desecho acuosa mediante un procedimiento que comprende: añadir una corriente de desecho acuosa que comprende componentes metabolizables a un recipiente de crecimiento que contiene al menos un cultivo bacteriano, a un primer caudal; dejar que las bacterias del al menos un cultivo bacteriano crezcan en el recipiente de crecimiento metabolizando al menos una parte de los componentes metabolizables de la corriente de desecho acuosa, formando

de este modo una suspensión bacteriana en un líquido acuoso voluminoso, en donde el líquido acuoso voluminoso está desprovisto de componentes metabolizables en relación a la corriente de desecho acuosa; separar una porción de la suspensión bacteriana del líquido acuoso voluminoso, formando de este modo una masa bacteriana; retirar la masa bacteriana a un segundo caudal; retirar una porción del líquido acuoso voluminoso a un tercer caudal, en donde el líquido acuoso voluminoso está sustancialmente exento de sólidos suspendidos totales y tiene una DBO dentro de niveles permitidos; ajustar el segundo caudal para proporcionar un MCRT de las bacterias no mayor que 8 días; y secar la masa bacteriana retirada dentro de un periodo de tiempo por el cual MCRT-MWRT $\leq$ 2 días; vender la masa bacteriana seca como fuente de proteína.

En una realización, se puede generar una corriente de ingresos haciendo un contrato con la compañía procesadora de alimentos para establecer y operar un procedimiento de tratamiento de aguas residuales acorde con la presente invención a un coste reducido para la compañía procesadora de alimentos (en relación a los costes de tratamiento y desecho de un procedimiento de tratamiento de aguas residuales convencional). Esto es, la compañía procesadora de alimentos paga al operador del procedimiento de tratamiento de aguas residuales tasas de proceso que son más bajas que el coste de operación de un procedimiento de tratamiento de aguas residuales convencional. De esta manera, la compañía procesadora de alimentos reduce los costes de tratamiento del agua residual, y el operador del procedimiento de tratamiento de aguas residuales de la presente invención obtiene dos corrientes de ingresos – tasas de tratamiento y beneficios de la venta de los biosólidos de alto contenido en proteína, como en alimento para animales o suplemento de alimentos para animales. Alternativamente, en otra realización, la compañía procesadora de alimentos proporcionaría el agua residual sin cargo al operador de la planta de tratamiento de aguas residuales, el cual derivaría después una corriente de ingresos por la venta de los biosólidos producidos en el proceso de tratamiento. En algunas realizaciones, la “compañía procesadora de alimentos” y el “operador” pueden ser la misma entidad –es decir, la compañía procesadora de alimentos puede operar el procedimiento de la presente invención.

En otras realizaciones, la corriente de agua residual o los derechos de uso de la misma podrían ser adquiridos a un coste tal que el valor de los biosólidos derivados del proceso supere el coste de adquisición más los costes de operación del procedimiento de tratamiento del agua residual, etc.

La Figura 6 es un diagrama de flujo de un método 300 para ajustar un precio de contrato asociado con un procedimiento de tratamiento de aguas residuales según una realización. El método ilustrado incluye calcular un coste de proceso asociado con reducir un nivel de DBO de una corriente de desecho acuosa desde un nivel de DBO de entrada hasta un nivel de DBO de salida, en 302. Por ejemplo, como se describe en la presente memoria, el coste de proceso puede incluir el coste asociado con reducir el nivel de DBO de una corriente de desecho acuosa de una planta procesadora de alimentos (p.ej., una fábrica de cerveza) desde un valor mayor que 100 mg/l hasta un valor por debajo de 100 mg/l. El coste de proceso puede ser calculado en base a cualquier factor que contribuya al coste de tratar la corriente de agua residual entrante. Tales factores pueden incluir, por ejemplo, un coste de volumen asociado con un caudal de agua residual tratada, un coste de energía asociado con bombear y/o transferir materiales en el sistema de tratamiento del agua, un coste del tiempo de residencia asociado con la cantidad de tiempo que las porciones de la corriente de agua residual residen dentro del sistema de tratamiento del agua, un coste de energía asociado con el procesamiento adicional (p.ej., deshidratación, secado o similares) de una masa bacteriana producida durante el tratamiento, unos gastos generales asociados con el funcionamiento del sistema, y/o un coste de capital asociado con proyectos de capital para el sistema. En algunas realizaciones, por ejemplo, el coste de procesamiento puede ser calculado en base al MCRT de la masa bacteriana dentro del sistema de tratamiento. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el coste de procesamiento puede aumentar proporcionalmente al MCRT. En otras realizaciones, el coste de procesamiento puede ser calculado en base al MWRT de la masa bacteriana, incluyendo de este modo factores tales como el tiempo de secado en el coste de procesamiento. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el coste de procesamiento puede aumentar proporcionalmente al MWRT.

El coste de procesamiento puede ser calculado de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el coste de procesamiento puede ser calculado sustancialmente en tiempo real. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el coste de procesamiento puede ser calculado en base a recibir una o más señales de un sensor que mide la operación de tratamiento, tales como, por ejemplo, los sensores 114, 116 y 118 mostrados y descritos anteriormente. De esta manera, el coste de procesamiento puede ser calculado automáticamente como una función del tiempo y/o para un periodo de tiempo predeterminado. Así, en algunas realizaciones, el coste de procesamiento puede ser calculado como una media de múltiples costes de procesamiento, cada uno asociado con un periodo de tiempo predeterminado. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el método puede incluir calcular un coste de procesamiento diario, semanal y/o mensual.

En algunas realizaciones, el coste de procesamiento puede ser calculado por un sistema configurado para controlar y/o hacer un seguimiento del proceso de tratamiento de aguas residuales. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el coste de procesamiento puede ser calculado por un controlador similar al controlador 110 mostrado y descrito anteriormente. De esta manera, el cálculo del coste de procesamiento y el control del proceso de tratamiento de aguas residuales puede ser realizado por un sistema común (p.ej., el controlador 110). Así, en algunas realizaciones, descritas más adelante, el sistema común puede ajustar una parte del proceso de tratamiento de aguas residuales en base al menos al coste de procesamiento calculado. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el controlador (p.ej., controlador 110) puede calcular el coste de procesamiento y ajustar una parte del proceso de tratamiento de aguas residuales para mantener el coste de procesamiento dentro de un límite predeterminado.

Se calcula un valor de recuperación asociado con una masa bacteriana retirada de la corriente de desecho acuosa cuando el nivel de DBO de una corriente de desecho acuosa es reducido desde el nivel de DBO de entrada hasta el nivel de DBO de salida, en 304. Por ejemplo, como se describe en la presente memoria, el valor de recuperación puede ser cualquier valor realizado en relación con la masa bacteriana que resulta del tratamiento de la corriente de desecho acuosa, tal como, por ejemplo, la venta de la masa bacteriana para alimentación de animales. El valor de recuperación puede ser calculado en base a cualquier factor, tal como un contenido de proteínas de la masa bacteriana (p.ej., el contenido de proteínas bruto o el contenido de proteínas real), el contenido de ceniza de la masa bacteriana, el coste de expedición de la masa bacteriana y/o las condiciones del mercado. Las condiciones del mercado pueden incluir, por ejemplo, el precio de mercado diario para ciertos animales y/o ganado, el precio de mercado para componentes de alimentación para animales (p.ej., maíz, soja, etc.) o similares.

En algunas realizaciones, el valor de recuperación puede ser calculado sustancialmente en tiempo real. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el valor de recuperación puede ser calculado en base a recibir una o más señales de un sensor que mide la operación de tratamiento, tal como, por ejemplo, los sensores 114, 116 y 118 mostrados y descritos anteriormente. De esta manera, el valor de recuperación puede ser calculado automáticamente como una función del tiempo y/o para un periodo de tiempo predeterminado. Así, en algunas realizaciones, el valor de recuperación puede ser calculado como una media de múltiples valores de recuperación, cada uno asociado con un periodo de tiempo predeterminado. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el método puede incluir calcular un valor de recuperación diario, semanal y/o mensual.

En algunas realizaciones, calcular el valor de recuperación puede incluir recibir una señal asociada con un contenido de proteínas de la masa bacteriana. La señal puede ser producida por un sensor configurado para medir y/o estimar el contenido de proteínas de una masa bacteriana. En algunas realizaciones, por ejemplo, el coste de recuperación por unidad de peso de la masa bacteriana aumenta proporcionalmente al contenido de proteínas de la masa bacteriana. En otras realizaciones, el valor de recuperación puede ser calculado en base al MCRT y/o el MWRT, que, como se describió anteriormente, puede ser un indicador del contenido de proteínas de la masa bacteriana.

En algunas realizaciones, el valor de recuperación puede ser calculado por un sistema configurado para controlar y/o hacer un seguimiento del proceso de tratamiento de aguas residuales. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el valor de recuperación puede ser calculado por un controlador similar al controlador 110 mostrado y descrito anteriormente. De esta manera, el cálculo del valor de recuperación y el control del proceso de tratamiento de aguas residuales puede ser realizado por un sistema común (p.ej., el controlador 110). Así, en algunas realizaciones, descritas más adelante, el sistema común puede ajustar una parte del proceso de tratamiento de aguas residuales en base al menos al valor de recuperación calculado. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el controlador (p.ej., controlador 110) puede calcular el valor de recuperación y ajustar una parte del proceso de tratamiento de aguas residuales para mantener el valor de recuperación dentro de un límite predeterminado.

El método ilustrado incluye ajustar automáticamente un precio de contrato asociado con reducir el nivel de DBO de la corriente de desecho acuosa en base al menos al coste de procesamiento y el valor de recuperación, en 306. El precio de contrato es el precio que el productor de la corriente de desecho acuosa paga para tener el nivel de DBO de una corriente de desecho acuosa reducido desde el nivel de DBO de entrada hasta el nivel de DBO de salida. En algunas realizaciones, el precio de contrato puede ser proporcional a una diferencia entre el valor de recuperación y el coste de procesamiento. Como se describió anteriormente, en algunas realizaciones, el precio de contrato puede ser calculado y/o actualizado como una función del tiempo y/o para un periodo de tiempo predeterminado. Así, en algunas realizaciones, el precio de contrato puede ser calculado como una media de múltiples precios de contrato, cada uno asociado con un periodo de tiempo predeterminado. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el método puede incluir calcular un precio de contrato diario, semanal y/o mensual. De esta manera, el precio de contrato puede ser automáticamente ajustado periódicamente en base a condiciones cambiantes.

En algunas realizaciones, el precio de contrato puede ser calculado por un sistema configurado para controlar y/o hacer un seguimiento del proceso de tratamiento de aguas residuales. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el precio de contrato puede ser calculado por un controlador similar al controlador 110 mostrado y descrito anteriormente. De esta manera, el ajuste del precio de contrato y el control del proceso de tratamiento de aguas residuales puede ser realizado por un sistema común (p.ej., el controlador 110). Así, en algunas realizaciones, descritas más adelante, el sistema común puede ajustar una parte del proceso de tratamiento de aguas residuales en base al menos al precio de contrato. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el controlador (p.ej., controlador 110) puede ajustar y/o calcular el precio de contrato y ajustar una parte del proceso de tratamiento de aguas residuales para mantener el precio de contrato dentro de un límite predeterminado.

En algunas realizaciones, el método incluye opcionalmente generar una factura que refleja el precio de contrato ajustado, en 308. La factura puede ser una factura de copia física (p.ej., que es enviada por correo al productor de la corriente de desecho) o una factura sin papel (p.ej., que es transmitida electrónicamente al productor de la corriente de desecho).

Aunque el método 300 mostrado y descrito anteriormente está asociado con ajustar un precio de contrato en base a condiciones cambiantes, en otras realizaciones un método puede incluir ajustar el procedimiento de tratamiento de desechos en base a un coste de procesamiento y/o un valor de recuperación. De esta manera, el proceso de

tratamiento de desechos puede ser ajustado para asegurar que la corriente de desecho es tratada de una manera rentable. En dicha otra manera, de este modo, las características (p.ej., nivel de proteína, contenido de agua o similares) de la masa bacteriana que resulta del proceso de tratamiento del agua residual pueden ser cambiadas en base a un coste de procesamiento y/o un valor de recuperación. Por ejemplo, la Figura 7 es un diagrama de flujo de un método 400 para ajustar un proceso de tratamiento de aguas residuales según una realización. El método 400 se describe con referencia a la Figura 8, que ilustra una representación gráfica 450 de una realización que tiene un coste de procesamiento y un valor de recuperación que varían en función de ciertos parámetros del proceso de tratamiento de desechos. En particular, el eje vertical, marcado como "coste/valor", corresponde al coste y/o valor asociado con una porción del proceso de tratamiento de residuos. El eje horizontal, marcado como "tiempo", corresponde al periodo de tiempo asociado con una porción del proceso de tratamiento de residuos. El periodo de tiempo puede ser, por ejemplo, el MCRT y/o el MWRT. Aunque el eje horizontal corresponde a un periodo de tiempo asociado con una porción del proceso de tratamiento de residuos, en otras realizaciones, el eje horizontal puede corresponder a cualquier parámetro, la varianza del cual puede dar como resultado un cambio en el coste y/o valor asociado con una porción del proceso de tratamiento de residuos.

Una línea continua representa una curva 452 del valor de recuperación, que es el valor de recuperación para la masa bacteriana retirada durante el proceso de tratamiento de agua residual como una función del MWRT. Una primera línea discontinua representa una primera curva 454 del coste de procesamiento, que es el coste de procesar la corriente de desecho en función del MWRT. Una segunda línea discontinua representa una segunda curva 456 del coste de procesamiento, que es el coste de procesar la corriente de desecho en función del MWRT.

Haciendo referencia a la Figura 7, el método ilustrado incluye calcular un coste de procesamiento asociado con un proceso de reducir un nivel de DBO de una corriente de desecho acuosa desde un nivel de DBO de entrada hasta un nivel de DBO de salida, en 402. El coste de procesamiento puede ser calculado de cualquier manera adecuada y mediante cualquier dispositivo adecuado, tales como los descritos anteriormente con referencia al método 300. Además, como se muestra en la Figura 8, el coste de procesamiento puede ser calculado en función del MWRT. Como se muestra, las curvas 454, 456 del coste de procesamiento aumentan con un MWRT creciente. Tal aumento puede ser atribuido a muchos factores, que incluyen, pero no se limitan a, el coste de energía asociado con secar la masa bacteriana que resulta del proceso de tratamiento del residuo. En otras realizaciones, el coste de procesamiento puede ser calculado en función del MCRT y/o cualquier otro parámetro asociado con el proceso de tratamiento del residuo.

Haciendo referencia a la Figura 7, el método ilustrado incluye calcular el valor de recuperación asociado con una masa bacteriana retirada durante el proceso de tratamiento del residuo, en 404. El valor de recuperación puede ser calculado de cualquier manera adecuada y mediante cualquier dispositivo adecuado, tal como los descritos anteriormente con referencia al método 300. Además, como se muestra en la Figura 8, el valor de recuperación puede ser calculado en función del MWRT. Como se muestra, la curva 452 del valor de recuperación aumenta inicialmente con un MWRT creciente, pero después disminuye más allá de un valor umbral del MWRT. En algunas realizaciones, la varianza de la curva 452 del valor de recuperación puede ser atribuida al cambio en el contenido de proteínas de la masa bacteriana recuperada como una función de MWRT. En otras realizaciones, el valor de recuperación puede ser calculado en función del MCRT y/o cualquier otro parámetro asociado con el procedimiento de tratamiento del residuo.

Haciendo referencia a la Figura 8, la región 460 sombreada entre la curva 452 del valor de recuperación y la primera curva 454 del coste de procesamiento muestra gráficamente el intervalo de MWRT dentro del cual el valor de recuperación es mayor que el coste de procesamiento. Dicho de otra manera, la región 460 sombreada entre la curva 452 del valor de recuperación y la primera curva 454 del coste de procesamiento muestra gráficamente el intervalo de MWRT dentro del cual el proceso de tratamiento del residuo es rentable. Además, la región 460 sombreada incluye un valor diana T1 del MWRT en el que la diferencia entre el valor de recuperación y el coste de procesamiento está maximizada. Dicho de otra manera, el valor diana T1 del MWRT es el MWRT en el que la rentabilidad del proceso de tratamiento del residuo está maximizada. En algunas realizaciones, el valor diana T1 puede ser, por ejemplo, 6,5 días.

Bajo ciertas condiciones, el coste de procesamiento y/o el valor de recuperación como función del MWRT pueden cambiar. Tal cambio puede ser debido a costes de energía cambiantes, costes de transporte de material cambiantes o similares. Así, bajo ciertas condiciones, el valor del MWRT en el que se produce la rentabilidad máxima del proceso de tratamiento del residuo puede cambiar. En el ejemplo ilustrado en la figura 8, la variabilidad en el coste de procesamiento está representada por la segunda curva 456 del coste de procesamiento, que refleja un coste de procesamiento más alto que la primera curva 454 de coste de procesamiento. La región 462 sombreada entre la curva 452 del valor de recuperación y la segunda curva 456 del coste de procesamiento muestra gráficamente el intervalo de MWRT dentro del que el valor de recuperación es mayor que el coste de procesamiento. Además, la región 462 sombreada incluye un valor diana T2 del MWRT en el que la diferencia entre el valor de recuperación y el coste de procesamiento está maximizada. Dicho de otra manera, el valor diana T2 del MWRT es el MWRT en el que la rentabilidad del proceso de tratamiento del residuo está maximizada. Haciendo referencia a la Figura 7, el método incluye ajustar automáticamente una parte del proceso en base al menos al coste de procesamiento y el valor de recuperación, en 406. De esta manera, la parte del proceso (p.ej., el MWRT diana) puede ser ajustada automáticamente para maximizar la rentabilidad del proceso de tratamiento del residuo.

En algunas realizaciones, el MWRT puede ser ajustado por un controlador tal como, por ejemplo, el controlador 110 mostrado y descrito anteriormente. En algunas realizaciones, por ejemplo, el controlador puede calcular y actualizar el MWRT diana y puede transmitir una señal de control de la bomba a una válvula dispuesta dentro del sistema de tratamiento del residuo para cambiar un caudal dentro del sistema de tratamiento del residuo, como se describe anteriormente para el método 200. Aunque la Figura 8 muestra sólo la curva del coste de procesamiento como cambiante, en otras realizaciones, la curva del valor de recuperación puede cambiar debido a condiciones cambiantes. En aún otras realizaciones, tanto la curva del coste de procesamiento como la curva del valor de recuperación pueden cambiar.

Aunque se han descrito anteriormente diversas realizaciones de la invención, debe entenderse que se han presentado a modo de ejemplo solamente, y no de limitación. Donde los métodos descritos anteriormente indican ciertos eventos que ocurren en cierto orden, la ordenación de ciertos elementos puede ser modificada. Adicionalmente, ciertos de los eventos pueden ser realizados al mismo tiempo en un proceso paralelo cuando sea posible, así como realizados secuencialmente como se describe anteriormente.

Por ejemplo, aunque el método 200 se muestra y describe incluyendo un cálculo de una masa celular total antes de que se reciba la segunda señal, en otras realizaciones, la masa celular total puede ser calculada después de que se reciba la segunda señal. En aún otras realizaciones, la masa celular total puede ser calculada en función de la segunda señal.

Ejemplos

Ejemplo 1

Se evaluaron subproductos de procesamiento de patatas y de fábricas de cerveza como modelos para corrientes de aguas residuales de procesamiento de alimentos para producir biosólidos. Durante un ensayo de alimentación científicamente riguroso, se añadieron bacterias que contenían 40% de proteína a formulaciones para alimentación molidas a 0% (Dieta de control nº 1), 21,5% (Dieta nº 2), y 43% (Dieta nº 3) en base a masa, y se extruyeron en gránulos. (Como resultado, las células bacterianas contribuyeron en 0%, 8,4% y 16,8% de la proteína total en los alimentos finales). Después se agruparon alevines de tilapia (300 alevines de *Oreochromis niloticus*) en "bloques" que consistieron en peces pequeños, medios y grandes, y fueron alimentados con una de las tres alimentaciones. Los resultados de crecimiento muestran que los peces que recibieron la proteína bacteriana crecieron a una velocidad más rápida que los que recibieron ingredientes convencionales solos (Figura 9). Al completarse el experimento, los peces fueron sacrificados y se realizaron análisis de cuerpo entero en cuanto al nitrógeno Kjeldahl (como medida de la proteína), ceniza y grasa total. Las medias de estos resultados analíticos y los intervalos de confianza de 95% se muestran en la Tabla 1 y la Figura 10, y muestran que los peces que recibieron 43% de proteína derivada de células bacterianas (también conocida como proteína de células simples, o SCP, por sus siglas en inglés) poseían la cantidad media más alta de N-Kjeldahl y fueron estadísticamente idénticos a los peces de control. Los peces que recibieron 21,5% de SCP tuvieron una concentración de N-Kjeldahl ligeramente más baja. Los peces alimentados con la dieta de 43% de SCP también contuvieron la cantidad más alta de ceniza, mientras que los peces que recibieron la dieta de 21,5% tuvieron el contenido de ceniza más bajo, y todas las dietas dieron como resultado peces con contenidos de grasa idénticos. Estos prometedores resultados muestran que utilizar las cantidades masivas mundiales de subproductos del procesamiento de alimentos puede dar como resultado beneficios significativos a los operaciones de acuicultura.

Tabla 1. Análisis de cuerpo entero de Tilapia alimentada con una dieta de control, 21,5% de SCP, o 43% de SCP.

Nombre de la muestra	Kjeldahl-N (g/kg)	± Kjeldahl-N, 95% IC	Ceniza (g/kg)	± Ceniza 95% IC	Grasa total (g/kg)	± Grasa 95% IC
Dieta de control (todas las muestras)	25,9	0,86	33,9	2,2	68,2	14,77
Dieta de 21,5% (todas las muestras)	25,4	0,73	29,3	1,7	81,9	12,79
Dieta de 43% (todas las muestras)	26,8	0,6	38,8	2,3	66,2	4,04

Ejemplo 2

Se introdujo una corriente de agua residual que tenía un nivel de DBO de 5.000 mg/l (sin pretratamiento anaeróbico) a una velocidad de 11,36 litros (3 galones) por minuto en un tanque reactor agitado continuamente (CSTR, por sus siglas en inglés) de 33.312 litros (8.800 galones) que contenía una comunidad mixta de bacterias no identificadas obtenidas del depósito aeróbico de un tratamiento de aguas residuales que servía a una fábrica de cerveza. El fango activado no fue devuelto al depósito aeróbico, con lo que el tiempo de residencia hidráulico (HRT, por sus siglas en inglés) de aproximadamente 2 días fue igual al MCRT. Los microorganismos fueron alimentados con un exceso de

5 nitrógeno y fósforo en la forma de urea y ácido fosfórico, respectivamente, así como una mezcla acuosa de metales
 micronutrientes como los descritos en la presente memoria. Los micronutrientes consistieron en compuestos
 solubles de aluminio a una concentración de <1% en peso de la mezcla final, ácido bórico a una concentración de
 <1% en peso de la mezcla final, ácido cítrico a una concentración de <1% en peso de la mezcla final, sulfato de
 10 cobalto a una concentración de 1-5% en peso de la mezcla final, cloruro férrico a una concentración de 1-5% en
 peso de la mezcla final, sulfato de manganeso a una concentración de 1-5% en peso de la mezcla final, cloruro de
 níquel a una concentración de 1-5% en peso de la mezcla final, molibdato de sodio a una concentración de 1-5% en
 peso de la mezcla final, extracto de levadura a una concentración de <1% en peso de la mezcla final, y sulfato de
 cinc a una concentración de 1-5% en peso de la mezcla final. Esta mezcla de micronutrientes fue añadida a una
 dosificación equivalente a 1 µl por 250 ml de agua residual entregada al tanque aeróbico. Las condiciones de
 funcionamiento del proceso, por lo tanto, proporcionaron un valor de MWRT de aproximadamente 2,5 días, y
 MWRT-MCRT de aproximadamente 0,5 días. La biomasa fue retirada del CSTR y deshidratada en una centrífuga
 continua de alta velocidad a 6.000 gravedades hasta un contenido en sólidos de aproximadamente 6%. Después, la
 masa deshidratada fue secada a 68°C durante aproximadamente 12 horas y metida en bolsas para impedir la
 15 readсорción de humedad. La proteína de células simples preparada por el procedimiento anterior tuvo las siguientes
 propiedades:

Composición	%
Proteína bruta	64,7
Grasa bruta	5,0
Material mineral	15,0
Fibra bruta	5,5

Minerales	
Calcio	9,1 g/kg
Hierro	1,5 g/kg
Potasio	1,3 g/kg
Magnesio	1,9 g/kg
Sodio	14,4 g/kg
Fósforo	11,1 g/kg
Cinc	180,0 mg/kg
Cobre	109,0 mg/kg

Vitaminas	
Niacina	83,3 mg/kg
Tiamina B1	7,7 mg/kg
Riboflavina	39,0 mg/kg
Vitamina B12	12,0 mg/kg
Vitamina E	29,8 UI/kg

Aminoácidos	% de muestra
Alanina	3,82%
Arginina	3,60%
Ácido aspártico	6,36%
Ácido glutámico	8,04%
Glicina	2,81%

Aminoácidos	% de muestra
Histidina	1,46%
Isoleucina	3,38%
Leucina	5,06%
Lisina	4,34%
Metionina	1,41%
Cisteína	0,55%
Fenilalanina	3,29%
Prolina	2,77%
Serina	2,82%
Treonina	3,11%
Triptófano	0,98%
Tirosina	2,83%
Valina	3,52%
Total	60,15%

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento que comprende:

añadir una corriente de desecho acuosa que comprende componentes metabolizables a un recipiente de crecimiento que contiene al menos un cultivo bacteriano, a un primer caudal;

5 dejar que las bacterias del al menos un cultivo bacteriano crezcan en el recipiente de crecimiento metabolizando al menos una parte de los componentes metabolizables de la corriente de desecho acuosa, formando de este modo una suspensión bacteriana en un líquido acuoso voluminoso, en donde el líquido acuoso voluminoso está desprovisto de componentes metabolizables en relación a la corriente de desecho acuosa;

10 separar una parte de la suspensión bacteriana del líquido acuoso voluminoso, formando de este modo una masa bacteriana;

retirar la masa bacteriana a un segundo caudal;

retirar una parte del líquido acuoso voluminoso a un tercer caudal, en donde el líquido acuoso voluminoso está sustancialmente exento de sólidos suspendidos totales;

15 ajustar el segundo caudal para proporcionar un tiempo medio de retención celular (MCRT) de las bacterias de no más que 8 días, en donde el MCRT se calcula dividiendo la masa celular bacteriana total instantánea en el proceso de tratamiento de aguas residuales por la masa bacteriana retirada por unidad de tiempo; y

20 secar la masa bacteriana retirada dentro de un periodo de tiempo por el cual el tiempo medio de residencia de desecho (MWRT) menos el tiempo medio de retención celular es ≤ 2 días, en donde el MWRT se calcula dividiendo la masa total de carbono en el proceso por la masa total de carbono en la masa bacteriana seca recuperada por día.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el MCRT es no más que aproximadamente 6 días y/o el MWRT-MCRT ≤ 1 día.

25 3. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde la corriente de desecho acuosa añadida al recipiente de crecimiento comprende subproductos de alimentos o bebidas metabolizables disueltos y/o suspendidos de una planta procesadora de alimentos que produce alimentos para seres humanos o animales.

4. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde dicho secado se lleva a cabo durante un periodo de tiempo de aproximadamente un día o menos a una temperatura de aproximadamente 65°-95°C.

5. El procedimiento de la reivindicación 3, en donde dicho secado se lleva a cabo a una temperatura de aproximadamente 80°C durante un periodo de tiempo de un día o menos.

30 6. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde se añaden nutrientes seleccionados del grupo que consiste en macronutrientes, micronutrientes, vitaminas, aminoácidos y combinaciones de los mismos al recipiente de crecimiento bacteriano.

35 7. El procedimiento de la reivindicación 6, en donde los macronutrientes son fuentes biológicamente asimilables de C, H, O, N y P; las vitaminas se seleccionan del grupo que consiste en vitamina A, vitamina B₁, vitamina B₂, vitamina B₃, vitamina B₅, vitamina B₆, vitamina B₇, vitamina B₉, vitamina B₁₂, vitamina C, vitamina D, vitamina E y vitamina K.

8. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el líquido acuoso voluminoso tiene una DBO que varía de aproximadamente 200 a aproximadamente 200.000 mg/l.

9. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde la masa bacteriana seca tiene una relación de proteína/ceniza de aproximadamente 6,0/1 a 8,0/1.

40 10. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde dicho procedimiento es un procedimiento continuo.

11. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el MCRT es aproximadamente 1 a 6 días.

12. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde:

la corriente de desecho acuosa comprende subproductos de alimentos o bebidas metabolizables disueltos y/o suspendidos con niveles de DBO de $\geq$ aproximadamente 100 mg/l;

45 después de retirar una porción del líquido acuoso voluminoso a un tercer caudal, el líquido acuoso voluminoso está sustancialmente exento de sólidos suspendidos totales y tiene una DBO dentro de niveles permitidos;

después de secar la masa bacteriana retirada, la masa bacteriana seca se proporciona como fuente de proteínas para alimento de animales.

13. El procedimiento de la reivindicación 12, en donde la masa bacteriana se seca hasta un contenido de sólidos de 80% o más y se proporciona como ingrediente de alimentos para animales.

14. El procedimiento de la reivindicación 12, que comprende además:

determinar el contenido de proteínas de la masa bacteriana seca,

5 desviar la masa bacteriana que tiene un contenido de proteínas $\geq 40\%$ a un recipiente de almacenamiento;

desviar la masa bacteriana que tiene un contenido de proteínas $< 40\%$ a un recipiente de desecho; y

proporcionar la masa bacteriana con un contenido de proteínas $\geq 40\%$ como fuente de proteínas para alimento de animales.

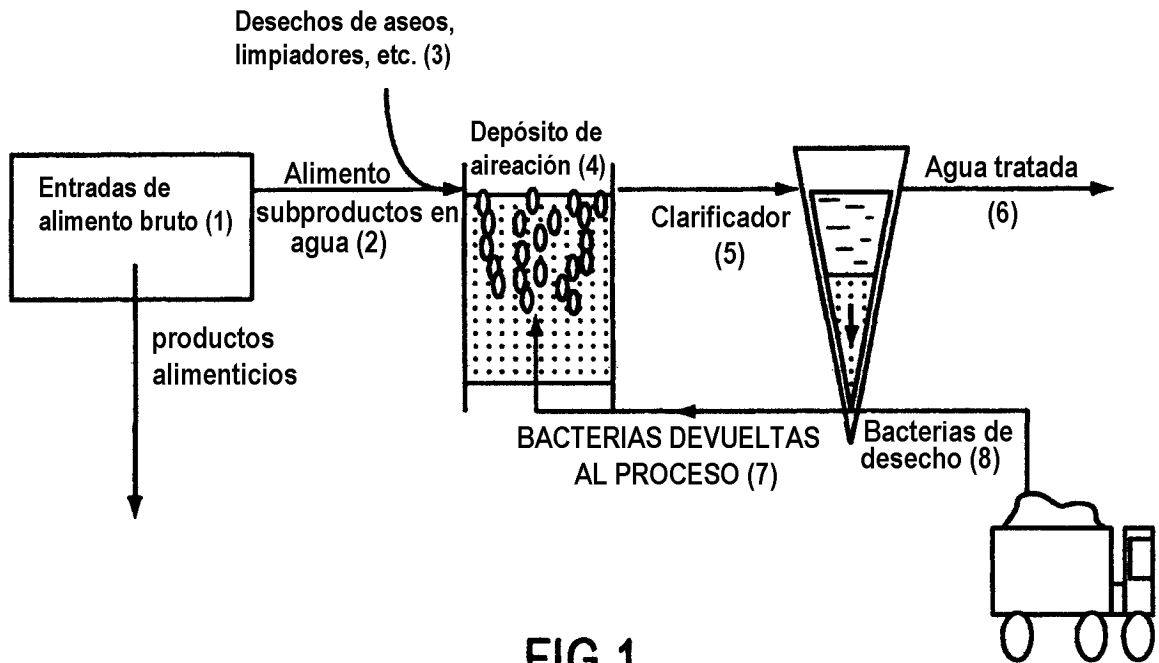


FIG.1

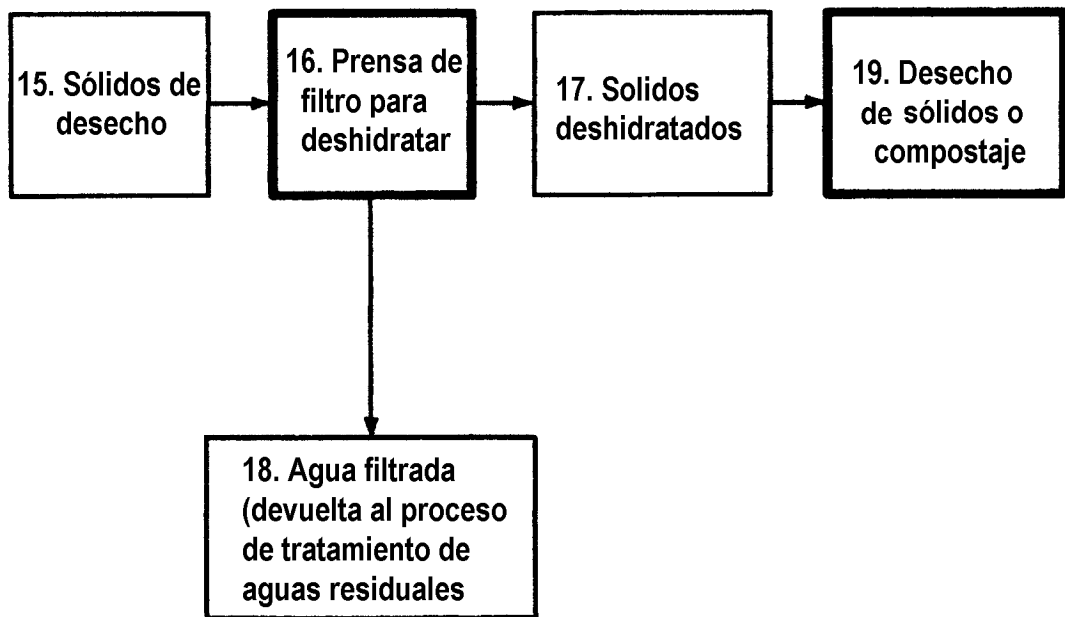


FIG.2

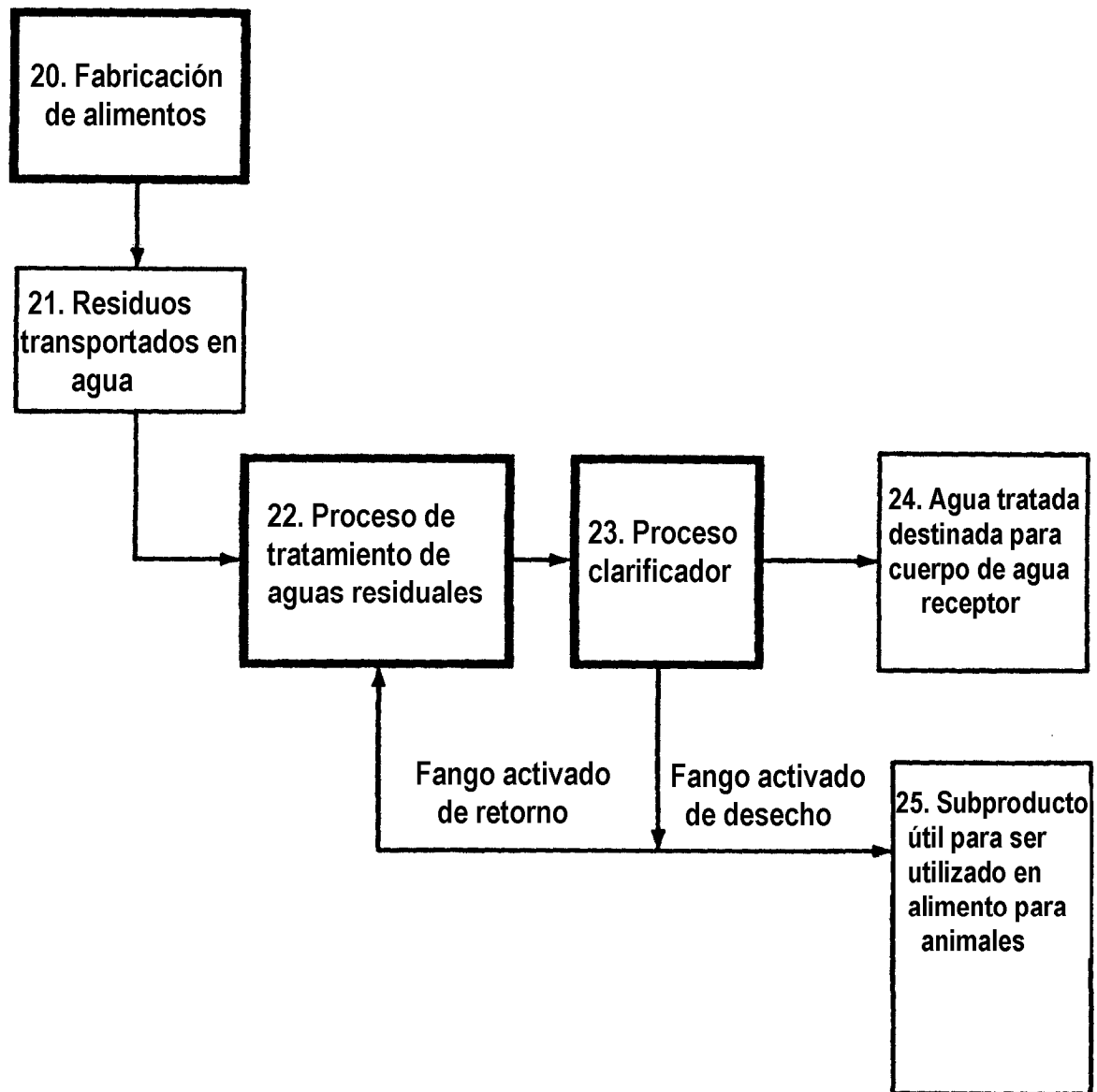


FIG.3

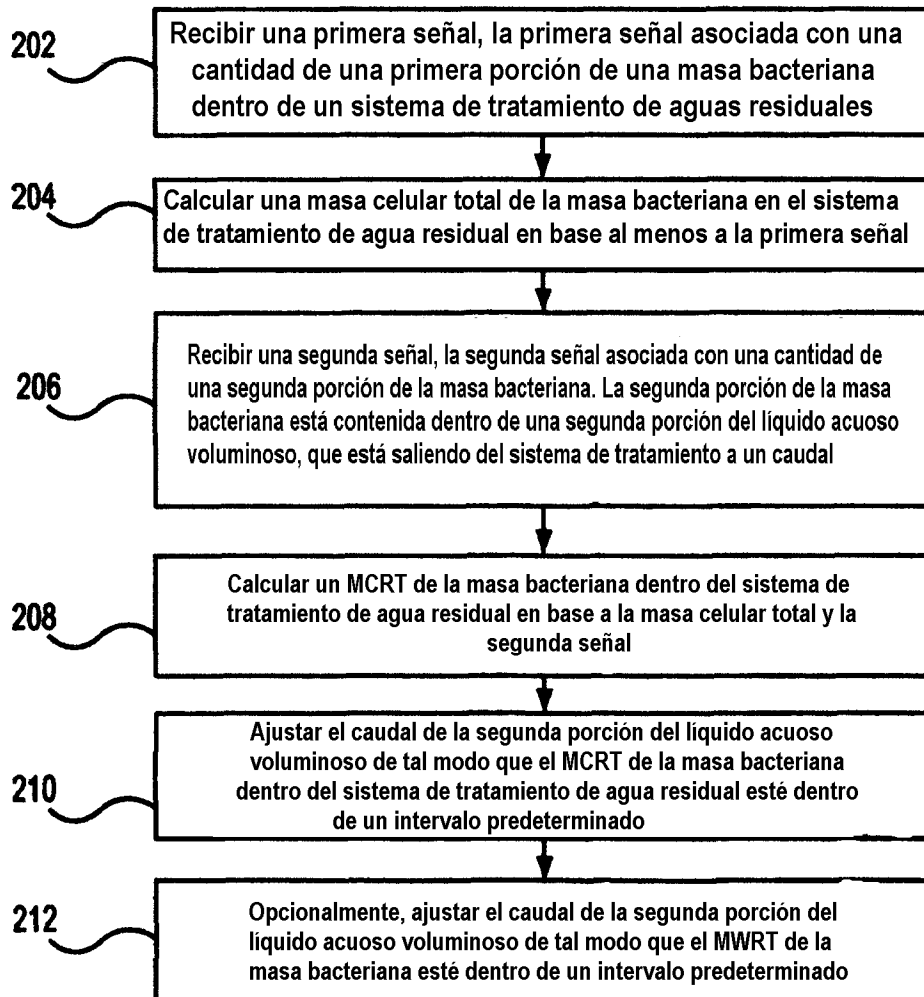
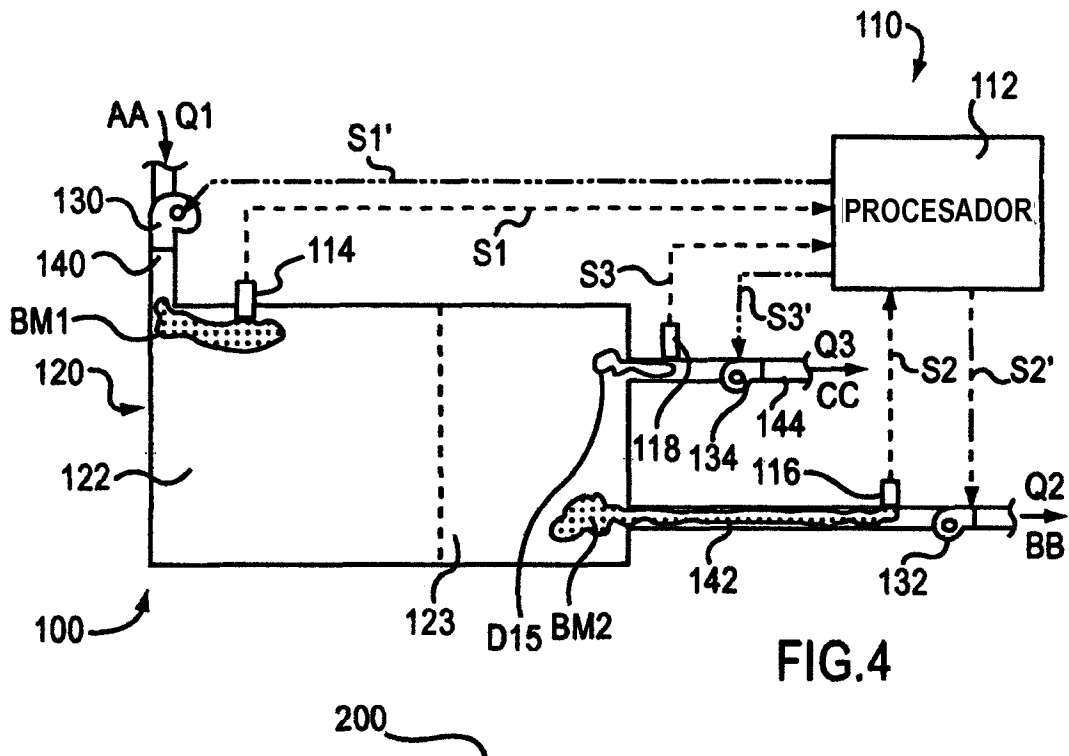


FIG. 5

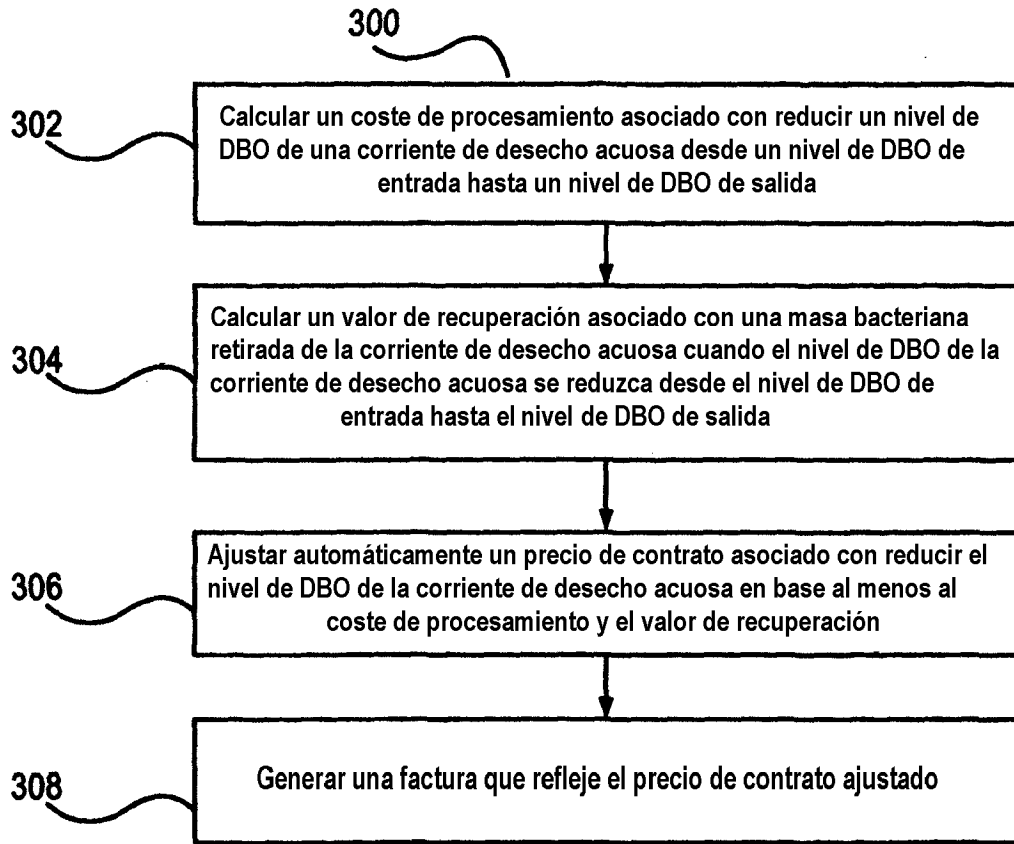


FIG.6

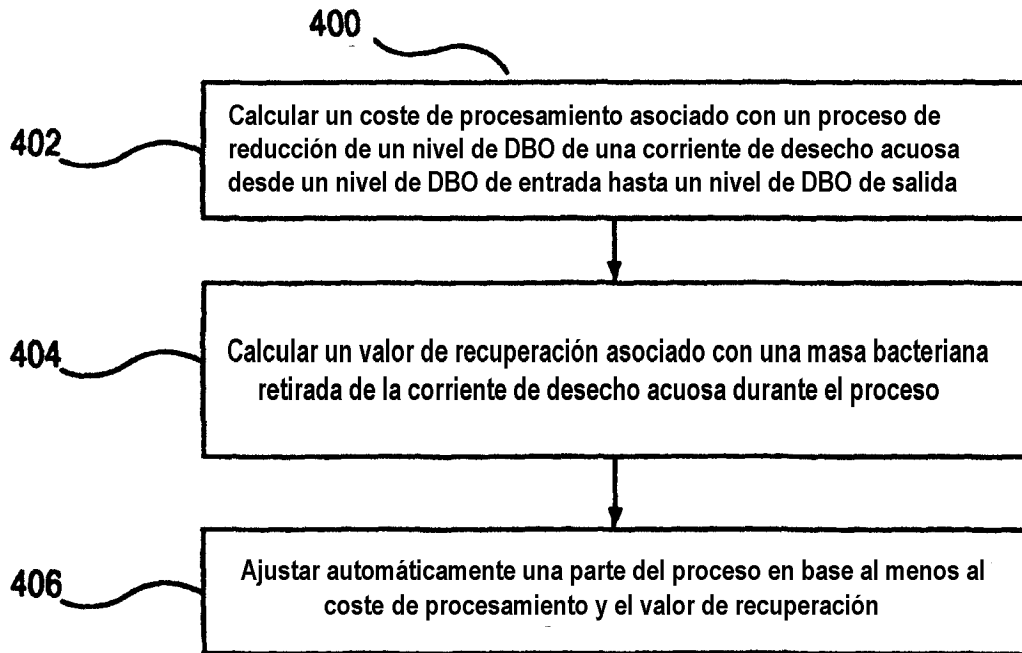


FIG.7

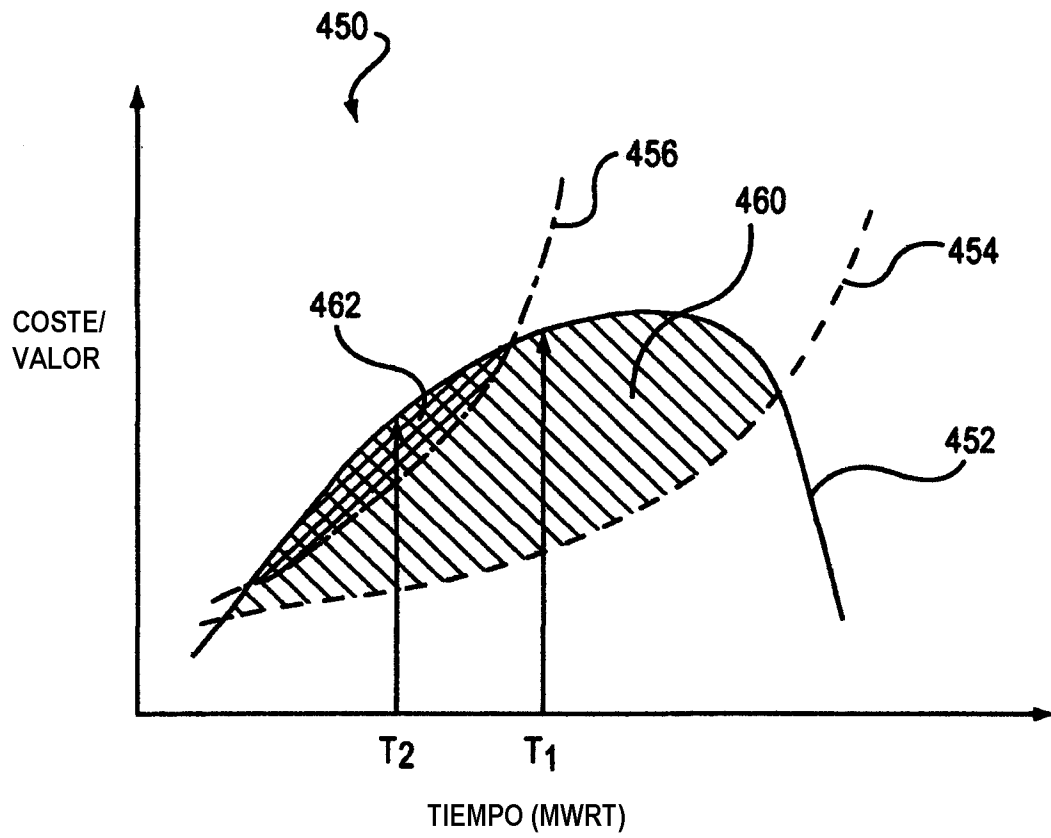


FIG.8

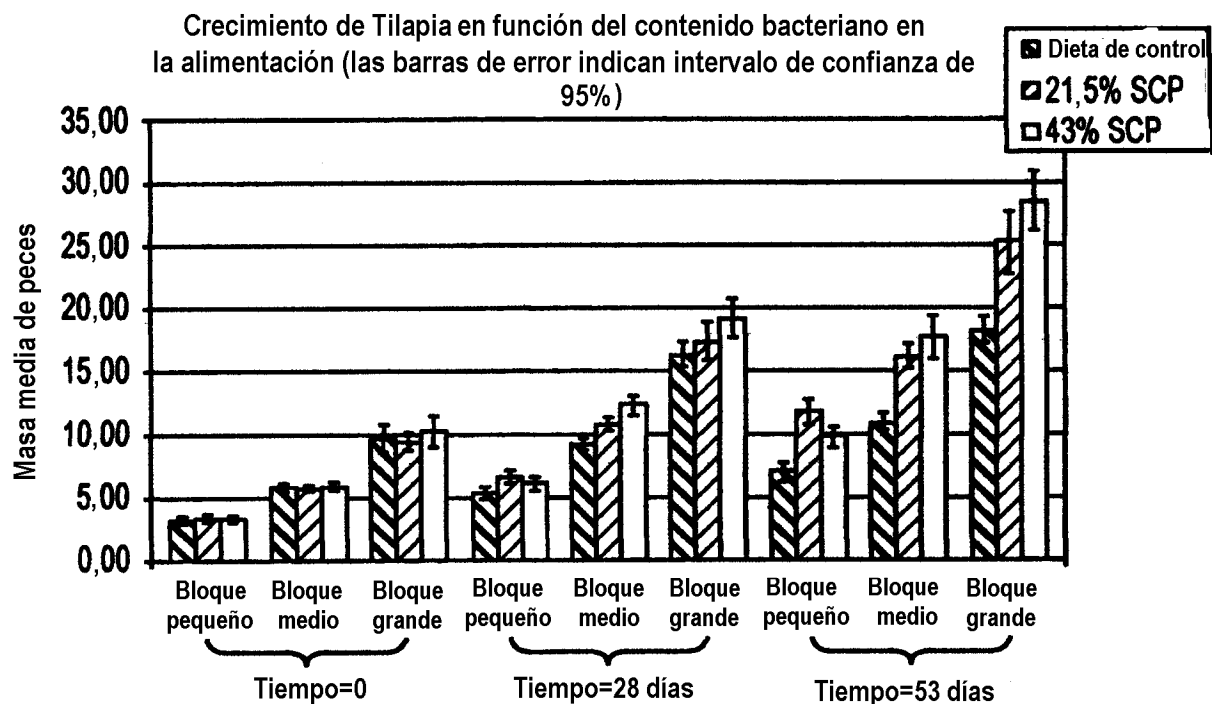


FIG.9

Nombre de muestra	Nitrógeno Kjeldahl (g/kg) +/- intervalo de confianza de 95%	Ceniza (g/kg) +/- 95% de intervalo de confianza	Grasa total (g/kg) +/- 95% de intervalo de confianza
Dieta de control (todas las muestras)	$25,9 \pm 0,86$	$33,9 \pm 2,2$	$68,2 \pm 14,77$
dieta de 21,5% (todas las muestras)	$25,4 \pm 0,73$	$29,3 \pm 1,7$	$81,9 \pm 12,79$
dieta de 43% (todas las muestras)	$26,8 \pm 0,60$	$38,8 \pm 2,3$	$66,2 \pm 4,04$

FIG.10