

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 214**

51 Int. Cl.:

A23J 1/04 (2006.01)

A23L 5/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.03.2014** **PCT/US2014/029748**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014** **WO14145083**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2014** **E 14764069 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.05.2018** **EP 2999350**

54 Título: **Método automático y sistema para recuperar harina de proteína en polvo, aceite omega-3 y agua destilada purificada de tejido animal**

30 Prioridad:

15.03.2013 US 201361794301 P

11.10.2013 US 201314052514

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

25.09.2018

73 Titular/es:

ADVANCE INTERNATIONAL, INC. (100.0%)

174 Lawrence Drive Unit J

Livermore, CA 94551, US

72 Inventor/es:

GHOEBANI, SHAHMARD MAZIER y

COLTUN, KERRY

74 Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

ES 2 683 214 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método automático y sistema para recuperar harina de proteína en polvo, aceite omega-3 y agua destilada purificada de tejido animal

Referencias a solicitudes relacionadas

Se hace referencia a la Solicitud de Estados Unidos relacionada N.º 11/973.106 presentada el 5 de octubre de 2007, publicada como documento US 2009/0092737 el 9 de abril de 2009, titulada, "METHOD FOR DERIVING A HIGH-PROTEIN POWDER/OMEGA-3 OIL AND DOUBLE DISTILLED WATER FROM ANY KIND OF FISH OR ANIMAL (PROTEIN)", que comparte un asignatario común con la presente solicitud.

También se hace referencia a la Solicitud de Estados Unidos relacionada N.º 12/639.946 presentada el 16 de diciembre de 2009, publicada como documento US 2010/0189874 el 29 de julio de 2010, titulada "SYSTEMS AND METHODS FOR DERIVING PROTEIN POWDER", que comparte un asignatario común con la presente solicitud.

Estado de la técnica

Sector de la técnica

La presente invención se refiere en general a un método automático y un sistema para recuperar harina de proteína en polvo, aceite omega-3 en bruto y puro y agua destilada purificada, todos de tejido animal, tal como una diversidad de especies de pescado y/o partes de pescado. La harina de proteína en polvo se denomina producto proteico sólido o producto sólido en el presente documento, y las tres expresiones se usan indistintamente a lo largo del presente documento. El sistema de la presente invención también se conoce como "SISTEMA SEAVIOR".

Se obtiene aceite omega-3 en bruto después de extraer y separar los sólidos de los líquidos y aceites del pescado completo y sus partes. Este aceite omega-3 en bruto es valioso y tiene una diversidad de aplicaciones. El aceite omega-3 en bruto puede procesarse adicionalmente para obtener aceite omega-3 puro. El aceite omega-3 puro significa aceite omega-3 de alta pureza que es adecuado para consumo humano. Por ejemplo, el aceite omega-3 puro puede incluir aproximadamente 80 %, 85 %, 90 %, 95 %, 96 %, 97 %, 98 %, 99 %, 99,5 % o 99,9 % de aceite omega-3. Las expresiones aceite omega-3 en bruto, aceite omega-3 puro y aceite omega-3 se usan indistintamente a lo largo del presente documento. El agua destilada purificada significa agua de alta pureza que es adecuada para consumo humano. Las expresiones agua destilada purificada y agua se usan indistintamente a lo largo del presente documento. La harina de proteína en polvo, el aceite omega-3 y el agua purificada recuperados pueden usarse en muchos campos, por ejemplo, como ingredientes principales en la fabricación de alimentos, productos nutricionales, paquetes de alivio del hambre, cosméticos y alimentos de alta calidad para mascotas. Debería observarse que el método y el sistema de la presente invención pueden emplearse con cualquier tejido animal, aunque, preferentemente, el método y sistema se usan junto con casi cualquier pescado y captura accesorio de pescado y partes de pescado fresco reciclables, ya que es una fuente abundante y sostenible.

Más específicamente, dados los crecientes problemas mundiales de escasez de alimentos en muchas áreas del globo, la presente invención proporciona una metodología para producir un complemento proteico de alta calidad, que puede proporcionar un medio para combatir la crisis de malnutrición creciente. El complemento proteico puede obtenerse de una amplia diversidad de fuentes 100% naturales opcionales, tales como peces marinos de vida corta pequeños abundantes y frescos que se consideran ecológicos y sostenibles y es una fuente natural renovable excelente y su uso combatirá la pesca excesiva de determinadas especies y ayudará a equilibrar el ecosistema oceánico, además de los cadáveres de partes de pescado fresco descartados generados por las industrias de procesamiento de pescado. Se obtienen beneficios ambientales reciclando estos materiales de pescado fresco de otro modo descartados en el método asociado con la presente invención. En una época en la que hay una necesidad creciente de procesamiento ecológico (es decir, con conciencia medioambiental), la capacidad de reutilizar y reciclar materiales residuales frescos y nutricionalmente valiosos generados por la industria pesquera general proporciona una determinada singularidad a la presente invención.

Análisis de la técnica relacionada

El documento US-A-2010/0331580 desvela una recuperación de aceite y producción de gas natural sintético a partir de procesos basados en biomasa. El documento US-A-4 335 146 desvela un proceso para la recuperación de harina y aceite de pescado crudo. La malnutrición es un problema en los países en desarrollo con técnicas y recursos inadecuados para almacenar alimentos perecederos. Concretamente, los avances tecnológicos modernos, tales como sistemas de refrigeración, tiene un precio que pocos pueden permitirse en áreas remotas empobrecidas.

Aunque el agua puede ser uno de los recursos más abundantes de la Tierra, la obtención de agua para beber purificada aún supone un problema para millones de personas que viven en países en desarrollo. Una razón puede atribuirse a la proximidad a fuentes de agua disponibles, por ejemplo, países interiores y países próximos a masas de agua salina, pero sin agua dulce. Incluso si la proximidad no es un problema, las restricciones financieras en

países en desarrollo pueden dar como resultado la falta de sistemas de purificación de agua eficaces, fácilmente disponibles.

Una alternativa es extraer recursos vitales de tejido animal. Tanto si son interiores como litorales, muchos países en desarrollo tienen un aporte abundante de animales terrestres o marinos. Los animales marinos, más específicamente peces, están compuestos de recursos incluyendo proteína, aceites de pescado incluyendo omega-3 y agua derivada del propio pez. A la vista de las técnicas empleadas para recuperar estos productos, puede extenderse la vida útil. Haciendo esto, se reduce y/o elimina la necesidad de conservar bienes perecederos mediante refrigeración.

Aunque ya existen sistemas y técnicas de purificación de tejidos animales en el mercado, un inconveniente importante es la eficacia en la recuperación de los productos. Se atribuyen en general ineficacias al tiempo de inactividad provocado por mantenimiento y reemplazo del equipamiento. Por ejemplo, las entradas y salidas del equipamiento, así como conductos para transferir el producto, pueden obstruirse. Además, el empleo de muchas piezas de equipamiento en el sistema de purificación requiere tiempo de operador adicional para inspeccionar individualmente cada pieza de equipamiento antes de verificar que el sistema es apropiado para procesamiento adicional. Lo que se desea en la técnica es un sistema y un proceso más eficaces para purificar el tejido animal para cumplir los presentes requisitos de los consumidores. También se desea un sistema y un proceso para mejorar el rendimiento de productos recuperados de tejido animal. Se desea además un sistema y proceso para recuperar productos con vidas útiles largas.

Se desea además un sistema de reciclaje de disolvente que recicle el disolvente orgánico y por lo tanto reduzca el uso del disolvente orgánico y la emisión de disolvente orgánico (también denominado compuesto orgánico volátil (COV)) a la atmósfera.

Objeto de la invención

La presente invención propone una tecnología singular y primera de su clase para producir una harina de proteína en polvo altamente pura y estable que se complementa adicionalmente con niveles de minerales deseables tales como calcio, potasio, cinc y otros materiales inorgánicos requeridos. Estos constituyentes se obtienen de forma natural de huesos y carne que están asociados con, por ejemplo, ingredientes de pescado crudo. La harina de proteína en polvo resultante es una fuente de alimento completa que comprende un aminograma completo, cuya composición se complementa adicionalmente por sustancias minerales inorgánicas de origen natural. La naturaleza de la tecnología utiliza sistemas de procesamiento de tipo farmacéutico y operaciones unitarias para asegurar la pureza de producto proteico final y el cumplimiento de los requisitos que se imponen en una industria regulada.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema y un método más eficaces para recuperar productos de tejido animal. El tejido animal puede ser pescado crudo. El pescado crudo puede ser cualquier tipo de pescado y cualquier parte del pescado, incluyendo especies de pescado abundantes sostenibles y partes de pescado que habitualmente se consideran residuos.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema y un método que mejoren el rendimiento de los productos recuperados.

Otro objetivo más de la presente invención es proporcionar un sistema y un método que mejoren la vida útil de los productos recuperados.

Un objetivo adicional de la presente invención es proporcionar un sistema y un método que reciclen el disolvente orgánico y reduzcan la emisión de gases COV a la atmósfera.

La presente invención puede considerarse un proceso de reciclaje general de cadáveres de peces y materiales relacionados que son descartados diariamente por instalaciones en la industria de procesamiento de pescado. El reciclaje resultante de los materiales de otro modo descartados para producir un producto proteico de alta calidad (también denominado "harina de proteína en polvo", usado indistintamente en el presente documento) realiza un proceso ecológico y sostenible que reduce la carga sobre el ambiente.

En un aspecto de la presente invención, se describe un sistema y método mejorados para recuperar productos de tejido animal. Específicamente, la técnica implica combinar tejido animal y disolvente orgánico en proporciones suficientes para producir una mezcla de los mismos. La mezcla se agita, se calienta y se filtra en un tanque para producir harina de proteína en polvo. Preferentemente, el tanque es una única estructura unitaria. También se recupera aceite animal y agua derivada del animal. En una realización preferida, el tejido animal es pescado, y los productos recuperados incluyen proteína de pescado, aceites de pescado y agua derivada del pescado. En una realización ejemplar, la proteína sólida (también denominada "harina de proteína en polvo", usado indistintamente en el presente documento) se transfiere a un molino para procesamiento adicional en un polvo. En otra realización ejemplar más se filtra una parte líquida, filtrada, de la mezcla para separar el aceite de pescado del agua. En una realización adicional, la parte de la mezcla conservada en la estructura unitaria individual después de la filtración se

combina con disolvente orgánico reciclado. El disolvente orgánico reciclado se recupera de la parte líquida de la mezcla.

En otro aspecto de la presente invención, se describe un sistema para recuperar productos de tejido animal. Preferentemente, el tejido animal es pescado. El sistema incluye un tanque de reacción de filtrado-secado que incluye una o más entradas y salidas. Se suministran materia prima de tejido animal y disolvente orgánico de forma independiente, o colectiva, al tanque de reacción de filtrado-secado. El tanque de filtrado-secado-reacción mezcla, calienta y filtra una mezcla que contiene tejido animal y disolvente orgánico. El tanque de reacción de filtrado-secado incluye una salida para retirar el filtrado, así como una salida para retirar el producto sólido.

Descripción de las figuras

Los dibujos adjuntos, que se incorporan en el presente documento y constituyen una parte de la presente memoria descriptiva, ilustran realizaciones de la invención.

En los dibujos:

La **FIG. 1** es una ilustración de la presente invención de acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente invención;

La **FIG. 2** es una vista en sección transversal de un tanque de filtrado-secado-reacción de acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente invención; y

La **FIG. 3** ilustra un sistema de recuperación para recuperar harina de proteína en polvo, aceite omega-3 y agua purificada en detalle de acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente invención.

La **FIG. 4** ilustra la jerarquía funcional asociada con la automatización y la red de sistemas de control para las operaciones unitarias en planta para controlar y operar la planta de fabricación de proteínas en detalle de acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente invención.

La **FIG. 5** ilustra la jerarquía del modelo de objeto SA95 asociada con el Sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) que representa un modelo de transacción vertical entre los sistemas de producción detallados y los sistemas de planificación corporativos en detalle de acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente invención.

Junto con la descripción, los dibujos adjuntos sirven para explicar los principios de la invención.

Descripción detallada de la invención

La presente invención describe un sistema y proceso novedosos para mejorar la eficacia de recuperación de productos de tejido animal. También se describe un sistema y proceso novedosos para mejorar el rendimiento, especialmente la producción de proteína sólida, basándose en el aporte inicial de tejido animal. Se describe además en la presente invención un sistema y un proceso para reducir la emisión de gases de COV a la atmósfera durante el procesamiento del tejido animal.

En general, los inventores han mostrado que la condensación de múltiples piezas de equipamiento de fabricación en una única estructura unitaria reduce el tiempo de inactividad provocado por obstrucciones de flujo de material que se producen en múltiples localizaciones del sistema. Concretamente, se producen obstrucciones de flujo de material más frecuentemente en las entradas y salidas del equipamiento de fabricación. También se producen obstrucciones de flujo de material dentro de conductos que conectan diferentes piezas del equipamiento de fabricación. Según los inventores, el procesamiento de la materia prima del tejido animal en un tanque individual de filtrado-secado-reacción para recuperar una pastilla húmeda que incluye proteína sólida mejora significativamente el tiempo de inactividad atribuido al mantenimiento y la reparación. Además, la invención unitaria actual es un proceso altamente automático; de menor consumo; y requiere menos personal que un sistema que comprenda múltiples operaciones unitarias. Otra ventaja directamente atribuida al empleo del sistema anteriormente mencionado es una reducción en el capital y los costes operativos asociados con la adquisición y el mantenimiento de menos piezas de equipamiento. Otra ventaja más conseguida por los inventores es una mejora de la producción de proteína sólida y la vida útil, obtenida de la pastilla húmeda empleando el sistema y método descrito en el presente documento.

El sistema y proceso novedosos se analizarán en mayor detalle posteriormente a la vista de las realizaciones ejemplares, no limitantes, de la presente invención. Cada una de las realizaciones analizadas en lo sucesivo en el presente documento, a no ser que se indique de forma expresa otra cosa, pueden combinarse y se prevén dentro del alcance de la presente invención.

SISTEMA

La **FIG. 1** es un diagrama de bloques que ilustra una realización ejemplar de un sistema de recuperación 100 según un primer aspecto de la presente invención. Según la FIG. 1, el sistema de recuperación 100 incluye una materia prima de tejido animal 101 para introducir tejido animal. La materia prima de tejido animal puede estar contenida en un tanque de almacenamiento. El tanque de almacenamiento puede tener la temperatura controlada. Como alternativa, el tejido animal puede alojarse en una cámara frigorífica y transportarse corriente abajo para procesamiento bien de forma manual por técnicos, o por cualquier combinación de maquinaria automática incluyendo pero sin limitación transportadores de tornillo, conductos/tubos, bombas, ventiladores, etc. En una realización ejemplar, pueden emplearse tuberías 304SS por todo el sistema. En otra realización ejemplar, puede emplearse una bomba hecha de acero inoxidable para ayudar a la transferencia corriente abajo de tejido animal.

El sistema de recuperación 100 también incluye un suministro de disolvente orgánico 102 para introducir disolvente orgánico. El suministro de disolvente orgánico 102 puede estar contenido dentro de un tanque de almacenamiento. El tanque de almacenamiento puede tener un fondo plano y/o un techo cerrado. El tanque de almacenamiento también puede incluir un transmisor de nivel. El transmisor de nivel se construye preferentemente de acero inoxidable. Los tanques pueden incluir orificios que comunican directa o indirectamente con una entrada de gas nitrógeno. El tanque de almacenamiento puede incluir también una válvula de conservación, válvula de mariposa y/o válvula de diafragma. El disolvente orgánico puede suministrarse corriente abajo por cualquier combinación de equipamiento incluyendo pero sin limitación tuberías, bombas, ventiladores o similares, como se ha descrito anteriormente. La bomba puede ser de acero inoxidable y centrífuga. Pueden emplearse tuberías según sea necesario para interconectar la operación de unidad de proceso y el equipamiento corriente abajo.

La presente invención implica un proceso que puede cambiarse de escala en gran medida y es capaz de producir proteína en polvo y aceites omega-3 que varían de cantidades más bajas a más altas. El proceso de la invención también es reconfigurable por que pueden implementarse trenes de sistemas en paralelo para requisitos de producción simultáneos.

Es particularmente importante que el sistema de recuperación 100 también incluye un tanque individual de filtrado-secado-reactor integrado, unitario, 110 (denominado "el tanque FDR" en lo sucesivo en el presente documento) que recibe tejido animal y disolvente orgánico para procesamiento. El tanque FDR 110 incluye módulos de vacío y calentamiento. El tanque FDR también incluye un filtro para separar sólidos de líquidos pesados. El tanque FDR 110 también comprende uno o más dispositivos de agitación que agitan o remueven la materia prima del tejido animal y la mezcla de disolvente, así como un módulo de secado para producir producto proteico sólido seco una vez separado del componente líquido (es decir, el agua, aceite, disolvente). Preferentemente, el tanque FDR 110 se construye de acero inoxidable y tiene un diseño sanitario. El tanque FDR 110 se describirá en más detalle posteriormente en referencia a la FIG. 2.

El sistema de recuperación también incluye un sistema de recuperación de producto sólido 160 y un sistema de reciclado de disolvente/líquido (SLR) 170, como se ilustra en la FIG. 1. El sistema SLR 170 puede incluir uno o más tanques de recuperación de filtrado. Preferentemente, los tanques de recuperación de filtrado están hechos de acero inoxidable. Los tanques de filtrado pueden incluir uno o más orificios que comunican directa o indirectamente con una entrada para suministrar gas nitrógeno a los mismos. La capa de nitrógeno mantiene el disolvente orgánico en un estado no volátil. El sistema SLR 170 se describirá en más detalle posteriormente en referencia a la FIG. 3.

La **FIG. 2** es una vista en sección transversal del tanque FDR 110 (también indicado por el número de referencia 200 y usado indistintamente a lo largo del presente documento). El tanque FDR 200 es un vaso de metal calentado de forma externa, con sistemas de agitación, capaz de soportar presiones elevadas y un vaso de compresión al vacío hecho de metal. Preferentemente el metal se selecciona de aleaciones adecuadas para requisitos de procesamiento sanitario. Más preferentemente, el metal es acero inoxidable. En otra realización ejemplar, el tanque FDR 200 generalmente es una estructura monolítica o unitaria que puede presurizarse y soportar altos niveles de vacío. Es decir, el tanque FDR 200 se mecaniza como una única pieza en lugar de una serie de dispositivos conectados mediante conductos.

El tanque FDR 200 puede incluir un orificio 215 que comunica directa o indirectamente con un circuito de alimentación para introducir tejido animal de la materia prima de tejido animal 201 y/o un orificio 216 que comunica directa o indirectamente con un circuito de alimentación para introducir disolvente orgánico del suministro de disolvente orgánico 202. Se suministra ozono, preferentemente, a partir de un generador de ozono 225 que puede localizar corriente arriba o corriente abajo del suministro de tejido animal 201. El tanque FDR 200 también puede incluir un orificio 218 que comunica directa o indirectamente con un sistema de reciclado COV que se analizará posteriormente en detalle. El tanque FDR 200 también incluye un orificio 219 que comunica directa o indirectamente con un tanque de recuperación de producto sólido 260, que en general se ilustra como "recuperación de producto sólido 160" en la FIG. 1. El tanque FDR 200 incluye además un orificio de descarga 217 que comunica directa o indirectamente con el sistema de Reciclado de Disolvente/Líquido (sistema SLR) 270 (que se identifica en la FIG. 1 como Sistema de Reciclado de Disolvente/Líquido 170). Específicamente, el sistema SLR recupera productos del tejido animal incluyendo aceites animales y agua derivada del animal en sí mismo. El sistema SLR 270 también recupera disolvente orgánico que puede reciclarse a través del sistema según las preferencias del usuario. El tanque FDR 200 puede incluir una bomba, una válvula de retención (CV-01) y una válvula de aislamiento entre el orificio de

descarga 217 y el sistema SLR 270. La válvula de retención (CV-01) puede evitar un flujo inverso de líquido de vuelta del sistema SLR 270 al tanque FDR 200.

Alrededor del tanque FDR 200 hay un sistema de calentamiento 220. En una realización ejemplar, las paredes externas y el fondo del tanque FDR 200 están rodeados por una camisa de calefacción convencional que contiene un medio de calefacción. En general, el medio de calefacción es vapor o un fluido de transferencia de calor alternativo. Preferentemente, se emplea una caldera de vapor que puede actuar a 6.360 MJ.

El tanque FDR 200 puede incluir un conjunto agitador primario 230. El conjunto agitador primario 230 se localiza parcialmente dentro y parcialmente fuera del tanque FDR 200. El conjunto agitador 230 puede incluir un medio impulsor 231, que está, al menos en parte, localizado preferentemente fuera del tanque FDR 200. En una realización ejemplar, el medio impulsor 231 se localiza en o sobre el tanque FDR 200. El medio impulsor 231 rota un eje 232 vertical, o casi vertical, que se localiza en o sustancialmente dentro del tanque FDR 200. El eje 232 puede rotarse, en el sentido de las agujas de reloj o al contrario, a velocidades variables determinadas por el operador. Las velocidades de rotación tienen un intervalo variable. El eje 232 incluye una o más ramas 233 con hojas 234 correspondientes que se extienden desde las mismas, que facilitan el movimiento de la mezcla de materia prima y disolvente dentro del tanque FDR 200. El movimiento ayuda a asegurar un calentamiento y un secado uniformes. La o las ramas 233 pueden localizarse a distancias iguales o distintas entre sí en el plano vertical y/u horizontal que se extiende radialmente en la dirección de la pared interna del tanque FDR 200. Cada una de la o las hojas 234 localizadas en la o las ramas 233 también se extiende radialmente en la dirección de la pared interna del tanque FDR 200 y se configura para rotar alrededor del eje del rotor. La o las hojas 234 pueden localizarse a distancias iguales o distintas entre sí. Las hojas 234 pueden tomar varias formas; sin embargo, las hojas son preferentemente rectangulares o sustancialmente rectangulares. Además, las hojas 234 pueden incluir una parte radialmente interna que es sustancialmente plana y queda sustancialmente en un plano vertical. Como alternativa, las hojas 234 pueden quedar con una inclinación positiva o negativa. En otra realización ejemplar más, una o más de las hojas pueden incluir un mecanismo de calentamiento para proporcionar un método potenciado de secado del producto proteico sólido. El mecanismo de calentamiento puede ser una parte del sistema del calentamiento 220.

En una realización separada, puede emplearse radiación por microondas como un método alternativo para secar el producto sólido. Se ha mostrado que la radiación por microondas proporciona un secado más uniforme reduciendo al mismo tiempo el daño al producto debido de otro modo a mecanismos de calentamiento convencionales.

El tanque FDR 200 puede incluir un conjunto agitador secundario 250. Como el conjunto agitador primario 230, el conjunto agitador secundario 250 se localiza preferentemente parcialmente dentro y parcialmente fuera del tanque FDR 200. El conjunto agitador secundario 250 puede ser un agitador de alta cizalla para facilitar la transferencia de masas durante la fase de reacción de una mezcla en el tanque FDR 200. El conjunto agitador secundario 250 incluye un impulsor 251 que está, al menos en parte, localizado preferentemente fuera del tanque FDR 200. Comunica con un eje rotatorio 252, que está localizado preferentemente dentro o sustancialmente dentro del vaso 210. El eje 252 puede incluir una o más ramas 253 y una o más hojas correspondientes 254. Aunque el conjunto agitador secundario 250 parece estar dispuesto en la FIG. 2 en una orientación vertical, puede, como alternativa, disponerse en cualquier ángulo en relación con el tanque FDR 200.

Preferentemente, el tanque FDR 200 también incluye un sistema de vacío 240 capaz de extraer un vacío dentro del tanque FDR 200. El sistema de vacío 240 incluye una bomba de vacío 241 para reducir la presión de aire en el tanque FDR 200.

La descarga de los sólidos a granel finales del FDR se realiza preferentemente usando un sistema de transporte neumático. Este sistema evita la necesidad de la retirada manual del producto del FDR. El sistema de transporte neumático facilita la descarga del producto proteico sólido del FDR a un recipiente a granel final, tal como un contenedor o un saco tejido altamente resistente.

El sistema FDR es un sistema altamente automático que utiliza un estado del PLC (Controlador Lógico Programable) o un procesador lógico similar. Se integran señales de entrada y salida de alta velocidad como parte de la automatización para permitir que el sistema de control responda rápidamente a desviaciones del proceso y devolver automáticamente el proceso a condiciones según las especificaciones. La naturaleza mecánica compleja del FDR requiere cierres de seguridad críticos, y el procesador lógico del sistema automático explora estas condiciones continuamente para asegurar que el equipamiento de FDR y adyuvantes están protegidos. La programación adaptada del procesador lógico permite la implementación de diversos módulos de bibliotecas de software que pueden desplegarse dependiendo de las necesidades del proceso. Por ejemplo, diferentes materias primas de tejido animal pueden requerir condiciones de procesamiento ligeramente diferentes para conseguir un producto proteico de alta calidad. La naturaleza del proceso de automatización permitirá la implementación de un sistema impulsado por receta que pueda adaptarse a diversas materias primas y condiciones de procesamientos relacionadas.

En otra realización, el sistema automático usado para la producción de proteína se adaptará a un modelo jerárquico que combina automatización del proceso con Inteligencia Empresarial (BI) que implica Sistemas de Ejecución de Fabricación (MES) abarcados por un sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) general. El

estándar de Instrumentación, Sistemas y Automatización (ISA) S95 establece un modelo jerárquico de cuatro niveles para una red empresarial de fabricación. Caracteriza software de aplicación genérica y arquitecturas de red para sistemas de control de fabricación como se describe en la Tabla 1. El proceso de producción de proteínas primario se produce en el Nivel 0 con instrumentación del Nivel 1 que supervisa los parámetros operativos del proceso según las especificaciones. El Nivel 2 comprende los controladores lógicos, que pueden incluir una combinación de sistemas PLC, DCS o SCADA. Estos procesadores lógicos de Nivel 2 contienen el código fuente patentado y recetas de aplicación que definen el proceso de producción de proteínas. Ya que el Sistema de Control Empresarial es por definición una estructura en red, la información y los datos obtenidos del proceso y los Niveles 1 y 2 se transfieren a los sistemas de planificación y calidad de material del Nivel 3. El Nivel 3 es el depósito de datos analíticos de materias primas y productos acabados así como niveles de inventario. El Nivel 4 es el depósito final de toda la información relacionada con las operaciones de fabricación de proteínas. El Nivel 4 analiza datos de fabricación internos y los asocia con la información de mercadotecnia y previsión externa para optimizar el programa, los usos de materias primas y los inventarios de productos acabados.

Tabla 1. Jerarquía de integración del Sistema de Control Empresarial SA95

Capa SA95	Función	Descripción
Nivel 4	ERP	Planificación de Recursos Empresariales
	CRM	Control de Relación con el Cliente
	APO	Optimización de Planificación Anticipada
Nivel 3	MES	Sistemas de Ejecución de Fabricación
	LIMS	Sistemas de Control de Información de Laboratorio
	CMMS	Sistemas de Control de Mantenimiento de Calibración
	WMS	Sistemas de Control de Almacén
Nivel 2	PLC	Controladores Lógicos Programables
	DCS, BAS	Sistemas de Control Distribuidos, Sistemas de Automatización de Construcción
	SCADA	Control de Supervisión y Adquisición de Datos
Nivel 1	Dispositivos	Mediciones de proceso y equipamiento de control terminal
Nivel 0	Proceso	El proceso de fabricación físico

La FIG. 3 ilustra un sistema de recuperación 300 (también indicado por el número de referencia 100 y usado indistintamente a lo largo del presente documento) en más detalle de acuerdo con realizaciones ejemplares de la presente invención. Más en particular, la FIG. 3 ilustra el sistema SLR 370 en detalle (también indicado por el número de referencia 370 en la Figura 2 y usado indistintamente a lo largo del presente documento). Además de los elementos detallados ilustrados en la FIG. 3, el sistema de recuperación 300 puede incluir además elementos tales como compresores de aire y sistemas de nitrógeno, por ejemplo, para mantener un ambiente inerte dentro de los tanques de filtración y almacenamiento anteriormente mencionados, dependiendo del tipo de disolvente o disolventes orgánicos usados. El sistema de recuperación 300 puede emplear también sensores para detectar condiciones explosivas y alarmas correspondientes para indicar, por ejemplo, que la concentración de vapores de disolvente orgánico supera los límites umbrales permisibles.

Volviendo la atención de nuevo a la FIG. 3, el sistema SLR 370, como se ha mencionado, comprende un tanque de filtrado 371, aunque es concebible más de un tanque (véase tanque de filtrado 372). El tanque de filtrado 371 puede localizarse corriente arriba de uno o más filtros 373. Los filtros 373 ayudan a retirar sólidos residuales del filtrado (es decir, la mezcla de disolvente, líquido y aceite). Los filtros 373 pueden localizarse en cualquier parte en el sistema SLR 370 según sea necesario para la retirada de los sólidos residuales.

El sistema SLR 370 también puede incluir una unidad de destilación 375, tal como una torre de destilación fraccional o WFE (evaporador de lámina de agua delgada). La unidad de destilación 375 actúa para recuperar grasas/aceites del disolvente orgánico/agua. La unidad de destilación 375 puede localizarse corriente abajo del tanque de filtrado 371. Pueden emplearse bombas y ventiladores según sea necesario para transferir los diversos líquidos corriente abajo para procesamiento adicional. El sistema SLR 370 puede incluir más de una unidad de destilación, si es necesario.

El sistema SLR 370 incluye preferentemente un generador de ozono 374. Como se muestra en la FIG. 3, el generador de ozono 374 se localiza corriente abajo del tanque de filtrado 371 y reacciona con y neutraliza aminas en el filtrado, eliminando de este modo el olor (por ejemplo, olor a pescado) asociado con las aminas. Los olores asociados con el pescado se deben al proceso natural de degradación. Las enzimas bacterianas atacan la carne del pescado, y esto desencadena una reacción de oxidación y reducción. El músculo del pescado que contiene óxido de trimetilamina (TMAO) se degrada por descomposición, produciendo de este modo trimetilamina y dimetilamina. Estas dos aminas dan lugar al olor del pescado característico. Por lo tanto, el ozono elimina este olor destruyendo

las moléculas, bacterias y esporas que provocan olores desagradables. El oxígeno triatómico es ozono. En una reacción inversa usando ozono, el tercer átomo de oxígeno se une con las moléculas de amina y las hace en última instancia inodoras. El generador de ozono 374 también puede localizarse en otra parte del sistema SLR 370 donde sea necesaria desodorización.

La desodorización del disolvente y los productos líquidos se realiza adicionalmente mediante el uso de filtros de carbón activado en línea. El carbón activado es un material bien establecido para la retirada de contaminantes orgánicos de un flujo de proceso. El beneficio del uso de carbón activado en el proceso de SLR es que las aminas traza se eliminan adicionalmente junto con el olor asociado atribuido al olor a pescado de la amina.

El sistema SLR 370 puede incluir condensadores corriente abajo de la unidad de destilación 375 para recuperar agua y disolvente orgánico. Puede requerirse equipamiento de procesamiento adicional según sea necesario para obtener agua purificada. El agua purificada puede después transferirse a un tanque de recuperación 396.

El sistema SLR 370 puede incluir además una o más unidades de destilación 380 para recuperar aceite animal purificado (por ejemplo, aceite omega-3). Preferentemente, la unidad de destilación 380 puede contener un aparato de separación de fases. La unidad de destilación 380 se localiza corriente abajo de la unidad de destilación 375. La unidad de destilación 380 separa en general el aceite animal de grasa sólida residual. La unidad de destilación 380 puede ser, por ejemplo, un Evaporador de Lámina Delgada (TFE), el Evaporador de Lámina Delgada de Agua (WFE) o una unidad de destilación molecular. Específicamente, puede emplearse una unidad de destilación molecular para recuperar un aceite omega-3 purificado de grasa sólida residual. Pueden conseguirse diversos grados de pureza y pueden emplearse técnicas bien conocidas en este campo para conseguir un grado final de aceite omega-3. El aceite puede transferirse al tanque de recuperación 397 mientras que los residuos se capturan en un tanque 398.

En referencia de nuevo a la FIG. 3, el sistema de recuperación 300 puede incluir un controlador 391. El controlador 391 puede incluir un centro de control de motor eléctrico. El controlador proporciona en general al operador una interfaz mediante la cual el operador puede conseguir control automático, en tiempo real, sobre los diversos componentes y subsistemas que componen el sistema de recuperación 300. El controlador 391 puede, por ejemplo, comunicarse con y/o proporcionar control sobre los volúmenes de tanques, temperaturas, estados de los dispositivos, sensores y alarmas.

El sistema 300 puede incluir además uno o más trituradores 305. Los trituradores 305 están hechos preferentemente de construcción de acero inoxidable y se configuran para triturar materia prima de tejido animal crudo, tal como pescado, en cubos de un tamaño de 6,35 mm a 12,70 mm. Los trituradores 305 se localizan corriente arriba del tanque FDR 310, de modo que los trituradores 305 trituran materia prima de tejido animal recibida del tanque/habitación 301 de almacenamiento de materia prima de tejido animal en partículas más pequeñas, como se ha especificado anteriormente, para procesamiento adicional.

Después de triturarse la materia prima de tejido animal, la materia prima puede combinarse con un disolvente orgánico para preparar una suspensión o mezcla homogeneizada. Como se muestra en la FIG. 3, el sistema 300 incluye tanques de preparación 330 para combinar la materia prima de tejido animal y el disolvente orgánico. El tanque de preparación 330 procesa preferentemente hasta 50 gpm. El tanque de preparación 330 puede ser un tanque agitado calentado. El tanque de preparación 330 también se localiza corriente arriba del tanque FDR 310. Pueden emplearse sensores de nivel y fluxímetros en o asociados con el tanque de preparación 330, para proporcionar retroinformación al operador a través del controlador 391, para ayudar a asegurar un flujo adecuado de acuerdo con las preferencias del operador.

El sistema 300 también puede comprender un aparato de molienda 350 y un sistema de recuperación de producto sólido 360. El aparato de molienda 350 muele el producto sólido para obtener una forma granular o en polvo de la proteína sólida recuperada. El producto molido puede después curarse en un horno. Después del curado, el producto finalizado se almacena en una instalación de almacenamiento de producto final. Tras completar estos procesos, el producto con todas sus propiedades proteicas puede manipularse de tal modo que proporcione características físicas suficientes para permitir que sea consumido e ingerido por niños y adultos fácilmente y sin sabores u olores desagradables que tengan una influencia desagradable o que den lugar a rechazo. Por ejemplo, sin limitación, el polvo puede comprimirse en una forma de píldora sólida, colocarse en una cápsula para tragar o añadirse a un líquido y consumirse como una bebida. La proteína sólida recuperada puede después recogerse por el sistema de recuperación de producto sólido 360.

El sistema de recuperación 300 también comprende un sistema de reciclado de disolvente orgánico 390. Preferentemente, el disolvente es alcohol isopropílico (IPA); sin embargo, resultará fácilmente evidente para los expertos en la materia que pueden usarse disolventes distintos de IPA. Como se ha mencionado anteriormente, el disolvente orgánico puede destilarse del agua mediante el uso de un alambique calentado y condensadores. Sin embargo, una vez que el disolvente se ha retirado del agua, el disolvente puede transportarse de vuelta a un tanque de almacenamiento de disolvente 302. Este disolvente orgánico reciclado puede combinarse o no con disolvente nuevo o fresco antes de transferirse al tanque FDR 310, donde se combinará con pastilla húmeda refiltrada, o se

transferirá al tanque de preparación 330, donde se combinará con el tejido animal. La pastilla húmeda refiltrada es el producto proteico sólido residual que permanece en el FDR después de cada proceso de reciclado de reactor. Recuérdese que una vez que se ha enviado la mezcla de pescado crudo/IPA al tanque FDR 310, IPA se retira por filtrado y el filtrado se transfiere al sistema de recuperación de disolvente. El producto proteico sólido permanece en el tanque FDR 310. Después se envía otra carga de IPA al tanque FDR 310 donde el producto proteico sólido experimenta un segundo ciclo de reactor/calentamiento/filtración. IPA se retira de nuevo por filtrado dejando la "pastilla húmeda" de proteína sólida. Este proceso de reciclado se realiza una vez más hasta un total de 3 veces. En general, el número total de reciclados variará de 1 a 4 y está determinado por la calidad deseada de producto final. El tanque FDR 310 y el tanque de preparación 330 pueden recibir uno de los siguientes con respecto al disolvente orgánico: disolvente orgánico completamente nuevo (fresco), disolvente orgánico completamente reciclado o una combinación de los mismos. Como resulta evidente, el sistema de reciclado de disolvente 390 incluye tuberías, como se ha descrito anteriormente, para transportar el disolvente orgánico entre el tanque de recuperación de disolvente 395 del sistema SLR 370, el tanque de almacenamiento de disolvente orgánico 302 y el tanque FDR 310.

El sistema de recuperación 300 puede incluir un tanque de recuperación 396 para recoger agua, un tanque de recuperación 397 para recoger aceites, incluyendo ácidos grasos omega-3 y un tanque de descarte de residuos 398 para recoger residuos. Además, el sistema de recuperación 300 comprende un sistema de reciclaje COV 392 para capturar emisiones de gases/vapores formados en el tanque FDR 310. Como se muestra en la FIG. 3, por ejemplo, las emisiones salen del vaso tanque FDR 310 mediante un orificio, y los vapores pueden transferirse a un condensador de gases y refrigerador para condensar los vapores en disolvente orgánico utilizable. El disolvente orgánico condensado puede transferirse mediante una línea de reciclado de disolvente al tanque de almacenamiento orgánico 302 para su reutilización.

PROCESO

Según un aspecto de la presente invención, se describe un proceso para recuperar productos obtenidos originalmente de tejido animal. En una realización, se recupera producto proteico sólido. En otra realización, se recupera producto proteico sólido además de agua obtenida de tejido animal. En una realización adicional, se recupera producto proteico sólido, agua y aceite animal obtenidos del tejido animal.

Se define que el tejido animal, para los fines de la presente solicitud, tiene células eucariotas de diversas formas y tamaños. Las células animales se caracterizan adicionalmente por excluir paredes celulares que están presentes en todas las células vegetales. El tejido animal puede incluir pero sin limitación animales terrestres y marinos tales como insectos, peces, aves y carnes rojas. En una realización ejemplar, la materia prima de tejido animal contiene pescado. En otra realización ejemplar más, la materia prima de tejido animal se mantiene a temperaturas de menos de 10 °C, preferentemente menos de 7,22 °C y más preferentemente menos de o igual a 4,44 °C, antes de procesarse por el sistema de purificación de la presente invención.

Como se ha indicado, el tejido animal puede ser pescado y, en particular, pescado crudo. El pescado crudo debería ser fresco y manipularse de una manera sanitaria. La calidad de la materia prima también debería verificarse. El pescado también puede triturarse, como se ha explicado anteriormente (por ejemplo véase, molino 350), en trozos para formar una harina de pescado antes de mezclar con disolvente orgánico y procesamiento posterior.

Se emplea en general en el proceso un disolvente orgánico. El disolvente puede incluir un alcohol, en el que el grupo funcional hidroxilo está unido a un átomo de carbono. En una realización alternativa, el disolvente puede seleccionarse de los disolventes orgánicos con un contenido orgánico volátil (COV) que varía entre 200 y 500 g/l. En otra realización alternativa, el disolvente se selecciona de modo que cumpla las regulaciones de COV promulgadas por la autoridad de gobierno local. En una realización preferida, el disolvente, como se indica, es IPA (alcohol isopropílico).

Se calienta inicialmente una mezcla de harina de pescado y disolvente; sin embargo, se usa preferentemente un calor bajo de modo que no haya riesgo de descomposición del producto proteico debido a degradación térmica. La mezcla de harina de pescado y disolvente debería equilibrarse lo suficiente para que la harina de pescado se disuelva en un líquido viscoso durante el procesamiento en el tanque FDR y, en particular, el proceso de calentamiento, que se realiza a temperatura controlada por medio de un sistema de control variable que evita la desestabilización que, a su vez, reduciría o eliminaría la potencia de la proteína. La relación de tejido animal con respecto a disolvente dependerá, por supuesto, de diversos factores incluyendo pero sin limitación el tejido animal y disolvente específicos usados. Cuando la materia prima animal es pescado crudo y se emplea IPA como el disolvente orgánico, la relación de pescado en kilogramos con respecto a IPA en litros varía entre aproximadamente 1:1 y 1:2,2; 1:2,1; 1:2,0; 1:1,9; 1:1,8; 1:1,7; 1:1,6; 1:1,5; 1:1,4; 1:1,3; 1:1,2; y 1:1,1. Más preferentemente, la relación es de aproximadamente 1:2. En una realización comercial, preferida, de la presente invención, tras el aumento de escala, se combinan aproximadamente 5000 kg de pescado crudo y aproximadamente 10.000 l del disolvente orgánico para formar la mezcla de harina de pescado y disolvente.

Como se ilustra en las FIGs. 1-3, la mezcla de tejido animal y disolvente orgánico se suministra, por ejemplo, mediante un transportador de tornillo del tanque de preparación (por ejemplo, véase tanque de preparación 330) al

tanque FDR (véase por ejemplo, tanque FDR 310), donde se calienta, con agitación a una temperatura que varía entre 45 y 75 °C durante aproximadamente 2 horas en el tanque FDR. El conjunto agitador primario, como se ha analizado anteriormente, asegura el calentamiento uniforme y previene la descomposición de la mezcla de tejido animal y disolvente orgánico, particularmente la parte de la mezcla próxima a las paredes o el fondo del vaso de compresión. Al hacerlo, se recupera proteína con una alta concentración, específicamente con proteína 85 % o más pura, como se caracteriza mediante un aminograma completo. Un aminograma es una colección de aminoácidos presente en un producto dependiendo del tipo de tejido animal. La proteína recuperada puede ser un aminograma completo, no higroscópico, y sustancialmente exento de olor a pescado u olor aportado por aminos. La proteína recuperada también puede ser no higroscópica y estéril y, visualmente, la proteína puede mostrar un color crema.

El tejido animal pueda suministrarse mediante un transportador de tornillo a un tanque de preparación (véase por ejemplo, tanque de preparación 330). El disolvente orgánico se añade después para asegurar que se forma una mezcla adecuada antes de suministrarse al tanque FDR (véase por ejemplo, tanque FDR 3). El tanque de preparación también puede incluir también un agitador, así como un sistema de recubrimiento y aislamiento para permitir el calentamiento y enfriamiento externos. Preferentemente, la mezcla se calienta hasta una temperatura que no supera 75 °C, por ejemplo, aproximadamente 45-50 °C. La mezcla homogénea resultante se suministra después al tanque FDR.

En el tanque FDR, la mezcla homogénea se calienta y agita de nuevo, y después se filtra. La pastilla húmeda de proteína residual se seca después, preferentemente usando calor y vacío o microondas. Al hacer esto, se condensan varias operaciones unitarias en una única pieza de equipamiento. Concretamente, no son necesarios vasos de suspensión, centrifugas de producto/mecanismos de filtración, aparatos de secado independientes, junto con válvulas, conductos, ventiladores, bombas, sensores, controladores y similares adjuntos, que ayudan a la transferencia de la mezcla entre cada operación. Como resultado, el tiempo del ciclo de producción para recuperar el producto, tal como por ejemplo proteína sólida, se reduce significativamente. Dentro del tanque FDR, el proceso generalmente es automático y actúa en un circuito cerrado, por ejemplo, sistema cerrado.

Después de calentarse y agitarse la mezcla durante un periodo de aproximadamente 2 horas, como se ha mencionado anteriormente, el tanque FDR actúa en un modo de filtración. El filtrado que incluye el disolvente orgánico se descarga del tanque FDR al sistema SLR. Se conserva una pastilla húmeda en el tanque FDR. El tanque FDR actúa después en modo de calentamiento/secado con vacío completo a una temperatura que no supera los 80 °C, por ejemplo, de aproximadamente 50 a 80 °C durante 1 hora a 10 horas para recuperar sólido.

Después de la filtración, pueden emplearse uno o más ciclos de calentamiento, agitación y filtración. Para cada ciclo de calentamiento, agitación y filtración adicional, se suministra disolvente orgánico al tanque FDR. Como se ha explicado anteriormente, el disolvente puede ser disolvente nuevo (fresco), disolvente reciclado recuperado del sistema SLR, o una combinación de ambos. El disolvente reciclado puede transferirse del sistema SLR mediante el uso de un sistema de reciclado de disolvente (véase por ejemplo, sistema de reciclado de disolvente 390) al tanque de almacenamiento de disolvente (véase por ejemplo, tanque de almacenamiento de disolvente 302), promoviendo de este modo iniciativas de fabricación ecológicas. Después de los uno o más ciclos de calentamiento, agitación y filtración anteriormente mencionados, el tanque FDR actúa en modo de calentamiento/secado con vacío completo a una temperatura que varía de aproximadamente 50 a 80 °C durante 1 hora a 10 horas para secar y recuperar la proteína sólida de la parte sólida de la mezcla conservada en el tanque FDR.

La proteína sólida recuperada se descarga en última instancia a través de un orificio de salida en el tanque FDR a un tanque de almacenamiento. La proteína sólida puede revisarse y analizarse por control de calidad para asegurar la producción adecuada de proteína. En una realización ejemplar, la proteína sólida está presente en un rendimiento de aproximadamente 15-25 % en peso basándose en el tejido animal que entra en el tanque FDR 110. Preferentemente, el rendimiento es mayor de aproximadamente 18 % en peso de proteína sólida recuperada del tejido animal que entra en el tanque FDR 110.

Un análisis del laboratorio de la proteína sólida recuperada del sistema mostró concentraciones de proteínas en el intervalo de aproximadamente 85-95 %. La calidad del producto final es en general excelente al menos porque el producto no se degrada ya que el proceso es a temperatura baja, por ejemplo, no supera en general 80 °C, para evitar la degradación térmica de la proteína. Por lo tanto, la estructura organoléptica se mantiene dando como resultado un aminograma relativamente completo con la concentración de alta calidad de proteína en el producto final. El producto supera todos los requisitos de la FDA para un complemento y es un producto excelente para las necesidades alimentarias mundiales. La porción de 35 gramos proporciona suficiente proteína para cumplir los requisitos de aminoácidos de una persona como una comida completa. Los métodos más frecuentemente usados para realizar estas determinaciones en el nivel de proteínas son electroforesis y cromatografía en capa fina; y ha sido posible demostrar que existe al menos una proteína específica para cada especie.

La proteína recuperada también tiene una vida útil larga definida como el mantenimiento de un perfil bastante constante durante un periodo de tiempo largo. En una realización, el producto proteico sólido recuperado se ensayó en un laboratorio simulando las condiciones ambientales durante 10 años. El perfil constante puede atribuirse a la naturaleza no higroscópica, o sustancialmente no higroscópica, del producto. Es decir, la proteína sólida recuperada

no absorbe humedad ni permite el crecimiento de ningún proceso bacteriológico a la vista del bajo contenido de humedad. Preferentemente el contenido de humedad es menor de aproximadamente 8 % en peso de la proteína sólida recuperada.

- 5 La proteína recuperada tiene composiciones de aminoácidos que están equilibradas para proporcionar una característica nutricionalmente ventajosa. La proteína recuperada también puede ser suficientemente estable y estéril, es decir, sustancialmente o completamente 100 %.

Además, de acuerdo con el proceso de la presente invención, el filtrado (es decir, los líquidos pesados) que se extrae como resultado de la filtración en el tanque FDR se transfiere al SLR. El filtrado puede incluir pero sin limitación aceites, grasas, disolvente y agua. Cuando el tejido animal es pescado, el aceite puede incluir ácidos grasos omega-3. En el sistema SLR, el filtrado puede transferirse en primer lugar a un tanque de filtrado (véase por ejemplo, tanque de filtrado 371), y posteriormente filtrarse de nuevo (véase por ejemplo, filtro 373) para retirar sólidos residuales. Como alternativa, el filtrado puede transferirse directamente a una torre de recuperación o destilación de disolvente (véase por ejemplo, unidad de destilación 375), para separar el disolvente orgánico/agua de aceites/grasas. Como se ha indicado previamente, el disolvente puede transferirse a un tanque de recuperación 395 y, a continuación, emplearse como disolvente orgánico reciclado. El agua puede transferirse a un tanque de recuperación 396 y purificarse adicionalmente según sea necesario.

Los aceites recuperados, por ejemplo, ácidos grasos omega-3, pueden filtrarse para retirar residuos (véase, por ejemplo, filtro 373) y para aumentar la pureza de los mismos. También puede tratarse con ozono para eliminar el olor neutralizando cualquier amina presente en el aceite. El residuo puede transferirse a un tanque de descarte, (véase por ejemplo, tanque de descarte de residuos 398). Los aceites, incluyendo ácidos grasos omega-3, pueden transferirse a un primer tanque de recuperación (véase por ejemplo, tanque de recuperación 397). Allí, el aceite puede experimentar purificación adicional, según sea necesario, según una realización adicional y transferirse a otro tanque de recuperación 397b. Los aceites recuperados incluyendo ácidos grasos omega-3 son ácidos grasos poliinsaturados con un doble enlace en el extremo de la cadena de carbono. Se consideran ácidos grasos esenciales. Los seres humanos no pueden fabricar fácilmente ácidos grasos omega-3 en sus cuerpos, y por lo tanto deben obtenerse de otras fuentes ya que desempeñan un papel importante para el metabolismo normal.

En una realización ejemplar, se recuperan ácidos grasos omega-3 en cantidades mayores de o iguales a 5 % de la materia prima de tejido animal original (en la que 1 l = 0,96 kg). Preferentemente se recuperan ácidos grasos omega-3 en cantidades de más de o igual a 6 % de la materia prima de tejido animal original. Más preferentemente, se recuperan ácidos grasos omega-3 en cantidades mayores de o iguales a 7 % de la materia prima de tejido animal original. $[811 \text{ l} / 2 * 0,96 = 389 \text{ kg}]$.

En otra realización más, el disolvente orgánico/agua puede recuperarse de forma independiente empleando destilación extractora. Concretamente, se introduce un tercer componente en el proceso. Por ejemplo, cuando el alcohol isopropílico (IPA) es el disolvente orgánico, puede emplearse diisopropiléter (IPE) de modo que IPA e IPE se combinan para separar completamente el agua del mismo. El agua se recupera en la salida 396 y puede someterse adicionalmente a otro tratamiento con ozono. En otra realización ejemplar más, se recupera agua destilada en cantidades de menos de o iguales a aproximadamente 35 % de la parte de líquidos inicial que entra en el sistema SLR 37. Preferentemente, se recupera agua en cantidades menores de o iguales a aproximadamente 30 % de la parte de líquidos que entra en el sistema SLR 370. Más preferentemente, se recupera agua en cantidades menores de o iguales a aproximadamente 25 % de la parte de líquidos.

Por otro lado, la mezcla de IPA/IPE se destila después adicionalmente en una columna de destilación secundaria para recuperar IPA. El IPA puede transferirse a un tanque de recuperación 395 para procesamiento adicional como se ha analizado anteriormente.

RESULTADOS Y EJEMPLOS

Los siguientes ejemplos ilustran aspectos específicos de la presente invención. No se pretende que los ejemplos limiten el alcance de la presente invención. Los resultados de ensayo pueden variar para diferentes tipos de especies de peces, pero el método y sistema son aplicables a todas las especies de peces. La **Tabla 2**, como se muestra posteriormente, describe la composición de un aminograma de proteína en polvo sólida recuperada de pescado según una realización de la presente invención. Específicamente, la producción de proteína es de 85,4 %, la humedad es de 7,68 %, la grasa en bruto es de 1,42 %.

TABLA 2**CERTIFICADO DE ANÁLISIS****Identificación de muestras**

Muestra n.º: 05-5432 Proteína en Polvo Avanzada. Ración = 35 g

Método:**B0202: Perfil de Aminoácidos (Total) bv AOAC 98170****PB100 Paquete de Nutrientes Abreviado NLEA (Aproximado)****Resultados: de muestra de aminograma n.º 05-5432**

Ensayo	/100 g	Ración	Unidades	Nivel Teórico
Proteína – Alimento	85,4	29,9	gramos	85-90 %
Proteína = Nitrógeno x 6,38				
Ceniza	9,20	3,22	gramos	
Humedad por horno al vacío	7,68	2,69	gramos	
Grasa en bruto por hidrólisis ácida	1,42	0,497	gramos	0,5 %
Calorías, Calculadas	340	119	calorías	
Perfil de aminoácidos total				
Triptófano	1,06	0,371	gramos	
Cisteína	0,83	0,291	gramos	
Metionina	2,51	0,879	gramos	
Ácido aspártico	4,58	1,6	gramos	
Treonina	2,15	0,753	gramos	
Serina	1,64	0,574	gramos	
Ácido glutámico	6,64	2,32	gramos	
Prolina	1,89	0,662	gramos	
Glicina	2,54	0,889	gramos	
Alanina	2,9	1,015	gramos	
Valina	2,31	0,809	gramos	
Isoleucina	2,03	0,711	gramos	
Leucina	3,51	1,23	gramos	
Tirosina	1,54	0,539	gramos	
Fenilalanina	1,86	0,651	gramos	
Lisina, Total	3,92	1,37	gramos	
Histidina	1,22	0,427	gramos	
Arginina	2,97	1,04	gramos	

Como se muestra en la **Tabla 3**, se realizaron ensayos específicos en la proteína en polvo, sólida, recuperada, obtenida de pescado. Como se muestra, la proteína tiene más de 98 % de proteína digerible según el ensayo de Pepsina bien conocido (Pepsina 0,2 %). La Pepsina es un material que se usa para digerir estructuras proteicas. El ensayo de Pepsina se usa para determinar cuánta proteína está dentro de una mezcla. El ensayo implica analizar la cantidad de proteína que se ha digerido, retrocalculando después esa cantidad a la cantidad original de material proteico en la muestra que se somete a análisis. Los isómeros de ácidos grasos trans son menos del 0,1 % en peso, y preferentemente menos del 0,05 % en peso. La cantidad de colesterol es menor de 0,1 % en peso, preferentemente menor del 0,05 % en peso y más preferentemente menor del 0,02 % en peso de una ración de 100 g.

TABLA 3**CERTIFICADO DE ANÁLISIS****Identificación de muestras:** Muestra n.º: 05-5432 Proteína en Polvo Avanzada. Ración = 35 g**Método:****B0003: Análisis Adaptados (Proteína Digerible por Pepsina (0,2 %))****B7033: Colesterol por Cromatografía de Gases (CG), AOAC 994.10****Q0201: Ácidos Grasos Trans Totales por Cromatografía de Gases (CG), AOAC 996.06****Resultados: Muestra n.º 05-5432**

Ensayo	/100 g	/Ración	Unidades
Proteína Digerible por Pepsina (0,2 %)	98,1	34,3	gramos
Isómeros de Ácidos Grasos Trans Totales	0,02	0,007	gramos
Colesterol	0,0173	0,00605	gramos

Como se muestra en la Tabla 4 a continuación, una exploración elemental de la proteína en polvo sólida indica los siguientes elementos presentes en mg por ración. También se muestra a continuación en la **Tabla 4** la cantidad de cada elemento en partes por millón.

TABLA 4

CERTIFICADO DE ANÁLISIS DE AMINOGRAMA		
<u>Identificación de muestras:</u>		
<u>Muestra n.º: 05-05432 Proteína en Polvo Avanzada. Ración: 35 g</u>		
<u>Método:</u>		
<u>AL194: Exploración Elemental (65) mediante ICP MS</u>		
<u>Resultados: Muestra n.º 05-5432</u>		
Elemento de Ensayo	Resultado (µg/ración)	Resultado (ppm)
Litio	<35	<1
Boro	<35	<1
Magnesio	56.000	1.600
Fósforo	220.000	6.400
Calcio	770.000	
Titanio	77	2,2
Cromo	91	2,6
Hierro	4.600	130
Níquel	<35	<1
Cinc	2.070	59
Germanio	<35	<1
Selenio	91	2,6
Estroncio	3.900	110
Circonio	<35	<1
Molibdeno	<35	<1
Rodio	<35	<1
Plata	<35	<1
Indio	ND	NA
Antimonio	<35	<1
Cesio	<35	<1
Lantano	<35	<1
Praseodimio	<35	<1
Berilio	<35	<1
Sodio	70.000	2.000
Aluminio	2.000	56
Potasio	190.000	5.500
Escandio	<35	<1
Vanadio	<35	<1
Manganeso	120	3,3
Cobalto	<35	<1
Cobre	160	4,7
Ensayo	Resultado (µg/ración)	Resultado de Advance International Corporation (ppm)
Galio	<35	<1
Arsénico	<35	<1
Rubidio	49	1,4
Itrio	<35	<1
Niobio	<35	<1
Rutenio	<35	<1
Paladio	<35	<1
Cadmio	<35	<1
Estaño	<180	<5
Telurio	<35	<1
Bario	63	1,8
Cerio	<35	<1
Neodimio	<35	<1
Samario	<35	<1
Gadolinio	<35	<1
Disprosio	<35	<1
Erbio	<35	<1

La **Tabla 5** mostrada a continuación compara el contenido nutricional de 25 mg de proteína de un ejemplo de la proteína sólida recuperada del proceso y sistema de la invención que posteriormente se ha molido en un polvo "APP" frente a 25 mg de proteína de productos comerciales en el mercado. APP se obtiene de pescado. Específicamente, APP tiene menos calorías que cada uno de los productos comerciales excepto la soja NB. APP tiene menos carbohidratos y grasa que la soja NB. En comparación con la soja FJ, APP tiene menos calorías y menos grasa. En comparación con cada uno de suero DFH, suero JF, suero GNC, aislado de suero y concentrado de suero, APP tiene menos calorías, carbohidratos, grasa, gasa saturada y colesterol.

TABLA 5

Normalizado para 25 gramos de proteína por ración								
	APP	Suero DFH	Suero JF	Suero GNC	Aislado de suero	Concentrado de suero	Soja JF	Soja NB
Calorías	100 g	135	131	135	113	125	110	91
Proteínas	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g	25 g
Carbohidratos	0 g	3 g	3 g	4,2 g	2,8 g	3,1 g	0 g	0,7 g
Grasas	0 g	2,1 g	1,4 g	2,1 g	0,7 g	1,6 g	0,9 g	0,2 g
Grasas saturadas	0 g	2,1 g	2,8 g	1,0 g	0,5 g	1,0 g	0 g	0 g
Colesterol	0 g	31,3 mg	69,4 mg	72,9 mg	2,8 mg	64,6 mg	0 g	0 g

La **Tabla 6** mostrada a continuación compara elementos químicos existentes en 25 mg de un ejemplo de la proteína sólida recuperada del proceso y sistema de la invención que posteriormente se ha molido en polvo "APP" frente a 25 mg de proteína de productos comerciales en el mercado. APP se obtiene de pescado. Notablemente, los contenidos de calcio, hierro y cinc de 25 mg de APP son significativamente mayores que para cada uno de suero DFH, suero JF, suero GNC, aislado de suero, concentrado de suero, soja JF y soja NB. La cantidad de hierro presente en APP es significativamente mayor en cada uno de suero DFH, suero JF, suero GNC, aislado de suero y concentrado de suero.

TABLA 6

Comparación del contenido mineral por cada 25 gramos de proteína como porcentaje del RDA								
	APP	Suero DFH	Suero JF	Suero GNC	Aislado de suero	Concentrado de suero	Soja JF	Soja NB
Calcio	55 %	12,5 %	9,0 %		8,3 %	18,8 %	2,9 %	5,0 %
Hierro	18,1 %	4,2 %	1,8 %			2,1 %	22,2 %	22,2 %
Magnesio	10 %		3,5 %					2,8 %
Cinc	9,8 %							6,7 %
Sodio	2,1 %	2,0 %	1,7 %	2,6 %	2 %	2,3 %		0,6 %
Potasio	4,6 %	4,6 %	3,7 %	5,7 %	8,7 %	3,7 %	10,6 %	12,9 %
Fósforo	18,4 %	22,3 %	8,9 %					29,3 %

REIVINDICACIONES

1. Un método para recuperar harina de proteína en polvo, aceite omega-3 en bruto y puro y agua destilada purificada de tejido animal que comprende:

- a. proporcionar una primera mezcla de tejido animal y un disolvente orgánico;
- b. suministrar el tejido animal y el disolvente orgánico a un tanque individual de filtrado-secado-reacción unitario;
- c. agitar y calentar la primera mezcla del tejido animal y del disolvente orgánico en el tanque individual de filtrado-secado-reacción unitario;
- d. retirar una parte líquida de la primera mezcla que incluye el disolvente orgánico del tanque individual de filtrado-secado-reacción unitario para recuperar el agua destilada purificada y el aceite omega-3 puro conservando al mismo tiempo una parte sólida de la primera mezcla en el mismo;
- e. reciclar el disolvente orgánico; y
- f. cocer la parte sólida, conservada, para recuperar la harina de proteína en polvo.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el tejido animal incluye pescado crudo.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además al menos uno de:

- g. recuperar aceite omega-3 puro de la parte líquida retirada de la primera mezcla mediante el uso de destilación molecular en combinación con evaporación de lámina delgada de agua (WFE), y
- h. recuperar agua de la parte líquida retirada de la primera mezcla.

4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

- suministrar disolvente orgánico adicional al tanque de filtrado-secado-reacción antes de la etapa de cocido; agitar y calentar una segunda mezcla que incluye la parte sólida, conservada, de la primera mezcla y el disolvente orgánico adicional en el tanque de filtrado-secado-reacción; y
- retirar una segunda parte líquida de la segunda mezcla conservando al mismo tiempo una parte sólida de la segunda mezcla en el tanque de filtrado-secado-reacción.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el disolvente orgánico adicional incluye disolvente orgánico reciclado obtenido de la parte líquida retirada de la primera mezcla, o vapor condensado, reciclado, del disolvente orgánico suministrado al tanque de filtrado-secado-reacción.

6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el tejido animal y el disolvente orgánico se suministran al tanque de filtrado-secado-reacción en una relación que varía de aproximadamente 1:1 a 1:2,2.

7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la harina de proteína en polvo recuperada es más del 18 % en peso del tejido animal suministrado al tanque de filtrado-secado-reacción, y la harina de proteína en polvo recuperada tiene menos de aproximadamente 8 % en peso de humedad.

8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la harina de proteína en polvo recuperada tiene más de aproximadamente 80 % y menos de aproximadamente 90 % de concentración de proteína.

9. Un sistema automático para recuperar harina de proteína en polvo, aceite omega-3 en bruto y puro y agua destilada purificada de tejido animal que comprende:

- a. un suministro de tejido animal;
- b. un suministro de disolvente orgánico;
- c. un tanque individual de filtrado-secado-reacción (FDR) unitario que incluye una entrada para recibir tejido animal del suministro de tejido animal y disolvente orgánico del suministro de disolvente orgánico, una salida para retirar la harina de proteína en polvo, una salida para retirar líquidos pesados obtenidos de una mezcla del tejido animal y el disolvente orgánico, un sistema de calentamiento para calentar la mezcla, un conjunto agitador primario localizado sustancialmente dentro del tanque de filtrado-secado-reacción para mezclar la mezcla, y un filtro para separar una parte sólida de la mezcla de los líquidos pesados;
- d. un bucle cerrado para reciclar el disolvente orgánico; y
- e. un sistema de recuperación de disolvente/líquido localizado corriente abajo del tanque de filtrado-secado-reacción para recibir y procesar los líquidos pesados y para recuperar el agua destilada purificada y el aceite omega-3 puro.

10. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el tanque individual de filtrado-secado-reacción unitario incluye un conjunto agitador secundario localizado sustancialmente en el mismo, y que actúa a una velocidad de rotación más rápida que el conjunto agitador primario.

11. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el sistema de recuperación de disolvente/líquido incluye una unidad de destilación capaz de separar el aceite omega-3 puro de agua obtenida de los líquidos pesados.

12. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además:

un proceso automático que utiliza un controlador lógico programable (PLC) que puede programarse a medida para manipular una amplia serie de condiciones para asegurar que se mantiene el control de proceso junto con la supervisión de cierres de seguridad críticos, y una arquitectura de software conducida por receta adaptada que aborda la variabilidad asociada con materias primas de tejido animal y el proceso relacionado.

13. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además:

un sistema de disolvente orgánico reciclado localizado corriente abajo del sistema de recuperación de disolvente/líquido que transporta disolvente orgánico procesado entre el sistema de recuperación de disolvente/líquido y el suministro de disolvente orgánico, y un sistema de filtración de carbón activado en línea que retira aminoras traza del disolvente orgánico reciclado eliminando de este modo olores atribuibles a sustancias de amina.

14. El sistema de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además:

un sistema de generación de ozono que se usa para aplicar ozono al tanque FDR que contiene el producto final de proteína en polvo, en el que el generador de ozono se aplica adicionalmente al flujo de disolvente orgánico reciclado para la mitigación de sustancias olorosas, un tanque de preparación para preparar y suministrar la mezcla al tanque de filtrado-secado-reacción localizado corriente abajo del mismo, un sistema de reciclaje de carbón orgánico volátil que captura emisiones de proceso obtenidas del disolvente orgánico en el tanque de filtrado-secado-reacción por medio de condensación de líquidos, y transporta el disolvente líquido condensado resultante al suministro de disolvente orgánico, y un aparato de molienda localizado corriente abajo del tanque de filtrado-secado-reacción para moler la harina de proteína en polvo.

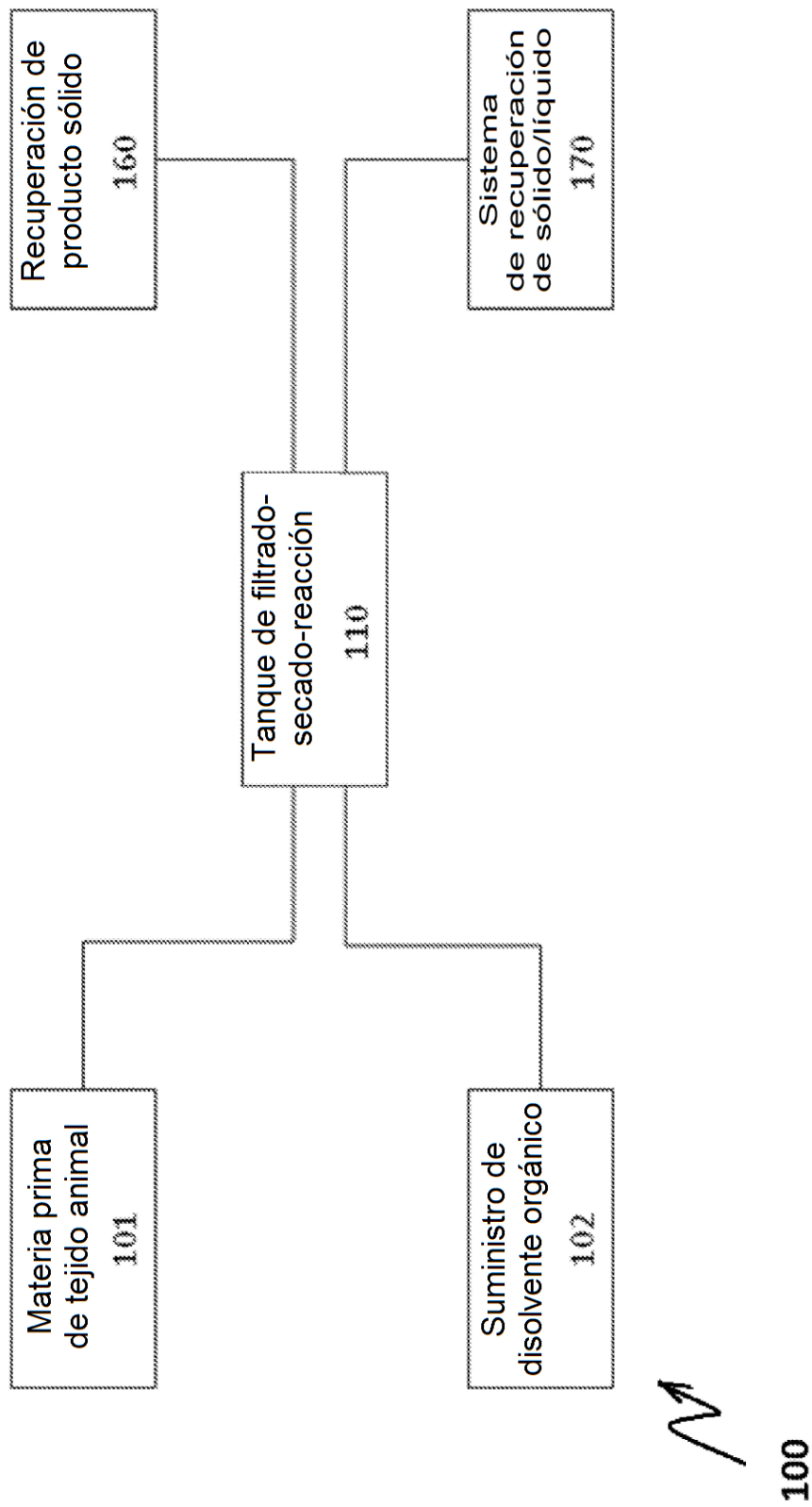


FIG. 1

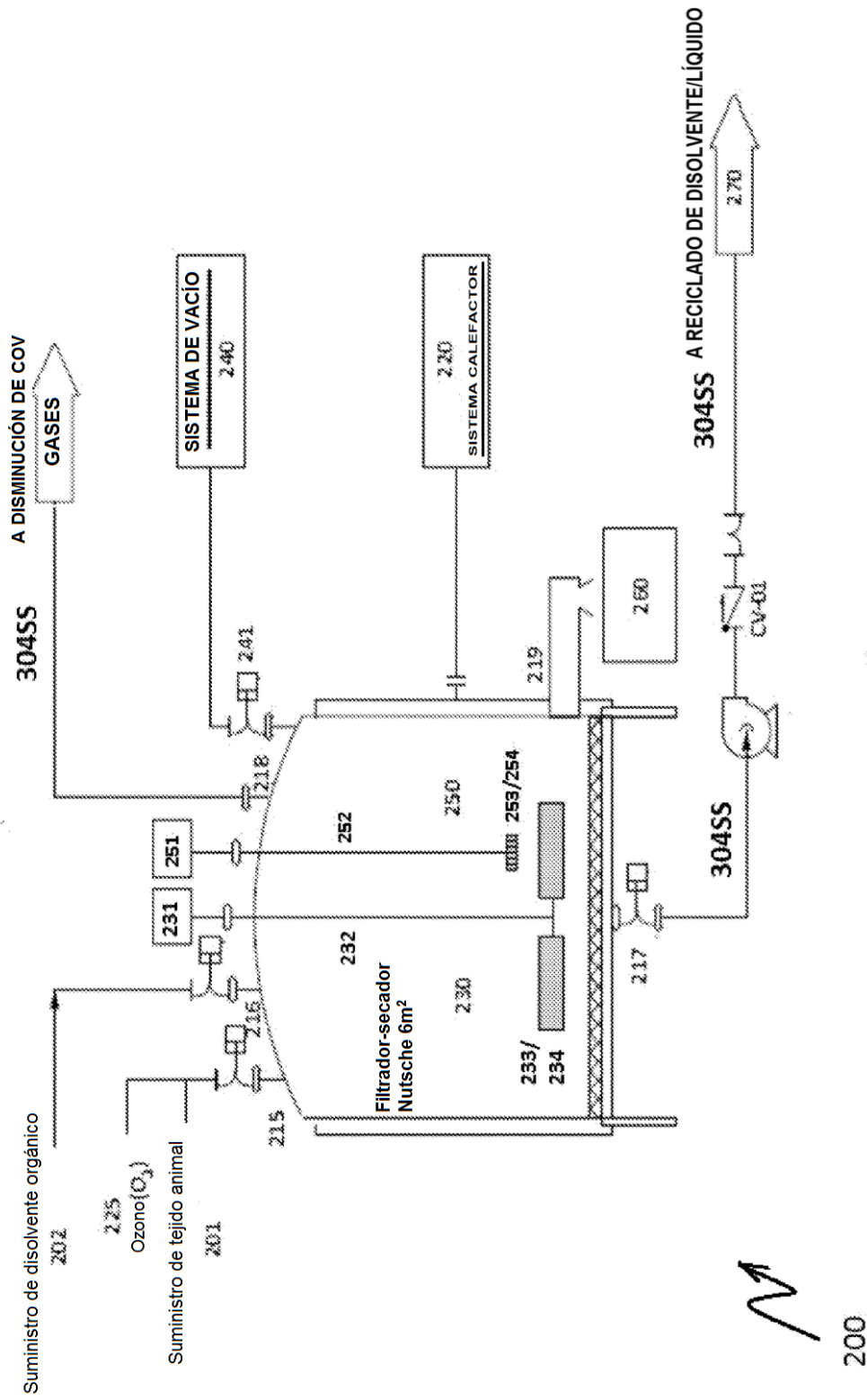
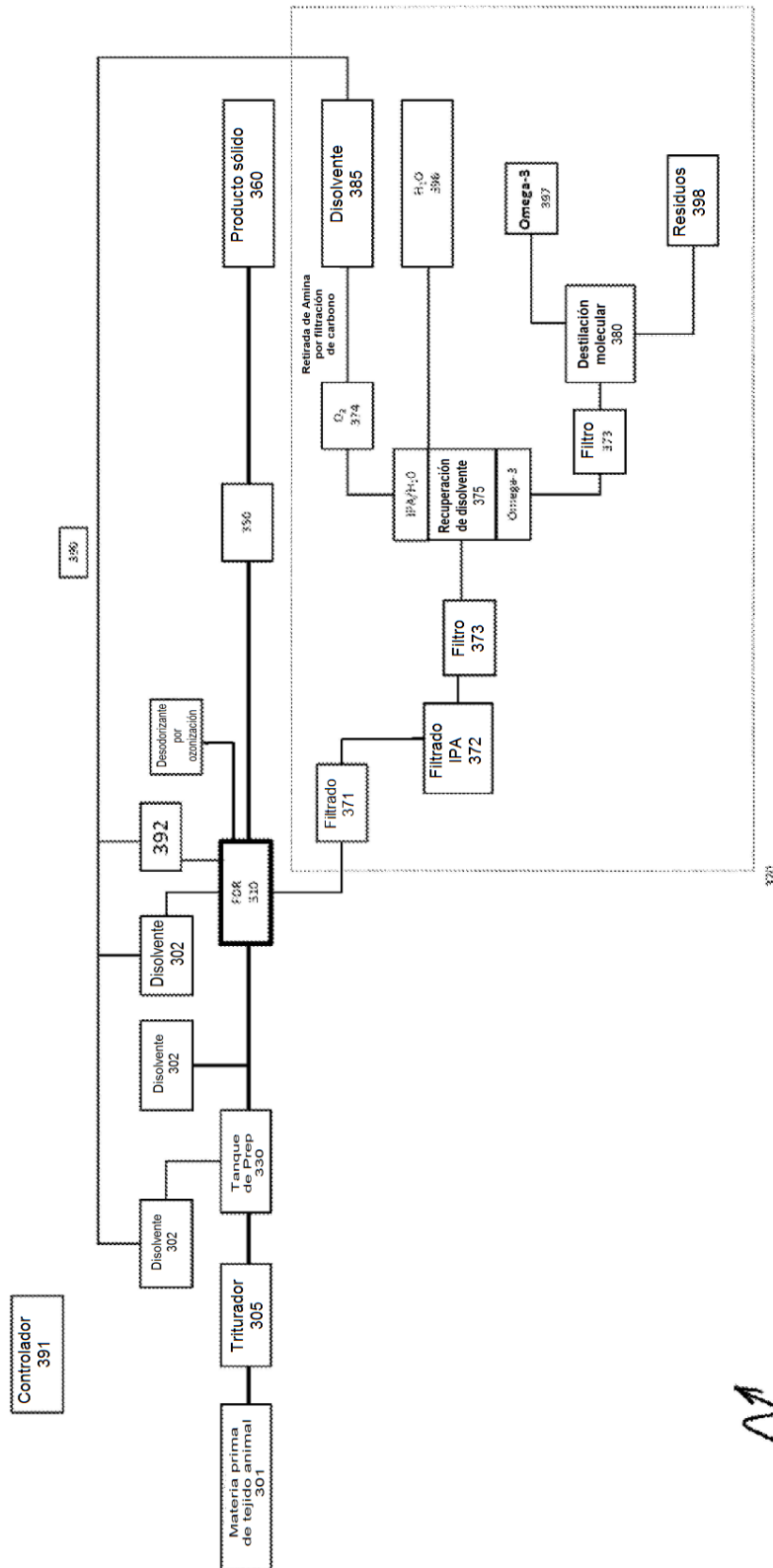


FIG. 2



Jerarquía Funcional de Red de Automatización

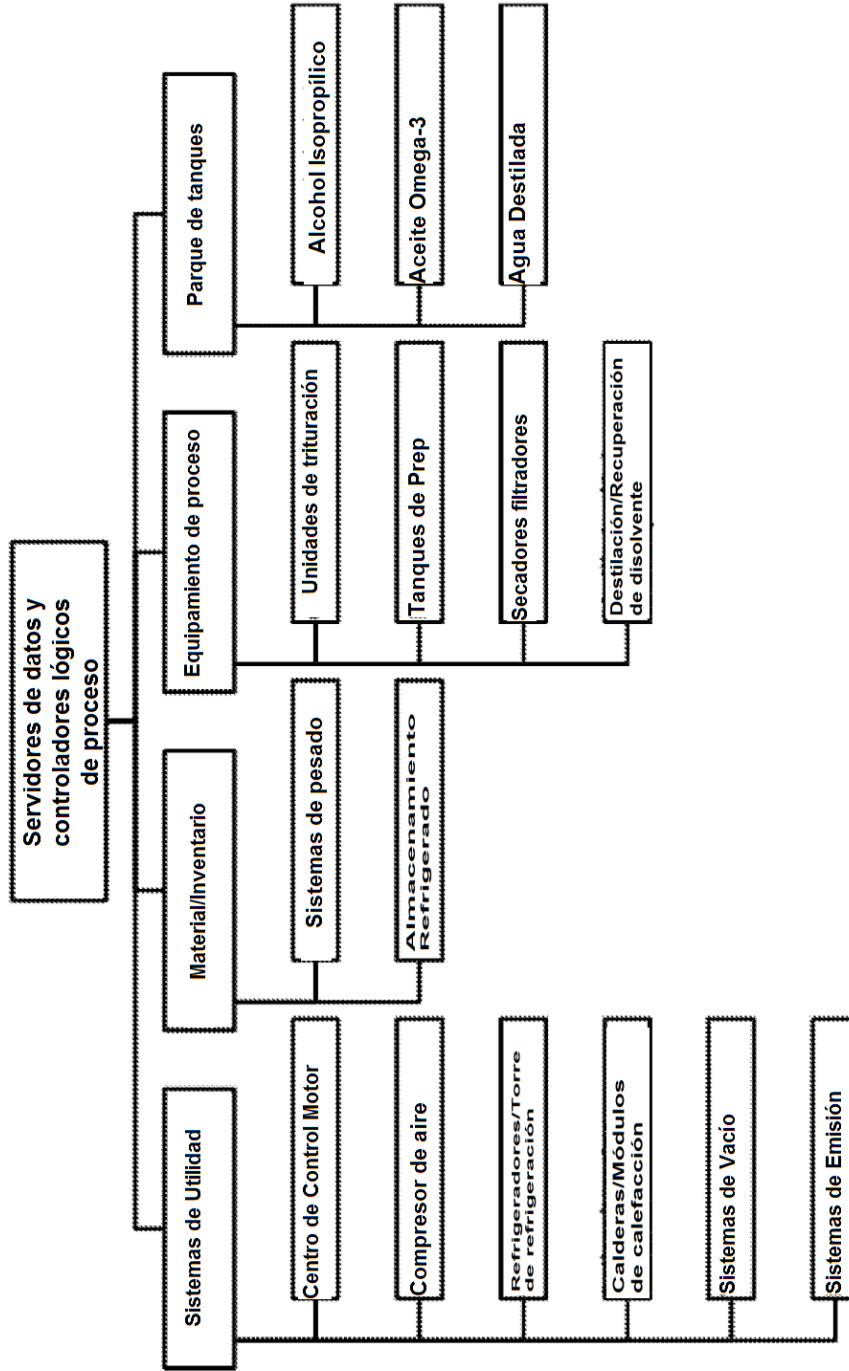


FIG. 4

Integración Empresarial de 4 Niveles

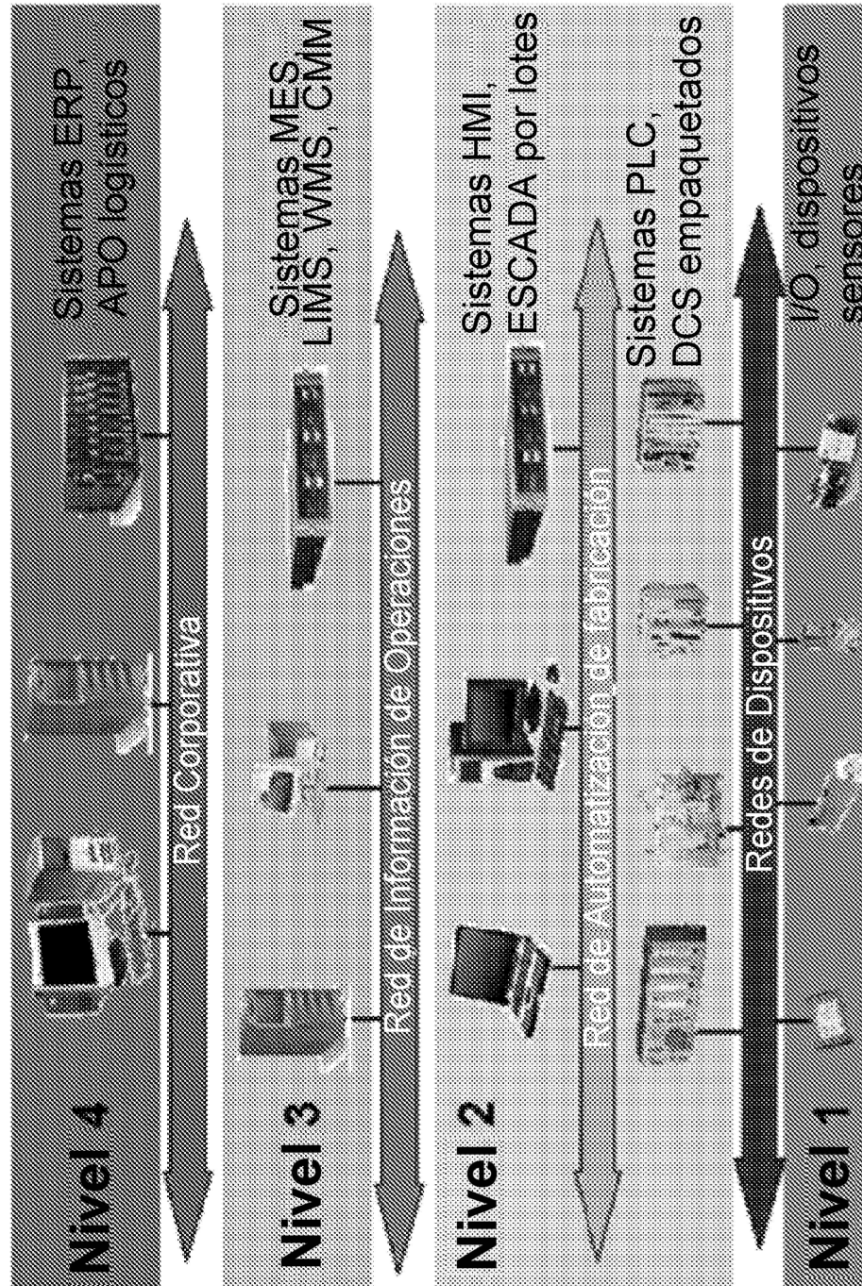


FIG. 5