

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 589 728**

51 Int. Cl.:

**G01N 33/02** (2006.01)

**F24F 3/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.06.2007 PCT/US2007/072417**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.01.2008 WO08005810**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2007 E 07812448 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.06.2016 EP 2041561**

54 Título: **Sistema y métodos para transporte o almacenamiento de alimentos degradables por oxidación**

30 Prioridad:

**30.06.2006 US 818269 P**  
**22.12.2006 US 871566 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.11.2016**

73 Titular/es:

**GLOBAL FRESH FOODS (100.0%)**  
**967 COLTON STREET**  
**MONTEREY CA 93940, US**

72 Inventor/es:

**BELL, LAURENCE D.;**  
**SCHANZER, DAVID G. y**  
**WESTCOTT, BRIAN J.**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 589 728 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**

Sistema y métodos para transporte o almacenamiento de alimentos degradables por oxidación

**5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas**

Esta solicitud reivindica el beneficio según el punto 119(e)(1) del artículo 35 del Código de Comercio de los Estados Unidos respecto de las solicitudes de patente provisional estadounidense con números de serie 60/818.269 y 60/871.566 presentadas el 30 de junio de 2006 y el 22 de diciembre de 2006, respectivamente, que han incorporado por referencia en su totalidad al presente documento.

**Campo de la invención**

Esta invención se refiere a métodos y sistemas para aumentar la vida útil de alimentos degradables por oxidación, tal como el pescado recién pescado.

**Antecedentes**

La vida útil de alimentos degradables por oxidación, tal como pescado, carne, aves de corral, productos horneados, fruta, granos, y hortalizas está limitada en presencia de un entorno atmosférico normal. La presencia de oxígeno en los niveles que se encuentran en un entorno atmosférico normal conduce a cambios en el olor, aroma, color, y textura resultado de un deterioro global en la calidad de los alimentos, tanto por efecto de sustancias químicas como por el crecimiento de microorganismos aéreos deteriorantes.

Se ha utilizado el envasado en atmósfera modificada (MAP) para mejorar la duración y la seguridad de alimentos almacenados mediante la inhibición de organismos deteriorantes y patógenos. La MAP es la sustitución del entorno atmosférico normal de un envase para alimentos por un único o una mezcla de gases. Los gases utilizados en MAP son, con mayor frecuencia, combinaciones de oxígeno (O<sub>2</sub>), nitrógeno (N<sub>2</sub>), y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). En la mayoría de los casos, el efecto bacteriostático se obtiene mediante una combinación de una menor concentración de O<sub>2</sub> y una mayor concentración de CO<sub>2</sub>. Farber, J. M. 1991. Microbiological aspects of modified-atmosphere packaging technology: a review. J. Food Protect. 54:58-70.

En los sistemas MAP tradicionales, la composición del gas de MAP no está manipulada después de la sustitución del entorno atmosférico normal. Por tanto, es probable que la composición de los gases presentes en el envase de alimento cambie con el tiempo debido a la difusión de los gases dentro y fuera del producto, la difusión de los gases dentro y fuera del envase, y los efectos del metabolismo microbiológico.

El uso de sistemas MAP y tecnologías relacionadas ha estado en uso para el envío y almacenamiento de alimentos. Sin embargo, estos sistemas conllevan limitaciones significativas sobre el suministro de alimentos que son sensibles a la degradación oxidativa, tales como el pescado. En primer lugar y lo más importante, los procesos de enfriamiento y extracción de oxígeno de estos sistemas se integraron en un único recipiente precintado (normalmente un contenedor de transporte refrigerado -una unidad de referencia) de tal forma que, tras su apertura, la totalidad del envío queda expuesto al as condiciones atmosféricas ambientales. Esto limita la capacidad para repartir el alimento en diferentes lugares de recepción y normalmente necesita que el comprador adquiera la totalidad del producto tras su apertura. En segundo lugar, la integración del proceso de extracción de oxígeno en el contenedor hace que la rotura inadvertida o prematura del precinto del contenedor precintado ponga en riesgo la totalidad del producto. En tercer lugar, la integración del proceso de extracción de oxígeno en el contenedor de transporte no permite disponer de condiciones atmosféricas independientes dentro del contenedor durante el almacenamiento y/o transporte, limitando de esta forma la flexibilidad del proceso. En cuarto lugar, el precintado del contenedor de transporte supone dificultades, especialmente cuando la presión atmosférica en el interior del contenedor resulta inferior a la del exterior del contenedor.

Además de los sistemas MAP tradicionales que se han descrito anteriormente, se han desarrollado sistemas para transportar alimentos perecederos usando una pila de combustible externa para extraer el oxígeno, tal como el divulgado en la patente de Estados Unidos n.º 6.179.986. Esta patente describe el uso de una pila de combustible que funciona en el exterior del contenedor precintado en la medida que se necesite el venteo de al menos uno de los productos de reacción de la pila de combustible al exterior del contenedor precintado. Además, el sistema descrito en la patente 6.179.986 requiere el uso de un suministro de corriente eléctrica específica para alimentar la pila de combustible.

La patente de Estados Unidos n.º 3.419.400, publicada el 31 de diciembre de 1968, se titula "Packaging foods-production of oxygen-free packages".

La patente de Estados Unidos n.º 3.937.847, publicada el 10 de febrero de 1976, se titula "Method of and means for preserving perishable foodstuffs".

Los sistemas anteriormente descritos tienen muchas desventajas que los convierten en indeseables para el transporte o almacenamiento a largo plazo de alimentos que se puedan degradar por oxidación. Por tanto, existe necesidad de un sistema mejorado que aumente la vida útil de los materiales que se pueden degradar por oxidación durante el transporte y el almacenamiento que evite una o más de las desventajas de las técnicas convencionales de envío y almacenamiento. Además, sería ventajoso tener la capacidad para transportar y después extraer menos de la totalidad de los envases modulares del alimento transportado en diferentes destinos sin afectar negativamente el ambiente conservante del resto de los envases modulares.

### Sumario de la invención

Esta invención proporciona bolsas, módulos de envasado, sistemas, y métodos para prolongar la vida útil de alimentos y, en particular, el pescado fresco. Un aspecto de la invención proporciona una bolsa precintable estable bajo presión con una permeabilidad al oxígeno limitada útil para el transporte y/o el almacenamiento de alimentos degradables por oxidación. La bolsa comprende una o más pilas de combustible, incluidas en el interior de la bolsa, que es capaz de convertir el hidrógeno y el oxígeno en agua. En una realización, la bolsa comprende además un elemento de sujeción adecuado para mantener una fuente de hidrógeno en el interior de la bolsa. El elemento de sujeción de la fuente de hidrógeno en la bolsa preferentemente es una caja configurada para mantener la fuente de hidrógeno y la pila de combustible. Como alternativa, la fuente de hidrógeno puede ser externa a la bolsa, siempre que la fuente externa de hidrógeno esté en comunicación de gases con el ánodo de la pila de combustible, proporcionando de esta forma hidrógeno internamente a la bolsa.

En realizaciones preferidas, la bolsa se selecciona entre el grupo que consiste en una bolsa que comprende un material flexible, plegable o expansible que no se pincha cuando se pliega o se expande; y una bolsa que comprende un material rígido capaz de mantener su integridad estructural incluso con un diferencial de presión entre la presión externa y la presión interna de hasta 0,5 atm (0,05 MPa).

Otro aspecto de la invención proporciona un módulo de envasado útil para el transporte y/o almacenamiento de alimentos degradables por oxidación que comprende una bolsa precintada estable bajo presión que tiene una permeabilidad al oxígeno limitada, un alimento degradable por oxidación, una pila de combustible en el interior de la bolsa que es capaz de convertir el hidrógeno y el oxígeno en agua, e hidrógeno en el interior de la bolsa.

Otro aspecto más de la invención proporciona un sistema útil para el transporte y/o almacenamiento de alimentos degradables por oxidación que comprende uno o más módulos de envasado. Cada módulo de envasado comprende una bolsa precintada estable bajo presión que tiene una permeabilidad al oxígeno limitada, un alimento degradable por oxidación, una pila de combustible en el interior de la bolsa que es capaz de convertir el hidrógeno y el oxígeno en agua, e hidrógeno en el interior de la bolsa.

En realizaciones preferidas de los módulos y el sistema de envasado, la bolsa se selecciona entre el grupo que consiste en una bolsa que comprende un material flexible, plegable o expansible que no se pincha cuando se pliega o se expande y una bolsa que comprende un material rígido capaz de mantener su integridad estructural bajo un diferencial de presión entre la presión externa y la presión interna de hasta aproximadamente 0,5 atm (0,05 MPa). En algunas realizaciones, el módulo de envasado comprende además un elemento de sujeción adecuado para mantener una fuente de hidrógeno en el interior de la bolsa; preferentemente el elemento de sujeción de la fuente de hidrógeno en la bolsa es una caja configurada para mantener la fuente de hidrógeno y la pila de combustible. En otras realizaciones, la fuente de hidrógeno puede ser externa a la bolsa, siempre que la fuente externa de hidrógeno esté en comunicación de gases con el ánodo de la pila de combustible, proporcionando de esta forma hidrógeno internamente a la bolsa.

En una realización preferida adicional, el módulo de envasado no incluye una fuente gaseosa para mantener una presión positiva en el interior del módulo de envasado durante el transporte o el almacenamiento.

Los alimentos degradables por oxidación a transportar y/o almacenar son preferentemente pescado. Más preferentemente, el pescado es pescado recientemente recogido del grupo que consiste en salmón, tilapia, atún, camarón, trucha, siluro, dorada, róbalo, lubina rayada, corvina roja, palometa, abadejo, merluza, fletán, bacalao, y trucha ártica. De manera más preferida, el pescado fresco a transportar y/o almacenar es salmón o tilapia.

Además, en algunas realizaciones, la fuente de hidrógeno es tanto una fuente de hidrógeno flexible, una fuente de hidrógeno en un recipiente rígido, o una mezcla gaseosa que comprende dióxido de carbono y menos de un 5 % en volumen de hidrógeno. Como anteriormente, la fuente de hidrógeno puede ser interna o externa respecto a la bolsa/módulo. En algunas realizaciones, el módulo de envasado comprende además un ventilador, preferentemente el ventilador está alimentado por la pila de combustible.

El sistema, en algunas realizaciones, comprende además un sistema de control de la temperatura externo al módulo de envasado para mantener la temperatura en el interior del módulo a un nivel suficiente para mantener la frescura de los alimentos.

Otro aspecto de la invención proporciona un método para el transporte y/o almacenamiento de alimentos degradables por oxidación usando los módulos de envasado anteriormente descritos. El método comprende las etapas de extraer el oxígeno de un módulo de envasado que contiene material degradable por oxidación para generar un entorno de oxígeno reducido en el interior de un módulo de envasado, precintado la bolsa, operar la pila de combustible durante el transporte o almacenamiento de tal forma que el oxígeno se convierte en agua mediante el hidrógeno presente en la bolsa para mantener el entorno de oxígeno reducido en el interior de la bolsa, y transportar o almacenar el material en la bolsa. El módulo de envasado comprende una bolsa precintable estable bajo presión que tiene una permeabilidad al oxígeno limitada, una pila de combustible interna con respecto a dicha bolsa, y una fuente de hidrógeno que proporciona el hidrógeno en el interior de la bolsa.

Otro aspecto más de la invención proporciona un método para el transporte y/o almacenamiento de alimentos degradables por oxidación que comprende las etapas de obtener una bolsa precintada estable bajo presión que contiene un material degradable por oxidación, en el que la bolsa está conectada a un módulo que comprende una pila de combustible y una fuente de hidrógeno de tal forma que el ánodo de la pila de combustible está en comunicación directa con el entorno de la bolsa, operar la pila de combustible durante el transporte o almacenamiento de tal forma que el oxígeno de la bolsa se convierte en agua mediante la pila de combustible, y transportar o almacenar el material en la bolsa. En algunas realizaciones de este aspecto de la invención, el módulo se desconecta de la bolsa después de un período de tiempo inicial que es suficiente para permitir una minimización natural o cese del intercambio gaseoso. En algunas realizaciones, el período de tiempo inicial está comprendido entre aproximadamente 0,5 y 50 horas. En algunas realizaciones adicionales, el módulo se desconecta de la bolsa cuando el nivel de oxígeno alcanza y se mantiene por debajo de un nivel predeterminado. En algunas realizaciones, el nivel de oxígeno predeterminado es inferior a un 5 % de oxígeno v/v. En algunas realizaciones preferidas, el nivel de oxígeno predeterminado es inferior a un 1 % de oxígeno v/v.

En otras realizaciones, la pila de combustible está programada para dejar de funcionar después de un período de tiempo inicial que es suficiente para permitir una minimización natural o cese del intercambio gaseoso. En algunas realizaciones, el período de tiempo inicial está comprendido entre aproximadamente 0,5 y 50 horas. En otras realizaciones adicionales, la pila de combustible está programada para dejar de funcionar cuando el nivel de oxígeno alcanza y se mantiene por debajo de un nivel predeterminado. En algunas realizaciones, el nivel de oxígeno predeterminado es inferior a un 5 % de oxígeno v/v. En algunas realizaciones preferidas, el nivel de oxígeno predeterminado es inferior a un 1 % de oxígeno v/v.

Otro aspecto más de la invención proporciona una bolsa precintable estable bajo presión con una permeabilidad al oxígeno limitada útil para el transporte y/o el almacenamiento de alimentos degradables por oxidación que comprende una pila de combustible capaz de convertir hidrógeno y oxígeno en agua, donde la pila de combustible se encuentra en el interior de la bolsa; un elemento de sujeción adecuado para mantener una fuente de hidrógeno en el interior de la bolsa o una entrada en comunicación de gases con el ánodo de la pila de combustible desde una fuente externa de hidrógeno; y un extractor de dióxido de carbono en comunicación con el ánodo de la pila de combustible. En algunas realizaciones, el extractor de dióxido de carbono comprende cal hidratada.

El extractor de dióxido de carbono o el absorbedor de dióxido de carbono o el lavador de dióxido de carbono se utilizan de forma indistinta en el presente documento.

En una realización, el proceso de extracción del oxígeno se produce antes de introducir el alimento en la bolsa; en otra realización, se produce después de añadir el alimento a la bolsa.

El método se puede utilizar en el transporte o almacenamiento del alimento durante un período de tiempo de hasta 100 días. Por ejemplo, el período de tiempo de almacenamiento está comprendido entre 5 y 50 días, o alternativamente, entre 15 y 45 días. En algunas realizaciones, el método comprende además mantener una temperatura en la bolsa suficiente para mantener la frescura del material durante su transporte o almacenamiento.

En realizaciones preferidas, el método se lleva a cabo de tal forma que el entorno de oxígeno reducido comprende menos del 1 % de oxígeno, o alternativamente, el entorno de oxígeno reducido comprende menos del 0,1 % de oxígeno, o alternativamente, el entorno de oxígeno reducido comprende menos del 0,01 % de oxígeno.

Preferentemente, el entorno de oxígeno reducido comprende de bajo (<0,1 % O<sub>2</sub>) a nada de oxígeno, dióxido de carbono, nitrógeno, y de bajo (<0,1 % H<sub>2</sub>) a nada de hidrógeno; comprende dióxido de carbono e hidrógeno; comprende dióxido de carbono e nitrógeno; comprende nitrógeno; o comprende dióxido de carbono, nitrógeno, e hidrógeno.

## 60 Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá adicionalmente haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

La Figura 1 es un esquema de un módulo de envasado utilizado en el transporte o almacenamiento de material degradable por oxidación.

La Figura 2 es un esquema de un sistema que comprende una pluralidad de módulos de envasado en un contenedor.

La Figura 3 es un esquema de una realización de la pila de combustible del extractor de oxígeno.

La Figura 4 es un gráfico que muestra la mayor duración de los niveles bajos de oxígeno utilizando el módulo de envasado en comparación con un sistema MAP convencional.

La Figura 5 es un esquema de un sistema de la pila de combustible que comprende dos pilas de combustible, ventiladores, lavadores para sustancias volátiles tales como absorbedores de carbón activo y un extractor de dióxido de carbono.

La Figura 6 es un esquema de una realización de la pila de combustible del extractor de oxígeno con un extractor de dióxido de carbono.

### Descripción detallada

La presente invención abarca sistemas y métodos útiles para transportar y almacenar alimentos degradables por oxidación. Los sistemas y métodos descritos en el presente documento permiten la extracción continua de oxígeno del entorno atmosférico que rodea el alimento que está almacenado en una bolsa individual en un contenedor de transporte.

Los sacos o módulos de envasado utilizados en la presente invención, tal como se describe más detalladamente a continuación, preferentemente no incorporan un sistema integrado de control de la temperatura sino en su lugar se basan en el sistema de control de la temperatura del contenedor de transporte en el que se realiza el envío. Además, la bolsa o módulo de envasado está diseñado para soportar o compensar la pérdida (o aumento) de presión interna durante el transporte y/o envío.

La extracción de oxígeno durante el transporte y/o el almacenamiento permite un entorno controlado de oxígeno reducido que es adecuado para mantener la frescura del material durante un periodo prolongado. Como resultado, los materiales degradables por oxidación se pueden transportar y/o almacenar durante periodos de tiempo más largos de lo que era actualmente posible usando técnicas convencionales de envío y almacenamiento. El sistema y los métodos descritos en el presente documento permiten, por ejemplo, el uso de fletes marítimos para transportar materiales degradables por oxidación tales como pescado a mercados que solamente se atenderían mediante el transporte aéreo, mucho más caro. Se contempla que la presente invención también podría utilizarse para permitir el almacenamiento y conservación a largo plazo de otros materiales degradables por oxidación, tales como, por ejemplo, artefactos, manuscritos, y otros materiales que requieran protección incluso de una exposición mínima al oxígeno. En una realización de ese tipo, el tiempo de almacenamiento mejora en gran medida para incluir hasta diez años o más.

En una realización, la presente invención proporciona sistemas y métodos útiles para ampliar la vida útil de alimentos degradables por oxidación. En una realización preferida, el alimento degradable por oxidación es no respiratorio. Los alimentos no respiratorios no respiran. Es decir, que dichos alimentos no captan oxígeno con la liberación asociada de dióxido de carbono. Los ejemplos de alimentos no respiratorios incluyen pescado recogido o pescado procesado, carne (como de ternera, cerdo, y cordero), aves de corral (como pollos, pavos, y otras aves silvestres y domésticas), y productos horneados (tales como pan, tortillas, y productos de panadería y bollería, mezclas envasadas utilizadas para generar pan y productos de panadería y bollería, y aperitivos basados en cereales). Los alimentos no respiratorios preferidos para su transporte y/o almacenamiento según los sistemas y métodos de la presente invención incluyen pescado fresco o pescado procesado, tal como salmón, tilapia, atún, camarón, trucha, siluro, dorada, róbalo, lubina rayada, corvina roja, palometa, abadejo, merluza, fletán, bacalao, trucha ártica, moluscos, y otros mariscos. Más preferentemente, el alimento no respiratorio es salmón fresco o tilapia fresca, y lo más preferentemente, el alimento no respiratorio es salmón de piscifactoría del atlántico chileno.

En general, los sistemas y métodos de la invención implican un módulo de envasado que comprende una bolsa, el alimento degradable por oxidación a transportar y/o almacenar, y un dispositivo que extrae el oxígeno, preferentemente de forma continua, del interior de la bolsa cuando hay oxígeno presente, preferentemente por debajo de un nivel predeterminado, de manera que se controla el ambiente gaseoso que rodea el alimento en al menos una parte del periodo de almacenamiento y/o transporte. Este dispositivo también se va a denominar como extractor de oxígeno. En algunos casos, será deseable emplear más de un extractor de oxígeno para extraer el oxígeno más eficazmente del entorno de la bolsa. El alimento degradable por oxidación se introduce a continuación en la bolsa y el ambiente de la bolsa se manipula para crear un entorno de oxígeno reducido en la bolsa. En una realización preferida, el entorno de oxígeno reducido en el interior de la bolsa se crea purgando el entorno del interior de la bolsa mediante aplicación de un vacío y/o introducción de una fuente de gases con bajo contenido de oxígeno. Tras purgar la bolsa, el entorno en el interior de la bolsa es un entorno de oxígeno reducido. A continuación, la bolsa se precinta. Preferentemente, el extractor de oxígeno funciona durante la totalidad del transporte y/o almacenamiento cuando el oxígeno está presente para mantener el entorno de oxígeno reducido en el interior del módulo de almacenamiento, manteniendo de esta forma la frescura del material degradable por oxidación.

Un aspecto de la invención proporciona una bolsa precintada estable bajo presión con una permeabilidad al oxígeno limitada útil para el transporte y/o el almacenamiento de alimentos degradables por oxidación. Una bolsa estable bajo presión es una bolsa que permitirá la conservación del material en el interior de la bolsa en lo que respecta al diferencial de presión que se produce durante un transporte o almacenamiento prolongado en las condiciones de oxígeno reducido definidas en el presente documento. Este diferencial de presión es el resultado de una disminución o aumento en el volumen de gases presentes en la bolsa debido a la absorción o la liberación de gases durante el transporte y/o almacenamiento. Preferentemente, la bolsa precintada estable bajo presión con una permeabilidad al oxígeno limitada es tanto una bolsa que comprende un material flexible, plegable o expandible que no se pincha cuando se pliega o se expande o una bolsa que comprende un material rígido.

Una bolsa fabricada de un material flexible, plegable o expandible que no se pincha cuando se pliega o se expande elimina la necesidad de compensar el diferencial de presión mediante el uso de métodos tales como el uso de una fuente de gas para mantener una presión positiva en el interior de la bolsa durante el transporte y/o almacenamiento. De acuerdo con ello, en una realización preferida, la bolsa no requiere la introducción de una fuente de gas para mantener la presión en el interior de la bolsa. Estas bolsas son, por lo general, una lámina construida de plástico flexible colado o extruido.

El material flexible, plegable o expansible de la bolsa es uno que tiene una permeabilidad al oxígeno limitada. Los materiales con permeabilidad al oxígeno limitada tienen preferentemente una velocidad de transmisión de oxígeno (OTR) inferior a 10 centímetros cúbicos/100 pulgadas cuadradas (645,16 cm<sup>2</sup>) horas/atm., más preferentemente los materiales con permeabilidad al oxígeno limitada, son materiales que tienen una OTR inferior a 5 centímetros cúbicos/100 pulgadas cuadradas (645,16 cm<sup>2</sup>) horas/atm., incluso más preferentemente, los materiales con permeabilidad al oxígeno limitada son materiales que tienen una OTR inferior a 2 centímetros cúbicos/100 pulgadas cuadradas (645,16 cm<sup>2</sup>) horas/atm.; lo más preferentemente, los materiales con permeabilidad al oxígeno limitada son materiales que tienen una OTR inferior a 1 centímetro cúbico/100 pulgadas cuadradas/24 horas/atm. En la Tabla 1 se muestra una lista no exhaustiva de materiales que se pueden utilizar para fabricar la bolsa flexible, plegable o expansible.

Tabla 1

MATERIAL	Velocidad de transmisión de vapor de agua (MVTR) (g/100 pulg. cuadradas/24 horas)	Velocidad de transmisión de oxígeno OTR (c.c./100 pulg. cuadradas/24 horas/atm.)
Chemical Company 1 milésima	0,2	8-1,1
Saran® HB Dow Chemical Company 1 milésima	0,05	0,08
Saranex® Dow Chemical Company 142 milésimas	0,2	0,5
Aclar® 33C Honeywell 0,75 milésimas (calidad militar)	0,035	7
Barex® 210 British Petroleum 1 milésima	4,5	0,7
Polyester 48 Ga.	2,8	9
Película de poliéster 50 M-30	2,8	9
Poliéster 50 M-30 revestido con PVDC	0,4	0,5
Poliéster metalizado 48 Ga.	0,05	0,08-0,14
Nilón (sin marca registrada) Dupont 1 milésima	19-20	2,6
Nilón metalizado 48 Ga.	0,2	0,05
PVDC-Nilón DC-Nilón 1 milésima	0,2	0,5
250 K Cello	0,5	0,5
195 MSBO Cello	45-65	1-2
LDPE 2 milésimas	0,6	275
Opp .9 milésimas	0,45	80
EVAL® EVAL of America, Biax 60 Ga. - Filial de Kuraray Co. Ltd.	2,6	0,03
EVAL® EVAL of America, EF-E - Filial de Kuraray Co. Ltd. 1 milésima	1,4	0,21
EVAL® EVAL of America, EF-F - Filial de Kuraray Co. Ltd. 1 milésima	3,8	0,025
Benyl H 60 Ga	0,7	0,4
PVC 1 milésima	4-5	8-20
Policarbonato 1 milésima	9	160
Polystyrene® Dow Chemical Company 1 milésima	7,2	4.800
Pliofilm 1 milésima	1,7	660

Un material rígido es cualquier material que sea autoportante en su geometría y que no se puede doblar, plegar, expandir o comprimir fácilmente. En general, una bolsa compuesta de material rígido se fabrica de plástico moldeado o metal o material similar y puede tener forma de cajas, salas, bodegas de barcos, o contenedores refrigerados. Un material rígido es preferentemente cualquier material capaz de mantener su integridad estructural bajo un diferencial de presión entre la presión externa y la presión interna de hasta aproximadamente 0.3 atm (0,03 MPa) preferentemente, el material rígido es capaz de mantener su integridad estructural bajo un diferencial de presión entre la presión externa y la presión interna de hasta aproximadamente 0,4 atm (0,04 MPa), lo más preferentemente, el material rígido es capaz de mantener su integridad estructural bajo un diferencial de presión entre la presión externa y la presión interna de hasta aproximadamente 0,5 atm (0,05 MPa). Además, la invención también contempla el uso de una bolsa que comprende un material rígido que aprovecha la compensación del diferencial de presión generado como resultado de un aumento o una disminución en el volumen de gas presente en la bolsa. La compensación del diferencial de presión se puede llevar a cabo de varias formas conocidas en la técnica incluyendo, aunque no de forma limitativa, el uso de una fuente de gases para mantener una presión positiva y el uso de una vejiga que se puede expandir o contraer en respuesta a un diferencial de presión. El material rígido es cualquier material que sea capaz de mantener una estructura rígida. Los ejemplos de materiales rígidos incluyen, pero no se limitan a, plásticos rígidos capaces de mantener una estructura rígida incluyendo materiales acrílicos, tales como fibra de vidrio, policarbonatos tales como Lexan, polietileno, polipropileno, poli(cloruro de vinilo) (PVC), estireno, poliésteres, nylatron poliuretano, lucita, poli(fluoruro de vinilideno) (PVDF), polisulfona, y similares, y otros materiales, tales como metales, que son capaces de mantener una estructura rígida.

La bolsa comprende además uno o más extractores de oxígeno para extraer el oxígeno del entorno en el interior de la bolsa siempre que haya oxígeno presente. El extractor de oxígeno mantiene el ambiente de oxígeno reducido en el interior de la bolsa extrayendo el oxígeno que se pueda haber introducido en el sistema después de precintar la bolsa. Por ejemplo, el oxígeno se puede introducir por difusión a través de la bolsa a través del material de permeabilidad al oxígeno limitada o en el recinto de la bolsa. El oxígeno también se puede liberar desde el alimento degradable por oxidación en el interior de la bolsa o desde los recipientes en los que se envasa el alimento.

En una realización preferida, el extractor de oxígeno es una pila de combustible que consume oxígeno molecular. Preferentemente, la pila de combustible es una pila de combustible de hidrógeno. Tal como se usa en el presente documento, una "pila de combustible de hidrógeno" es cualquier dispositivo que puede convertir el oxígeno y el hidrógeno en agua. En una realización preferida, la pila de combustible completa está en el interior de la bolsa. Se puede activar teniendo el hidrógeno dentro de la bolsa o módulo de envasado. El ánodo de la pila de combustible está en comunicación con la fuente de hidrógeno. El hidrógeno permite la generación de protones y electrones. El cátodo de la pila de combustible está en comunicación con el entorno de la bolsa (la fuente de oxígeno). En presencia de oxígeno, los protones y electrones generados por el ánodo interactúan con el oxígeno presente en el cátodo para generar agua. En una realización preferida, la pila de combustible no necesita una fuente de alimentación externa para convertir el oxígeno y el hidrógeno en agua. En una realización adicional, la pila de combustible está conectada a un indicador que indica cuando la pila de combustible está funcionando y cuando hay hidrógeno disponible.

En otra realización, la pila de combustible física está en el exterior de la bolsa, pero en comunicación directa con el ambiente gaseoso de la bolsa de tal manera que los productos producidos en el ánodo y el cátodo se mantienen en el interior de la bolsa. En una realización de ese tipo, la pila de combustible se construye para estar dentro de la bolsa, ya que sus productos se mantienen en el interior de la bolsa.

En una realización, el hidrógeno es hidrógeno gaseoso puro. La fuente de hidrógeno está preferentemente incluida en el interior de una vejiga u otra fuente de hidrógeno que está incluida tanto en el interior como en el exterior de la bolsa, pero el hidrógeno se suministra internamente de tal forma que la totalidad del proceso de reacción está contenido en el interior de la bolsa. El hidrógeno está preferentemente en comunicación directa con el ánodo de la pila de combustible de hidrógeno de tal manera que proporcione el hidrógeno preferentemente durante la duración del periodo de transporte o almacenamiento. Cuando se utiliza, la vejiga está hecha de cualquier material que pueda contener el hidrógeno gaseoso. Por ejemplo, los materiales relacionados en la Tabla 1 se pueden utilizar como material para la vejiga.

En otra realización, la vejiga contiene una fuente de hidrógeno no comprimida, aunque se pueden usar fuentes de hidrógeno comprimido.

En otra realización adicional más, la fuente de hidrógeno está incluida en el interior de un recipiente rígido, tal como una bombona de gas, incluida en el interior o en el exterior del saco, pero donde el hidrógeno se suministra internamente al saco de tal forma que la totalidad del proceso de reacción está contenido en el interior de la bolsa. En esta realización, la fuente de hidrógeno es una fuente de hidrógeno comprimido o sin comprimir. El recipiente rígido está en comunicación directa con el ánodo de la pila de combustible de hidrógeno de tal manera que proporcione el hidrógeno preferentemente durante la duración del periodo de transporte o almacenamiento. Las fuentes de hidrógeno comprimido se mantienen preferentemente a una presión no superior a 10.000 psia (69 MPa) y preferentemente no superior a 40 psia (0,3 MPa).

En realizaciones adicionales, la fuente de hidrógeno se genera mediante una reacción química. Los ejemplos de métodos para generar químicamente hidrógeno son bien conocidos en la técnica e incluyen la generación de hidrógeno

mediante un proceso electrolítico, incluyendo métodos usando electrolizadores PEM, electrolizadores alcalinos que utilizan hidróxido de sodio o potasio, electrolizadores de óxido sólido, y generación de hidrógeno a partir de borohidruro de sodio. En cada caso, el hidrógeno se puede generar en el interior o exterior de la bolsa siempre que el hidrógeno quede disponible internamente para el ánodo de la pila de combustible.

5 En otra realización, la fuente de hidrógeno es una mezcla gaseosa que comprende hidrógeno presente en el entorno de la bolsa. En esta realización, la mezcla gaseosa comprende preferentemente dióxido de carbono e hidrógeno. En otras realizaciones, la mezcla gaseosa comprende nitrógeno e hidrógeno. En realizaciones adicionales, la mezcla gaseosa comprende hidrógeno, dióxido de carbono, y nitrógeno. Se contempla que otros gases inertes tales puedan estar presentes en la mezcla gaseosa. La cantidad de hidrógeno presente en la mezcla gaseosa es preferentemente inferior al 10 % de hidrógeno en volumen, de forma más preferente menos del 5 % de hidrógeno en volumen, lo más preferente menos del 2 % de hidrógeno en volumen. Esta mezcla gaseosa se introduce en la bolsa antes, durante, o después de introducir el material degradable por oxidación y antes del precintado de la bolsa.

15 Se entiende que la expresión "hidrógeno en el interior de la bolsa" o "fuente de hidrógeno en el interior de la bolsa" significa que el hidrógeno gaseoso está dentro de la bolsa y en comunicación de gases con el ánodo de la pila de combustible de tal forma que el hidrógeno reaccione con el oxígeno para producir agua. Que la fuente final de hidrógeno sea interna o externa es irrelevante siempre que el hidrógeno gaseoso esté en la bolsa y en comunicación de gases con el ánodo de tal forma que reaccione con el oxígeno.

20 En algunas realizaciones, la bolsa comprende un extractor de dióxido de carbono. El dióxido de carbono tiene el potencial de permear a través del PEM hasta la placa del ánodo, interfiriendo de esta forma con el acceso del hidrógeno a la placa del ánodo. La extracción de todo o parte del dióxido de carbono desde la placa del ánodo de la pila de combustible mediante el extractor de dióxido de carbono permite un mejor acceso a la pila de combustible del hidrógeno y por tanto un aumento de la capacidad de las pilas de combustible para extraer el oxígeno del ambiente de la bolsa.

25 Existen numerosos procesos conocidos en la técnica que se pueden utilizar en la extracción de dióxido de carbono. Estos métodos incluyen procesos de absorción, procesos de adsorción, tales como los métodos de adsorción con cambio de presión (PSA) y la adsorción con cambio de temperatura (TSA), y la extracción de dióxido de carbono basado en membranas. Los compuestos que se pueden utilizar en los extractores de dióxido de carbono incluyen, pero no se limitan a, cal hidratada, carbón activado, hidróxido de litio, y óxidos metálicos tales como óxido de plata, óxido de magnesio, y óxido de cinc. El dióxido de carbono también se puede extraer del ánodo mediante purga del ánodo con un gas, tal como hidrógeno gaseoso o vapor de agua.

35 En una realización, el extractor de dióxido de carbono comprende cal hidratada. En un ejemplo de esta realización, la cal hidratada está contenida en un cartucho filtrante que está en comunicación de vapor con el ánodo de la pila de combustible de tal forma que el dióxido de carbono presente en la placa del ánodo de la pila de combustible entre en contacto y quede absorbido en la cal hidratada. Una realización particular comprende un único cartucho filtrante de cal hidratada en comunicación de vapores con la salida del ánodo como se muestra en la Figura 5. En otra realización, dos cartuchos filtrantes de cal hidratada están, cada uno de ellos, en comunicación de vapores con una salida del ánodo (Figura 6). En cada caso, el(los) filtro(s) de cal hidratada facilitan la extracción del dióxido de carbono desde la placa del ánodo de la pila de combustible.

45 En algunas realizaciones, la bolsa está configurada para proporcionar accesos para tubos, cables, y similares de tal forma que los gases externos como el hidrógeno se puedan introducir en la bolsa, o se pueda usar una fuente de alimentación externa para hacer funcionar los ventiladores y el extractor de oxígeno. El acceso se proporciona usando accesorios que se puedan precintar y puedan mantener el entorno de oxígeno reducido en el interior de la bolsa. En una realización particular, la bolsa está configurada para permitir la introducción del hidrógeno desde una fuente externa al sistema de suministro interno de hidrógeno de la pila de combustible. En una realización adicional, la fuente de hidrógeno externa se dirige para ayudar a purgar la pila de combustible con hidrógeno.

50 Se pueden utilizar otros extractores de hidrógeno que no sean una pila de combustible para extraer el oxígeno de la bolsa. Por ejemplo, se pueden utilizar absorbentes de oxígeno tal como absorbentes que contienen hierro, y adsorbentes que contienen oxígeno. Los absorbentes y adsorbentes de oxígeno son conocidos en la materia y están comercialmente disponibles. Los extractores de oxígeno también incluyen los extractores que utilizan métodos de adsorción con cambio de presión (PSA) y de separación por membranas.

60 Los sistemas catalíticos, tales como los que utilizan elementos metálicos como los catalizadores de platino o paladio, se pueden utilizar como extractores de oxígeno, pero el uso del polvo necesario para proporcionar una elevada superficie catalítica conlleva riesgo de contaminación. Sin embargo, cuando se utilizan las salvaguardas adecuadas, se pueden utilizar. Dichas salvaguardas incluyen contener los catalizadores metálicos dentro de un conjunto de electrodo de membrana tal como se encuentran las pilas de combustible PEM.

65 En una realización, la bolsa comprende además un elemento de sujeción adecuado para sujetar la fuente de hidrógeno de tal forma que la fuente de hidrógeno se pueda mantener de forma estable en el interior de la bolsa. Por ejemplo, el elemento de sujeción es una caja configurada para mantener de forma estable la fuente de hidrógeno. En un aspecto



adicional de la presente realización, el elemento de sujeción está configurado para mantener tanto la fuente del hidrógeno como la pila de combustible. En otras realizaciones, el elemento de sujeción es un manguito fijado a una pared interna de la bolsa. Este manguito es capaz de albergar una fuente de hidrógeno contenida en una vejiga o una fuente de hidrógeno en un recipiente rígido, así como otros recipientes adecuados para contener una fuente de hidrógeno. En cualquier caso, la fuente de hidrógeno está en comunicación directa con el ánodo de la pila de combustible.

Cuando el extractor de oxígeno usado en el módulo de envasado es una pila de combustible de hidrógeno, existirá una cantidad de agua, tanto en forma líquida como en forma gaseosa, generada como resultado de la reacción entre el hidrógeno y el oxígeno. El agua así generada se libera al interior de la bolsa. Puede ser deseable incluir en el interior de la bolsa un medio para contener o extraer el agua. Por ejemplo, la bolsa puede comprender además un equipo para contener agua, tal como una bandeja o depósito, configurado para recoger el agua a medida que se genera en la pila de combustible. Como alternativa, la bolsa puede contener un material desecante o absorbente que se utiliza para absorber y contener el agua. Los materiales desecantes y absorbentes adecuados son bien conocidos en la técnica. El agua puede ventearse alternativamente al exterior de la bolsa, proporcionando de esta manera un entorno adecuado para el almacenamiento y el transporte de mercancías que se almacenan de forma óptima en entornos secos.

La bolsa está configurada para mantener un entorno de oxígeno reducido que rodea el material. El entorno de oxígeno reducido permite que el material se pueda almacenar y/o transportar durante un periodo de tiempo prolongado manteniendo la frescura del material. Posteriormente o después de introducir el material, pero antes del precintado de la bolsa, el entorno del interior de la bolsa purga opcionalmente por aplicación de un vacío y/o introducción de una fuente de gases con bajo contenido de oxígeno libre. En ese momento, el entorno en el interior de la bolsa es un entorno de oxígeno reducido. En una realización particular, el nivel de oxígeno en el entorno de oxígeno reducido es inferior al 1 % de oxígeno, o alternativamente, el nivel de oxígeno en el entorno de oxígeno reducido es inferior al 0,1 % de oxígeno, o alternativamente, el nivel de oxígeno en el entorno de oxígeno reducido es inferior al 0,01 % de oxígeno.

En algunas realizaciones, se introduce una fuente de gases con bajo contenido de oxígeno en la bolsa antes de su precintado. La fuente de gases con bajo contenido de oxígeno se compone preferentemente de CO<sub>2</sub> o una mezcla de gases que contiene CO<sub>2</sub> como uno de sus componentes. El CO<sub>2</sub> es incoloro, inodoro, no combustible, y bacteriostático y no deja residuos tóxicos en los alimentos. En una realización, la fuente de gases con bajo contenido de oxígeno es CO<sub>2</sub> al 100 %. En otra realización, la fuente de gases con bajo contenido de oxígeno es una mezcla de CO<sub>2</sub> y nitrógeno u otro gas inerte. Los ejemplos de gases inertes incluyen, pero sin limitación, argón, kriptón, helio, óxido nítrico, óxido nitroso, y xenón. La identidad de la fuente de gases con bajo contenido de oxígeno puede variar según su adecuación al alimento, y está bien comprendida entre los conocimientos y capacidades de la técnica. Por ejemplo, la fuente de gases con bajo contenido de oxígeno utilizada para el transporte y almacenamiento de salmón es, preferentemente CO<sub>2</sub> al 100 %. Otros pescados, como la tilapia, se almacenan o envían preferentemente usando CO<sub>2</sub> al 60 % y nitrógeno al 40 % como fuente de gases con bajo contenido de oxígeno.

La bolsa contiene un espacio libre que permite la absorción de gases, tales como el oxígeno y la fuente de gases con bajo contenido de oxígeno. En algunas realizaciones, el espacio libre representa de aproximadamente un 5 % a aproximadamente un 95 % del volumen interno de la bolsa. En otras realizaciones, el espacio libre representa de aproximadamente un 15 % a aproximadamente un 40 % del volumen interno de la bolsa, o alternativamente, el espacio libre representa de aproximadamente un 20 % al 35 % del volumen interno de la bolsa.

La bolsa está configurada de tal forma que el entorno interno de la bolsa está en comunicación con el extractor de oxígeno lo que permite la extracción de oxígeno molecular del ambiente interno de la bolsa siempre que haya oxígeno presente en el ambiente de la bolsa, preferentemente por debajo de un nivel predeterminado. El extractor de oxígeno de la bolsa está configurado para extraer el oxígeno del ambiente interno de la bolsa de tal forma que el nivel de oxígeno permanezca por debajo de un nivel que dé como resultado una reducción de frescura o deterioro del material. Esta reducción en el nivel de oxígeno se mantiene mediante el extractor de oxígeno durante la totalidad del transporte y/o almacenamiento. El nivel de oxígeno en el entorno de oxígeno reducido es inferior al 1 % de oxígeno, más preferentemente menor del 0,1 %, lo más preferente menor de un 0,01 % de oxígeno.

La eficacia de los extractores de oxígeno se puede potenciar mediante el uso de un ventilador para circular el aire dentro de la bolsa facilitando de esta forma el contacto entre el extractor de oxígeno y el oxígeno del ambiente de la bolsa. Cuando se utiliza una pila de combustible, el ventilador, en determinadas realizaciones, puede estar configurado para funcionar mediante la energía creada cuando la pila de combustible convierte el hidrógeno y el oxígeno en agua.

En caso de rotura en la integridad de la bolsa, en el que una cantidad inesperadamente grande de oxígeno se introduce en el ambiente de la bolsa, el extractor de oxígeno no sería capaz de extraer todo el oxígeno introducido. En una realización preferida, la bolsa comprende además un indicador que alertaría del hecho de que el nivel de oxígeno en la bolsa ha superado los niveles descritos para un entorno de oxígeno reducido.

La bolsa incluye opcionalmente sensores para monitorizar los niveles de oxígeno, los niveles de hidrógeno, el funcionamiento de la pila de combustible, y la temperatura. En una realización particular, un sensor de oxígeno, por ejemplo, un sensor de oxígeno traza (Teledyne), se utiliza para monitorizar el nivel de oxígeno presente en el entorno de

la bolsa.

Otro aspecto de la invención proporciona un módulo de envasado útil para el transporte y/o almacenamiento de material degradable por oxidación. El módulo de envasado comprende una bolsa configurada como se ha descrito anteriormente. En el módulo de envasado, la bolsa está precintada y contiene el material degradable por oxidación a transportar y/o almacenar, y un dispositivo que extrae el oxígeno del ambiente que rodea el material siempre que haya oxígeno presente, preferentemente por debajo de un nivel predeterminado. El dispositivo está situado en el interior de la bolsa precintada. Los medios de control de la temperatura tales como el aire acondicionado, la calefacción y similares preferentemente no están integrados dentro del módulo de envasado y el tamaño del módulo de envasado es tal que el contenedor de transporte de carga que comprende un único medio de control de la temperatura puede albergar múltiples módulos. En esos casos, es posible que cada bolsa tenga diferentes entornos gaseosos y diferentes materiales envasados.

Otro aspecto de la invención proporciona un sistema para el transporte y/o almacenamiento de alimentos degradables por oxidación. El sistema comprende preferentemente una pluralidad de módulos de envasado, comprendiendo cada módulo de envasado una bolsa, un alimento degradable por oxidación y un extractor de oxígeno. El módulo de envasado y sus componentes se han descrito anteriormente.

El sistema se configura para que sea adecuado para transporte o almacenamiento en un contenedor de transporte de carga. Un contenedor de transporte de carga significa cualquier contenedor que se pueda utilizar para transportar y/o almacenar el sistema incluyendo, aunque no de forma limitativa, un contenedor de transporte de carga marítimo, un contenedor de transporte de carga para camión (tal como una cabeza tractora-remolque), un vagón de ferrocarril, y un avión capaz de transportar carga.

Tal como se ha indicado anteriormente, uno o más módulos de envasado se pueden utilizar en un único contenedor de transporte de carga y, de acuerdo con ello, cada módulo de envasado se puede configurar para tener un entorno gaseoso diferente, así como un alimento diferente. Además, durante la entrega, la apertura del contenedor de transporte de carga no da como resultado la perturbación del control atmosférico de ningún módulo de envasado y, de acuerdo con ello, se pueden entregar uno o más módulos de almacenamiento en un sitio y el resto en un sitio o sitios diferentes. El tamaño de cada módulo de almacenamiento del sistema se puede configurar antes del envío para que se corresponda con la cantidad de alimento deseada por cada comprador. De este modo, los módulos de envasado se pueden dimensionar preferentemente para contener desde unos pocos gramos de alimento hasta una cantidad de, o mayor de, 50.000 libras (23E) de alimento. El número de módulos de envasado por sistema depende tanto del tamaño del contenedor de transporte de carga usado para transportar y/o almacenar el sistema y el tamaño de los módulos de envasado. Los ejemplos específicos del número de módulos de envasado por sistema se definen en la descripción de las realizaciones específicas, más adelante.

En otra realización, el sistema comprende una o más bolsas, conteniendo cada bolsa un alimento degradable por oxidación. En esta realización, las bolsas están unidas de forma separable a un módulo independiente que contiene el extractor de oxígeno. El módulo independiente también incluye hidrógeno cuando el extractor de oxígeno es una pila de combustible de hidrógeno. El extractor de oxígeno actúa para eliminar el oxígeno de todas las bolsas a las que está conectado el módulo independiente. En esta realización, la pila de combustible física está en el exterior de la bolsa, pero en comunicación directa con el ambiente gaseoso de la bolsa de tal manera que los productos producidos en el ánodo y el cátodo se mantienen en el interior de la bolsa. En una realización de ese tipo, la pila de combustible se construye para estar dentro de la bolsa, ya que sus productos se mantienen en el interior de la bolsa. En una realización preferida, la bolsa es una bolsa rígida y el módulo independiente contiene además una fuente de gases para mantener una presión positiva en las bolsas conectadas. El contenedor incluye opcionalmente sensores para monitorizar los niveles de oxígeno, los niveles de hidrógeno, y temperatura dentro de las bolsas, así como un indicador que indica el funcionamiento de la pila de combustible. En una realización, el módulo es una caja que es de tamaño similar a los módulos de envasado. En otra realización, el módulo está fijado a una pared, cubierta, o puerta del contenedor de transporte de carga usado para transportar y/o almacenar el sistema.

En algunas realizaciones, el sistema y/o el contenedor de transporte de carga también comprenden un sistema de refrigeración para mantener la temperatura de los módulos de almacenamiento lo suficiente para preservar la frescura del alimento degradable por oxidación. La temperatura necesaria para preservar la frescura del alimento degradable por oxidación depende de la naturaleza de dicho alimento. Una persona experta en la materia sabría, o sería capaz de determinar, la temperatura adecuada necesaria para el material transportado o almacenado en el sistema o contenedor de transporte de carga. Para el transporte y/o almacenamiento de alimentos, la temperatura por lo general no sería inferior a los 32°F Fahrenheit (0°C) para evitar la congelación del alimento. La temperatura se mantiene generalmente en un intervalo de 32-38°F (0°C-3°C), más preferentemente en un intervalo de 32-35°F, (0°-1,7°C), lo más preferentemente en un intervalo de 32-33°F (0-0,6°C). Por ejemplo, la temperatura adecuada para conservar el pescado durante el transporte o almacenamiento está entre 32-35°F (0°-1,7°C). Se permite una variación en la temperatura siempre que la temperatura se mantenga en un intervalo para conservar el alimento. En algunas realizaciones, la bolsa comprende además un dispositivo para seguimiento y/o registro de la temperatura del sistema o contenedor. Dichos dispositivos están comercialmente disponibles de fabricantes entre los que se incluyen Sensitech, Tempale, Logtag, Dickson, Marathon, Testo, y Hobo.

En una realización, el sistema es capaz de mantener el módulo de envasado a una tempera refrigerada para conservar el alimento. Como alternativa, el contenedor de transporte de carga usado para transportar y/o almacenar el sistema es un contenedor de transporte de carga refrigerado capaz de mantener el módulo de envasado a una tempera refrigerada para conservar el alimento.

5 Se contempla que no todo el oxígeno interno de la bolsa reaccione con la pila de combustible y por tanto pueda quedar expuesto al alimento de la bolsa. Dicho hidrógeno sin reaccionar se denomina en el presente documento como "exceso de hidrógeno" y es deseable limitar la exposición del alimento a dicho exceso de hidrógeno durante su transporte o almacenamiento. De acuerdo con ello, en algunas realizaciones, la bolsa o sistema se configura para minimizar la  
10 exposición del alimento al exceso de hidrógeno presente en el ambiente. Esto se puede conseguir extrayendo el exceso de hidrógeno de la bolsa o sistema por métodos mecánicos, métodos químicos, o combinaciones de los mismos. Los ejemplos de métodos químicos para eliminar el exceso de hidrógeno incluyen el uso de un sumidero de hidrógeno compuestos de polímeros u otros compuestos que absorben el hidrógeno. Los compuestos adecuados para su uso como absorbentes de hidrógeno son conocidos en la técnica y están comercialmente disponibles ("Hydrogen Getters"  
15 Sandia National Laboratories, New Mexico; REB Research & Consulting, Ferndale, MI.) Los compuestos pueden estar presentes en la bolsa o pueden estar en comunicación directa con el cátodo de la pila de combustible.

El exceso de hidrógeno se puede limitar mediante el uso de medios mecánicos, incluyendo el uso de válvulas de cierre o restrictores de flujo para modular o apagar el flujo de hidrógeno al interior del entorno de la bolsa (por ejemplo, como  
20 se muestra en la Figura 5). La modulación del hidrógeno se puede controlar mediante el uso de un sensor de oxígeno conectado a la fuente de hidrógeno de forma que el flujo de hidrógeno se minimice o elimine cuando el nivel de oxígeno cae por debajo de un punto de consigna establecido.

Un aspecto adicional de la invención proporciona métodos para el transporte y almacenamiento de alimentos  
25 degradables por oxidación. Los métodos utilizan los módulos de envasado y el sistema anteriormente descritos. En una realización preferida, el método comprende la extracción del oxígeno de un módulo de envasado tras la introducción de un alimento degradable por oxidación para generar un entorno de oxígeno reducido en el interior del módulo de envasado. Además del alimento degradable por oxidación, el módulo de envasado comprende una bolsa precintada estable bajo presión que tiene una permeabilidad al oxígeno limitada y un extractor de oxígeno. El entorno de oxígeno  
30 reducido en el interior del módulo de envasado se crea, por ejemplo, purgando el entorno del interior de la bolsa mediante aplicación de un vacío y/o introducción de una fuente de gases con bajo contenido de oxígeno para purgar la bolsa. Tras purgar la bolsa, el entorno en el interior de la bolsa es un entorno de oxígeno bajo. A continuación, la bolsa se precinta. La fuente de gases con bajo contenido de oxígeno se compone preferentemente de CO<sub>2</sub> o una mezcla de gases que contiene CO<sub>2</sub> como uno de sus componentes. En una realización particular, la fuente de gases con bajo  
35 contenido de oxígeno es CO<sub>2</sub> al 100 %. En otra realización, la fuente de gases con bajo contenido de oxígeno es una mezcla de CO<sub>2</sub> y nitrógeno u otro gas inerte. Los ejemplos de gases inertes incluyen, pero sin limitación, argón, kriptón, helio, óxido nítrico, óxido nitroso, y xenón. La identidad de la fuente de gases con bajo contenido de oxígeno puede variar según su adecuación al alimento. Por ejemplo, la fuente de gases con bajo contenido de oxígeno utilizada para el transporte y almacenamiento de salmón es, preferentemente CO<sub>2</sub> al 100 %. Otros pescados, como la tilapia, se  
40 almacenan o envían preferentemente usando CO<sub>2</sub> al 60 % y nitrógeno al 40 % como fuente de gases con bajo contenido de oxígeno.

El extractor de oxígeno del módulo de almacenamiento funciona durante el transporte y/o el almacenamiento siempre que haya oxígeno presente, de tal forma que el nivel de oxígeno permanezca por debajo de un nivel que dé como  
45 resultado una reducción de frescura o deterioro del material. Este nivel de oxígeno reducido se mantiene mediante el extractor de oxígeno durante una parte, pero preferentemente durante la totalidad del transporte y/o almacenamiento. El nivel de oxígeno en el entorno de oxígeno reducido es inferior al 1 % de oxígeno, más preferentemente menor del 0,1 %, lo más preferente menor de un 0,01 % de oxígeno.

50 En determinadas realizaciones, después de un periodo de tiempo, los niveles de oxígeno presentes en el módulo de envasado quedan a un nivel reducido donde la permeabilidad al oxígeno de la bolsa es lo suficientemente baja para que el nivel de oxígeno procedente del intercambio de gases entre el alimento y el entorno de la bolsa y/o a través de la permeabilidad del material de la bolsa alcance un nivel lo suficientemente bajo para que ya no sea necesaria la extracción adicional del oxígeno. En ese momento, la pila de combustible dejará de funcionar. Opcionalmente, la pila de  
55 combustible se puede programar para dejar de funcionar después de un período de tiempo inicial que es suficiente para permitir una minimización natural o cese del intercambio gaseoso.

Aunque no se prefiere necesariamente, la pila de combustible se puede programar para dejar de funcionar después de un periodo comprendido entre aproximadamente 0,5 y 50 horas, o la pila de combustible se puede programar para dejar  
60 de funcionar después de un periodo comprendido entre aproximadamente 1 y 25 horas; o la pila de combustible se puede programar para dejar de funcionar después de un periodo comprendido entre aproximadamente 2 y 15 horas; o la pila de combustible se puede programar para dejar de funcionar después de un periodo comprendido entre aproximadamente 3 y 10 horas.

65 Como alternativa, la pila de combustible se puede programar para dejar de funcionar cuando el nivel de oxígeno alcanza y se mantiene por debajo de un nivel predeterminado. En una realización, el nivel de oxígeno alcanza y se mantiene por

debajo del 5 % de oxígeno v/v, o alternativamente, el nivel de oxígeno alcanza y se mantiene por debajo del 1 % de oxígeno v/v, o alternativamente, el nivel de oxígeno alcanza y se mantiene por debajo del 0,1 % de oxígeno v/v.

5 En realizaciones donde la pila de combustible esté presente en un módulo que se encuentre en el exterior de la bolsa, el módulo se puede retirar después de un período de tiempo inicial que sea suficiente para permitir una minimización o cese natural del intercambio de gases o cuando el nivel de oxígeno alcanza y se mantiene por debajo de un nivel predeterminado de acuerdo uno con los parámetros anteriormente descritos. Cualquier fuente de gas externa utilizada para mantener la presión positiva dentro de la bolsa se puede retirar a medida que el intercambio de gases entre el alimento y el entorno de la bolsa alcanza una minimización o cese natural porque se minimiza la necesidad de compensar un cambio de presión en el interior de la bolsa.

15 En una realización preferida, el método se refiere al sistema para transportar o almacenar material degradable por oxidación tal como se ha descrito anteriormente. Por tanto, en una realización preferida, el método comprende transportar o almacenar uno o más de los módulos de envasado en un único contenedor de transporte de carga. En esta realización, los módulos de transporte o bolsas individuales se pueden extraer de forma separable del sistema. Esta característica permite la entrega de módulos de envasado individuales, o de las bolsas de los módulos de envasado, sin perturbar la integridad de los módulos de envasado o de las bolsas que quedan en el sistema.

20 Los módulos de envasado y/o el sistema se utiliza a continuación para transportar o almacenar el material degradable por oxidación durante un período de tiempo prolongado. Preferentemente, el periodo de tiempo prolongado está comprendido entre 1 y 100 días; más preferiblemente el periodo de tiempo prolongado está comprendido entre 5 y 50 días, incluso más preferiblemente el periodo de tiempo prolongado está comprendido entre 15 y 45 días.

25 En una realización, un material tal como carbón activado, metales como plata y cobre y similares, se pueden emplear tanto adyacentes como den la pila de combustible para secuestrar los posibles subproductos de la pila de combustible tales como peróxido de hidrógeno, flúor, etc. Se entiende, por supuesto, que dichos materiales absorbentes también secuestrarán otros productos gaseosos, etc. del alimento en la bolsa que pudieran contaminar la pila de combustible.

30 Los sistemas y métodos descritos en el presente documento permiten que el material degradable por oxidación se transporte o almacene durante un periodo de tiempo prolongado no posible usando la tecnología MAP convencional u otros métodos normalizados para el transporte de alimentos. El periodo de tiempo prolongado variará de acuerdo con la naturaleza del material degradable por oxidación. Para fines de ejemplo, el salmón fresco se puede almacenar o transportar de forma conservada durante un período prolongado de al menos 30 días cuando se utiliza el sistema descrito en el presente documento. Por el contrario, el salmón fresco solamente se puede almacenar o transportar de forma conservada durante un período de 10-20 días en ausencia de un entorno de oxígeno reducido (véase el ejemplo).

**Descripción de las realizaciones específicas**

40 La siguiente descripción define una realización específica que se puede usar en la presente invención. La realización específica es solo una de las posibles configuraciones y usos de la presente invención y no debe considerarse de cualquier manera como limitación de la invención.

45 La presente invención es particularmente adecuada para el transporte y almacenamiento de pescado, tal como salmón. En particular, la invención permite enviar salmón desde una piscifactoría de Chile por envío marítimo a destinos en Estados Unidos. La duración de este transporte (aproximadamente 30 días) requiere el uso de la presente invención para preservar la frescura del salmón. De manera tradicional, el salmón de Chile debe enviarse mediante transporte aéreo para llegar a destinos en Estados Unidos antes de que el salmón se deteriore.

50 El salmón se preenvasa en envases como se muestra en la Figura 1. Cada caja, 102 contiene aproximadamente 38,5 libras (17,5 kg) de salmón. Sesenta y cuatro de estos envases se introducen en una bolsa, 100. La bolsa 100 mide aproximadamente 48 pulgadas (122 cm) X 46" (117 cm) X 100" (254 cm) y está hecha de un material mixto de poli/Nilón. La bolsa está sobredimensionada en aproximadamente un 35 % para permitir la absorción del CO<sub>2</sub> (y oxígeno). La bolsa tiene un extremo precintado (no se muestra) y un extremo precintable 106. La bolsa se coloca precintada boca abajo sobre un palé (no se muestra). El palé se cubre preferentemente con una lámina protectora (no se muestra) para proteger la bolsa y proporcionar estabilidad a la bolsa. Se apilaron cincuenta y cuatro envases de salmón en la bolsa.

60 Otra caja, idealmente con la misma dimensión que el envase de salmón se añade a la bolsa. Esta caja contiene múltiples pilas de combustible de hidrógeno e hidrógeno 104. En una realización, el hidrógeno se proporciona mediante una vejiga que contiene hidrógeno puro. La vejiga se configura para estar en comunicación directa con los ánodos de las pilas de combustible para permitir que las pilas celdas de combustible de hidrógeno conviertan el posible oxígeno presente en la bolsa en agua durante la totalidad del transporte y/o el almacenamiento. En otra realización, el hidrógeno se proporciona internamente desde una fuente externa tal como una bombona de hidrógeno con hidrógeno gaseoso comprimido.

La caja también incluye un ventilador (no se muestra) para circular el aire dentro de la bolsa facilitando de esta forma el contacto entre el extractor de oxígeno y el oxígeno del ambiente de la bolsa. El ventilador se alimenta con la energía creada cuando las celdas de combustible convierten el oxígeno en agua.

5 Adicionalmente, la caja contiene un registrador de temperatura (no se muestra) de tal manera que se puede realizar un registro de los cambios de temperatura durante la totalidad del transporte y/o el almacenamiento. De manera similar, la caja contiene un registrador del nivel de oxígeno (no se muestra) de tal manera que se puede realizar un registro de los niveles de oxígeno durante la totalidad del transporte y/o el almacenamiento. La caja contiene también indicadores (no se muestran) que proporcionan una advertencia cuándo los niveles de oxígeno en el interior de la bolsa exceden un nivel máximo especificado o la temperatura alcanza o sobrepasa un nivel máximo especificado. En esta realización específica, el indicador enviaría una advertencia si el nivel de oxígeno supera el 0,1 % de oxígeno y si la temperatura supera los 38 °F (3 °C).

15 Los envases de salmón y la caja se unifican a continuación (esquinados y amarrados) y la bolsa se tiende alrededor de los cuatro lados de la pila unificada con el extremo abierto de la bolsa introducido en un termosellador. Se lleva a cabo una purga de gas de hasta el 100 % de dióxido de carbono hasta que el oxígeno residual es menor de aproximadamente un 5 % en v/v, y preferentemente inferior a aproximadamente 1 % en v/v. Una vez que el entorno de la bolsa se ha modificado de esta manera, se inicia un ciclo de precintado térmico y la bolsa se precinta a un punto de precintado 106, conformando el módulo de envasado. La pila de combustible e hidrógeno 104 funcionan durante la totalidad del transporte y el almacenamiento para extraer el oxígeno introducido en el módulo de envasado por difusión a través del material de la bolsa o el precinto de la bolsa. Pueden liberarse también pequeñas cantidades de oxígeno desde el pescado o los materiales de envasado en el interior del módulo de envasado. El tipo de pila de combustible utilizada es una pila de combustible PEM que no necesita ninguna fuente de alimentación externa para convertir el oxígeno y el hidrógeno en agua. Véase la Figura 3.

25 En la Figura 3, la pila de combustible 300 comprende un cátodo 310 y un ánodo 312. La pila de combustible 300 está en comunicación de gases con la atmósfera de la bolsa (no se muestra) de tal manera que el oxígeno 314 está en comunicación de gases con el cátodo 310. Una fuente de hidrógeno 316, tanto en el interior como en el exterior de la bolsa (no se muestra), está en comunicación de gases con el ánodo 312 proporcionando de esta forma hidrógeno 318 a la superficie del ánodo. La pila de combustible convierte el oxígeno 314 y el hidrógeno 318 en agua 320 extrayendo de esta forma el oxígeno de la atmósfera de la bolsa.

35 El módulo de envasado se carga en un contenedor de transporte de carga refrigerado junto con los módulos de envasado adicionales configurados como se ha descrito. La Figura 2 ilustra una parte de la carga en el contenedor 200 de transporte de carga en el que se apilan múltiples módulos de envasado 100 uno sobre otro conteniendo cada módulo una pila de combustible/hidrógeno 104 y envases de pescado 102. Este sistema de módulos de envasado se carga en un contenedor de transporte de carga refrigerado convencional para transporte marítimo. El contenedor de transporte de carga transporta el salmón desde Chile a Estados Unidos. Cuando alcanza su primer destino en Estados Unidos, varios módulos de envasado se extraen del contenedor de transporte de carga. Como en esta realización cada una de las bolsas contiene pilas de combustible para eliminar oxígeno, los módulos de envasado que quedan en el contenedor se pueden transportar a otros destinos, mediante el contenedor de transporte de carga marítima o con contenedores secundarios para transporte de carga por tierra o aire, en condiciones de oxígeno reducido.

45 La Figura 5 proporciona otro ejemplo de una caja que contiene dos celdas de combustible de hidrógeno, una fuente externa de hidrógeno, un lavador de dióxido de carbono y un lavador de sustancias volátiles tal como carbón activo. Específicamente, en la Figura 5, la caja 510 contiene una fuente externa de hidrógeno 512 para proporcionar hidrógeno internamente a la pila de combustible 520. La fuente de hidrógeno se transmite a una válvula limitadora 514 y a una válvula de cierre de hidrógeno 516 para controlar la cantidad de hidrógeno en la pila de combustible y evitar el exceso de hidrógeno, como se ha definido anteriormente. La válvula de cierre de hidrógeno 516 se pulsa opcionalmente de acuerdo con el nivel de vacío en el interior de la caja 510. Se puede usar un sensor de vacío 518 para controlar la válvula de cierre de hidrógeno.

55 La pila de combustible 520 comprende un ánodo y un cátodo con cal hidratada 522 en comunicación con la anterior de tal manera que absorbe el dióxido de carbono en la superficie del ánodo. Los ventiladores 524 funcionan para soplar aire a través de la pila de combustible 520 y la cal hidratada 522 funciona inmediatamente en el exterior del ánodo y el cátodo. Los lavadores de sustancias volátiles tal como las bolsas de carbón activado, 526 se colocan antes de los ventiladores 524 para extraer cualquier subproducto que surja del funcionamiento de la pila de combustible (o los subproductos que surjan desde material oxidativamente lábil) 520. La caja 510 está en comunicación de gases con una o más bolsas (no se muestran), o se encuentra en el interior de la bolsa y está en comunicación de gases con la anterior.

60 La Figura 6 proporciona un ejemplo de un módulo de envasado según la presente invención en el que la fuente de hidrógeno y la celda de combustible se encuentran en el interior del módulo. Específicamente, el módulo de envasado 600 contiene envases de pescado 650 así como una pila de combustible 610. La pila de combustible tiene un cátodo 612, un ánodo 614, placas finales 611, una carga de resistor 613, y un divisor de PEM 615. Se proporciona una fuente interna de hidrógeno 616 en comunicación de gases con el ánodo 614 a través de un puerto de hidrógeno 618 y una

válvula de cierre de hidrógeno 620, todo fabricado de tubo de vinilo 619. Un cartucho de filtro de cal hidratada 622 elimina el CO<sub>2</sub> del hidrógeno en comunicación de gases con el ánodo 614. El exceso de hidrógeno, como se ha definido anteriormente, puede purgarse a través de una tubería 626 de liberación de hidrógeno que usa también un cartucho de filtro de cal hidratada 622. La válvula de cierre 628 regula además la liberación de hidrógeno en exceso que se puede liberar de la pila de combustible en el puerto de purga 630. El puerto 630 puede conectarse opcionalmente a un absorbedor de hidrógeno (no se muestra) con el fin de evitar la exposición de los envases de pescado 650 al exceso de hidrógeno. El módulo de envasado contiene una atmósfera de CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> 632. Un ventilador 634 facilita la comunicación de gases de la atmósfera 632 con el cátodo 612 de tal manera que el oxígeno ambiental se convierta en agua mediante la pila de combustible 610. Se utiliza un cartucho de cal hidratada para ayudar en la eliminación del dióxido de carbono mediante el contacto con el ánodo 614.

**Ejemplo**

Se construyeron dos contenedores rígidos como banco de pruebas, uno con pila de combustible y otro sin pila de combustible. Se modificaron dos recipientes para almacenamiento de alimentos de plástico de nueve litros con tapas precintables de tal manera que los gases pudieran purgarse e introducirse continuamente (a muy poca presión) en cada recipiente. Se instaló una celda de combustible comercialmente disponible (hydro-Genius™ Dismountable Fuel Cell Extension Kit, adquirida de The Fuel Cell Store) en la tapa de un recipiente rígido de nueve litros de tal manera que se pudiera también introducir el hidrógeno desde el exterior del recipiente rígido directamente en el lado del ánodo (sin salida) de la pila de combustible. El lado del cátodo de la celda de combustible se equipó con una placa de flujo de convección que permitía que los gases del recipiente accedieran libremente al cátodo de la pila de combustible. Se adquirió borohidruro de sodio de la tienda de celdas de combustible como fuente química de hidrógeno gaseoso (cuando se mezcló con agua). Se construyó un reactor de borohidruro de sodio (NaBH<sub>4</sub>) a partir de dos botellas de plástico de tal manera que pudiera aplicarse presión hidrostática para empujar de forma constante el hidrógeno a la celda de combustible y ajustar la producción y consumo del exceso de hidrógeno. Esto permitió desatender la producción de hidrógeno y la introducción en la celda de combustible durante periodos prolongados (días).

Se compraron bombonas de dióxido de carbono (gaseoso), reguladores, válvulas y conducciones junto con una nevera doméstica de gran tamaño. Se conectó una tubería a la nevera para permitir que se introdujera de forma continua dióxido de carbono desde el exterior a los recipientes rígidos e hidrógeno a la celda de combustible.

El sistema del banco de pruebas se probó purgando el nivel de oxígeno inicial hasta cerca del 1 % con CO<sub>2</sub>, cerrando las válvulas de salida y dejando las válvulas de entrada abiertas, manteniendo ambos recipientes a una presión constante muy baja de CO<sub>2</sub>. Las concentraciones de oxígeno y CO<sub>2</sub> se midieron con el tiempo mediante un analizador de CO<sub>2</sub>/Oxígeno (Dansensor) mientras que la pila de combustible consumía el oxígeno remanente de un recipiente. Se determinó que el recipiente que tenía la pila de combustible pudo mantener los niveles de oxígeno por debajo de 0,1 % mientras que el recipiente sin pila de combustible no pudo mantener los niveles de oxígeno por debajo del 0,3 %.

El Día 1, se compraron filetes de salmón fresco del atlántico chileno directamente de un minorista local (Sand City, CA). El salmón se extrajo un contenedor Styrofoam con una etiqueta que indicaba que se había envasado (lomos sin grasa) en Chile seis días antes. El personal de la tienda minorista colocó 6 filetes (de 2 en 2) en bandejas de venta al consumidor, retractiladas, cada una de las tres bandejas pesadas y etiquetadas.

Estos tres envases se transportaron en hielo al laboratorio donde cada bandeja se cortó por la mitad con el fin de comparar directamente la mitad de cada envase con la otra mitad en un tratamiento diferente. Las mitades de los envases se colocaron en tres grupos de tratamiento; 1.) Control en aire, 2.) CO<sub>2</sub> al 100 %, Sin pila de combustible como extractor de oxígeno, 3) 100 % CO<sub>2</sub> con pila de combustible como extractor de oxígeno. Se almacenaron los tres tratamientos en la misma nevera a 36 grados F (2 °C) durante la totalidad del experimento. Los niveles de oxígeno y CO<sub>2</sub> se controlaron diariamente y se llevaron a cabo evaluaciones sensoriales como se describe a continuación. Tras la eliminación inicial del oxígeno, los niveles de oxígeno permanecieron a un nivel indetectable por la instrumentación. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

TABLA 2

<b>Día</b>	<b>Nivel de O<sub>2</sub> con pila de combustible</b>	<b>Nivel de O<sub>2</sub> sin pila de combustible</b>
0	0,0	0,0
1	0,0	0,5
2	0,0	0,7
3	0,0	0,7
4	0,0	0,8
5	0,0	0,8
6	0,0	0,8
7	0,0	0,8
8	0,0	0,7
9	0,0	0,7
10	0,0	0,7
11		

14	0,0	0,6
15		
16	0,0	0,5
17		
18		
19	0,0	0,4
20		
22	0,0	0,3

En la Figura 4 se muestran gráficamente los niveles de oxígeno durante la duración del experimento.

**Evaluaciones sensoriales:**

5

Siete días después de colocar los tres tratamientos en la nevera, los controles al aire se consideraron algo deteriorado según el olor e inaceptablemente deteriorados el octavo día a 36 °F (2 °C). Esto estableció un período de validez total de aproximadamente 13 días desde la producción para los filetes del control al aire y de 7 días a 36 °F (después de los primeros 6 días a temperaturas desconocidas).

10

Después de 22 días en el ambiente con una elevada concentración de CO<sub>2</sub> (más 6 días antes de que comenzara la prueba) los filetes procedentes de los tratamientos con pila de combustible y sin pila sin combustible se retiraron de los recipientes y se evaluaron por 4 panelistas sensoriales. La escala de evaluación fue 5 = Más fresco, 4 = Fresco, 3 = Ligeramente no fresco, 2 = No fresco, 1 = Inaceptable. Los resultados de la evaluación sensorial brutos se muestran en la Tabla 3.

15

TABLA 3

Día 6 + 22									
MUESTRA DE TRATAMIENTO	Olor a fresco	Olor Rancio desagradable	Color carne (naranja rosado)	Aspecto Claridad	Color de la grasa	Olor de la grasa	Firmeza	Humedad	Tacto viscoso
Pila de combustible -									
Evaluación media	4,3	4,5	4,8	3,8	3,8	3,7	4,0	4,0	4,7
<b>Sin pila de combustible</b>									
Evaluación media	2,9	3,1	2,8	2,5	3,0	3,3	4,0	4,0	4,7



## ES 2 589 728 T3

5 Después de 6 días más de almacenamiento al aire a 36 °F (2,22 °C), se fotografiaron las muestras restantes brutas y las muestras "sin pila de combustible" se consideraron no comestibles debido principalmente a olores rancios (sin deterioro microbiano) y un color de la carne muy amarillento. Las muestras con "pila de combustible" se calificaron como frescas (4) en color y olor brutos. A continuación, estas muestras se cocinaron y se evaluaron por los 4 panelistas para el aroma y la textura y se calificaron como frescas (4) en ambos atributos.

En resumen, las muestras con "pila de combustible" se siguieron considerando frescas tras un total de 34 días de vida en almacenamiento en fresco mientras que las muestras "sin pila de combustible fueron inaceptables.

REIVINDICACIONES

1. Una bolsa precintable estable bajo presión (100) con permeabilidad al oxígeno limitada, útil en el transporte y/o el almacenamiento de alimentos degradables por oxidación que comprende:
- 5 a) una pila de combustible (300) que comprende un ánodo (312) y un cátodo (390), que puede convertir el hidrógeno y el oxígeno en agua, en donde dicha pila de combustible se encuentra en el interior de la bolsa;
- b) un elemento de sujeción adecuado para mantener una fuente de hidrógeno en el interior de la bolsa o una entrada en comunicación de gases con la pila de combustible desde una fuente externa de hidrógeno;
- 10 **caracterizada por**
- c) un extractor de dióxido de carbono en comunicación con el ánodo de la pila de combustible.
2. La bolsa (100) de la reivindicación 1, en la que
- 15 la bolsa (100) se selecciona entre el grupo que consiste en una bolsa (100) que comprende un material flexible, plegable o expansible que no se pincha cuando se pliega o se expande y una bolsa que comprende un material rígido capaz de mantener su integridad estructural hasta un diferencial de presión entre la presión externa y la presión interna de hasta aproximadamente 0,5 atm (0,05 MPa);
- 20 el elemento de sujeción de la fuente de hidrógeno en la bolsa es una caja configurada para mantener la fuente de hidrógeno y la pila de combustible; y/o dicha bolsa comprende una entrada en comunicación de gases con el ánodo de la pila de combustible desde una fuente de hidrógeno externa.
3. Un módulo de envasado (600) útil en el transporte y/o el almacenamiento de alimentos degradables por oxidación que comprende:
- 25 a) una bolsa precintable estable bajo presión (100) con permeabilidad al oxígeno limitada;
- b) un alimento degradable por oxidación;
- 30 c) una pila de combustible (300) que comprende un ánodo (312) y un cátodo (310), que puede convertir el hidrógeno y el oxígeno en agua, en donde la pila de combustible se encuentra en el interior de la bolsa;
- d) una fuente de hidrógeno (316) en el interior o el exterior de la bolsa en la que, cuando dicha fuente de hidrógeno está en el exterior de dicha bolsa, comprende una entrada en comunicación de gases con el ánodo de la pila de combustible desde dicha fuente de oxígeno externa; **caracterizada por**
- 35 e) un extractor de dióxido de carbono en comunicación con el ánodo de la pila de combustible.
4. El módulo de envasado de la reivindicación 3, en el que dicha bolsa (100) se selecciona entre el grupo que consiste en una bolsa que comprende un material flexible, plegable o expansible que no se pincha cuando se pliega o se expande y una bolsa que comprende un material rígido capaz de mantener su integridad estructural hasta un diferencial de presión entre la presión externa y la presión interna de hasta aproximadamente 0,5 atm (0,05 MPa).
- 40 5. El módulo de envasado (600) de la reivindicación 3, en el que
- 45 el módulo de envasado (600) no incluye una fuente gaseosa para mantener una presión positiva en el interior del módulo de envasado durante el transporte o el almacenamiento;
- dicha fuente de hidrógeno (316) se encuentra en el exterior de la bolsa; y/o la fuente de hidrógeno (316) es una mezcla gaseosa que comprende dióxido de carbono y menos de un 5 % en volumen de hidrógeno.
6. El módulo de envasado (600) de la reivindicación 4, en el que la fuente de hidrógeno (314) se selecciona del grupo que consiste en una fuente de hidrógeno en una vejiga o una fuente de hidrógeno en un recipiente rígido.
7. Un sistema útil en el transporte y/o el almacenamiento de alimentos degradables por oxidación que comprende uno o más módulos de envasado (600) de la reivindicación 3.
- 55 8. El sistema de la reivindicación 7,
- que comprende además un sistema de control de la temperatura externo al módulo de envasado (600) en donde dicho sistema mantiene la temperatura en el interior del módulo a un nivel suficiente para mantener la frescura de los alimentos;
- 60 en el que la bolsa (100) se selecciona entre el grupo que consiste en una bolsa que comprende un material flexible, plegable o expansible que no se pincha cuando se pliega o se expande y una bolsa que comprende un material rígido capaz de mantener su integridad estructural hasta un diferencial de presión entre la presión externa y la presión interna de hasta aproximadamente 0,5 atm (0,05 MPa);
- 65 en el que el módulo de envasado (600) no incluye una fuente gaseosa para mantener una presión positiva en el interior del módulo de envasado (600) durante el transporte o el almacenamiento; y/o en el que dicha fuente de hidrógeno (316) se encuentra en el exterior de dicha bolsa que comprende además una

entrada en comunicación de gases con el ánodo (312) de la pila de combustible (300) desde dicha fuente de hidrógeno externa (316).

- 5 9. El módulo de envasado (600) de la reivindicación 3, que comprende además un ventilador, o el sistema de la reivindicación 7, en el que los módulos de envasado comprenden además un ventilador (521).
10. El módulo de envasado del sistema de la reivindicación 9, en el que el ventilador (521) está alimentado por la pila de combustible (300).
- 10 11. Un método para el transporte y/o el almacenamiento de alimentos degradables por oxidación que comprende:
- 15 a) obtener una bolsa precintable estable bajo presión (100) con permeabilidad al oxígeno limitada que contiene un material degradable por oxidación, en donde la bolsa está conectada a un módulo que comprende una pila de combustible (300) y una fuente de hidrógeno (316) de tal forma que el cátodo (310) de la pila de combustible está en comunicación directa con el entorno de la bolsa, y en donde la bolsa comprende un extractor de dióxido de carbono en comunicación con la pila de combustible;
- 20 b) hacer funcionar la pila de combustible (300) durante el transporte o el almacenamiento de tal forma que los protones generados por el hidrógeno en el ánodo de la pila de combustible interactúen con el oxígeno presente en el cátodo de tal forma que el oxígeno de la bolsa se convierta en agua mediante la pila de combustible, en donde la pila de combustible no necesita una fuente de alimentación externa para convertir el oxígeno en agua; y
- c) transportar o almacenar el material en la bolsa.
- 25 12. El método de la reivindicación 11, en el que el módulo se desconecta de la bolsa después de un período de tiempo inicial que es suficiente para permitir una minimización natural o un cese del intercambio gaseoso.
13. El método de la reivindicación 12, en el que el módulo se desconecta de la bolsa cuando el nivel de oxígeno alcanza y se mantiene por debajo de un nivel predeterminado.
- 30 14. El método de la reivindicación 11, en el que la pila de combustible está programada para dejar de funcionar después de un período de tiempo inicial que es suficiente para permitir una minimización natural o un cese del intercambio gaseoso.
- 35 15. El método de la reivindicación 12 o de la reivindicación 14, en el que el período de tiempo inicial está comprendido entre aproximadamente 0,5 y 50 horas.
16. El método de la reivindicación 11, en el que la pila de combustible (300) está programada para dejar de funcionar cuando el nivel de oxígeno alcanza y se mantiene por debajo de un nivel predeterminado.
- 40 17. El método de la reivindicación 13 o de la reivindicación 16, en el que el nivel de oxígeno predeterminado está por debajo de un 5 % de oxígeno v/v, tal como por debajo del 1 % de oxígeno v/v.
18. La bolsa de la reivindicación 1, en la que el extractor de dióxido de carbono comprende cal hidratada.
- 45 19. El método de la reivindicación 11, que comprende además:
- 50 extraer el oxígeno de la bolsa precintable estable bajo presión (100) con permeabilidad al oxígeno limitada para generar un entorno de oxígeno reducido en la bolsa antes de hacer funcionar la pila de combustible, y en el que el módulo que comprende la pila de combustible (300) y la fuente de hidrógeno (316) se encuentran en el interior de la bolsa; y precintar la bolsa.
20. El método de la reivindicación 19, en el que la bolsa está conectada al módulo.
- 55 21. El módulo de envasado (600) de la reivindicación 3, en el que dicha fuente de hidrógeno se encuentra en el interior de la bolsa que comprende además un elemento de sujeción adecuado para mantener dicha fuente de hidrógeno, o el sistema de la reivindicación 7 o el método de la reivindicación 11, que comprende además un elemento de sujeción adecuado para mantener una fuente de hidrógeno en el interior de la bolsa.
- 60 22. El módulo de envasado (600) de la reivindicación 4, o el sistema de la reivindicación 7, en donde el elemento de sujeción de la fuente de hidrógeno en la bolsa es una caja configurada para mantener la fuente de hidrógeno y la pila de combustible.
23. El sistema de la reivindicación 22, en el que
- 65 la fuente de hidrógeno es una vejiga que contiene hidrógeno; o la fuente de hidrógeno es una mezcla gaseosa que comprende dióxido de carbono y menos de un 5 % en volumen

de hidrógeno.

24. El método de la reivindicación 19, en el que el entorno de oxígeno reducido comprende menos del 1 % de oxígeno, tal como menos de un 0,1 % de oxígeno.
- 5 25. El método de la reivindicación 19, en el que el entorno de oxígeno reducido comprende
- 10 dióxido de carbono;  
dióxido de carbono e hidrógeno;  
nitrógeno; o  
dióxido de carbono, nitrógeno e hidrógeno.
26. El módulo de envasado (600) de la reivindicación 3, el sistema de la reivindicación 7 o el método de la reivindicación 11, en el que el alimento es pescado.
- 15 27. El módulo de envasado (600), el sistema o el método de la reivindicación 26, en el que el pescado es pescado fresco del grupo que consiste en salmón, tilapia, atún, camarón, trucha, siluro, dorada, róbalo, lubina rayada, corvina roja, palometa, abadejo, merluza, fletán, bacalao y trucha ártica.
- 20 28. El módulo de envasado (600), el sistema o el método de la reivindicación 27, en el que el pescado fresco es salmón o tilapia.

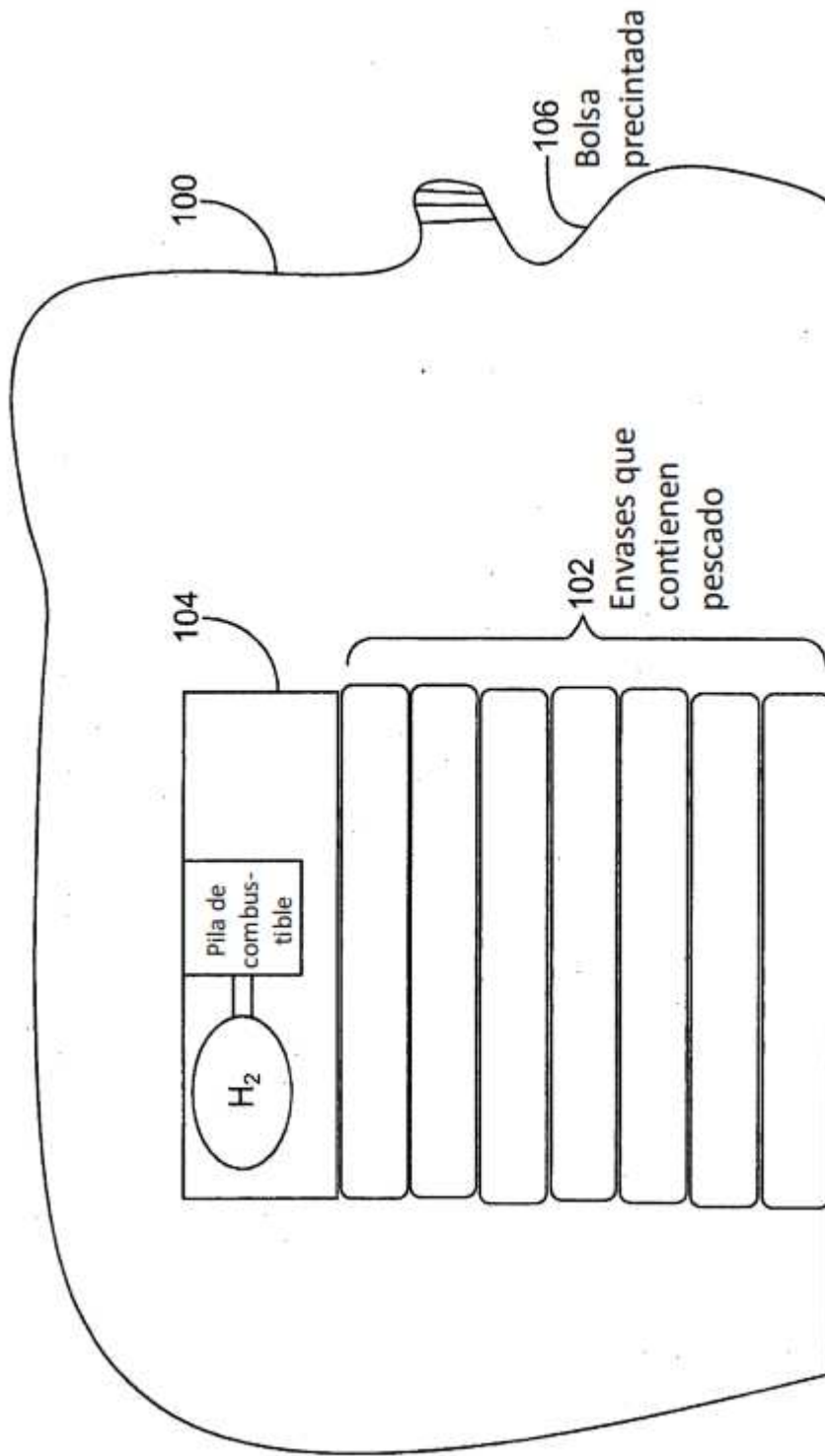


FIG. 1

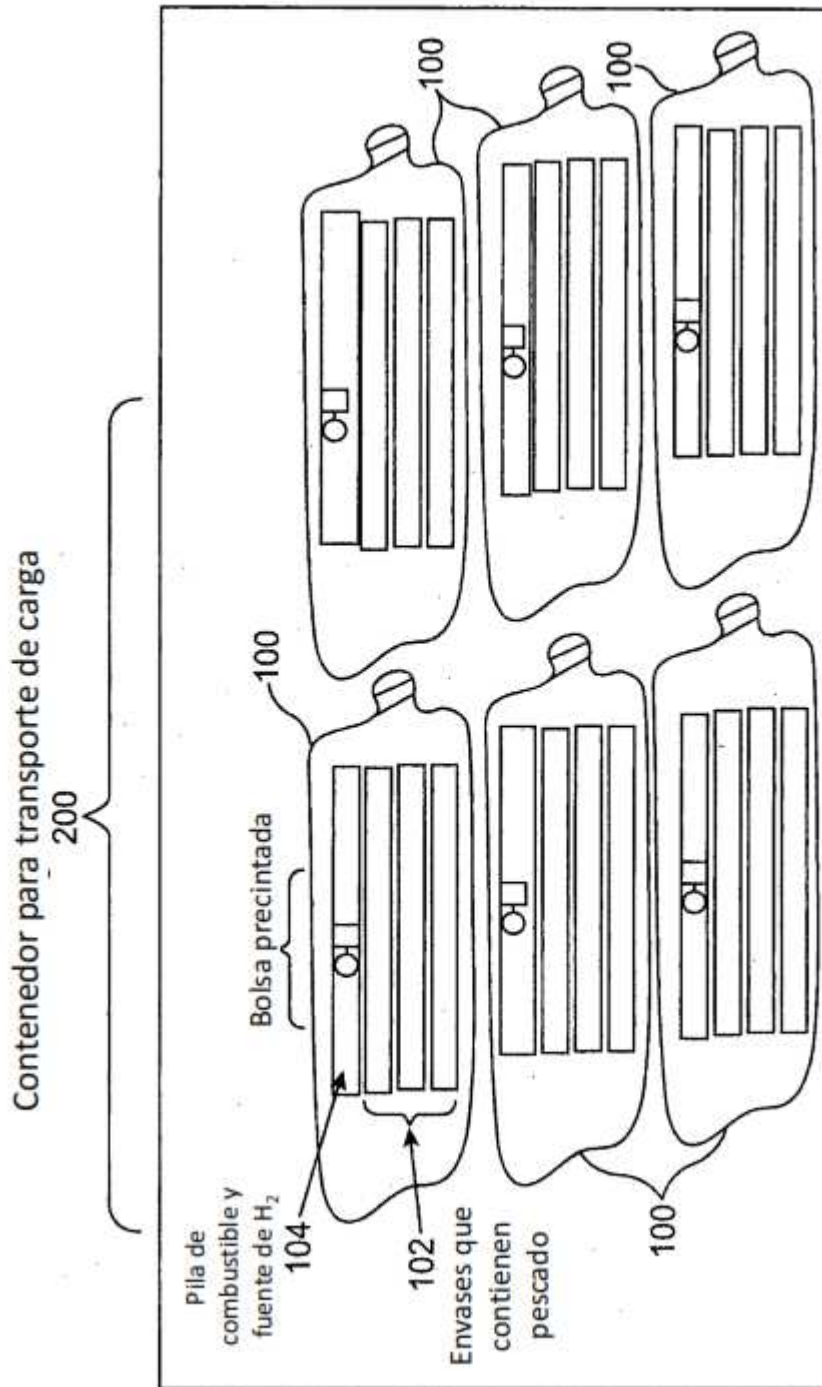


FIG. 2

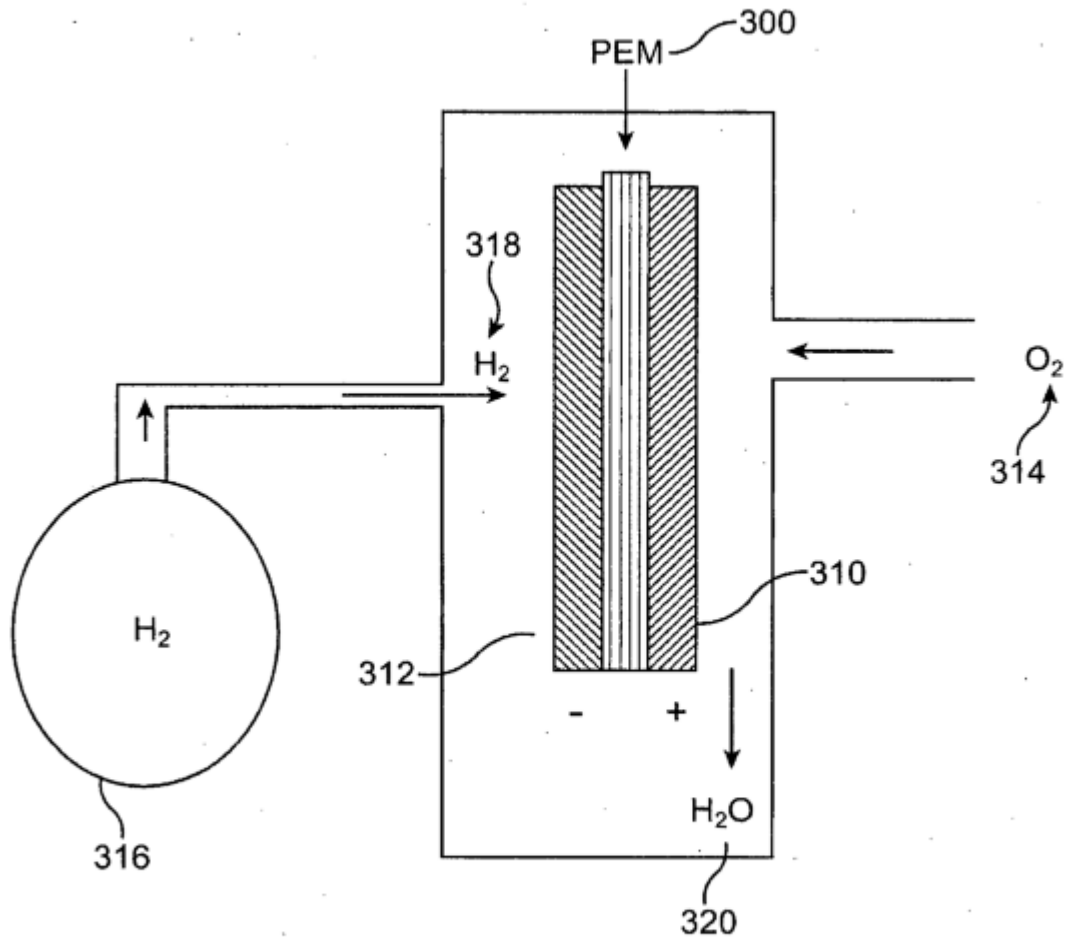
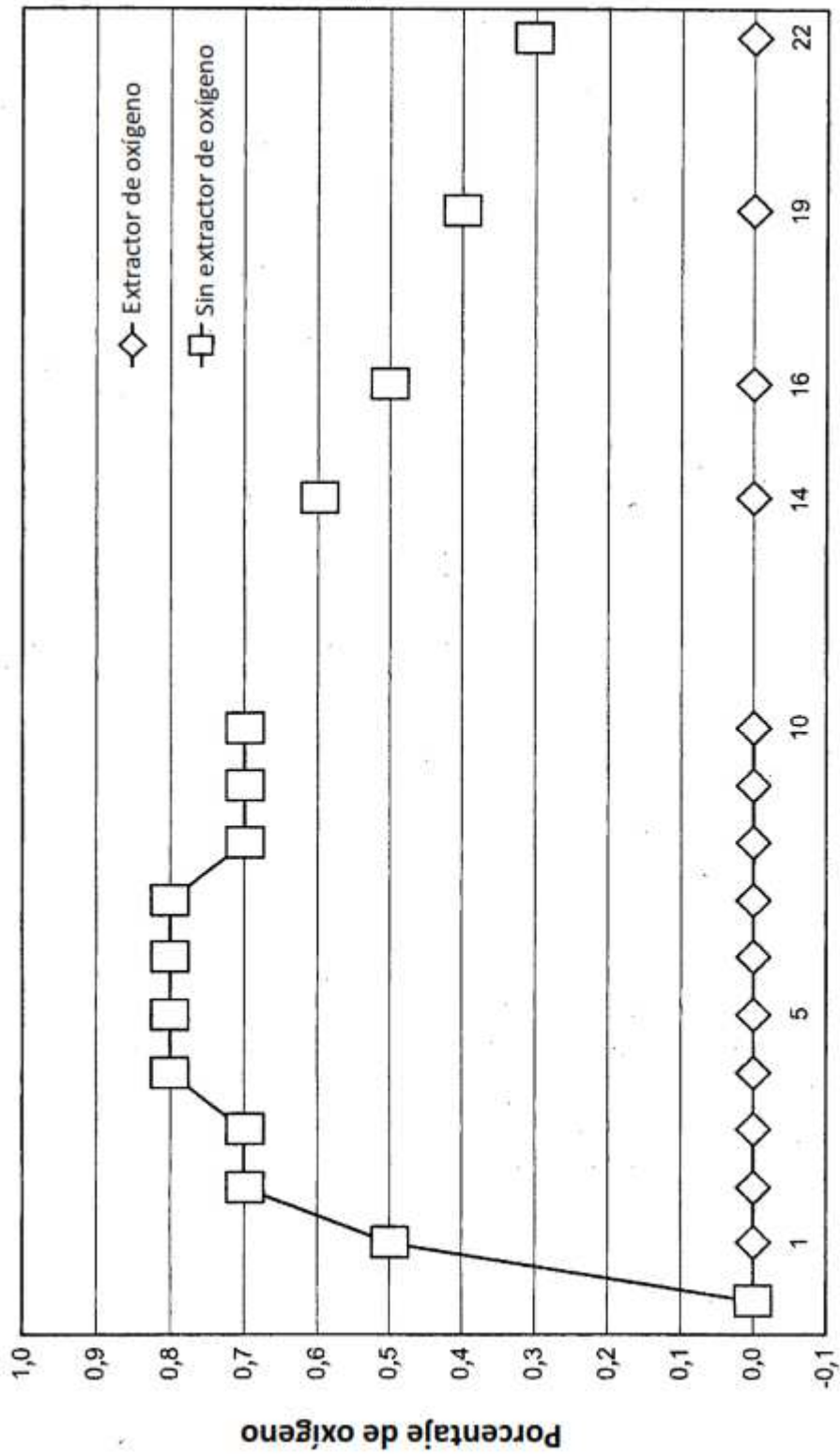


FIG. 3



Días  
FIG. 4



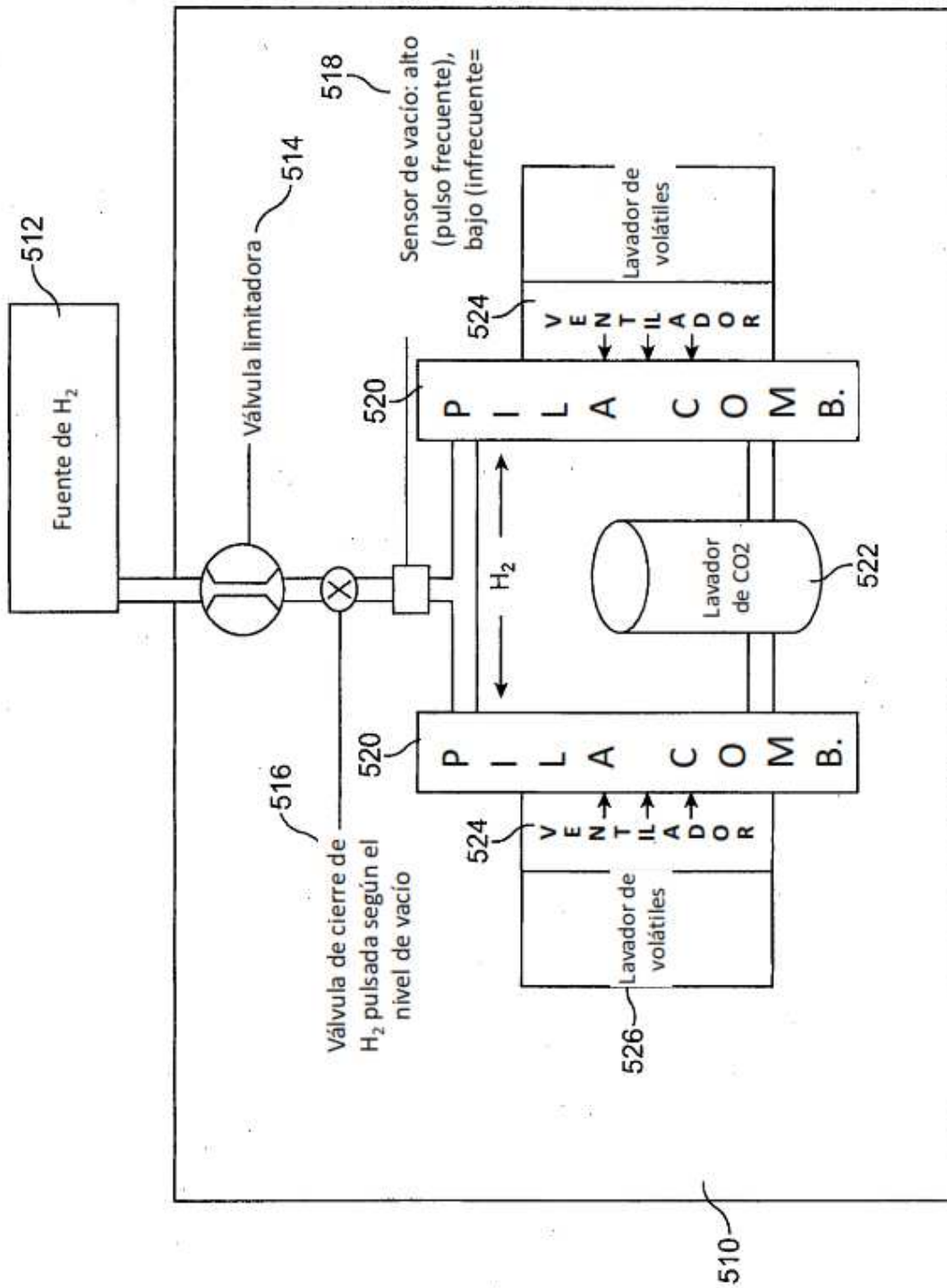


FIG. 5

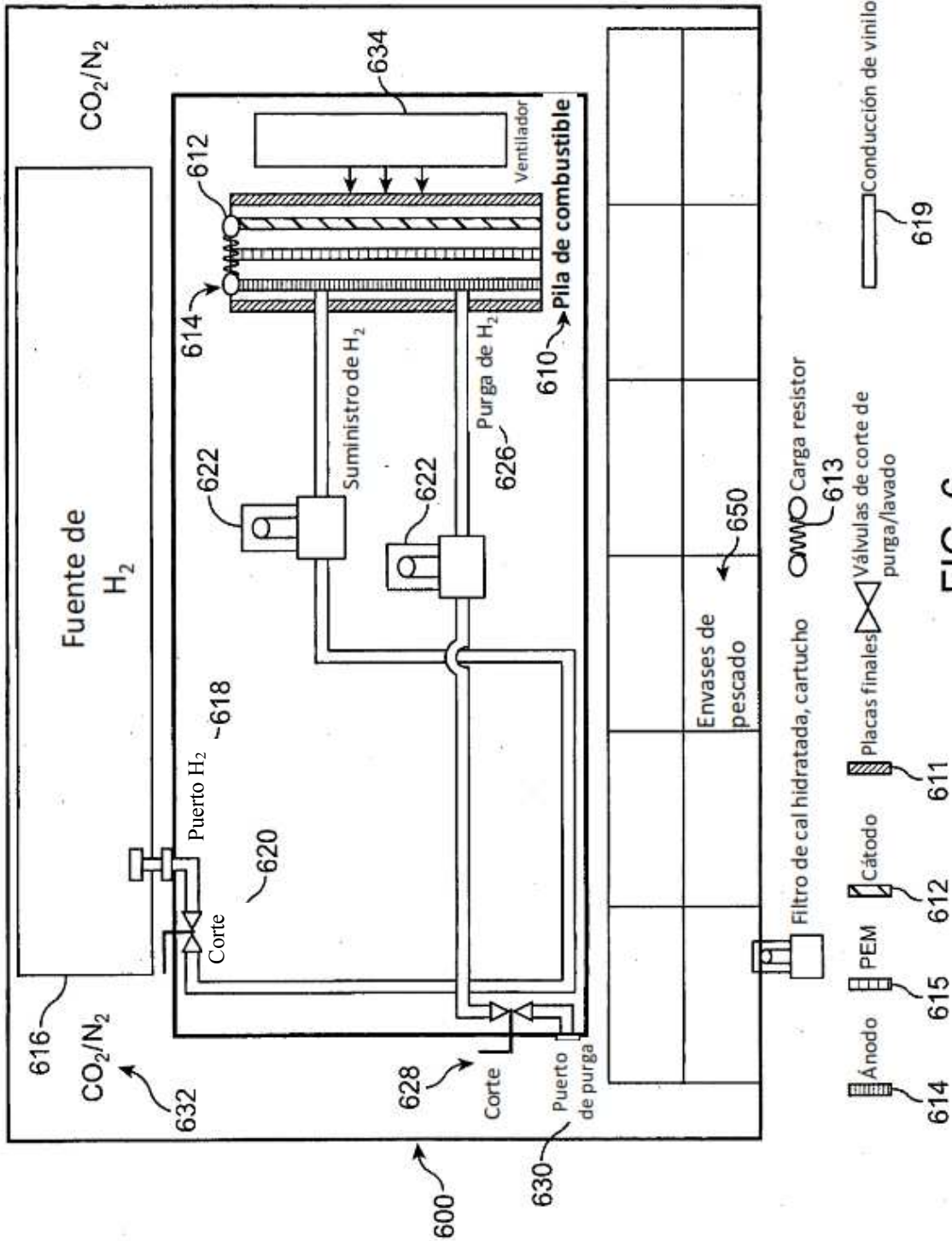


FIG. 6