

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 815 650**

51 Int. Cl.:

B65D 81/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.09.2015 PCT/US2015/048516**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.03.2016 WO16037043**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2015 E 15838220 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3188982**

54 Título: **Sistema de almacenamiento de alimentos que comprende un recipiente y un material adsorbente, y procedimiento para extender la vida comercial de un producto**

30 Prioridad:

05.09.2014 US 201462046667 P

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

30.03.2021

73 Titular/es:

**BASF CORPORATION (100.0%)
100 Park Avenue
Florham Park, NJ 07932, US**

72 Inventor/es:

**EDGINGTON, TODD;
NATU, ABHIJIT;
ARNOLD, LENA;
LECLERC, NICHOLAS R.;
MAURER, STEFAN;
MARX, STEFAN y
MÜLLER, ULRICH**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 815 650 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 de almacenamiento de alimentos que comprende un recipiente y un material adsorbente, y procedimiento para extender la vida comercial de un producto

Antecedentes de la invención

- 5 Las pérdidas en cantidad y calidad afectan las frutas frescas, vegetales, flores, bulbos, semillas y nueces, bulbos, rizomas, tubérculos, y otros tipos de productos agrícolas, entre la cosecha y el consumo. La magnitud de las pérdidas después de la cosecha en productos agrícolas frescos está estimada en 5-50% dependiendo del lugar, producto, variedad y condiciones de manipulación. La senescencia es la etapa final del desarrollo de los órganos de la planta, durante la cual una serie de eventos irreversibles conduce a la descomposición y muerte de las células de la planta.
- 10 Durante el proceso de senescencia el producto hortícola está en el proceso de respiración anaeróbica consumiendo oxígeno y materiales orgánicos almacenados, mientras libera dióxido de carbono, vapor de agua, etileno y otros compuestos volátiles (ésteres, cetonas, jasmonato, etc.).

- 15 Para disminuir las pérdidas asociadas con la senescencia, deberían entenderse los factores biológicos y ambientales involucrados en el deterioro, con objeto de aplicar técnicas de postcosecha (por ejemplo técnicas de almacenamiento) que retarden la senescencia y mantengan la mejor calidad posible del producto agrícola. El documento US 2012/016066 A1 divulga un material biodegradable, dentro del que está disperso un armazón orgánico metálico. Dicho material es usado para preparar empaques para alimentos. Los documentos EP 1298072 A1 y EP 1118551 A1 divulgan sistemas de almacenamiento de alimentos y procedimientos usando un adsorbente que puede comprender zeolitas o carbono.

20 Sumario de la divulgación

- A continuación se presenta un sumario simplificado de diferentes aspectos de la presente divulgación, con objeto de suministrar un entendimiento básico de tales aspectos. Este sumario no es una vista general extensiva de la divulgación. No se pretende que identifique elementos clave o críticos de la divulgación, ni que delimite ningún alcance de las realizaciones particulares de la divulgación o ningún alcance de las reivindicaciones. Su único propósito es
- 25 presentar algunos conceptos de la divulgación, en una forma simplificada, como un prelude para la descripción más detallada que se presenta posteriormente. Las realizaciones de la invención se divulgan en las reivindicaciones adjuntas.

- 30 En un aspecto de la presente divulgación, un sistema de almacenamiento de alimentos incluye un recipiente; y un material adsorbente en el cual un área de superficie de Langmuir del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 500 m²/g, y un promedio de diámetro de poro del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 0,3 nm, en el que el material adsorbente incluye por lo menos uno de armazón orgánico de metal (MOF), zeolita, carbón activado, o permanganato de potasio y en el que el MOF está en forma de un polvo, pellas, extrudido, granulados o una película independiente.

- 35 En ciertas realizaciones el área de superficie de Langmuir del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 700 m²/g. En ciertas realizaciones el área de superficie de Langmuir del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 900 m²/g. En ciertas realizaciones el área de superficie de Langmuir del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 1.100 m²/g. En ciertas realizaciones el área de superficie de Langmuir del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 1.500 m²/g. En ciertas realizaciones el área de superficie de Langmuir del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 1.700 m²/g. En ciertas realizaciones el área de superficie de Langmuir del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 2.000 m²/g. En ciertas realizaciones el área de superficie de Langmuir del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 2.500 m²/g.

- 45 En ciertas realizaciones, el promedio de diámetro de poro del material adsorbente está entre aproximadamente 0,3 nm y aproximadamente 10 nm. En ciertas realizaciones, el promedio de diámetro de poro del material adsorbente está entre aproximadamente 0,3 nm y aproximadamente 2 nm. En ciertas realizaciones, el promedio de diámetro de poro del material adsorbente está entre aproximadamente 0,3 nm y aproximadamente 0,7 nm. En ciertas realizaciones, el promedio de diámetro de poro del material adsorbente está entre aproximadamente 0,9 nm y aproximadamente 1,5 nm. En ciertas realizaciones, el material adsorbente tiene una capacidad de adsorción de C₂H₄ de por lo menos aproximadamente 50 cm³/g, cuando una temperatura dentro del recipiente está dentro de un intervalo de temperatura y una presión de aire dentro del recipiente está dentro de un intervalo de presión. En ciertas realizaciones el material adsorbente tiene una capacidad de adsorción de CO₂ de por lo menos aproximadamente 40 cm³/g, cuando una temperatura dentro del recipiente está dentro de un intervalo de temperatura y una presión del aire dentro del recipiente está dentro de un intervalo de presión.

- 50 En ciertas realizaciones, el material adsorbente tiene una capacidad de adsorción de O₂ de por lo menos aproximadamente 8 cm³/g, cuando una temperatura dentro del recipiente está dentro de un intervalo de temperatura y una presión de aire dentro del recipiente está dentro de un intervalo de presión.

55 En ciertas realizaciones el material adsorbente tiene una capacidad de adsorción de H₂O que es por lo menos aproximadamente 15% de un peso total del material adsorbente, cuando una temperatura dentro del recipiente está

- dentro de un intervalo de temperatura y una presión de aire dentro del recipiente está dentro de un intervalo de presión. En ciertas realizaciones la capacidad de adsorción de H₂O es por lo menos aproximadamente 15% del peso total del material adsorbente cuando una humedad relativa dentro del recipiente es por lo menos aproximadamente 75%. En ciertas realizaciones la capacidad de adsorción de H₂O es por lo menos aproximadamente 15% del peso total del material adsorbente cuando una humedad relativa dentro del recipiente está entre aproximadamente 80% y aproximadamente 90%. En ciertas realizaciones, la capacidad de adsorción de H₂O es por lo menos aproximadamente 15% del peso total del material adsorbente cuando una humedad relativa dentro del recipiente es mayor que 90%.
- En ciertas realizaciones el intervalo de temperatura está entre aproximadamente 0 °C y aproximadamente 40 °C, y en las que el intervalo de presión está entre aproximadamente 66,5 kPa y aproximadamente 133 kPa. En ciertas realizaciones el sistema de almacenamiento de alimentos es el de la reivindicación 13, en las que el intervalo de presión está entre aproximadamente 106,4 kPa y aproximadamente 133 kPa. En ciertas realizaciones el intervalo de temperatura está entre aproximadamente 0 °C y aproximadamente 30 °C. En ciertas realizaciones el intervalo de temperatura está entre aproximadamente 0 °C y aproximadamente 10 °C.
- En ciertas realizaciones, el material adsorbente está dispuesto dentro del recipiente. En ciertas realizaciones el recipiente es un empaque sellado de producto agrícola. En ciertas realizaciones el empaque sellado de producto agrícola incluye por lo menos uno de polipropileno, fibras de polipropileno, polietileno, poliestireno, polietileno tereftalato, fibras de polietileno tereftalato, poliéster, polietileno de alta densidad de giro instantáneo, fibras moldeadas, aluminio, poliamida de nylon, cartón comprimido, o versiones biodegradables de los mismos. En ciertas realizaciones, el recipiente es un recipiente de envío. En ciertas realizaciones el material adsorbente está disperso dentro del recipiente.
- En ciertas realizaciones el material adsorbente está dispuesto dentro de una bolsa dentro del recipiente. En ciertas realizaciones la bolsa está perforada.
- En ciertas realizaciones el material adsorbente está dispuesto a lo largo de la superficie interior del recipiente. En ciertas realizaciones el material adsorbente está formado o extrudido integralmente con por lo menos una superficie interior del recipiente. En ciertas realizaciones el material adsorbente está dispuesto o disperso dentro de una película de varias capas.
- En ciertas realizaciones el recipiente contiene uno o más de productos agrícolas, semillas o nueces. En ciertas realizaciones el recipiente contiene productos agrícolas, y el producto incluye uno o más de frutas, vegetales, especias, flores o plantas, y puede incluir uno o más de bananos, fresas, mangos, sandías, naranjas, piñas, uvas, manzanas, duraznos, cerezas, kiwis, frambuesas, arándanos, granadas, limones, peras, maracuyá, ciruelas, albaricoques, moras, mandarinas, pitahayas, pomelos, limas, melones, pávías, aguacates, tomates, cocos, patatas, brotes de alfalfa, maíz, zanahorias, cebollas, brócoli, lechuga, repollo, col rizada, rúcula, guisantes, ajo, pepinos, judías verdes, champiñones, batatas, pimientos, espinacas, espárragos, aceitunas, apio, coliflor, coles de Bruselas, calabaza, calabacín, berenjena, calabazas, remolacha, habas, rábanos, chirivías, cilantro, o albahaca. En ciertas realizaciones el material adsorbente está dispuesto por lo menos parcialmente sobre el producto agrícola.
- El material adsorbente incluye por lo menos uno de armazón orgánico de metal (MOF), zeolita, carbón activado o permanganato de potasio.
- En ciertas realizaciones el material adsorbente incluye MOF, en la que el MOF está en la forma de un polvo, pellas, extrudido, granulados o una película independiente. En ciertas realizaciones el MOF está en la forma de partículas de MOF. En ciertas realizaciones las partículas de MOF tienen un promedio de diámetro de partícula de aproximadamente 5 micrómetros. En ciertas realizaciones las partículas de MOF tienen un promedio de diámetro de partícula de por lo menos aproximadamente 1 micrómetro. En ciertas realizaciones las partículas de MOF tienen un promedio de diámetro de partícula entre aproximadamente 5 micrómetros y aproximadamente 100 micrómetros.
- En ciertas realizaciones las partículas de MOF incluyen un metal seleccionado de entre el grupo que consiste en Li, Mg, Ca, Sc, Y, Zr, V, Mn, Fe, Cu, Zn, B, Al, y una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones las partículas de MOF incluyen un metal seleccionado de entre el grupo consistente en Al, Mg, Zn, Cu, Zr, y una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones las partículas de MOF incluyen restos seleccionados de entre el grupo consistente en un resto fenilo, un resto alcano, un resto alquino, un resto imidazol, un resto piridina, un resto pirazol, un resto oxol, y una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones las partículas de MOF incluyen por lo menos un resto seleccionado de entre el grupo consistente en ácido fumárico, ácido fórmico, 2-metilimidazol, y ácidos trimésico.
- En ciertas realizaciones el material adsorbente incluye una zeolita. En ciertas realizaciones una fórmula química de la zeolita es de una forma de $M_{x/n}[(AlO_2)_x(SiO_2)_y] \cdot mH_2O$, en la que x , y , m , y n son enteros mayores que o iguales a 0, y M es un metal seleccionado de entre el grupo consistente en Na y K.
- En otras realizaciones, el material adsorbente es un material zeolítico que tiene una estructura de armazón compuesta por YO_2 y X_2O_3 , en la cual Y es un elemento tetravalente y X es un elemento trivalente. En una realización, Y es seleccionado de entre el grupo que consiste en Si, Sn, Ti, Zr, Ge, y combinaciones de dos o más de los mismos. En una realización, Y es seleccionado de entre el grupo que consiste en Si, Ti, Zr, y combinaciones de dos o más de los mismos. En una realización Y es Si y/o Sn. En una realización Y es Si. En una realización X es seleccionado de entre el grupo que consiste en Al, B, In, Ga, y combinaciones de dos o más de los mismos. En una realización X es

seleccionado de entre el grupo que consiste en Al, B, In, y combinaciones de dos o más de los mismos. En una realización X es Al y/o B. En una realización X es Al.

5 En ciertas realizaciones, la zeolita está en una forma de partículas, pellas, extrudidos, granulados, un polvo o una película independiente. En ciertas realizaciones la zeolita está en una forma de partículas de zeolita. En ciertas realizaciones las partículas de zeolita tienen un promedio de diámetro de partícula de por lo menos aproximadamente 1 micrómetro. En ciertas realizaciones el área de superficie de Langmuir de las partículas de zeolita está entre aproximadamente 500 m²/g y aproximadamente 700 m²/g.

10 En ciertas realizaciones el material adsorbente es un material compuesto que incluye un material de MOF y un material de no MOF. En ciertas realizaciones una relación de una masa del material de MOF a una masa total del material adsorbente es mayor que 0,5. En ciertas realizaciones el material de no MOF es un material seleccionado de entre el grupo que consiste en un polímero biodegradable, un polímero no biodegradable, una zeolita, y combinaciones de los mismos. En ciertas realizaciones, una morfología del material adsorbente es seleccionada de entre el grupo que consiste en una mezcla homogénea, una estructura laminar, una estructura de núcleo-concha, una estructura de material graduado, partículas esféricas o no esféricas incrustadas dentro de una matriz, fibras o barras incrustadas dentro de una matriz, tela de fibra tejida o no tejida, y red que se interpenetra. En ciertas realizaciones, la morfología del material adsorbente es una estructura laminar, en la que una o más capas del material de MOF están separadas por una o más capas del material de no MOF.

20 En ciertas realizaciones el material adsorbente incluye una primera composición adsorbente y una segunda composición adsorbente. En ciertas realizaciones la primera composición adsorbente incluye una primera pluralidad de partículas de MOF, que incluyen y ácido fumárico, y en las que la segunda composición adsorbente incluye una segunda pluralidad de partículas de MOF que incluyen zinc y 2-metilimidazol. En ciertas realizaciones una relación de masa de la primera composición adsorbente a la segunda composición adsorbente es por lo menos aproximadamente 1. En ciertas realizaciones la primera composición adsorbente incluye una primera pluralidad de partículas de MOF, incluyendo aluminio y ácido fumárico, y en las que la segunda composición adsorbente incluye una segunda pluralidad de partículas de zeolita que incluyen óxido de aluminio y óxido de silicio. En ciertas realizaciones una relación de masa de la primera composición adsorbente a la segunda composición adsorbente es por lo menos aproximadamente 3. En ciertas realizaciones una masa total del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 500 mg. En ciertas realizaciones, el total de la masa del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 250 mg. En ciertas realizaciones, el total de la masa del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 100 mg. En ciertas realizaciones, el total de la masa del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 50 mg.

35 En ciertas realizaciones el material adsorbente es adaptado para mantener una concentración de C₂H₄ dentro del recipiente, por debajo de aproximadamente 0,1% cuando el producto agrícola está presente en el recipiente. En ciertas realizaciones la concentración de C₂H₄ dentro del recipiente es mantenida por debajo de aproximadamente 0,1% por al menos 5 días después de que el producto agrícola es introducido dentro del recipiente. En ciertas realizaciones el material adsorbente es adaptado para mantener la concentración de C₂H₄ dentro del recipiente por debajo de aproximadamente 0,05% cuando el producto agrícola está presente en el recipiente. En ciertas realizaciones la concentración de C₂H₄ dentro del recipiente es mantenida por debajo de aproximadamente 0,05% por al menos 5 días después de que el producto agrícola ha sido introducido dentro del recipiente.

40 En ciertas realizaciones el material adsorbente incluye por lo menos un material poroso de MOF, en las que el por lo menos un material poroso de MOF incluye por lo menos un compuesto orgánico bidentado coordinado con por lo menos un ion metálico.

45 En ciertas realizaciones el material adsorbente es adaptado para adsorber especies químicas orgánicas. En ciertas realizaciones las especies químicas orgánicas incluyen compuestos orgánicos volátiles. En ciertas realizaciones el material adsorbente es adaptado para adsorber especies químicas que incluyen por lo menos una cetona, aldehído, éster, fenol, quinona, alcohol, o combinaciones de los mismos.

En ciertas realizaciones, el sistema de almacenamiento de alimentos incluye además una unidad de refrigeración para mantener una temperatura del sistema de almacenamiento de alimentos entre aproximadamente 273 K y aproximadamente 283 K.

50 En otro aspecto de la presente divulgación, un sistema de almacenamiento de alimentos incluye un recipiente, un material adsorbente dispuesto dentro del recipiente, y producto agrícola dispuesto dentro del recipiente, en el cual el producto agrícola genera C₂H₄, y el material adsorbente es adaptado para mantener una concentración de C₂H₄ dentro del recipiente.

En otro aspecto de la presente divulgación, un sistema de almacenamiento de alimentos incluye un recipiente, una pluralidad de partículas de MOF dispersas dentro del recipiente, y producto agrícola dispuesto dentro del recipiente.

55 En otro aspecto de la presente divulgación, un procedimiento para la extensión de la vida comercial de producto agrícola incluye la dispersión de una pluralidad de partículas de MOF dentro de un recipiente, la colocación del dentro del recipiente, y el sellado del recipiente. En una realización, una característica de calidad del producto agrícola es mantenida por un periodo de tiempo. En una realización, la característica de calidad incluye por lo menos una de color

o textura. En una realización el período de tiempo es por lo menos aproximadamente 15 días. En una realización el período de tiempo es por lo menos aproximadamente 20 días.

Breve descripción de los dibujos

5 La presente divulgación es ilustrada a modo de ejemplo, y no a modo de limitación, en las figuras de los dibujos acompañantes, en los cuales:

La figura 1 ilustra el flujo de especies químicas en un recipiente ilustrativo, de acuerdo con una realización de la divulgación, de producto agrícola;

la figura 2 es una gráfica de isothermas de adsorción de etileno para varios materiales adsorbentes de acuerdo con una realización de la divulgación;

10 la figura 3 es una gráfica de isothermas de adsorción de dióxido de carbono para varios materiales adsorbentes de acuerdo con una realización de la divulgación;

la figura 4 es una gráfica de isothermas de adsorción de oxígeno para varios materiales adsorbentes de acuerdo con una realización de la divulgación;

15 la figura 5 es una gráfica de isothermas de adsorción de agua para varios materiales adsorbentes de acuerdo con una realización de la divulgación;

la figura 6 es una gráfica del comportamiento de adsorción/desorción de agua para varios materiales adsorbentes de acuerdo con una realización de la divulgación;

la figura 7 muestra diferentes películas cubiertas con una película de un material adsorbente impresa sobre un soporte de acuerdo con una realización de la divulgación;

20 la figura 8a muestra resultados de pruebas de vida comercial de lechuga repollada con materiales adsorbentes en recipientes de vidrio de acuerdo con una realización de la divulgación;

la figura 8b muestra los resultados de pruebas de vida comercial de lechuga repollada con materiales adsorbentes en una bolsa de polietileno sellada, de acuerdo con una realización de la divulgación;

25 la figura 9a muestra los resultados de pruebas de vida comercial de lechuga repollada con diferentes mezclas de materiales adsorbentes de acuerdo con una realización de la divulgación;

la figura 9b muestra los resultados de pruebas de vida comercial de lechuga repollada con diferentes mezclas de materiales adsorbentes de acuerdo con una realización de la divulgación;

la figura 9c muestra los resultados de pruebas de vida comercial de lechuga repollada con diferentes mezclas de materiales adsorbentes de acuerdo con una realización de la divulgación;

30 la figura 10 muestra los resultados de pruebas de vida comercial de lechuga repollada para diferentes tipos de materiales adsorbentes de acuerdo con una realización de la divulgación, dentro de materiales de empaque estándar;

la figura 11a muestra un lote ejemplar de bolsas preparadas de acuerdo con una realización de la divulgación;

la figura 11a muestra otro lote ejemplar de bolsas preparadas de acuerdo con una realización de la divulgación;

35 la figura 12 es una gráfica de la cinética de adsorción de agua para diferentes bolsas preparadas de acuerdo con realizaciones de la divulgación;

la figura 13 muestra un ejemplo de sistema de película adsorbente, para la incorporación dentro de un empaque de producto agrícola o recipiente de acuerdo con una realización de la divulgación

40 la figura 14 es una gráfica de cinética de absorción de agua para películas adsorbentes preparadas de acuerdo con realizaciones de la divulgación;

la figura 15 es una gráfica de isothermas de adsorción/desorción de agua, que compara la absorción de agua de un adsorbente en polvo con la de una película independiente del adsorbente preparado de acuerdo con una realización de la divulgación;

45 la figura 16 es una gráfica de la cinética de absorción de agua, que compara la absorción de agua de un adsorbente en polvo con la absorción de agua de películas adsorbentes preparadas de acuerdo con una realización de la divulgación;

la figura 17 es una gráfica de la cinética de absorción de agua para películas con capas protectoras que tienen

diferentes grados de perforación, preparadas de acuerdo con realizaciones de la divulgación; y

la figura 18 es una gráfica de una isoterma de adsorción de agua que compara un polvo de MOF con un recubrimiento de MOF, preparado de acuerdo con una realización de la divulgación.

Descripción detallada

5 El manejo de los factores biológicos involucrados en la senescencia puede extender significativamente la vida comercial postcosecha y calidad de productos hortícolas almacenados o empacados. Durante el almacenamiento y manipulación (a granel y empaque para el consumidor), el etileno puede causar senescencia acelerada, alto dióxido de carbono puede causar daños cosméticos y fisiológicos, la disminución del oxígeno puede causar respiración anaeróbica haciendo al producto no comercializable, y elevada pérdida de vapor de agua puede causar marchitamiento, pérdida de peso comercializable, y elevado vapor de agua en el empaque y almacenamiento puede causar la acumulación de agua libre que puede favorecer el crecimiento microbiano, conduciendo a problemas de inocuidad alimentaria o pérdidas del producto.

15 Actualmente existen varias tecnologías para extensión de la vida comercial, disponibles para el uso en almacenamiento, manipulación empaque y tránsito para productos hortícolas frescos. Estas incluyen almacenamiento en atmósfera controlada y empaque en atmósfera modificada (baja en oxígeno, alta en dióxido de carbono, y vapor de agua), retiro de etileno y dióxido de carbono, y fungicidas y biocidas postcosecha. Los materiales adsorbentes a base de armazones orgánicos metálicos (MOFs) tienen el potencial para reemplazar, complementar o mejorar cualquiera de las tecnologías de extensión de vida comercial listadas anteriormente. Las estrategias específicas para extender la vida comercial de productos hortícolas /productos agrícolas recientemente cortados y enteros, usando MOFs incluyen el manejo de intercambio de gases y/o atmósfera ambiental de almacenamiento con dióxido de carbono, oxígeno, etileno, vapor de agua (humedad relativa), y otros volátiles de planta relacionados, bien sea singularmente, combinados, o combinaciones mediante absorción/desorción dentro de (1) empaque con atmósfera modificada (MAP) incorporando el material adsorbente o inserto de empaque dentro de la película de empaque, o aplicado directamente al producto; (2) empaque al consumidor bien sea incorporando el material adsorbente o inserto de embalaje dentro del material de empaque o aplicado directamente al producto; (3) recipientes/contenedores para manipulación de granel comercial (desechables o reutilizables), incorporación del material adsorbente en recipientes para granel y revestimientos de recipiente, recipientes para granel insertos o coberturas para recipiente, o aplicado directamente al producto; (4) almacenamiento en atmósfera controlada (CA) o atmósfera regular (RA), recipientes para buque de carga, recipientes para semicamión, carros de ferrocarril, o exhibidores para el consumidor, distribución, o refrigerador para venta al por mayor; y (5) retiro de etileno y dióxido de carbono, remoción o entrega de oxígeno, entrega o remoción de otros compuestos orgánicos volátiles (VOC) materiales de (fragancias, ésteres, cetonas).

35 Diferentes ventajas suministradas por las realizaciones de la presente divulgación incluyen, pero no están limitadas a, (1) extensión de la vida comercial de productos hortícolas bien sea enteros, recientemente cortados, plantas en maceta, o flores; (2) sistemas de entrega de MOF para madurar artículos hortícolas sea en almacenamiento o en tránsito; (3) remoción con sistema de MOF para ambientes de almacenamiento de productos hortícolas; (4) protección de productos hortícolas frente a los desórdenes fisiológicos asociados con ambientes de almacenamiento tóxicos; y (5) sistemas de MOF para almacenamiento y manejo de compuestos que tienen el potencial para ser reutilizados o reciclados, es decir dióxido de carbono, oxígeno, etileno, VOCs de fragancia o sabor.

40 Los materiales de MOF tienen típicamente forma de partícula y consisten esencialmente en dos tipos de unidades constituyentes: iones metálicos (por ejemplo zinc, aluminio) y compuestos orgánicos. Cada uno de los compuestos orgánicos puede unirse a por lo menos dos iones metálicos (por lo menos bidentados), sirviendo como un agente de enlace para ellos. De esta manera se extiende un armazón regular tridimensional, que contiene poros y canales vacíos, en los que el tamaño está definido por el tamaño del agente orgánico de enlace.

45 Como se usa en esta memoria, el término "material adsorbente" se refiere a un material (por ejemplo partículas adsorbentes) que pueden adherir dentro de su estructura moléculas de gas, para uso subsiguiente en una aplicación. los materiales específicos incluyen, pero no están limitados a, MOF, alúmina activada, gel de sílice, carbón activado, carbono de tamiz molecular, zeolitas (por ejemplo zeolitas de tamiz molecular), polímeros, resinas y arcillas.

50 Como se usa en esta memoria, el término "capacidad de adsorción" se refiere a una cantidad máxima de una especie química, bajo condiciones de equilibrio, que puede adsorber un material adsorbente bajo una temperatura y presión específicas. Las unidades de capacidad de adsorción, cuando están dadas en cm^3/g , corresponden a una cantidad de las especies químicas bajo condiciones estándar de temperatura y presión (STP).

55 También como se usa en esta memoria, el término "activación" se refiere al tratamiento de materiales de adsorción (por ejemplo MOF) de una manera que se aumenta su capacidad de almacenamiento. Típicamente, el tratamiento da como resultado la remoción de contaminantes (por ejemplo agua, solvente no acuoso, compuestos de azufre e hidrocarburos superiores) de sitios de adsorción, con objeto de incrementar la capacidad de los materiales para su propósito pretendido.

También como se usa en esta memoria, el término "partículas", cuando se refiere a materiales adsorbentes tales como MOF, se refiere a una colección de porciones discretas de un material, en los que cada uno tiene una dimensión más

grande que varía de 0,1 μm a 50 mm. La morfología de las partículas puede ser cristalina, semicristalina, o amorfa. El término "partícula" puede abarcar también polvos hasta 1 nm de radio. Los intervalos de tamaño divulgados en esta memoria pueden ser promedio o mediana de tamaño. Se nota también que no se requiere que las partículas sean esféricas, sino que pueden estar en forma de cubos, cilindros, discos o cualquier otra forma adecuada, como lo apreciaría alguien de destreza ordinaria en la técnica.

5 También como se usa en esta memoria, el término "monolito", cuando se refiere a materiales absorbentes, se refiere a un bloque individual del material. El bloque individual puede estar en la forma de, por ejemplo, un ladrillo, un disco o una barra y puede contener canales para aumentar la distribución/flujo de gas. En ciertas realizaciones, pueden disponerse juntos monolitos múltiples, para dar una forma deseada.

10 También como se usa en esta memoria, el término "área de superficie" se refiere a un área activa de superficie para la adsorción de especies químicas. A menos que se especifique de otro modo, "área de superficie" se refiere un área de superficie de Langmuir del material.

15 La figura 1 ilustra el flujo de especies químicas en un recipiente ilustrativo de producto agrícola, de acuerdo con una realización de la divulgación. como se representa, el producto agrícola puede consumir oxígeno (O_2) y producir vapores de dióxido de carbono (CO_2), etileno (C_2H_4), y agua (H_2O).

20 En ciertas realizaciones, el material adsorbente (por ejemplo partículas de MOF en forma de pella o polvo) puede estar contenido dentro de una bolsa. El material adsorbente puede ayudar a controlar la atmósfera de gas y humedad en el recipiente (por ejemplo empaque) para prevenir el daño al producto agrícola debido a, por ejemplo, bajos niveles de O_2 (que pueden causar respiración anaeróbica) o elevados niveles de CO_2 . El material adsorbente puede adsorber etileno y otras especies que pueden contribuir a dar sabores desagradables del producto agrícola. En ciertas realizaciones el material adsorbente está adaptado para adsorber especies químicas orgánicas. En ciertas realizaciones las especies químicas orgánicas incluyen compuestos orgánicos volátiles. En ciertas realizaciones el material adsorbente está adaptado para adsorber especies químicas, incluyendo por lo menos una cetona, aldehído, éster, fenol, quinona, o combinaciones de los mismos.

25 En un aspecto de la presente divulgación, un sistema de almacenamiento de alimentos incluye un recipiente y un adsorbente. El material adsorbente puede estar compuesto de uno o más tipos de materiales adsorbentes. La tabla 1 suministra datos para varios materiales ejemplares que pueden ser utilizados como o como parte del material adsorbente, de acuerdo con las realizaciones descritas en esta memoria. Se anota que estos materiales están para propósitos ilustrativos, y que las realizaciones descritas en esta memoria no están limitadas a estos materiales.

30 Tabla 1: Materiales adsorbentes ejemplares

Material	Metal	Agente orgánico de enlace	Diámetro de poro (Å)	Área de superficie de Langmuir (m^2/g)	Tamaño de partícula (μm)	Propiedad
Basolite ^{MR} A520	Aluminio	Ácido fumárico	11,5	1.300	20-100	hidrofílico
Basosive ^{MR} M050	Magnesio	Ácido fórmico	3,4	1.800	20-100	hidrofílico
Basolite ^{MR} Z1200	Zinc	2-Metilimidazol	7,5	500	5-80	hidrófobo
Zeolita 13X	$\text{AlO}_4/\text{SiO}_4$	-	8	570	1-4	hidrofílico
Basolite ^{MR} C300	Cobre	Ácido trimésico	Dos tipos: 9, 3,5	2.000	20-100	hidrofílico

El área de superficie del material puede ser determinada mediante el procedimiento de BET (Brunauer-Emmett-Teller) de acuerdo con DIN ISO 9277:2003-05 (que es una versión revisada de DIN 66131). El área específica de superficie es determinada mediante una medición BET en varios puntos, en el intervalo de presión relativa de 0,05 - 0,3 p/p_0 .

35 En ciertas realizaciones el material adsorbente tiene un área de superficie de Langmuir de por lo menos aproximadamente 500 m^2/g . En ciertas realizaciones el área de superficie de Langmuir del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 700 m^2/g . En ciertas realizaciones el área de superficie de Langmuir del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 900 m^2/g . En ciertas realizaciones el área de superficie de Langmuir del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 1.100 m^2/g . En ciertas realizaciones el área de superficie

- de Langmuir del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 1.500 m²/g. En ciertas realizaciones el área de superficie de Langmuir del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 1700 m²/g. En ciertas realizaciones el área de superficie de Langmuir del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 2.000 m²/g. En ciertas realizaciones el área de superficie de Langmuir del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 2.500 m²/g.
- En ciertas realizaciones, un promedio de diámetro de poro del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 0,3 nm. En ciertas realizaciones el promedio de diámetro de poro del material adsorbente está entre aproximadamente 0,3 nm y aproximadamente 10 nm. En ciertas realizaciones el promedio de diámetro de poro del material adsorbente está entre aproximadamente 0,3 nm y aproximadamente 2 nm. En ciertas realizaciones el promedio de diámetro de poro del material adsorbente está entre aproximadamente 0,3 nm y aproximadamente 0,7 nm. En ciertas realizaciones el promedio de diámetro de poro del material adsorbente está entre aproximadamente 0,9 nm y aproximadamente 1,5 nm.
- La figura 2 es una gráfica de isothermas de adsorción de etileno para varios materiales adsorbentes (de la tabla 1) de acuerdo con una realización de la divulgación. En ciertas realizaciones el material adsorbente tiene una capacidad de adsorción de C₂H₄ de por lo menos aproximadamente 50 cm³/g cuando una temperatura dentro del recipiente está dentro de un intervalo de temperatura y una presión de aire dentro del recipiente está dentro de un intervalo de presión. En ciertas realizaciones el material adsorbente es adaptado para mantener una concentración de C₂H₄ dentro del recipiente por debajo de aproximadamente 0,1% cuando en el recipiente está presente producto agrícola. En ciertas realizaciones la concentración de C₂H₄ dentro del recipiente es mantenida por debajo de aproximadamente 0,1% por al menos 5 días después de que el producto agrícola es introducido dentro del recipiente. En ciertas realizaciones el material adsorbente es adaptado para mantener la concentración de C₂H₄ dentro del recipiente por debajo de aproximadamente 0,05% cuando en el recipiente está presente producto agrícola. En ciertas realizaciones la concentración de C₂H₄ dentro del recipiente es mantenida por debajo de aproximadamente 0,05% por al menos 5 días después de que el producto agrícola es introducido dentro del recipiente.
- La figura 3 es una gráfica de isothermas de adsorción de dióxido de carbono para varios materiales adsorbentes (de la tabla 1) de acuerdo con una realización de la divulgación. En ciertas realizaciones el material adsorbente tiene una capacidad de adsorción de CO₂ de por lo menos aproximadamente 40 cm³/g cuando una temperatura dentro del recipiente está dentro de un intervalo de temperatura y una presión de aire dentro del recipiente está dentro de un intervalo de presión.
- La figura 4 es una gráfica de isothermas de adsorción de oxígeno para varios materiales adsorbentes (de la tabla 1) de acuerdo con una realización de la divulgación. En ciertas realizaciones, en un ambiente de aire sintético (por ejemplo 20% de O₂ y 80% de N₂) el material adsorbente tiene una capacidad de adsorción O₂ de por lo menos aproximadamente 8 cm³/g cuando una temperatura dentro del recipiente está dentro de un intervalo de temperatura y una presión de aire dentro del recipiente está dentro de un intervalo de presión.
- La figura 5 es una gráfica de isothermas de adsorción de agua para varios materiales adsorbentes (de la tabla 1) de acuerdo con una realización de la divulgación. En ciertas realizaciones el material adsorbente tiene una capacidad de adsorción de H₂O que es por lo menos aproximadamente 15% de un peso total del material adsorbente cuando una temperatura dentro del recipiente está dentro de un intervalo de temperatura y una presión de aire dentro del recipiente está dentro de un intervalo de presión.
- La figura 6 es una gráfica del comportamiento de adsorción/desorción de agua para varios materiales adsorbentes (de la tabla 1) de acuerdo con una realización de la divulgación. En ciertas realizaciones la capacidad de adsorción de H₂O es por lo menos aproximadamente 15% del peso total del material adsorbente cuando una humedad relativa dentro del recipiente es por lo menos aproximadamente 75%. En ciertas realizaciones la capacidad de adsorción de H₂O es por lo menos aproximadamente 15% del peso total del material adsorbente cuando una humedad relativa dentro del recipiente está entre aproximadamente 80% y aproximadamente 90%. En ciertas realizaciones, la capacidad de adsorción de H₂O es por lo menos aproximadamente 15% del peso total del material adsorbente cuando una humedad relativa dentro del recipiente es mayor que 90%.
- En ciertas realizaciones el intervalo de temperatura está entre aproximadamente 0 °C y aproximadamente 40 °C, y en las que el intervalo de presión está entre aproximadamente 66,5 kPa y aproximadamente 133 kPa. En ciertas realizaciones el sistema de almacenamiento de alimentos es el de la reivindicación 13, en las que el intervalo de presión está entre aproximadamente 106,4 kPa y aproximadamente 133 kPa. En ciertas realizaciones el intervalo de temperatura está entre aproximadamente 0 °C y aproximadamente 30 °C. En ciertas realizaciones el intervalo de temperatura está entre aproximadamente 0 °C y aproximadamente 10 °C.
- La figura 7 muestra diferentes películas cubiertas con una película de un material adsorbente impreso sobre un soporte de acuerdo con una realización de la divulgación. Por ejemplo, se muestra un material de MOF (por ejemplo Basolite^{MR} A520) como una película impresa sobre una superficie de una película de polipropileno orientado (OPP), que puede estar dispuesta a lo largo de una superficie interior del recipiente. En ciertas realizaciones el material adsorbente está formado integralmente con por lo menos una superficie interior del recipiente. En ciertas realizaciones el material adsorbente está dispuesto dentro de una película de varias capas. Por ejemplo, puede imprimirse una película de

material adsorbente sobre múltiples capas de una película de varias capas.

La película puede estar dispuesta dentro de un recipiente para producto agrícola (por ejemplo un empaque sellado para producto agrícola). En ciertas realizaciones, el material adsorbente está dispuesto dentro del recipiente. En ciertas realizaciones el recipiente es un empaque sellado para producto agrícola. En ciertas realizaciones, el empaque sellado para producto agrícola incluye por lo menos uno de polipropileno, fibras de polipropileno, polietileno, poliestireno, polietileno tereftalato, fibras de polietileno tereftalato, poliéster, fibras de polietileno de alta densidad de giro instantáneo, fibra moldeada, aluminio, poliamida de nylon, cartón con revestimiento, o versiones biodegradables de los mismos. En ciertas realizaciones el recipiente es un recipiente para envío. En ciertas realizaciones el material adsorbente está disperso dentro del recipiente (por ejemplo distribuido aleatoriamente dentro del recipiente o sobre el producto agrícola).

En ciertas realizaciones el material adsorbente está dispuesto dentro de una bolsa dentro del recipiente (por ejemplo como se ilustra en la figura 1). En ciertas realizaciones, la bolsa está perforada.

En ciertas realizaciones, el material adsorbente puede ser incorporado dentro de un material de matriz y después de ello introducido dentro de un recipiente. La matriz puede ser un material plástico de cualquier forma tal como una lámina que puede ser formada, por ejemplo por extrusión. El material puede ser opcionalmente corrugado. Como el material puede estar enrollado o manipulado de otra forma e incorporado dentro de un recipiente. Antes de la introducción dentro de un recipiente, el material puede ser unido por fibras de polímero.

El material adsorbente incluye por lo menos uno de MOF, zeolita, carbón activado o permanganato de potasio.

En ciertas realizaciones el material adsorbente incluye MOF, en las que el MOF está en la forma de un polvo, pellas, extrudidos, granulados o película independiente. En ciertas realizaciones el MOF está en la forma de partículas de MOF. En ciertas realizaciones las partículas de MOF tienen un promedio de diámetro de partícula de por lo menos aproximadamente 5 micrómetros. En ciertas realizaciones las partículas de MOF tienen un promedio de diámetro de partícula entre aproximadamente 5 micrómetros y aproximadamente 100 micrómetros (véase la tabla 1 para ejemplos).

En ciertas realizaciones el material adsorbente incluye una zeolita. En ciertas realizaciones una fórmula química de la zeolita es de una forma de $M_{x/n}[(AlO_2)_x(SiO_2)_y] \cdot mH_2O$, en la que x , y , m , y n son enteros mayores que o iguales a 0, y M es un metal seleccionado de entre el grupo que consiste en Na y K.

En otras realizaciones, el material adsorbente es un material zeolítico en el cual la estructura del armazón está compuesta por YO_2 y X_2O_3 , en la cual Y es un elemento tetravalente y X es un elemento trivalente. En una realización Y es seleccionado de entre el grupo que consiste en Si, Sn, Ti, Zr, Ge, y combinaciones de dos o más de los mismos. En una realización Y es seleccionado de entre el grupo que consiste en Si, Ti, Zr, y combinaciones de dos o más de los mismos. En una realización Y es Si y/o Sn. En una realización Y es Si. En una realización X es seleccionado de entre el grupo que consiste en Al, B, In, Ga, y combinaciones de dos o más de los mismos. En una realización X es seleccionado de entre el grupo que consiste en Al, B, In, y combinaciones de dos o más de los mismos. En una realización X es Al y/o B. En una realización X es Al.

En ciertas realizaciones la zeolita está en una forma de un polvo, partículas, pellas, extrudidos, granulados o una película independiente. En ciertas realizaciones, la zeolita está en una forma de partículas. En ciertas realizaciones las partículas de zeolita tienen un promedio de diámetro de partícula de por lo menos aproximadamente 1 micrómetro. En ciertas realizaciones el área de superficie de Langmuir de las partículas de zeolita está entre aproximadamente 500 m²/g y aproximadamente 700 m²/g (para un ejemplo, véase la tabla 1).

Química del armazón orgánico de metal

En ciertas realizaciones, el MOF incluye un metal seleccionado de entre el grupo que consiste en Li, Mg, Ca, Sc, Y, Zr, V, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, B, Al, Ti y una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones, el MOF incluye un metal seleccionado de entre el grupo que consiste en Al, Mg, Zn, Cu, Zr, y una combinación de los mismos.

En ciertas realizaciones, el agente de enlace orgánico bidentado tiene por lo menos dos átomos, que son seleccionados independientemente del grupo que consiste en oxígeno, azufre y nitrógeno, a través de los cuales un compuesto orgánico puede coordinarse al metal. Estos átomos pueden ser parte del esqueleto del compuesto orgánico o ser grupos funcionales. En ciertas realizaciones, el MOF incluye un resto seleccionado de entre el grupo que consiste en un resto fenilo, un resto imidazol, un resto alcano, un resto alquino, un resto piridina, un resto pirazol, un resto oxol, y una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones, el MOF incluye por lo menos un resto seleccionado de entre el grupo que consiste en ácido fumárico, ácido fórmico, 2-metilimidazol, y ácido trimésico.

Como grupos funcionales a través de los cuales pueden formarse los enlaces coordinados mencionados anteriormente, puede hacerse mención a modo de ejemplo, a, en particular: -OH, -SH, -NH₂, -NH(-R-H), -N(R-H)₂, -CH₂OH, -CH₂SH, -CH₂NH₂, -CH₂NH(-R-H), -CH₂N(-R-H)₂, -CO₂H, COSH, -CS₂H, -NO₂, -B(OH)₂, -SO₃H, -Si(OH)₃, -Ge(OH)₃, -Sn(OH)₃, -Si(SH)₄, -Ge(SH)₄, -Sn(SH)₃, -PO₃H₂, -AsO₃H, -AsO₄H, -P(SH)₃, -As(SH)₃, -CH(RSH)₂, -C(RSH)₃, -CH(RNH₂)₂, -C(RNH₂)₃, -CH(ROH)₂, -C(ROH)₃, -CH(RCN)₂, o -C(RCN)₃, en las que R puede ser, por ejemplo, un grupo alqueno que tiene 1, 2, 3, 4 o 5 átomos de carbono, por ejemplo un grupo metileno, etileno, n-propileno,

isopropileno, n-butileno, isobutileno, tert-butileno o n-pentileno, o un grupo arilo que tiene 1 o 2 anillos aromáticos, por ejemplo 2 anillos C₆, que pueden, si es apropiado, estar fusionados y pueden, independientemente uno de otro, estar sustituidos apropiadamente por, en cada caso, por lo menos un sustituyente y/o pueden, independientemente uno de otro, incluir, en cada caso, por lo menos un heteroátomo, por ejemplo N, O y/o S. En realizaciones similares, puede hacerse mención a grupos funcionales en los cuales no está presente el radical R mencionado anteriormente. A este respecto, puede hacerse mención a, entre otros, -CH(SH)₂, -C(SH)₃, -CH(NH₂)₂, -CH(NH(R-H))₂, -CH(N(R-H)₂)₂, -C(NH(R-H))₃, -C(N(R-H)₂)₃, -C(NH₂)₃, -CH(OH)₂, -C(OH)₃, -CH(CN)₂, -C(CN)₃.

Los por lo menos dos grupos funcionales pueden estar enlazados en principio a cualquier compuesto orgánico adecuado, en tanto se asegure que el compuesto orgánico que incluye estos grupos funcionales es capaz de formar el enlace coordinado y de producir el armazón.

Los compuestos orgánicos que incluyen los por lo menos dos grupos funcionales son derivados de un compuesto alifático saturado o insaturado o un compuesto aromático, o un compuesto alifático y aromático.

El compuesto alifático con la parte alifática del compuesto alifático o aromático, puede ser lineal y/o ramificado y/o cíclico, en el que es posible también una pluralidad de anillos por compuesto. El compuesto alifático o la parte alifática del compuesto alifático y aromático puede incluir de 1 a 18, 1 a 14, 1 a 13, 1 a 12, 1 a 11, o 1 a 10 átomos de carbono, por ejemplo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 o 10 átomos de carbono. Por ejemplo, ciertas realizaciones pueden incluir, entre otros, metano, adamantano, acetileno, etileno o butadieno.

El compuesto aromático o la parte aromática del compuesto aromático y alifático puede tener uno o más anillos, por ejemplo dos, tres, cuatro o cinco anillos, en los que los anillos pueden estar presentes separadamente uno de otro y/o por lo menos dos anillos pueden estar presentes en forma fusionada. El compuesto aromático o la parte aromática del compuesto alifático y aromático puede tener uno, dos o tres anillos. Además, cada anillo del compuesto puede incluir, independientemente uno de otro, por lo menos un heteroátomo tal como N, O, S, B, P, o Si. el compuesto aromático o la parte aromática del compuesto aromático y alifático puede incluir uno o dos anillos C₆; en el caso de dos anillos, ellos pueden estar presentes separadamente uno de otro o en forma fusionada. Los compuestos aromáticos de los cuales puede hacerse particular mención son benceno, naftaleno y/o bifenilo y/o biperidilo y/o piridilo.

El compuesto orgánico por lo menos bidentado puede derivarse de un ácido dicarboxílico, tricarboxílico o tetracarboxílico o un análogo de azufre de los mismos. Los análogos de azufre son los grupos funcionales -C(=O)SH y su tautómero y -C(=S)SH, que pueden ser usados en lugar de uno o más grupos ácido carboxílico.

Para los propósitos de la presente divulgación, el término "derivado" indica que el compuesto orgánico por lo menos bidentado puede estar presente en una subunidad de MOF o material a base de MOF en forma parcialmente desprotonada o completamente desprotonada. Además, el compuesto orgánico por lo menos bidentado puede incluir otros sustituyentes tales como -OH, -NH₂, -OCH₃, -CH₃, -NH(CH₃), -N(CH₃)₂, -CN, y haluros. En ciertas realizaciones, el compuesto orgánico por lo menos bidentado puede ser un hidrocarburo acíclico o cíclico alifático o aromático que tiene de 1 a 18 átomos de carbono y, adicionalmente, como grupos funcionales tiene exclusivamente por lo menos dos grupos carboxi.

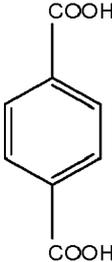
Para los propósitos de la presente divulgación, puede hacerse mención a modo de ejemplo de ácidos dicarboxílicos, como pueden ser usados para realizar cualquiera de las realizaciones divulgadas en esta memoria, tales como ácido oxálico, ácido succínico, ácido tartárico, ácido 1,4-butanodicarboxílico, ácido 1,4-butenodicarboxílico, ácido 4-oxopirano-2,6-dicarboxílico, ácido 1,6-hexanodicarboxílico, ácido decanodicarboxílico, ácido 1,8-heptadecanodicarboxílico, ácido 1,9-heptadecanodicarboxílico, ácido heptadecanodicarboxílico, ácido acetilenicarboxílico, ácido 1,2-benzenodicarboxílico, ácido 1,3-benzenodicarboxílico, ácido 2,3-piridinedicarboxílico, ácido piridin-2,3-dicarboxílico, ácido 1,3-butadieno-1,4-dicarboxílico, ácido 1,4-benzenodicarboxílico, ácido p-benzenodicarboxílico, ácido imidazol-2,4-dicarboxílico, ácido 2-metilquinolin-3,4-dicarboxílico, ácido quinolin-2,4-dicarboxílico, ácido quinoxalin-2,3-dicarboxílico, ácido 6-cloroquinoxalin-2,3-dicarboxílico, ácido 4,4'-diaminofenilmetano-3,3'-dicarboxílico, ácido quinolin-3,4-dicarboxílico, ácido 7-cloro-4-hidroquinolin-2,8-dicarboxílico, ácido diimidedicarboxílico, ácido piridin-2,6-dicarboxílico, ácido 2-metilimidazol-4,5-dicarboxílico, ácido tiofeno-3,4-dicarboxílico, ácido 2-isopropilimidazol-4,5-dicarboxílico, ácido tetrahidropirano-4,4-dicarboxílico, ácido perileno-3,9-dicarboxílico, ácido perilenodicarboxílico, ácido Pluriol E 200-dicarboxílico, ácido 3,6-dioxaoctanodicarboxílico, ácido 3,5-ciclohexadieno-1,2-dicarboxílico, ácido octadicarboxílico, ácido pentano-3,3-dicarboxílico, ácido 4,4'-diamino-1,1'-bifenil-3,3'-dicarboxílico, ácido 4,4'-diaminobifenil-3,3'-dicarboxílico, ácido bencidin-3,3'-dicarboxílico, ácido 1,4-bis(fenilamino)benceno-2,5-dicarboxílico, ácido 1,1'-binaftildicarboxílico, ácido 7-cloro-8-metilquinolin-2,3-dicarboxílico, ácido 1-anilinoantraquinona-2,4'-dicarboxílico, ácido politetrahidrofuran-250-dicarboxílico, ácido 1,4-bis(carboximetil)piperazin-2,3-dicarboxílico, ácido 7-cloroquinolin-3,8-dicarboxílico, ácido 1-(4-carboxi)fenil-3-(4-cloro)fenilpirazolin-4,5-dicarboxílico, ácido 1,4,5,6,7,7-hexacloro-5-norborneno-2,3-dicarboxílico, ácido fenilindano-dicarboxílico, ácido 1,3-dibencil-2-oxoimidazolidin-4,5-dicarboxílico, ácido 1,4-ciclohexanodicarboxílico, ácido naftaleno-1,8-dicarboxílico, ácido 2-benzoilbenzeno-1,3-dicarboxílico, ácido 1,3-dibencil-2-oxoimidazolidin-4,5-cis-dicarboxílico, ácido 2,2'-biquinolin-4,4'-dicarboxílico, ácido piridin-3,4-dicarboxílico, ácido 3,6,9-trioxaundecanodicarboxílico, ácido hidroxibenzofenonadicarboxílico, ácido Pluriol E 300-dicarboxílico, ácido Pluriol E 400-dicarboxílico, ácido Pluriol E 600-dicarboxílico, ácido pirazol-3,4-dicarboxílico, ácido 2,3-pirazinodicarboxílico, ácido 5,6-dimetil-2,3-pirazindicarboxílico, ácido (bis(4-aminofenil) eter)diimidedicarboxílico,

ácido 4,4'-diaminodifenilmetanodiimidedicarboxílico, ácido (bis(4-aminofenil) sulfona)diimidadicarboxílico, ácido 1,4-naftalenodicarboxílico, ácido 2,6-naftalenodicarboxílico, ácido 1,3-adamantanodicarboxílico, ácido 1,8-naftalenodicarboxílico, ácido 2,3-naftalenodicarboxílico, ácido 8-metoxi-2,3-naftalenodicarboxílico, ácido 8-nitro-2,3-naftalenodicarboxílico, ácido 8-sulfo-2,3-naftalenodicarboxílico, ácido antraceno-2,3-dicarboxílico, ácido 2',3'-difetil-p-terfenil-4,4"-dicarboxílico, ácido (difetil eter)-4,4'-dicarboxílico, ácido imidazol-4,5-dicarboxílico, ácido 4(1H)-oxotiocromeno-2,8-dicarboxílico, ácido 5-tert-butil-1,3-benzenodicarboxílico, ácido 7,8-quinolindicarboxílico, ácido 4,5-imidazoldicarboxílico, ácido 4-ciclohexeno-1,2-dicarboxílico, ácido hexatriacontanicarboxílico, ácido tetradecanodicarboxílico, ácido 1,7-heptadecanodicarboxílico, ácido 5-hidroxi-1,3-benzenodicarboxílico, ácido 2,5-dihidroxi-1,4-dicarboxílico, ácido pirazin-2,3-dicarboxílico, ácido furano-2,5-dicarboxílico, ácido 1-noneno-6,9-dicarboxílico, ácido eicosenodicarboxílico, ácido 4,4'-dihidroxi-difenilmetano-3,3'-dicarboxílico, ácido 1-amino-4-metil-9,10-dioxo-9,10-dihidroantraceno-2,3-dicarboxílico, ácido 2,5-piridindicarboxílico, ácido ciclohexeno-2,3-dicarboxílico, ácido 2,9-diclorofluorubín-4,11-dicarboxílico, ácido 7-cloro-3-metilquinolin-6,8-dicarboxílico, ácido 2,4-diclorobenzofenona-2',5'-dicarboxílico, ácido 1,3-benzenodicarboxílico, ácido 2,6-piridindicarboxílico, ácido 1-metilpirrol-3,4-dicarboxílico, ácido 1-bencil-1H-pirrol-3,4-dicarboxílico, ácido antraquinona-1,5-dicarboxílico, ácido 3,5-pirazoldicarboxílico, ácido 2-nitrobenceno-1,4-dicarboxílico, ácido heptano-1,7-dicarboxílico, ácido ciclobutano-1,1-dicarboxílico, ácido 1,14-tetradecanodicarboxílico, ácido 5,6-dehidronorbornano-2,3-dicarboxílico, ácido 5-etil-2,3-piridindicarboxílico o ácido alcanfordicarboxílico, ácidos tricarboxílicos tales como ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico, ácido 7-cloro-2,3,8-quinolintricarboxílico, ácidos 1,2,3-, 1,2,4-benzenotricarboxílicos, ácido 1,2,4-butanotricarboxílico, ácido 2-fosfono-1,2,4-butanotricarboxílico, ácido 1,3,5-benzenotricarboxílico, ácido 1-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico, ácido 4,5-dihidro-4,5-dioxo-1H-pirrol[2,3-F]quinolin-2,7,9-tricarboxílico, ácido 5-acetil-3-amino-6-metilbenceno-1,2,4-tricarboxílico, ácido 3-amino-5-benzoil-6-metilbenceno-1,2,4-tricarboxílico, ácido 1,2,3-propanotricarboxílico o ácido aurintricarboxílico, o ácidos tetracarboxílicos tales como ácido 1,1-dioxidoperil[1,12-BCD]tiofeno-3,4,9,10-tetracarboxílico, ácidos perilenotetracarboxílicos tales como ácido perileno-3,4,9,10-tetracarboxílico o ácido (perileno 1,12-sulfona)-3,4,9,10-tetracarboxílico, ácidos butanotetracarboxílico tales como ácido 1,2,3,4-butanotetracarboxílico o ácido meso-1,2,3,4-butanotetracarboxílico, ácido decano-2,4,6,8-tetracarboxílico, ácido 1,4,7,10,13,16-hexaoxaciclooctadecano-2,3,11,12-tetracarboxílico, ácido 1,2,4,5-benzenotetracarboxílico, ácido 1,2,11,12-dodecanotetracarboxílico, ácido 1,2,5,6-hexanotetracarboxílico, ácido 1,2,7,8-octanotetracarboxílico, ácido 1,4,5,8-naftalenotetracarboxílico, ácido 1,2,9,10-decanotetracarboxílico, ácido benzofenonatetracarboxílico, ácido 3,3',4,4'-benzofenonatetracarboxílico, ácido tetrahidrofuranotetracarboxílico o ácidos ciclopentanotetracarboxílicos tales como ácido ciclopentano-1,2,3,4-tetracarboxílico.

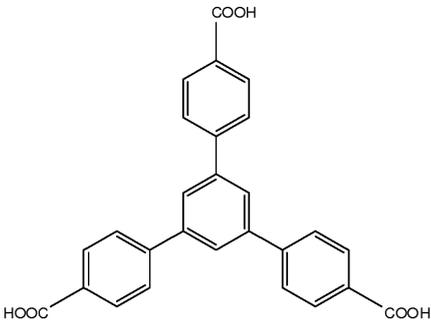
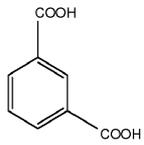
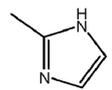
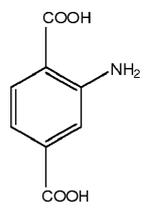
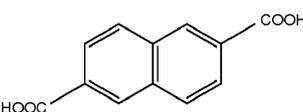
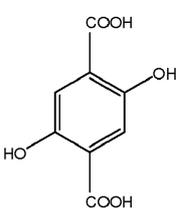
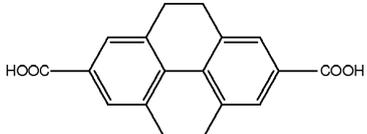
Ciertas realizaciones pueden usar ácidos dicarboxílicos, tricarboxílicos o tetracarboxílicos aromáticos por lo menos monosustituídos que tienen uno, dos, tres, cuatro o más anillos y en los cuales cada uno de los anillos puede incluir por lo menos un heteroátomo, en los que dos o más anillos pueden incluir heteroátomos idénticos o diferentes. por ejemplo, ciertas realizaciones pueden usar ácidos dicarboxílicos de un anillo, ácidos tricarboxílicos de un anillo, ácidos tetracarboxílicos de un anillo, ácidos dicarboxílicos de dos anillos, ácidos tricarboxílicos de dos anillos, ácidos tetracarboxílicos de dos anillos, ácidos dicarboxílicos de tres anillos, ácidos tricarboxílicos de tres anillos, ácidos tetracarboxílicos de tres anillos, ácidos dicarboxílicos de cuatro anillos, ácidos tricarboxílicos de cuatro anillos y/o ácidos tetracarboxílicos de cuatro anillos. son heteroátomos adecuados, por ejemplo, N, O, S, B, y/o P. los sustituyentes adecuados que pueden ser mencionados a este respecto son, entre otros, -OH, un grupo nitro, un grupo amino o un grupo alquilo o alcoxi .

En ciertas realizaciones, el agente de enlace puede incluir un resto seleccionado de entre el grupo que consiste en un resto fenilo, un resto imidazol, un resto alcano, un resto alquino, un resto piridina, un resto pirazol, un resto oxol y una combinación de los mismos. En una realización particular, el agente de enlace puede ser un resto seleccionado de cualquiera de los restos ilustrados en la tabla 1.

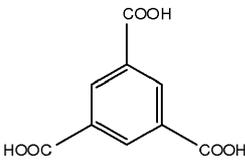
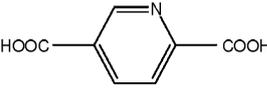
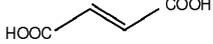
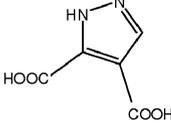
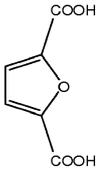
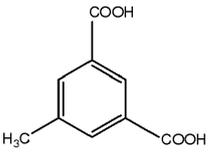
Tabla 1: Restos de enlace

Resto 1	
---------	--

(continuación)

<p>Resto 2</p>	
<p>Resto 3</p>	
<p>Resto 4</p>	
<p>Resto 5</p>	
<p>Resto 6</p>	
<p>Resto 7</p>	
<p>Resto 8</p>	
<p>Resto 9</p>	

(continuación)

Resto 10	
Resto 11	
Resto 12	
Resto 13	
Resto 14	
Resto 15	

5 El MOF puede estar en cualquier forma, tal como, por ejemplo pellas, extrudidos, esferas, polvos, monolitos, o cualquier otra forma definida o irregular. Las partículas pueden tener cualquier tamaño, por ejemplo de aproximadamente 0,0001 mm a aproximadamente 10 mm, de aproximadamente 0,001 mm a aproximadamente 5 mm, de aproximadamente 0,01 mm a aproximadamente 3 mm, o de aproximadamente 0,1 mm a aproximadamente 1 mm.

Activación del material adsorbente

10 Con objeto de incrementar la capacidad de los materiales adsorbentes utilizados en las realizaciones de la presente divulgación, los materiales adsorbentes pueden ser activados. La activación puede incluir la sujeción del material adsorbente a diferentes condiciones que incluyen, pero no están limitadas a, temperatura ambiente, vacío, un flujo de gas inerte o cualquier combinación de los mismos, por un tiempo suficiente para activar el material adsorbente.

15 En ciertas realizaciones, la activación incluye la remoción de moléculas de agua de los sitios de adsorción. En otras realizaciones, la activación incluye la remoción de moléculas de solvente no acuoso de los sitios de adsorción, que son residuos de la manufactura del material adsorbente. En realizaciones todavía adicionales, la activación incluye la remoción de compuestos de azufre o hidrocarburos superiores de los sitios de adsorción. En realizaciones que utilizan una purga de gas inerte en el proceso de activación, también se contempla un paso subsiguiente de recuperación de solvente. En ciertas realizaciones, los contaminantes (por ejemplo agua, solventes no acuosos, compuestos de azufre o hidrocarburos superiores) son retirados del material de adsorción material a un nivel molecular.

20 En una realización particular, la activación incluye la remoción de moléculas de agua del área de superficie del material adsorbente. Después de la activación, el material adsorbente puede tener un contenido de humedad menor que

aproximadamente 10%, menor que aproximadamente 8%, menor que aproximadamente 5%, menor que aproximadamente 3%, menor que aproximadamente 1%, menor que aproximadamente 0,8%, menor que aproximadamente 0,5%, menor que aproximadamente 0,3% o menor que aproximadamente 0,1% por peso del material adsorbente. De modo alternativo, el área disponible de superficie del material de adsorción, para adsorción del gas objetivo es mayor que aproximadamente 80%, mayor que aproximadamente 85%, mayor que aproximadamente 90%, mayor que aproximadamente 95% o mayor que aproximadamente 98% del valor aceptado (es decir el área teórica de superficie libre de contaminantes adsorbidos). El área de superficie del material puede ser determinada como se describió anteriormente.

En ciertas realizaciones, la activación puede ocurrir antes o después de que el material adsorbente está dispuesto dentro de un recipiente para producto agrícola. La activación del material adsorbente fuera del recipiente puede ser beneficiosa en ciertas circunstancias, dado que el recipiente para producto agrícola puede tener limitaciones de temperatura que pueden impedir el proceso de activación. El proceso externo puede dar como resultado también un menor tiempo de activación debido a la habilidad para aplicar una temperatura más alta al material adsorbente, fuera del recipiente para producto agrícola.

Ciertas realizaciones están dirigidas a la activación de materiales adsorbentes tales como MOFs (incluyendo partículas de MOF, materiales compuestos de MOF, etc.), zeolitas (incluyendo partículas de zeolita, materiales compuestos de zeolita, etc.), etc. de la presente invención. El material adsorbente puede ser sometido a una temperatura adecuada para la remoción de contaminantes (por ejemplo agua, solventes no acuosos, compuestos de azufre hidrocarburos superiores) de los sitios de adsorción. La activación puede incluir la exposición del material adsorbente a una temperatura, por ejemplo superior a aproximadamente 40 °C, superior a aproximadamente 60 °C, superior a aproximadamente 100 °C, superior a aproximadamente 150 °C, superior a aproximadamente 250 °C, o superior a aproximadamente 350 °C. En otras realizaciones, la temperatura puede estar entre aproximadamente 40 °C y aproximadamente 400 °C, entre aproximadamente 60 °C y aproximadamente 250 °C, entre aproximadamente 100 °C y aproximadamente 200 °C, entre aproximadamente 60 °C y aproximadamente 200 °C, entre aproximadamente 180 °C, entre aproximadamente 60 °C y aproximadamente 170 °C, entre aproximadamente 60 °C y aproximadamente 160 °C, entre aproximadamente 150 °C y aproximadamente 200 °C o entre aproximadamente 150 °C y aproximadamente 180 °C.

La activación del material adsorbente puede ser sometida a un vacío con objeto de retirar contaminantes (por ejemplo agua, solventes no acuosos, compuestos de azufre e hidrocarburos superiores) de los sitios de adsorción. El vacío puede ser, por ejemplo de aproximadamente 10% a aproximadamente 80% por debajo de la presión atmosférica, de aproximadamente 10% a aproximadamente 50% por debajo de la presión atmosférica, de aproximadamente 10% a aproximadamente 20% por debajo de la presión atmosférica, de aproximadamente 20% a aproximadamente 30% por debajo de la presión atmosférica o de aproximadamente 30% a aproximadamente 40% por debajo de la presión atmosférica.

La activación del material adsorbente puede incluir también el flujo de gas inerte a través del material, para retirar contaminantes (por ejemplo agua, solventes no acuosos, compuestos de azufre e hidrocarburos superiores). El flujo de gas inerte puede incluir nitrógeno o un gas noble. La cantidad total de gas inerte usado en la purga puede ser cualquier cantidad adecuada para activar el material adsorbente. En una realización particular, la cantidad de gas es por lo menos el volumen de un recipiente que tiene el material adsorbente (por ejemplo partículas). En otras realizaciones, la cantidad de gas es por lo menos 2 veces el volumen del recipiente o por lo menos 3 veces el volumen del recipiente. El gas inerte puede fluir a través del material adsorbente por cualquier tiempo adecuado, tal como por lo menos aproximadamente 1 hora, por lo menos aproximadamente 6 horas, por lo menos aproximadamente 8 horas, por lo menos aproximadamente 16 horas, por lo menos aproximadamente 24 horas o por lo menos aproximadamente 48 horas. de modo alternativo, el tiempo puede ser de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 48 horas, de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 28 horas, de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 16 horas, de aproximadamente 30 minutos a aproximadamente 48 horas, de aproximadamente 30 minutos a aproximadamente 24 horas, de aproximadamente 30 minutos a aproximadamente 16 horas, de aproximadamente 1 hora a aproximadamente 48 horas, de aproximadamente 1 hora a aproximadamente 24 horas, de aproximadamente 1 hora a aproximadamente 16 horas, de aproximadamente 10 minutos a aproximadamente 1 hora, de aproximadamente 2 horas a aproximadamente 24 horas, o de aproximadamente 4 horas a aproximadamente 16 horas. En algunas realizaciones, el tiempo puede ser de por lo menos aproximadamente 5 minutos.

Cualquier cantidad de material adsorbente (por ejemplo partículas de MOF) divulgada en esta memoria puede ser adecuada de acuerdo con los procedimientos descritos en esta memoria. En una realización particular, el material adsorbente puede estar en una cantidad de por lo menos aproximadamente 1 g, por lo menos aproximadamente 500 g, de aproximadamente 20 g a aproximadamente 500 g, de aproximadamente 50 g a aproximadamente 300 g, de aproximadamente 100 g a aproximadamente 200 g, o mayor que 500 g.

En otra realización, el material adsorbente puede estar en una cantidad de por lo menos aproximadamente 1 kg, por lo menos aproximadamente 500 kg, de aproximadamente 20 kg a aproximadamente 500 kg, de aproximadamente 50 kg a aproximadamente 300 kg o de aproximadamente 100 kg a aproximadamente 200 kg.

El período de tiempo para la activación del material adsorbente puede ser determinado midiendo el flujo de agua o solvente no acuoso, en un vacío. En una cierta realización, el flujo es terminado cuando el contenido de agua o solvente es menor que aproximadamente 10%, menor que aproximadamente 8%, menor que aproximadamente 5%, menor que aproximadamente 3%, menor que aproximadamente 1%, menor que aproximadamente 0,8%, menor que aproximadamente 0,5%, menor que aproximadamente 0,3% o menor que aproximadamente 0,1% por peso del material adsorbente.

Cualquier medio adecuado para la activación del material adsorbente es compatible con los materiales compuestos y estructuras descritos en esta memoria. Por ejemplo, las partículas pueden ser activadas antes de la formación de un material compuesto, in situ mientras se forma el material compuesto, o después de la formación del material compuesto.

En algunas realizaciones, puede ser necesario en algún punto de tiempo después de la activación inicial, reactivar el material adsorbente. La reactivación puede incluir la supresión del material adsorbente al calor, vacío y/o flujo de gas inerte por un tiempo suficiente para la reactivación. La reactivación puede incluir también el lavado y/o extracción del material adsorbente con solvente no acuoso o agua.

El período de tiempo para la activación o reactivación del material adsorbente puede ser determinado midiendo el flujo de agua o solvente no acuoso en un vacío. En una cierta realización, el flujo es terminado cuando el contenido de agua o solvente es menor que aproximadamente 10%, menor que aproximadamente 8%, menor que aproximadamente 5%, menor que aproximadamente 3%, menor que aproximadamente 1%, menor que aproximadamente 1%, menor que aproximadamente 0,8%, menor que aproximadamente 0,5%, menor que aproximadamente 0,3% o menor que aproximadamente 0,1% por peso del material adsorbente.

Cuando el material adsorbente es activado fuera del recipiente, puede ser necesario almacenar y/o enviar el material adsorbente antes de la incorporación dentro de un recipiente de adsorción. En ciertas realizaciones, el material adsorbente activado es almacenado en un receptáculo plástico, con una capa opcional de barrera entre el receptáculo y el material adsorbente. La capa de barrera puede incluir, por ejemplo una o más capas plásticas.

Cuando el material adsorbente es activado por un flujo de gas inerte, el flujo puede ser iniciado en una entrada del recipiente y puede ser terminado en una salida del recipiente, en una ubicación diferente de la entrada. En realizaciones alternativas, el flujo de gas inerte es iniciado y terminado en la misma ubicación en el recipiente.

El flujo de gas inerte puede incluir el uso de un tubo individual para la introducción y remoción del gas inerte del recipiente. En tal realización, el tubo puede incluir una sección exterior con por lo menos una abertura para permitir que el gas inerte entre al recipiente y una sección interior sin aberturas para permitir que el gas inerte sea retirado del recipiente. En otras realizaciones, el flujo puede incluir el uso de un primer tubo para introducir el gas inerte dentro del recipiente y un segundo tubo para retirar el gas inerte del recipiente.

Se contempla también que la divulgación de esta memoria sea aplicable a otros materiales adsorbentes tales como alúmina activada, gel de sílice, carbón activado, carbono de tamiz molecular, zeolitas (por ejemplo zeolitas de tamiz molecular), polímeros, resinas y arcillas.

También se contempla que la divulgación de esta memoria respecto al material adsorbente sea aplicable a monolitos del material, donde sea aplicable.

Materiales compuestos de MOF

Los materiales compuestos de MOF, como se describen en esta memoria, pueden ser cualquier estructura hecha de por lo menos dos materiales distintos, uno de los cuales es MOF. Las estructuras pueden estar en la forma de, pero no limitadas a, una partícula, película, capa, gel (incluyendo hidrogeles y aerogeles), material entrecruzado (incluyendo entrecruzado química o físicamente) o cualquier combinación adecuada de los mismos. Cada estructura puede tener una morfología adecuada, incluyendo, pero no limitada a, una mezcla homogénea, una estructura laminar, una estructura de concha-núcleo, una estructura de material graduado, partículas esféricas o no esféricas incrustadas dentro de una matriz, fibras o barras incrustadas dentro de una matriz, tela de fibra tejida o no tejida, y red que interpenetra.

En ciertas realizaciones el material adsorbente es un material compuesto que incluye un material de MOF y un material no MOF. En ciertas realizaciones, una relación de una masa del material de MOF a una masa total del material adsorbente es mayor que 0,5. En ciertas realizaciones el material no MOF es un material seleccionado de entre el grupo que consiste en un polímero biodegradable, un polímero no biodegradable, una zeolita, y combinaciones de los mismos. En ciertas realizaciones, una morfología del material adsorbente es seleccionada de entre el grupo que consiste en una mezcla homogénea, una estructura laminar, una estructura de núcleo-concha, una estructura de material graduado, partículas esféricas o no esféricas incrustadas dentro de una matriz, fibras o barras incrustadas dentro de una matriz, tela de fibra tejida o no tejida y red que interpenetra. En ciertas realizaciones, la morfología del material adsorbente es una estructura laminar, en la que una o más capas del material de MOF están separadas por una o más capas del material no MOF.

Los ejemplos no limitantes de ciertas realizaciones incluyen partículas que tienen una morfología de mezcla homogénea, a base de por lo menos un MOF y un material no MOF, partículas que tienen una morfología de estructura laminar a base de por lo menos un MOF y un material no MOF (por ejemplo capas alternantes del MOF y material no MOF), partículas que tienen una morfología de estructura de núcleo-concha, a base de por lo menos un MOF y un material no MOF (por ejemplo con el material no MOF como el núcleo y el MOF como la concha, o con el material no MOF como la concha y el MOF como el núcleo), partículas que tienen una morfología de material graduado a base de por lo menos un MOF y un material no MOF (por ejemplo con concentraciones de uno o más del MOF o material no MOF variando a través de ellas), partículas que tienen una morfología de matriz con partículas esféricas o no esféricas incrustadas en la matriz a base de por lo menos un MOF y un material no MOF (por ejemplo con el material no MOF como la matriz y el MOF como las partículas incrustadas, o con el material no MOF como las partículas incrustadas y el MOF como la matriz), partículas que tienen una morfología de matriz con fibras o barras incrustadas dentro de la matriz a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo con el material no MOF como la matriz y el MOF como las fibras o barras incrustadas, o con el material no MOF como las fibras o barras incrustadas y el MOF como la matriz), partículas que tienen una morfología de tela tejida o no tejida a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo MOF de tela tejida o no tejida con el material no MOF), y partículas que tienen una morfología de red que interpenetra a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo una matriz entrecruzada o no entrecruzada de material no MOF que interpenetra con una matriz entrecruzada o no entrecruzada de MOF), o cualquier combinación adecuada de ellas.

Ejemplos adicionales no limitantes de ciertas realizaciones incluyen películas que tienen una morfología de mezcla homogénea a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF, películas que tienen una morfología de estructura laminar a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo capas alternantes del material MOF y material no MOF), películas incrustadas con partículas que tienen morfologías de estructura de núcleo-concha a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo con el material no MOF como el núcleo y el MOF como la concha, o con el material no MOF como la concha y el material MOF como el núcleo), películas que tienen una morfología de material graduado a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo con concentraciones de uno o más del material MOF o material no MOF variando a través de ellas), películas que tienen una morfología de matriz con partículas esféricas o no esféricas incrustadas dentro de la matriz a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo con el material no MOF como la matriz y el MOF como las partículas incrustadas, o con el material no MOF como las partículas incrustadas y el MOF como la matriz), películas que tienen una morfología de matriz con fibras o barras incrustadas dentro de la matriz a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo con el material no MOF como la matriz y el MOF como las fibras o barras incrustadas, o con el material no MOF como las fibras o barras incrustadas y el MOF como la matriz), películas que tienen una morfología de tela tejida o no tejida a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo MOF tejida o no tejida con el material no MOF), y películas que tienen una morfología de red que interpenetra a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo una matriz entrecruzada o no entrecruzada de material no MOF que interpenetra con una matriz cruzada o no entrecruzada de MOF), o cualquier combinación adecuada de ellas.

Ejemplos adicionales no limitantes de ciertas realizaciones incluyen capas que tienen una morfología de mezcla homogénea a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF, capas que tienen una morfología de estructura laminar a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo capas alternantes del material MOF y material no MOF), capas incrustadas con partículas que tienen morfologías con estructura núcleo-concha a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo con el material no MOF como el núcleo y el MOF como la concha, o con el material no MOF como la concha y el MOF como el núcleo), capas que tienen una morfología de material graduado a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo con concentraciones de uno o más del material MOF o material no MOF que varían a través de ellas), capas que tienen una morfología de matriz con partículas esféricas o no esféricas incrustadas dentro de la matriz a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo con el material no MOF como la matriz y el MOF como las partículas incrustadas, o con el material no MOF como las partículas incrustadas y el MOF como la matriz), capas que tienen una morfología de matriz con fibras o barras incrustadas dentro de la matriz a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo con el material no MOF como la matriz y el MOF como las fibras o barras incrustadas, o con el material no MOF como las fibras o barras incrustadas y el MOF como la matriz), capas que tienen una morfología de tela tejida o no tejida a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo MOF tejida o no tejida con el material no MOF), y capas que tienen una morfología de red que interpenetra a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo una matriz entrecruzada o no entrecruzada de material no MOF que interpenetra con una matriz entrecruzada o no entrecruzada de MOF), o cualquier combinación adecuada de ellas.

Ejemplos adicionales no limitantes de ciertas realizaciones incluyen geles que tienen una morfología de mezcla homogénea a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF, geles que tienen una morfología de estructura laminar a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo geles alternantes del MOF y material no MOF), geles que tienen morfologías de núcleo-concha a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo con el material no MOF como el núcleo y el MOF como la concha, o con el material no MOF como la concha y el MOF como el núcleo), geles que tienen una morfología de material graduado a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo con concentraciones de uno o más del material

MOF o material no MOF que varían a través de ellas), geles que tienen una morfología de matriz con partículas esféricas o no esféricas incrustadas dentro de la matriz a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo con el material no MOF como la matriz y el MOF como las partículas incrustadas, o con el material no MOF como las partículas incrustadas y el MOF como la matriz), geles que tienen una morfología de matriz con fibras o barras incrustadas dentro de la matriz a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo con el material no MOF como la matriz y el MOF como las fibras o barras incrustadas, o con el material no MOF como las fibras o barras incrustadas y el MOF como la matriz), geles que tienen una morfología de tela tejida o no tejida a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo MOF tejido o no tejido con el material no MOF), y geles que tienen una morfología de red que interpenetra a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo una matriz entrecruzada o no entrecruzada de material no MOF que interpenetra con una matriz entrecruzada o no entrecruzada de MOF), o cualquier combinación adecuada de ellas.

Ejemplos adicionales no limitantes de ciertas realizaciones incluyen materiales entrecruzados que tienen una morfología de mezcla homogénea a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF, geles que tienen una morfología de estructura laminar a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo geles alternantes del material MOF y material no MOF en los cuales las capas están entrecruzadas conjuntamente), materiales entrecruzados que tienen morfologías de núcleo-concha a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo con el material no MOF como el núcleo y el MOF como la concha, o con el material no MOF como la concha y el MOF como el núcleo), materiales entrecruzados que tienen una morfología de material graduado a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo con concentraciones de uno o más del material MOF o material no MOF que varían a través de ellas), materiales entrecruzados que tienen una morfología de matriz con partículas esféricas o no esféricas incrustadas dentro de la matriz a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo con el material no MOF como la matriz y el MOF como las partículas incrustadas, o con el material no MOF como las partículas incrustadas y el MOF como la matriz), materiales entrecruzados que tienen una morfología de matriz con fibras o barras incrustadas dentro de la matriz a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo con el material no MOF como la matriz y el MOF como las fibras o barras incrustadas, o con el material no MOF como las fibras o barras incrustadas y el MOF como la matriz), materiales entrecruzados que tienen una morfología de tela tejida o no tejida a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo MOF tejido o no tejido con el material no MOF), y materiales entrecruzados que tienen una morfología de red que interpenetra a base de por lo menos un material MOF y un material no MOF (por ejemplo una matriz cruzada o no entrecruzada de material no MOF que interpenetra con una matriz cruzada o no entrecruzada de MOF), o cualquier combinación adecuada de los mismos.

Evaluación de vida comercial

La figura 8A muestra resultados de pruebas de vida comercial de lechuga repollada, con materiales adsorbentes en recipientes de vidrio de acuerdo con una realización de la divulgación. Los recipientes de vidrio contenían cada uno aproximadamente 90 g de lechuga repollada y contenían MOFs (100 mg) de diferentes composiciones/morfologías (A520 y Z1200 de la tabla 1), los cuales se compararon con un control no tratado (no MOFs/material adsorbente). La lechuga tratada con MOF demostró una mejora en la vida comercial, sobre el control después de incubación por 20 días entre 4-5 °C.

La figura 8B muestra resultados de pruebas de vida comercial de lechuga repollada con materiales adsorbentes, en una bolsa sellada de polietileno de acuerdo con una realización de la divulgación. Cada bolsa estaba sellada y contenía 30 g de lechuga repollada, con diferentes MOFs (A520 y Z1200) en cantidades de 10 mg, 100 mg, y 500 mg. C cada una de las muestras se aplicaron condiciones similares a las descritas anteriormente respecto a la figura 8A, y se compararon con un control no tratado. Cada muestra que contenía 500 mg de partículas de MOF tuvo como resultado una mayor mejora en vida comercial.

Las figuras 9A-9C muestran resultados de pruebas de vida comercial de lechuga repollada, con diferentes mezclas de materiales adsorbentes de acuerdo con una realización de la divulgación. Las pruebas fueron ejecutadas en bolsas de polietileno selladas, con condiciones de incubación similares a las descritas anteriormente. Para tratar las muestras se usaron diferentes mezclas de materiales adsorbentes. De las mezclas de A520 y Z1200 (véase la figura 9A), pareció producir los mejores resultados la mezcla que tenía una relación 1:1 de A520 a Z1200 (50 mg de A520 y 50 mg de Z1200). De las mezclas de A520 y zeolita 13X (véase la figura 9B), pareció producir los mejores resultados la mezcla que tenía una relación 3:1 de A520 y zeolita 13X (75 mg de A520 y 25 mg de zeolita 13X). De las mezclas de zeolita 13X y Z1200 (véase la figura 9C), ninguna de las muestras pareció mostrar mejora una sobre otra, pero produjeron mejores resultados que el control no tratado.

La figura 10 muestra resultados de pruebas de vida comercial de lechuga repollada para diferentes tipos de materiales adsorbentes dentro de materiales de empaque estándar de acuerdo con una realización de la divulgación. Cada material adsorbente fue colocado en una bolsa que contenía 500 mg de material adsorbente. Se colocó cada una de las bolsas en empaques estándar que contenían 150 g de lechuga repollada, y se las incubó a 4-5 °C por 17 días. A520 y zeolita 13X parecieron dar como resultado la mayor mejora de la vida comercial.

Recipientes adsorbentes y soportes

En ciertas realizaciones, el material adsorbente está contenido en una bolsa. En ciertas realizaciones, una bolsa puede ser una bolsa improvisada, sellada, adherida o incorporada dentro de una película de varias capas como parte de un empaque o tapa (por ejemplo asegurada con calor o unida permanentemente dentro de un recipiente de concha dura o película de bolsa). En ciertas realizaciones, la bolsa puede estar hecha de un material biodegradable (por ejemplo polímero compostable ecoflex®). En ciertas realizaciones, la bolsa puede estar hecha de una película de dry-Teflon® (politetrafluoroetileno). Los adhesivos adecuados para adherir conjuntamente materiales de bolsa para formar una bolsa pueden incluir, por ejemplo, aglutinante acrílico Acronal®.

La bolsa puede tener una de una variedad de formas, incluyendo cuadrada, rectangular, hexagonal, triangular, etc., y en algunas realizaciones su tamaño puede variar (por ejemplo longitud/ancho) de 6,35 mm a 30,48 cm. En algunas realizaciones, la bolsa puede tener impresa sobre ella una etiqueta de advertencia (por ejemplo una advertencia para no comer o inhalar el contenido).

En algunas realizaciones, la bolsa puede incluir perforaciones que están dispuestas para manejar la transferencia de masa de diferentes gases dentro y fuera de la bolsa, para maximizar el perfil de adsorción del material adsorbente contenido en ella. En algunas realizaciones, las perforaciones pueden estar presentes de 5 punciones/cm² a 10 punciones/cm² (por ejemplo 8 punciones/cm²), de 20 punciones/cm² a 40 punciones/cm² (por ejemplo 30 punciones/cm²), o de 50 punciones/cm² a 70 punciones/cm² (por ejemplo 63 punciones/cm²).

Ahora se describirán bolsas ejemplares. Se preparó un primer lote ("lote 1") de bolsas, como se muestra en la figura 11A, en el que cada bolsa contenía 0,84 g a 0,95 g de polvo adsorbente Basolite^{MR} A520 por bolsa. se preparó también un segundo lote ("lote 2") de bolsas, como se muestra en la figura 11B, en el que cada bolsa contenía 0,91 g a 0,99 g de polvo adsorbente Basolite^{MR} A520 por bolsa. Se usaron algunas de las bolsas del lote 1 y lote 2 como estaban preparadas, mientras otras fueron activadas a 100 °C bajo vacío por 10 horas.

La figura 12 es una gráfica de la cinética de absorción de H₂O para los lotes 1 y 2 a una humedad relativa de 97% y temperatura ambiente. Se calculó la absorción de H₂O, sobre la base del peso total de las bolsas más el adsorbente contenido en ellas, o sobre la base de un peso total del adsorbente solo. El lote 1 demostró absorción similar antes y después de la activación, mientras el lote 2 demostró una diferencia significativa en la absorción antes y después de la activación.

Tabla 2: Absorción de H₂O para diferentes lotes de bolsa

Muestra	Como se preparó		Activado	
	% en peso (de bolsa + MOF)	% en peso (de MOF solamente)	% en peso (de bolsa + MOF)	% en peso (de MOF solamente)
Lote 1	31	78	32	78
Lote 2	29	57	44	77

En ciertas realizaciones, el material adsorbente puede ser incorporado dentro de una película (por ejemplo una película en fibrillas en estado sólido (SSFF)), tal como una película dry-Teflon®. La película puede ser utilizada como un inserto, o puede estar protegida por otras películas o sustratos aprobados para alimentos. En algunas realizaciones, la película puede ser una película independiente, sellada, adherida a un empaque, recipiente, o superficie de tapa, o dispuesta dentro de una película de varias capas. En algunas realizaciones, la película puede ser una película fundida o una película soplada.

La figura 13 muestra un sistema 1300 ejemplar de película adsorbente, para la incorporación dentro de un empaque o recipiente para producto agrícola de acuerdo con una realización de la divulgación. El sistema 1300 incluye una película 1302 adsorbente (por ejemplo una película de teflón MOF) encapsulada dentro de una película 1304 protectora. En algunas realizaciones, la película protectora es una película de polipropileno biorientado axialmente (BOPP). La película 1302 adsorbente y la película 1304 protectora pueden estar adheridas juntas a un revestimiento 1306 de liberación mediante un adhesivo 1306. En algunas realizaciones, el adhesivo es un pegamento acrílico (por ejemplo pegamento acrílico Acronal®), o cualquier otro adhesivo adecuado. En algunas realizaciones, el revestimiento de liberación incluye uno o más de BOPP, polietileno tereftalato orientado biaxialmente (BOPET), papel de silicio o cualquier otro material adecuado. En ciertas realizaciones, la película adsorbente puede estar empacada entre la película 1304 protectora y el revestimiento 1306 de liberación tal que, cuando es retirado, la película 1302 adsorbente y capa 1304 protectora pueden ser aplicadas a una superficie interior de un material de empaque o recipiente, vía el adhesivo 1304. En ciertas realizaciones, el revestimiento 1306 de liberación y la capa 1304 protectora pueden contener perforaciones o una capa protectora temporal, usando película fundida sensible al agua (es decir EVOH). Las perforaciones de la película pueden estar dispuestas para manejar transferencia de masa de humedad y diferentes gases, para maximizar el perfil de adsorción del adsorbente. En algunas realizaciones, las perforaciones pueden estar

presentes de 5 punciones/cm² a 10 punciones/cm² (por ejemplo 8 punciones/cm²), de 20 punciones/cm² a 40 punciones/cm² (por ejemplo 30 punciones/cm²), o de 50 punciones/cm² a 70 punciones/cm² (por ejemplo 63 punciones/cm²).

5 En algunas realizaciones, un espesor de película adsorbente varía de 1 µm a 1.000 µm, de 250 µm a 750 µm, o de 400 µm a 6.000 µm (por ejemplo 500 µm). En algunas realizaciones, la longitud y el ancho de la película adsorbente pueden variar cada uno independientemente, de menos de 2,54 cm hasta 30,48 cm. Un peso total de adsorbente (por ejemplo MOF) dentro de la película adsorbente puede variar de 0,1 g hasta 1 kg.

10 La figura 14 es una gráfica de la cinética de absorción de H₂O para películas adsorbentes preparadas de acuerdo con las realizaciones de la divulgación, para evaluar el desempeño de una capa protectora de BOPP. La gráfica superior corresponde a una película de teflón A520 en una forma activada (es decir no solvatada) integrada dentro de un empaque sellado, mientras la gráfica inferior corresponde a una película de teflón A520 sellada por una capa protectora de BOPP. se determinó que una tasa de transmisión de vapor de agua de la película de BOPP variaba de 0,6 g/(m²d) a 1,7 g/(m²d) a 23 °C, 85% de humedad relativa. En algunas realizaciones, una absorción de agua varió de 5 % en peso a 10 % en peso a aproximadamente 14 días.

15 La figura 15 es una gráfica de isotermas de adsorción/desorción de agua, comparando la absorción de una película A520 independiente (área de superficie de 1.297 m²/g) con un polvo A520 (área de superficie de 1.200 m²/g). En algunas realizaciones, un promedio de área de superficie de la película independiente es mayor que 1.200 m²/g, o varía de 1.200 m²/g a 1.400 m²/g. La figura 16 es una gráfica de la cinética de absorción de agua, comparando la absorción de una película A520 independiente (A520 a 90 % en peso, área de superficie de 1.069 m²/g), una película A520 estructurada independiente (A520 a 90 % en peso, área de superficie de 1.062 m²/g), y un polvo de A520 (área de superficie de 1.200 m²/g).

20 La figura 17 es una gráfica de la cinética de absorción de agua para películas con capas protectoras que tienen diferentes grados de perforación, preparadas de acuerdo con realizaciones de la divulgación. Las densidades usadas de perforación fueron 8 punciones/cm², 30 punciones/cm², y 63 punciones/cm². La película con la capa protectora que tenía perforaciones de 8 punciones/cm² demostró una más lenta y menor absorción de agua, que las películas con capas protectoras que tenían mayores grados de perforación. Las películas con capas protectoras que tenían 30 punciones/cm² y 63 punciones/cm² muestran poca diferencia del primer día, pero luego se saturan hasta una capacidad similar que una película A520 de teflón sin capa protectora.

25 En ciertas realizaciones, puede incorporarse MOF dentro de una tinta o recubrimiento (por ejemplo una tinta impresa). En ciertas realizaciones, la tinta o el recubrimiento pueden incluir, por ejemplo, una o más formulaciones de pegamento, uno o más dispersantes, o componentes adicionales (por ejemplo tensioactivo, tales como tensioactivos a base de azúcares). Los ejemplos de pegamentos incluyen formulaciones acuosas de pegamento, formulaciones de pegamento de fluoruro de polivinilideno (PVDF) (por ejemplo 20% húmedo sobre OPP y polietileno de baja densidad (LDPE)), y pegamentos a base de Joncryl®.

30 En ciertas realizaciones, un espesor del recubrimiento puede variar de 0,01 micrómetros a 50 micrómetros. en ciertas realizaciones, un área de superficie del recubrimiento puede variar de 300 m²/g a 700 m²/g (por ejemplo 520 m²/g).

En algunas realizaciones, la película o tinta pueden estar presentes en un empaque o recipiente en una cantidad de 0,1 gramo a 2 gramos.

35 En algunas realizaciones, el recubrimiento puede ser un recubrimiento curable por UV. Por ejemplo, podría mezclarse MOF con polímeros (oligómeros) y fotoiniciadores, para ser aplicados bajo una lámpara ultravioleta (UV) para suministrar un curado rápido del recubrimiento. Un ejemplo de una composición de recubrimiento curable por UV incluiría MOF A520 (a concentración de 1%) mezclado con monómeros acrílicos y compuestos de N-vinilo (por ejemplo N-vinil caprolactama).

40 En algunas realizaciones, pueden estar presentes partículas de adsorbente (por ejemplo MOF), como una distribución uniforme dentro del recubrimiento o tinta. En algunas realizaciones, las partículas de adsorbente pueden estar distribuidas de modo no uniforme con un gradiente de partículas grandes a partículas pequeñas (por ejemplo de una superficie de la película a otra superficie de la película). Puede prepararse una distribución en un gradiente, por ejemplo, aplicando partículas con diferente tamaño usando un procedimiento de deposición de varias capas.

45 La figura 18 es una gráfica de una isoterma de adsorción de agua, comparando un polvo de MOF con un recubrimiento de MOF, preparado de acuerdo con una realización de la divulgación. El polvo corresponde a polvo A520 que tiene un área de superficie de 1.200 m²/g, y el recubrimiento corresponde a un recubrimiento A520 impreso (por ejemplo 20 % en peso húmedo, 65 % en peso seco) sobre OPP.

50 En algunas realizaciones, una película de adsorbente puede ser una película coextrudida, tal como una película coextrudida de MOF, preparada de acuerdo con un procedimiento de composición (por ejemplo mediante adición directa, tal como alimentaciones mezcladas previamente o separadas, hasta una concentración final, o vía concentrado). En algunas realizaciones, un concentrado puede contener de 0,1 % en peso a 20 % en peso de MOF infundido con un polímero. Los polímeros adecuados pueden incluir, pero no están limitados a, PP, OPP, PE, LDPE

(por ejemplo Riblene FF29), cloruro de polivinilo, policarbonato, poliuretano, poliamida, poliéster, poliestireno, poliuretano, PMMA, polímeros clorados, polímeros halogenados, polímeros a base de silicio, polímeros compostables, y copolímeros y combinaciones de los mismos. En algunas realizaciones, pueden incluirse uno o más coaditivos, incluyendo pero sin estar limitados a, antioxidantes, estabilizantes contra el calor, estabilizantes contra la luz, materiales de relleno, colorantes, fibras, ayudas de proceso, agentes de formación de núcleo, agentes conductores y antiestáticos, agentes de compatibilidad, ayudas de dispersión, captadores de ácido, agentes ignífugos, agentes de entrecruzamiento, agentes de oxodegradación y combinaciones de los mismos. Puede producirse una película coextrudida de MOF a partir del concentrado, mediante composición con polímero adicional (por ejemplo LDPE) en un extrusor de tornillo simple o doble. Otras formas de un material adsorbente o película incluyen formas continuas tales como, por ejemplo, películas fundidas (por ejemplo seguido posiblemente por moldeo por compresión o moldeo al vacío), películas orientadas (por ejemplo monoorientada, biorientada), películas sopladas, películas fibrosas (por ejemplo telas tejidas y no tejidas), y formas producidas por molienda (por ejemplo molienda a temperatura ambiente, (crio)molienda a baja temperatura) para fabricación subsiguiente (por ejemplo de placas sinterizadas o de recubrimiento para alambres mediante un procedimiento de lecho fluidizado). Otras formas del material adsorbente o película incluyen formas no continuas tales como, por ejemplo, materiales/películas moldeados por inyección o moldeados por soplado.

En la descripción anterior, se exponen numerosos detalles específicos, tales como materiales, dimensiones, parámetros de proceso específicos, etc., para suministrar un entendimiento completo de las realizaciones de la presente divulgación. Los rasgos, estructuras, materiales o características particulares pueden ser combinados de cualquier manera adecuada, en una o más realizaciones. Las palabras "ejemplo" o "ejemplar" son usadas en esta memoria para indicar que sirve como ejemplo, instancia o ilustración. Cualquier aspecto o diseño descrito en esta memoria como "ejemplo" o "ejemplar" no debe ser interpretado necesariamente como preferido o ventajoso sobre otros aspectos o diseños. Más bien, se pretende que el uso de las palabras "ejemplo" o "ejemplar" presente conceptos de una manera concreta. Como se usa en este documento, se entiende que el término "o" indica un "o" inclusivo, más que un "o" excluyente. Esto es, a menos que se especifique de otro modo, o sea claro a partir del contexto, se pretende que "X incluye A o B" indica cualquiera de las permutaciones inclusivas naturales. Esto es, si X incluye A; X incluye B; o X incluye A y B, entonces se satisface "X incluye A o B" bajo cualquiera de las instancias precedentes. Adicionalmente, debería interpretarse que los artículos "un" y "uno", como se usan en este documento y en las reivindicaciones anexas, indican en general "uno o más", a menos que se especifique de otra forma o sea claro a partir del contexto que se dirige a una forma singular.

La referencia a lo largo de esta memoria a "una realización", "ciertas realizaciones", o "una realización" indica que un rasgo, estructura o característica particular descrita, está incluida en conexión con la realización, en por lo menos una realización. Así, las apariciones de las frases "una realización", "ciertas realizaciones", o "una realización" en diferentes sitios a través de esta memoria, no se refieren necesariamente todas a la misma realización, y tales referencias indican "por lo menos uno".

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de almacenamiento de alimentos que comprende:
- un recipiente; y
un material adsorbente, en el que:
- 5 un área de superficie de Langmuir del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 500 m²/g, y un promedio de diámetro de poro del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 0,3 nm, en el que el material adsorbente comprende por lo menos uno de un armazón orgánico de metal (MOF), una zeolita, carbón activado o permanganato de potasio, y
- 10 en el que el MOF está en forma de un polvo, partículas, pellas, extrudidos, granulados, o una película independiente.
2. El sistema de almacenamiento de alimentos de la reivindicación 1, en el que el área de superficie de Langmuir del material adsorbente es por lo menos aproximadamente 700 m²/g y en el que el promedio de diámetro de poro del material adsorbente está entre aproximadamente 0,3 nm y aproximadamente 10 nm.
3. El sistema de almacenamiento de alimentos de la reivindicación 2, en el que las partículas de MOF tienen un promedio de diámetro de partícula de por lo menos aproximadamente 5 micrómetros.
- 15 4. El sistema de almacenamiento de alimentos de las reivindicaciones 1 o 3, en el que las partículas de MOF comprenden un metal seleccionado de entre el grupo que consiste en Li, Mg, Ca, Sc, Y, Zr, V, Mn, Fe, Cu, Zn, B, Al, y una combinación de los mismos, preferiblemente en el que las partículas de MOF comprenden un metal seleccionado de entre el grupo que consiste en Al, Mg, Zn, Cu, Zr, y una combinación de los mismos.
- 20 5. El sistema de almacenamiento de alimentos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que las partículas de MOF comprenden un resto seleccionado de entre el grupo que consiste en un resto fenilo, un resto alcano, un resto alquino, un resto imidazol, un resto piridina, un resto pirazol, un resto oxol, y una combinación de los mismos o en el que las partículas de MOF comprenden por lo menos un resto seleccionado de entre el grupo que consiste en ácido fumárico, ácido fórmico, 2-metilimidazol, y ha sido trimésico.
- 25 6. El sistema de almacenamiento de alimentos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el material adsorbente comprende una zeolita, en el que preferiblemente una fórmula química de la zeolita es de una forma de $M_{x/n}[(AlO_2)_x(SiO_2)_y] \cdot mH_2O$, en la que x , y , m , y n son enteros mayores que o iguales a 0, y M es un metal seleccionado de entre el grupo que consiste en Na, K, B, Fe, y Cu y/o en el que el material adsorbente comprende un material zeolítico que tiene una estructura de armazón que comprende YO_2 y X_2O_3 , en las que:
- 30 Y es un metal tetravalente,
X es un metal trivalente,
Y es seleccionado de entre el grupo que consiste en Si, Sn, Ti, Zr, Ge, y combinaciones de dos o más de los mismos, y
X es seleccionado de entre el grupo que consiste en Al, B, In, Ga, y combinaciones de dos o más de los mismos.
- 35 7. El sistema de almacenamiento de alimentos de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que el material adsorbente es un material compuesto que comprende un material de MOF y un material no MOF, preferiblemente en el que la relación de una masa del material de MOF a una masa total del material adsorbente es mayor que 0,5.
8. El sistema de almacenamiento de alimentos de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que el material adsorbente comprende una primera composición adsorbente y una segunda composición adsorbente.
- 40 9. El sistema de almacenamiento de alimentos de la reivindicación 8, en el que la primera composición adsorbente comprende una primera pluralidad de partículas de MOF que comprenden aluminio y ácido fumárico, y en el que la segunda composición adsorbente comprende una segunda pluralidad de partículas de MOF que comprenden zinc y 2-metilimidazol, en el que preferiblemente la relación de masa de la primera composición adsorbente a la segunda composición adsorbente es por lo menos aproximadamente 1 o por lo menos aproximadamente 3.
- 45 10. El sistema de almacenamiento de alimentos de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que la primera composición adsorbente comprende una primera pluralidad de partículas de MOF que comprenden aluminio y ácido fumárico, y en el que la segunda composición adsorbente comprende una segunda pluralidad de partículas de zeolita que comprenden óxido de aluminio y dióxido de silicio, en el que preferiblemente la relación de masa de la primera composición adsorbente a la segunda composición adsorbente es por lo menos aproximadamente 3.
- 50 11. El sistema de almacenamiento de alimentos de cualquiera de las reivindicaciones 1-10, en el que el material adsorbente está dispuesto dentro de una bolsa dentro del recipiente.
12. Un sistema de almacenamiento de alimentos que comprende:
- un recipiente;
una pluralidad de partículas de MOF dispersas dentro del recipiente; y

que comprende además un producto agrícola dispuesto dentro del recipiente.

13. Un procedimiento para la extensión de una vida comercial de un producto agrícola, en el que el procedimiento comprende:

- 5 la dispersión de una pluralidad de partículas de MOF dentro de un recipiente;
la colocación del producto agrícola dentro del recipiente; y
sellado del recipiente.

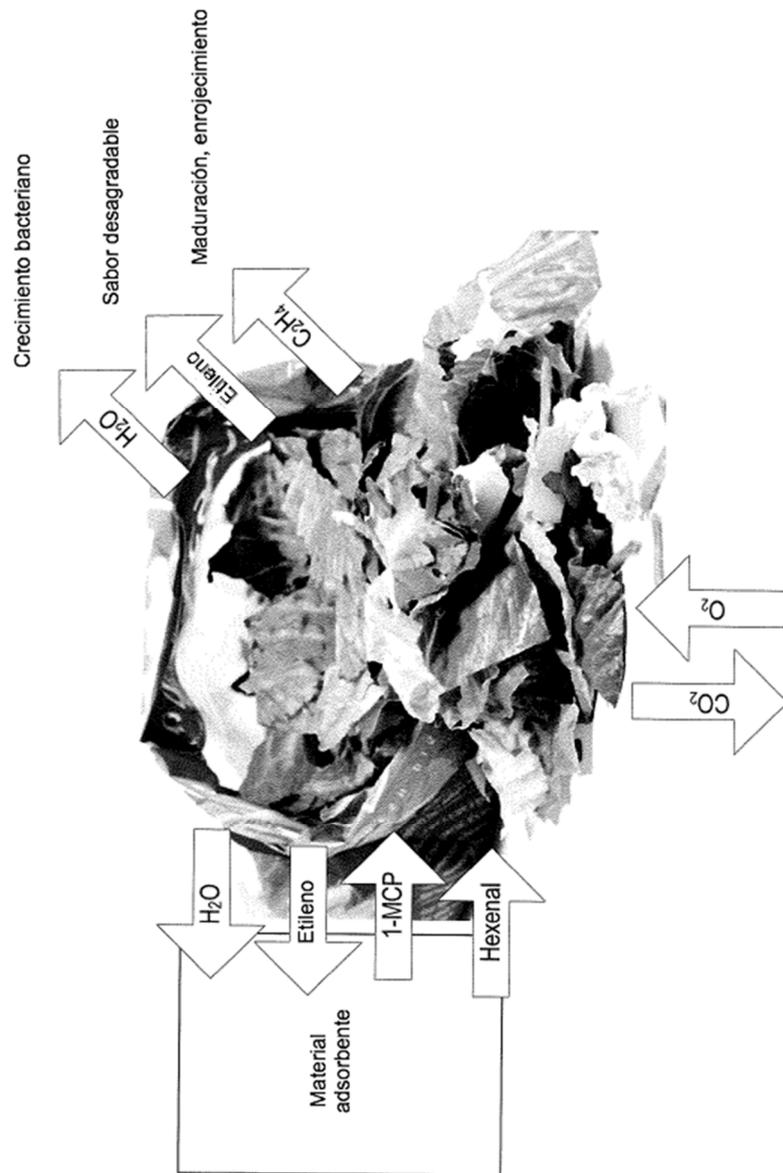


FIGURA 1

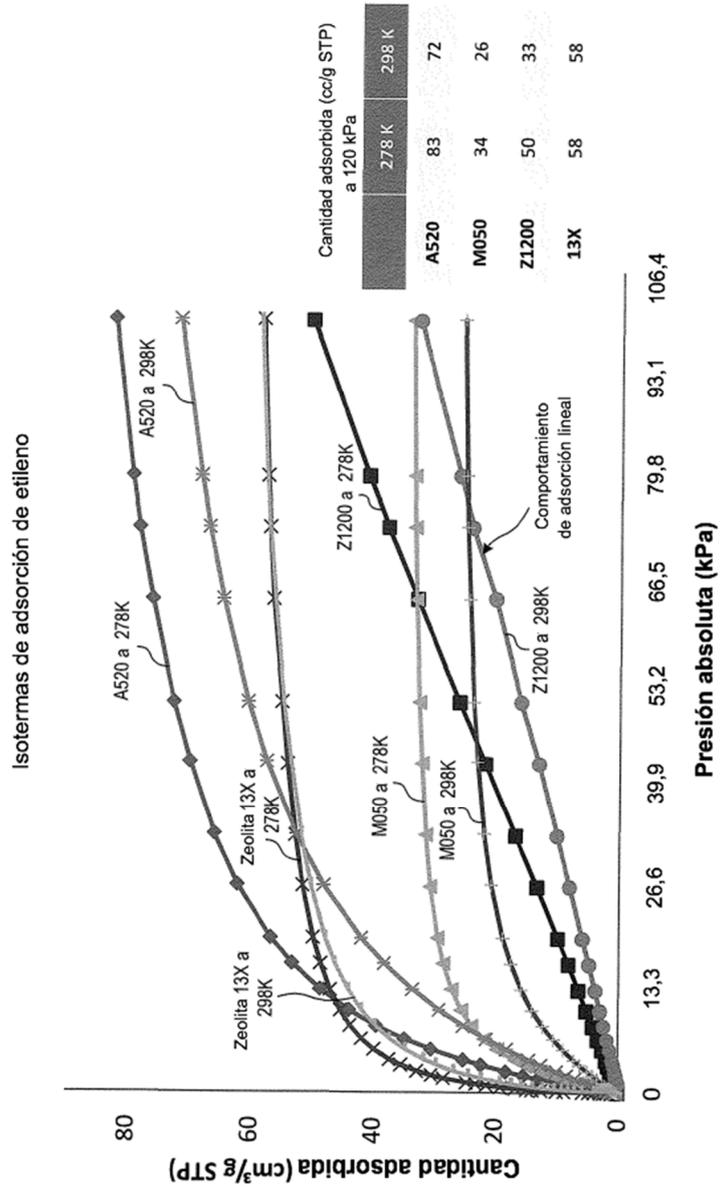


FIGURA 2

Isotermas de adsorción de dióxido de carbono

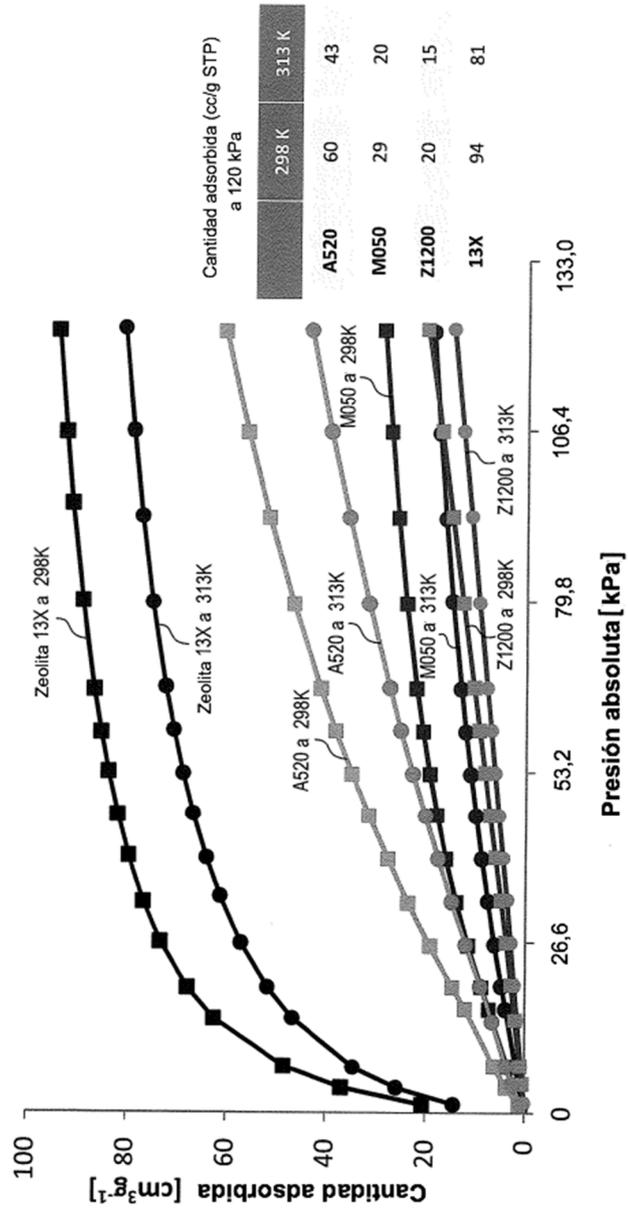


FIGURA 3

Isotermas de adsorción de aire sintético
(20% O₂ y 80% N₂ a 278K)

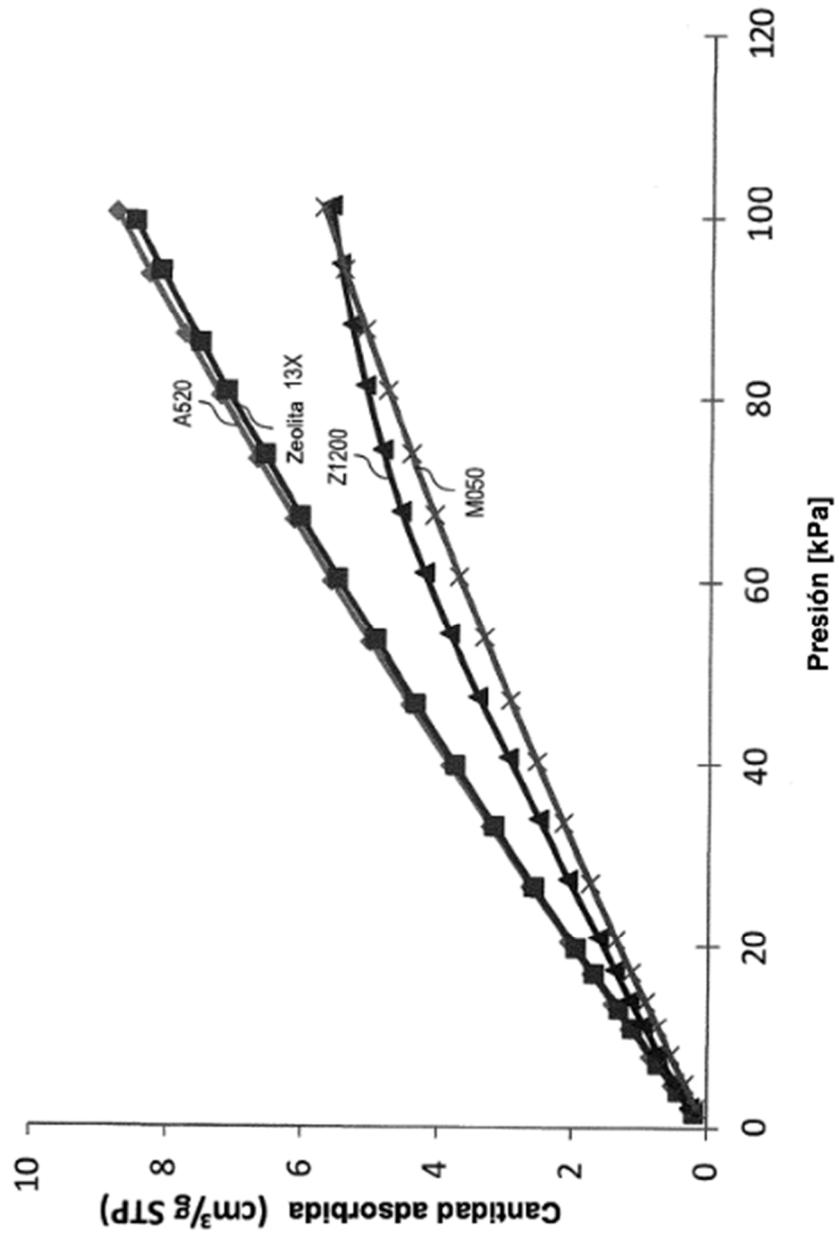


FIGURA 4

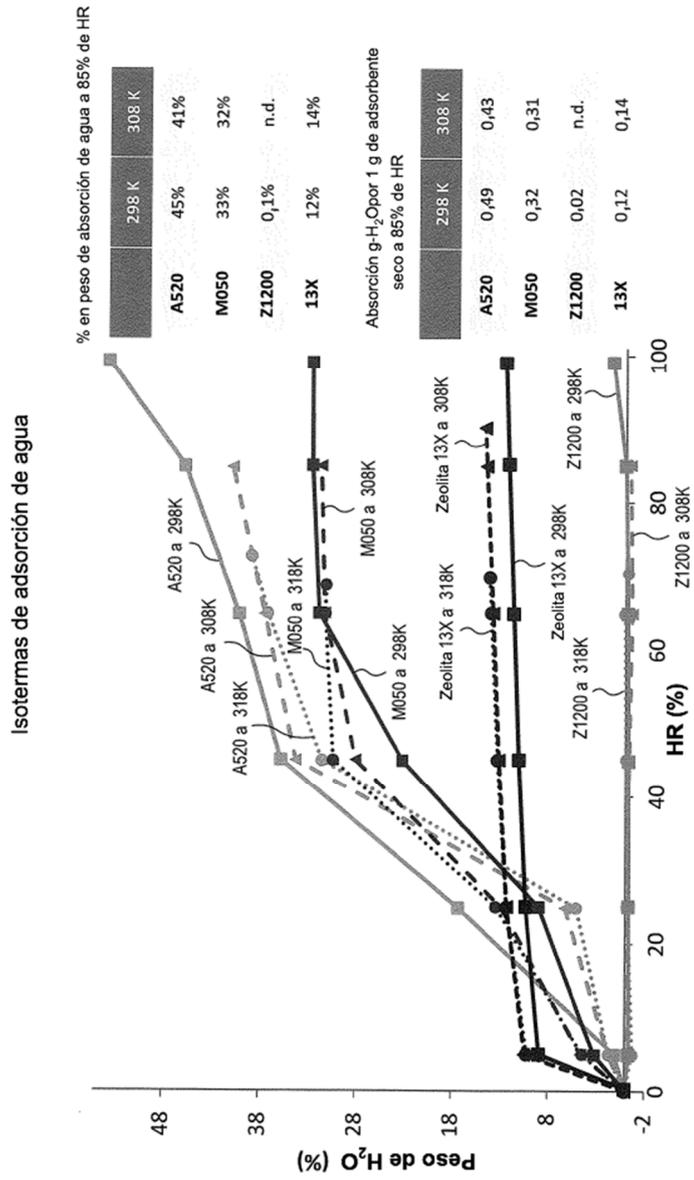


FIGURA 5

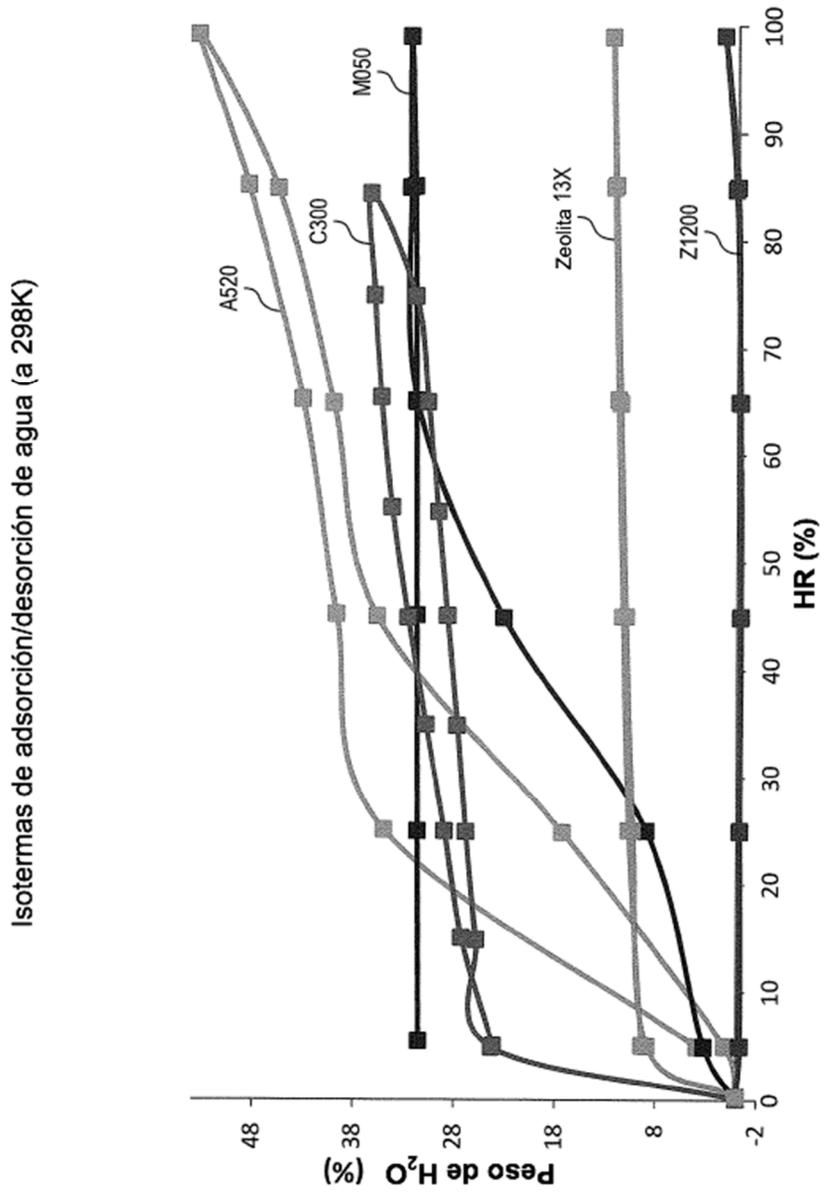


FIGURA 6

Espesor de capa de material adsorbente de 40 μm (húmedo)
sobre OPP (película de polietileno) con espesor de película
de 25 μm



FIGURA 7

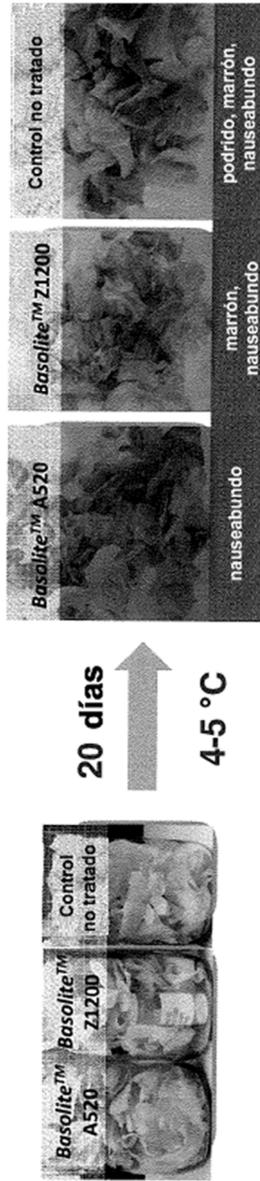


FIGURA 8A

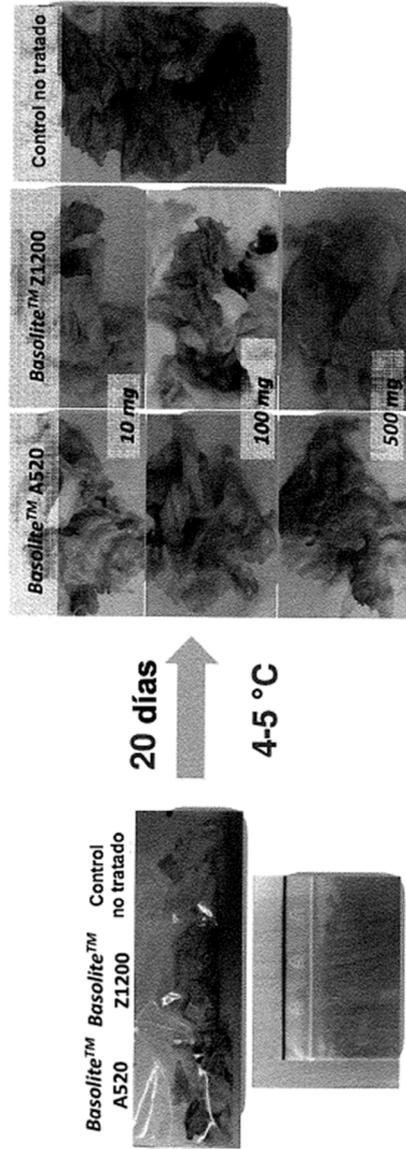
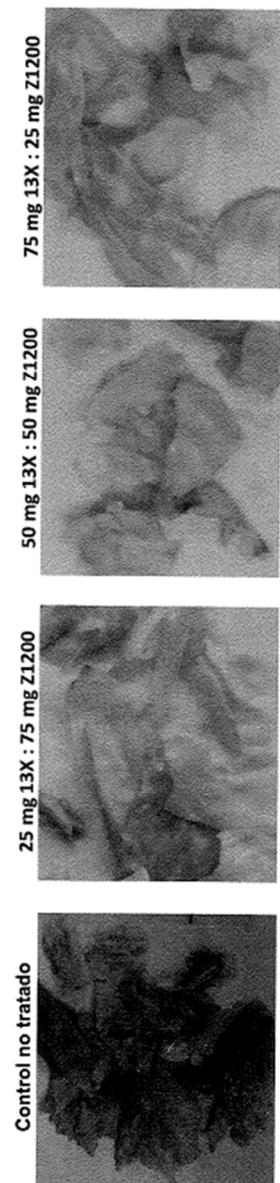
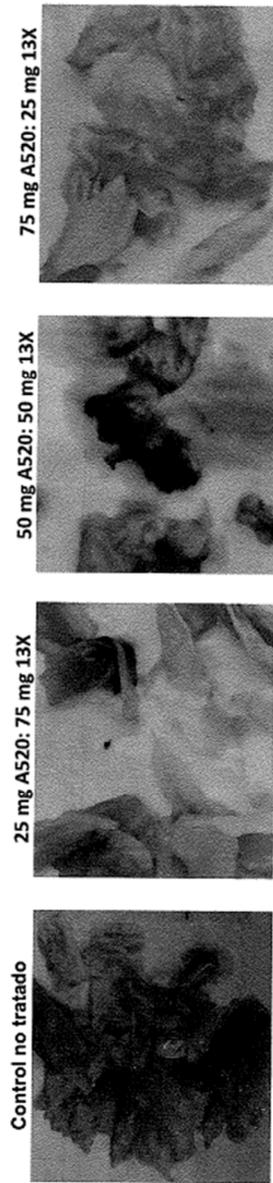
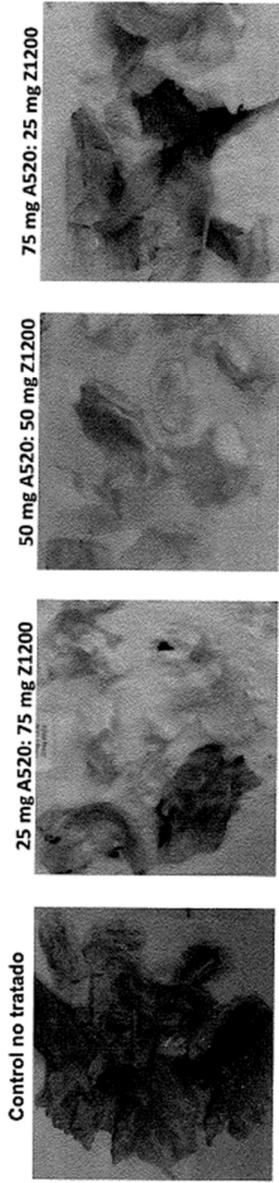


FIGURA 8B



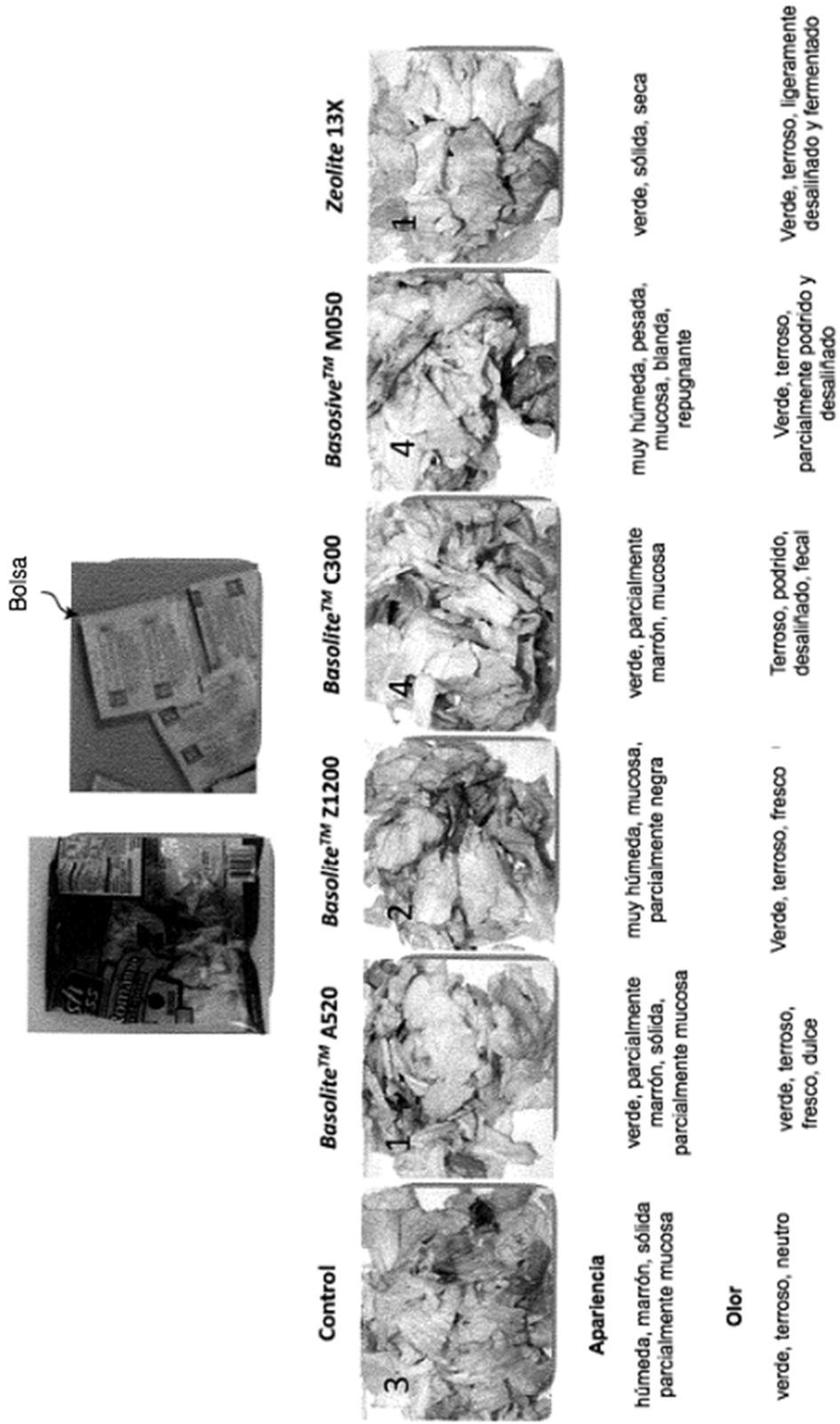


FIGURA 10

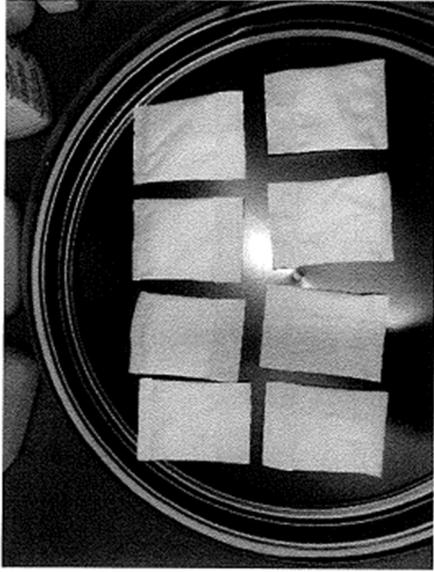


FIGURA 11A

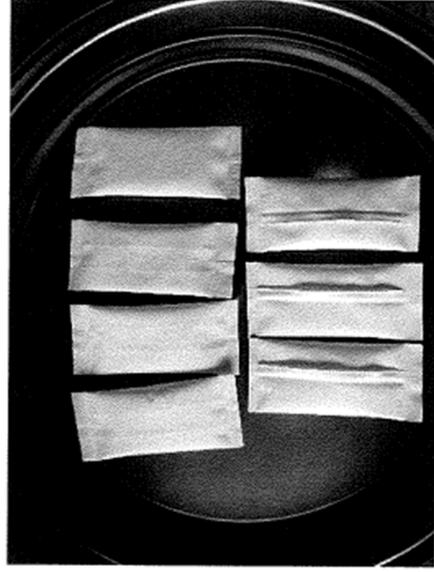
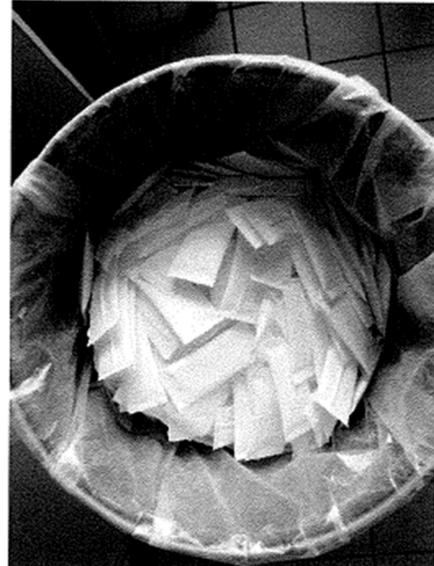
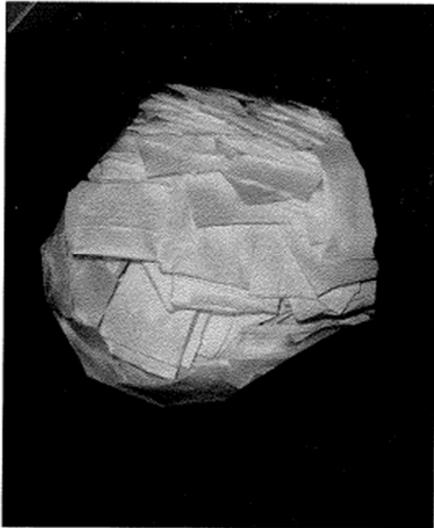


FIGURA 11B



Cinética de absorción de H₂O (97% de HR, temperatura ambiente)

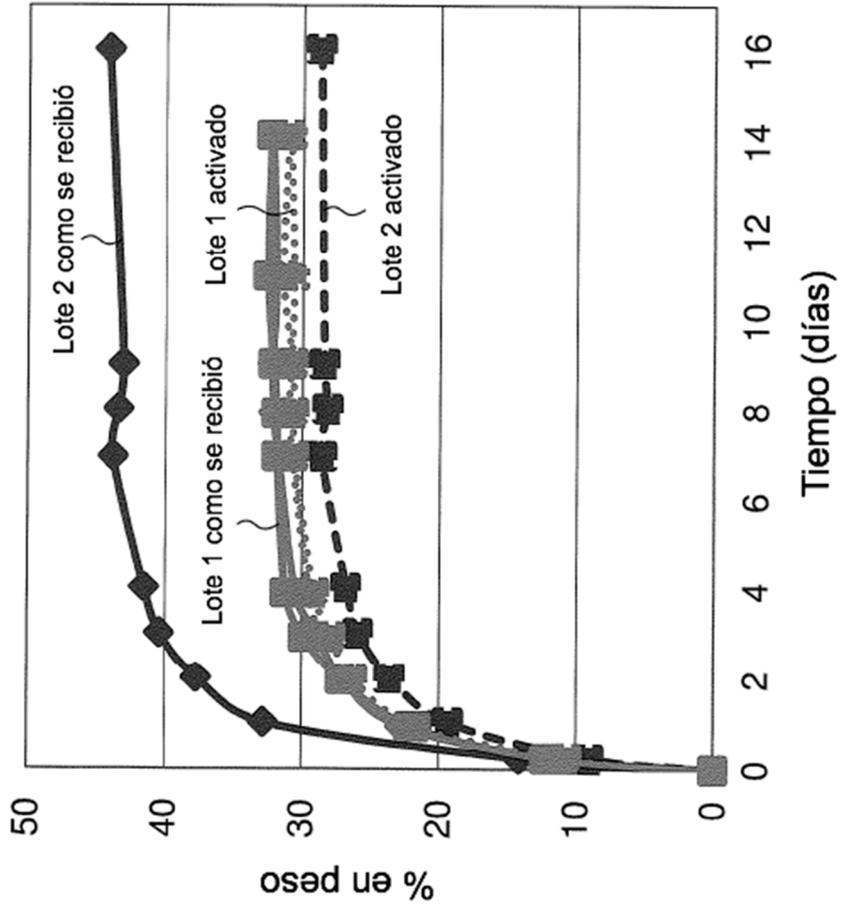


FIGURA 12

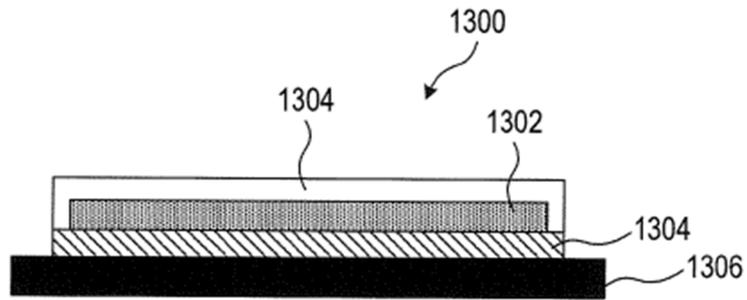


FIGURA 13

Cinética de absorción de H₂O (97% de HR, temperatura ambiente)

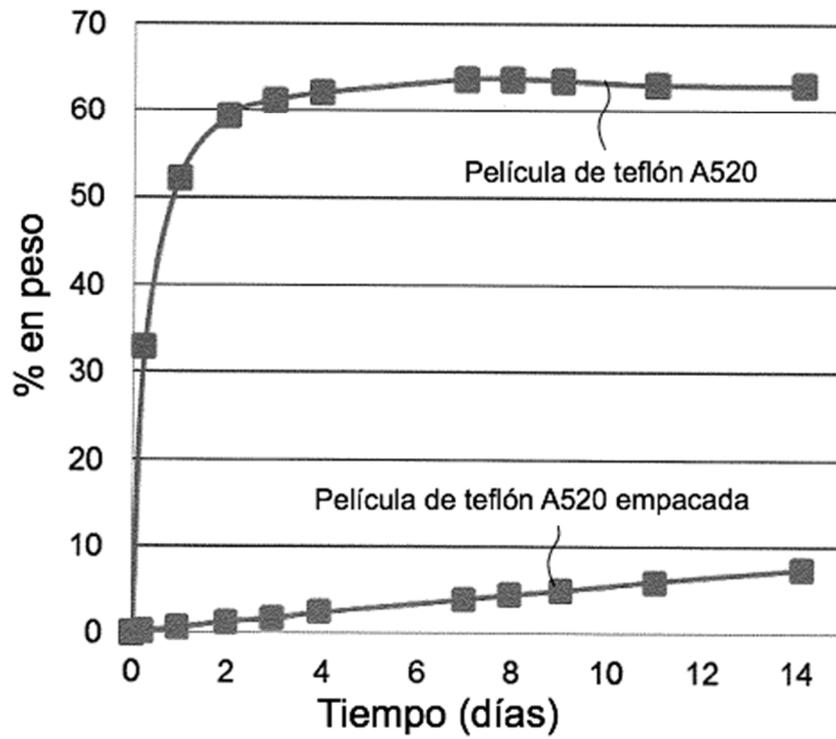


FIGURA 14

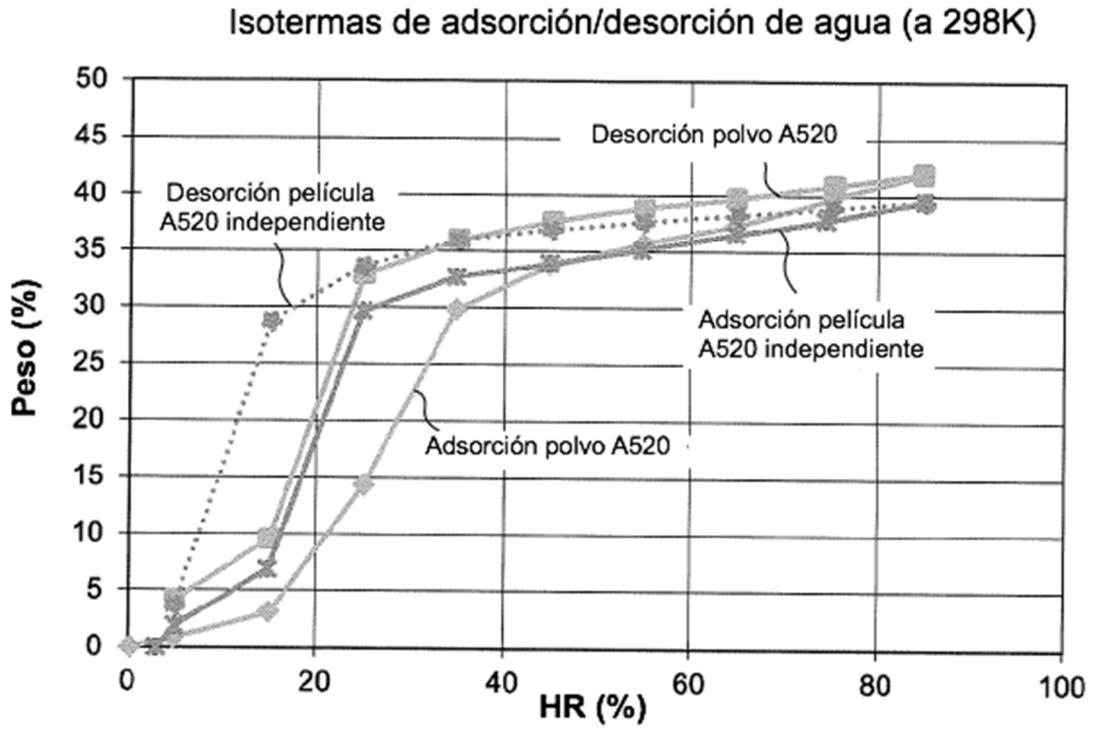


FIGURA 15

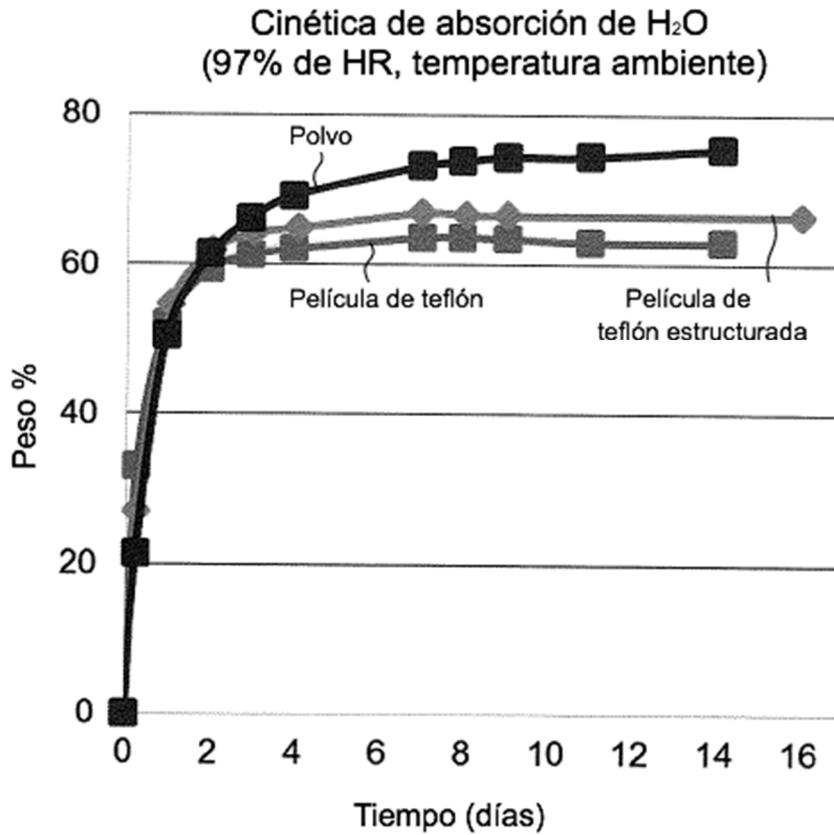


FIGURA 16

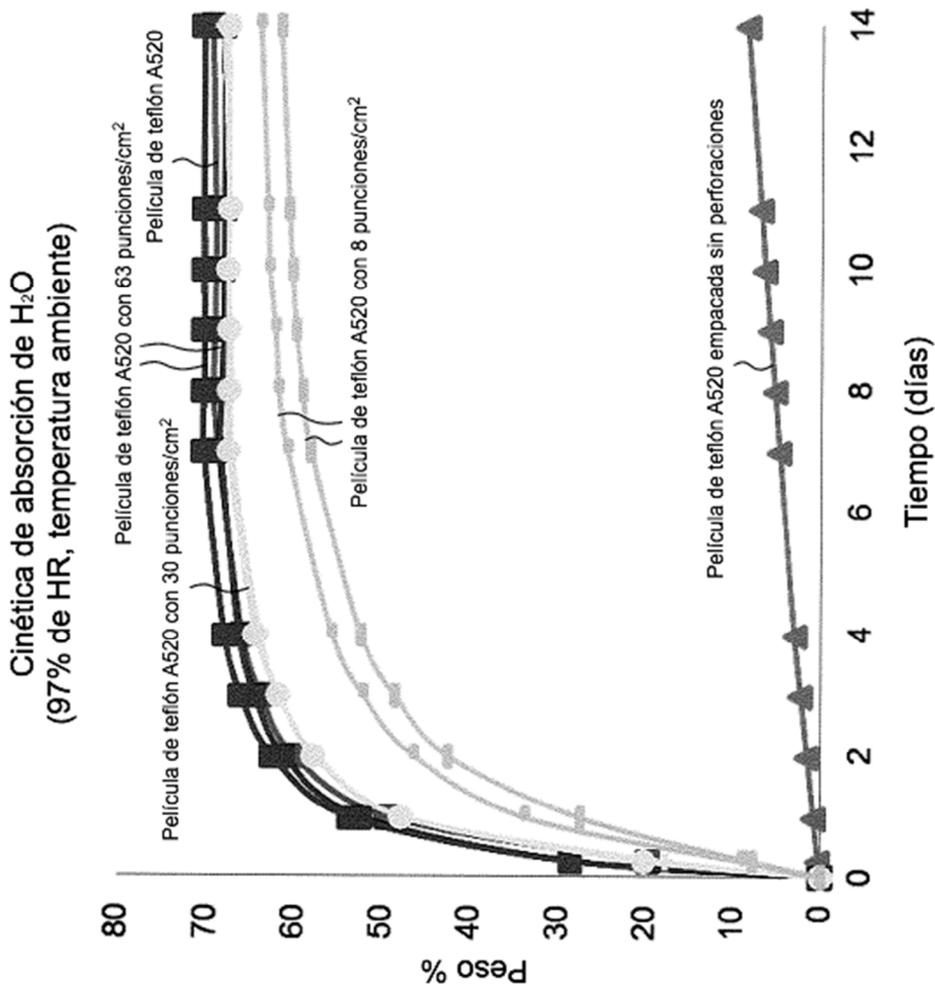


FIGURA 17

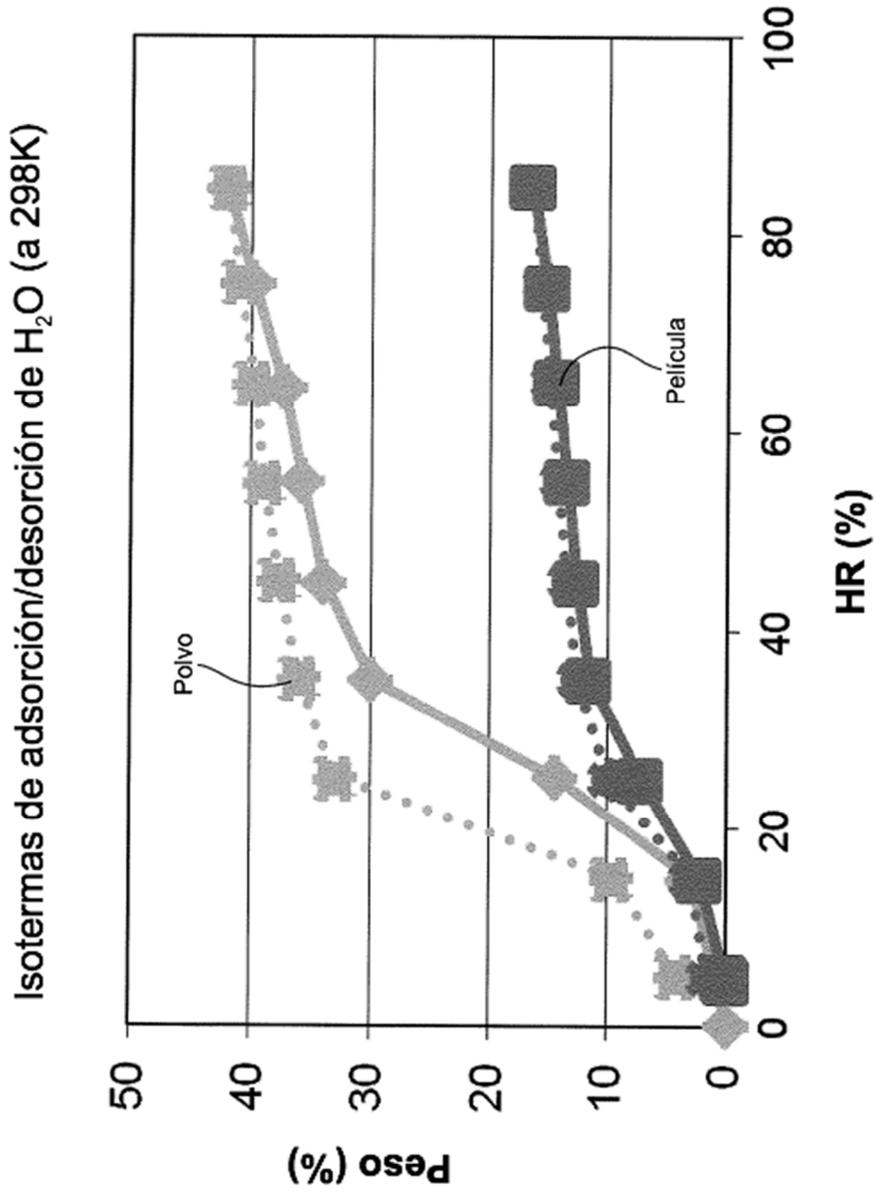


FIGURA 18