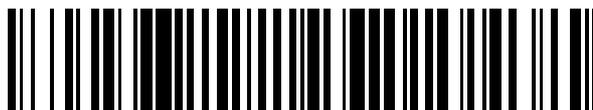


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 459**

51 Int. Cl.:

**C09K 15/00** (2006.01) **B01J 20/28** (2006.01)

**C09C 1/02** (2006.01)

**C08K 9/04** (2006.01)

**A23L 3/3436** (2006.01)

**B01D 53/86** (2006.01)

**B65D 81/26** (2006.01)

**C08K 5/1535** (2006.01)

**B01J 20/04** (2006.01)

**B01D 53/02** (2006.01)

**B01J 20/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2016** **E 16151387 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.10.2018** **EP 3192850**

54 Título: **Uso de un carbonato de calcio tratado en superficie como secuestrante de oxígeno**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**01.03.2019**

73 Titular/es:  
**OMYA INTERNATIONAL AG (100.0%)**  
**Baslerstrasse 42**  
**4665 Oftringen, CH**

72 Inventor/es:  
**RENTSCH, SAMUEL;**  
**WELKER, MATTHIAS y**  
**GANE, PATRICK A. C.**

74 Agente/Representante:  
**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

ES 2 702 459 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

Uso de un carbonato de calcio tratado en superficie como secuestrante de oxígeno

- 5 La presente solicitud se refiere al uso de un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie como secuestrante de oxígeno.

10 Se conocen una gran variedad de métodos, tales como el almacenamiento congelado, almacenamiento en frío, envasado al vacío y envasado en atmósfera inerte para reducir o prevenir la formación y/o el crecimiento de oomicetos, bacterias y organismos superiores, tales como insectos que tienden a perturbar la conservación de los alimentos. Sin embargo, la mayoría de los oomicetos, las bacterias y organismos superiores necesitan oxígeno para su desarrollo y crecimiento. Por lo tanto, un método muy adecuado en aplicaciones alimenticias para evitar que los alimentos se enmohezcan y se pudran es usar secuestrantes o absorbentes de oxígeno para absorber o "capturar" el oxígeno del entorno, por ejemplo, un entorno gaseoso. Por ejemplo, tales secuestrantes de oxígeno se utilizan en aplicaciones alimentarias, especialmente en aplicaciones de envasado de alimentos, con el fin de evitar alimentos como verduras, frutas, carne y pescado, queso o alimentos procesados como pan y pasteles, papas fritas, cacahuets o comidas preparadas se enmohecen y pudren.

20 Otra aplicación es en el campo de la cosmética. Cremas, geles o sueros, pero también maquillaje, polvos etc., se utilizan en el cuerpo o la piel de los humanos. Muchos de los principios activos que se incorporan en ellos pueden ser destruidos por oxidación y, por lo tanto, es deseable que estos cosméticos se envasen y vendan de manera tal que una cantidad relativamente baja de oxígeno entre en contacto con las sustancias activas. Esto es posible si se usan secuestrantes o absorbentes de oxígeno en los cosméticos o en los envases cosméticos para absorber o "capturar" el oxígeno del entorno, por ejemplo, un entorno gaseoso.

25 Otra aplicación es la protección de artículos metálicos envasados. Un problema de los elementos metálicos es la corrosión que es una reacción del metal con un oxidante, tal como oxígeno, que conduce a una oxidación electroquímica del metal, también conocido en el caso del hierro como herrumbre. Por lo tanto, es deseable envasar los elementos metálicos junto con secuestrantes de oxígeno o absorbentes de oxígeno que absorben o "capturan" el oxígeno del entorno de manera que se evite la oxidación del elemento metálico.

30 El experto en la materia conoce diversos materiales que comprenden propiedades de secuestro o adsorción de oxígeno. Por ejemplo, el documento US 4.524.015 se refiere a absorbentes de oxígeno granulares que comprenden al menos un compuesto ascórbico seleccionado de ácido ascórbico, sales de ácido ascórbico y mezclas de los mismos, un carbonato de metal alcalino, un compuesto de hierro, negro de carbón y agua. Los absorbentes de oxígeno granulares se producen mezclando los compuestos y combinándolos, por ejemplo, en una máquina de granulación.

40 El documento EP 1 916 276 se refiere a un material de envasado que comprende componentes protectores de metal que incluyen un inhibidor de la corrosión volátil, un desecante y un secuestrante de oxígeno. El secuestrante de oxígeno puede comprender un triazol, por ejemplo, un benzotriazol.

45 El documento US 2014/0288224 se refiere a composiciones de moldeo termoplásticas reforzadas no fibrosas. Las composiciones comprenden un metal elemental, por ejemplo, hierro, como secuestrante de oxígeno.

El documento US 5 977 212 describe el uso de un material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o un material que comprende carbonato de magnesio como secuestrante de oxígeno; con ascorbato como agente secuestrante de oxígeno.

50 El documento EP 1 550 506 describe el uso de ácido ascórbico, sales de ácido ascórbico, ácido gálico, ácidos grasos insaturados y hierro como secuestrantes de oxígeno en un soporte, es decir, un silicato de calcio.

55 El documento EP 0 320 085 se refiere al secuestrante de oxígeno para agua en ebullición y método de uso. El secuestrante de oxígeno incluye ácido ascórbico neutralizado con dietilaminoetanol.

Sin embargo, no solo es importante que los materiales que se utilizan como secuestrantes de oxígeno sean materiales baratos, no tóxicos y fáciles de obtener, pero también tienen que proporcionar una secuestrante de oxígeno (O<sub>2</sub>) altamente eficiente.

60 A la vista de lo anterior, existe una necesidad continua de materiales que puedan usarse como secuestrantes de oxígeno que tengan propiedades mejoradas en comparación con los materiales de la técnica anterior que ya se usan como secuestrantes de oxígeno.

65 Por consiguiente, Es un objeto proporcionar materiales que se pueden usar como secuestrantes de oxígeno que proporcionan un secuestro de oxígeno (O<sub>2</sub>) altamente eficiente. Especialmente, Es un objeto proporcionar materiales que puedan usarse como secuestrantes de oxígeno que proporcionen una mejora del secuestro de oxígeno (O<sub>2</sub>) en

comparación con los materiales secuestrantes de oxígeno ya conocidos.

También es un objeto proporcionar materiales que puedan usarse como secuestrantes de oxígeno que no sean tóxicos y puedan manipularse fácilmente.

5 También es un objeto proporcionar materiales que puedan usarse como secuestrantes de oxígeno que proporcionen un efecto de secuestro de oxígeno (O<sub>2</sub>) de larga duración y/o sean capaces de eliminar una gran cantidad de oxígeno del entorno por unidad de adición del secuestrante. Otro objeto es proporcionar materiales con alta eficiencia de secuestro de oxígeno. Otro objeto es reducir la cantidad de material activo necesario para lograr una buena actividad de secuestro de oxígeno.

10 El objeto anterior y otros objetos se resuelven mediante la materia objeto tal como se define en el presente documento en la reivindicación independiente.

15 Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un uso de un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie como secuestrante de oxígeno; donde el agente de tratamiento de superficie se selecciona del grupo que consiste en ácido ascórbico y/o sales del mismo, ácido gálico y/o sales del mismo, ácidos grasos insaturados y/o sales de los mismos, hierro elemental, sales de hierro (II) y óxidos que comprenden hierro (II), óxidos que comprenden hierro (II, III) y mezclas de los mismos; y  
20 donde el peso total del agente de tratamiento de superficie sobre el área de superficie total de al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio es de 0,01 a 40 mg/m<sup>2</sup>, basado en el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

25 Las realizaciones ventajosas se definen en las subreivindicaciones correspondientes.

De acuerdo con una realización, el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio se selecciona del grupo que consiste en carbonato de calcio molido, preferentemente mármol, caliza y/o tiza, carbonato de calcio precipitado, preferentemente, vaterita, calcita y/o aragonita, dolomita y sus mezclas, más preferentemente, el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio se selecciona del grupo que consiste en mármol dolomítico, mármol magnésítico, piedra caliza, tiza y mezclas de los mismos, y, lo más preferentemente, el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio es carbonato de calcio molido.

35 De acuerdo con una realización, el área de superficie específica (BET) del al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio es de 0,5 a 150 m<sup>2</sup>/g, preferentemente de 1 a 60 m<sup>2</sup>/g y, más preferentemente, de 1,5 a 15 m<sup>2</sup>/g, medido utilizando nitrógeno y el método BET según ISO 9277: 2010.

40 De acuerdo con una realización, el peso total del agente de tratamiento de superficie en el área de superficie total de al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie es de 0,1 a 40 mg/m<sup>2</sup>, preferentemente de 0,5 a 20 mg/m<sup>2</sup> y, más preferentemente, de 0,7 a 15 mg/m<sup>2</sup>, basado en el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

45 De acuerdo con una realización, la susceptibilidad a la captación de humedad del material de carbonato de calcio tratado en la superficie y/o material que comprende carbonato de magnesio es de 0,05 a 20 mg/g, preferentemente de 0,1 a 15 mg/g, y, más preferentemente, de 0,2 a 10 mg/g.

50 De acuerdo con una realización, el ácido graso insaturado se selecciona del grupo que consiste en ácido oleico, ácido linoleico, ácido linolénico, ácido crotónico, ácido miristoleico, ácido palmitoleico, ácido sapiénico, ácido elaídico, ácido vaccénico, ácido gadoleico, ácido erúcido, ácido nervónico, ácido ecosadienoico, ácido docosadienoico, ácido pinoleico, ácido eleosteárico, ácido de Mead, ácido dihomo-γ-linolénico, ácido eicosatrienoico, ácido estearidónico, ácido araquidónico, ácido eicosatetraenoico, ácido adrenico, ácido  
55 boseopentaenoico, ácido eicosapentaenoico, ácido ozubondo, ácido de sardina, ácido tetracosanolpentaenoico, de ácido docosahexaenoico, ácido de arenque, sales de estos ácidos y mezclas de los mismos, preferentemente, el ácido graso insaturado es ácido oleico o ácido linoleico.

60 De acuerdo con una realización, el hierro es un polvo de partículas de hierro que tiene un tamaño de partícula mediano en volumen  $d_{50}$  que varía de 5 nm a 10 μm, preferentemente entre 10 nm a 2 μm y, más preferentemente, de 30 nm a 500 nm.

65 De acuerdo con una realización, el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio se trata adicionalmente con otro aditivo, preferentemente con un dispersante, por ejemplo, un dispersante de poliacrilato, un aglutinante y/o un agente activador, más preferentemente, con un aglutinante y/o un agente de activación.

De acuerdo con una realización, el volumen total de oxígeno reaccionado por gramo de agente de tratamiento de superficie está en el intervalo de 0,01 a 10 ml por gramo de agente de tratamiento de superficie por día y, preferentemente, en el intervalo de 0,1 a 8 ml por gramo de agente de tratamiento de superficie por día y, más preferentemente, en el intervalo de 0,4 a 6 ml por gramo de agente de tratamiento de superficie por día, donde la reacción con oxígeno se lleva a cabo con 500 g de material de carbonato de calcio tratado en la superficie y/o material que comprende carbonato de magnesio en un desecador cerrado con un volumen de 7 l lleno de aire a presión normal.

De acuerdo con una realización, el material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o material que comprende carbonato de magnesio comprende además al menos un agente suplementario que es un agente hidrofobizante, que cubre al menos parcialmente el material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o el material de carbonato de magnesio, donde el peso total de al menos un agente hidrofobizante en el área de superficie total del material tratado en la superficie es de 0,001 a 10 mg/m<sup>2</sup>, preferentemente, de 0,001 a 9 mg/m<sup>2</sup>, más preferentemente de 0,01 a 8 mg/m<sup>2</sup>, y, lo más preferentemente, de 0,1 a 4 mg/m<sup>2</sup>, basado en el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

De acuerdo con una realización, el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie comprende al menos un agente suplementario que es un agente hidrofobizante seleccionado del grupo que consiste en un ácido carboxílico alifático que tiene una cantidad total de átomos de carbono de C<sub>4</sub> a C<sub>24</sub> y/o productos de reacción de los mismos, un anhídrido succínico monosustituido que consiste en anhídrido succínico monosustituido con un grupo seleccionado de un grupo lineal, ramificado, alifático y cíclico que tiene una cantidad total de átomos de carbono de al menos C<sub>2</sub> a C<sub>30</sub> en el sustituyente y/o productos de reacción del mismo, una mezcla de éster de ácido fosfórico de uno o más monoésteres de ácido fosfórico y/o productos de reacción de los mismos y uno o más diésteres de ácido fosfórico y/o productos de reacción de los mismos, polihidrogensiloxano y productos de reacción de los mismos, un aceite de silicona inerte, preferentemente polidimetilsiloxano y mezclas del mismo.

De acuerdo con una realización, el material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o el material que comprende carbonato de magnesio se usan como secuestrante de oxígeno en composiciones poliméricas, recubrimientos, preferentemente, recubrimientos de polímero o papel, más preferentemente, recubrimientos de papel, aplicaciones alimentarias, filtros y/o aplicaciones cosméticas, preferentemente en aplicaciones alimentarias y, más preferentemente, en aplicaciones de envasado de alimentos.

Debe entenderse que para los fines de la presente invención, los siguientes términos tienen el siguiente significado.

Un "material que comprende carbonato de calcio" en el sentido de la presente invención se refiere a un material que es una fuente de carbonato de calcio y se selecciona preferentemente de carbonato de calcio molido, carbonato de calcio precipitado, dolomita y sus mezclas. El "material que comprende carbonato de calcio" de la presente invención no es un "carbonato de calcio reaccionado en la superficie" que se define como un producto de reacción de carbonato de calcio molido natural o carbonato de calcio precipitado con dióxido de carbono y uno o más donantes de ion H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, donde el dióxido de carbono se forma *in situ* por el tratamiento de los donantes de iones H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> y/o se suministra desde una fuente externa. Un donante de iones de H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> es un ácido de Bronsted y/o una sal de ácido.

Un "material que comprende carbonato de magnesio" en el sentido de la presente invención se refiere a un material que es una fuente de carbonato de magnesio.

"Carbonato de calcio molido" (CCM) en el sentido de la presente invención es un carbonato de calcio obtenido de fuentes naturales, tales como caliza, mármol o tiza, y se procesa a través de un tratamiento húmedo y/o seco, tal como molienda, cribado y/o fraccionamiento, por ejemplo, por un ciclón o clasificador.

"Carbonato de calcio precipitado" (CCP) en el significado de la presente invención es un material sintetizado, obtenido generalmente mediante precipitación tras una reacción de dióxido de carbono e hidróxido de calcio (cal hidratada) en un entorno acuoso o mediante precipitación de una fuente de calcio y un carbonato en agua. Adicionalmente, el carbonato de calcio precipitado puede ser también el producto de introducir sales de calcio y carbonato, cloruro de calcio y carbonato de sodio, por ejemplo, en un entorno acuoso. CCP puede tener una forma cristalina vaterítica, calcítica o aragonítica. Los CCP se describen, por ejemplo, en el documento EP 2 447 213 A1, documento EP 2 524 898 A1, documento EP 2 371 766 A1, documento EP 2 840 065 A1 o documento WO 2013/142473 A1.

El término material "seco" o "desecado" se entiende como un material que tiene entre 0,001 y 20 % en peso de agua, basado en el peso total del material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o el peso del material que comprende carbonato de magnesio. El % de agua (igual al "contenido de humedad") se determina gravimétricamente. "Secado" en el sentido de la presente invención significa que se realiza calentamiento hasta que el contenido de humedad del material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o el material que contiene carbonato de magnesio esté en el intervalo de 0,001 a 20 % en peso, basado en el peso total del material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o el peso del material que comprende carbonato de

magnesio.

El "tamaño de partícula" de los materiales particulados, por ejemplo, el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio en el presente documento se describe por su distribución de los tamaños de partícula  $d_x$ . En la misma, el valor  $d_x$  representa el diámetro con respecto al cual  $x$  % en peso de las partículas tienen diámetros inferiores a  $d_x$ . Esto significa que, por ejemplo, el valor  $d_{20}$  es el tamaño de partícula en el que el 20 % en peso de todas las partículas son más pequeñas que ese tamaño de partícula. El valor  $d_{50}$  es, por lo tanto, la mediana del tamaño de partícula en peso, es decir, el 50 % en peso de todos los granos son mayores y el 50 % en peso restante son más pequeños que este tamaño de partícula. Para los fines de la presente invención, el tamaño de partícula se especifica como la mediana del tamaño de partícula en peso,  $d_{50}$ , salvo que se indique lo contrario. El valor  $d_{98}$  es el tamaño de partícula en el que el 98 % en peso de todas las partículas son más pequeñas que ese tamaño de partícula. Los tamaños de partícula se determinaron utilizando un instrumento Sedigraph™ 5100 o 5120 de Micromeritics Instrument Corporation. El método y el instrumento son conocidos por las personas expertas y se utilizan habitualmente para determinar el tamaño de partículas de las cargas y los pigmentos. Las mediciones se llevaron a cabo en una solución acuosa de 0,1 % en peso de  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ . Las muestras se dispersaron utilizando un agitador de alta velocidad y se sometieron a ultrasonidos.

La mediana del diámetro de grano en volumen  $d_{50}$  se evaluó utilizando un sistema de difracción láser Malvern Mastersizer 2000. El valor  $d_{50}$  o  $d_{98}$ , medido utilizando un sistema de difracción láser Malvern Mastersizer 2000, indica un valor de diámetro tal que el 50 % o el 98 % por volumen, respectivamente, de las partículas tienen un diámetro inferior a este valor. Los datos en bruto obtenidos mediante la medición se analizan utilizando la teoría de Mie, con un índice de refracción de partículas de 1,57 y un índice de absorción de 0,005.

Un "área de superficie específica (ASE)" de un material que comprende carbonato de calcio y/o material de carbonato de magnesio en el significado de la presente invención se define como el área de superficie del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio dividido por su masa. Tal como se utiliza en el presente documento, el área superficial específica se mide mediante adsorción de gas nitrógeno usando la isoterma BET (ISO 9277:2010) y se especifica en  $\text{m}^2/\text{g}$ .

El término "área superficial" o "superficie exterior" en el sentido de la presente invención se refiere a la superficie del material que comprende carbonato de calcio y/o partícula de material que contiene carbonato de magnesio que es accesible para el nitrógeno como se usa para medir la BET de acuerdo con la norma ISO 9277:2010. A este respecto, debe observarse que la cantidad de agente de tratamiento de superficie según la reivindicación 1 requerida para la saturación total del área de superficie se define como una concentración de monocapa. Por lo tanto, se pueden elegir concentraciones más altas formando estructuras de dos capas o de varias capas sobre la superficie de la partícula de material que comprende carbonato de calcio.

Para el fin de la presente invención, el término "viscosidad" o "viscosidad Brookfield" se refiere a la viscosidad Brookfield. La viscosidad Brookfield para este propósito se mide con un viscosímetro Brookfield DV-III Ultra a  $24\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$  a 100 rpm utilizando un husillo apropiado del conjunto de ejes de Brookfield RV y se especifica en mPas. Una vez insertado el husillo en la muestra, la medición se inicia con una velocidad de rotación constante de 100 rpm. Los valores de la viscosidad Brookfield informados son los valores mostrados 60 segundos después del inicio de la medición. Basado en su conocimiento técnico, el experto seleccionará un husillo del conjunto de husillos RV Brookfield que sea adecuado para el intervalo de viscosidad a medir. Por ejemplo, para un intervalo de viscosidad entre 200 y 800 mPas el husillo número 3 se puede usar, para un intervalo de viscosidad entre 400 y 1.600 mPas, se puede usar el número de husillo 4, para un intervalo de viscosidad entre 800 y 3.200 mPas, puede usarse el husillo número 5, para un intervalo de viscosidad entre 1.000 y 2.000 000 mPas, puede utilizarse el número de husillo 6 y, para un intervalo de viscosidad entre 4.000 y 8.000 000 mPas, puede utilizarse el número de husillo 7.

Para el fin de la presente solicitud, los materiales "insolubles en agua" se definen como materiales que, cuando 100 g de dicho material se mezclan con 100 g de agua desionizada y se filtran en un filtro que tiene un tamaño de poro de  $0,2\ \mu\text{m}$  a  $20\text{ °C}$  para recuperar el filtrado líquido, proporcionar menos de o igual a 0,1 g de material sólido recuperado después de la evaporación a 95 a  $100\text{ °C}$  de 100 g de dicho filtrado líquido a presión ambiente. Los materiales "solubles en agua" se definen como materiales que, cuando 100 g de dicho material se mezclan con 100 g de agua desionizada y se filtran en un filtro que tiene un tamaño de poro de  $0,2\ \mu\text{m}$  a  $20\text{ °C}$  para recuperar el filtrado líquido, proporcionan más de 0,1 g de material sólido recuperado después de la evaporación a 95 a  $100\text{ °C}$  de 100 g de dicho filtrado líquido a presión ambiente.

Una "suspensión" o "pasta" en el sentido de la presente invención comprende sólidos insolubles y un disolvente o líquido, preferentemente agua y, opcionalmente, aditivos adicionales, y, habitualmente, contiene grandes cantidades de sólidos y, por tanto, es más viscoso y puede tener mayor densidad que el líquido a partir del cual se forma.

El término "agente de tratamiento de superficie" según la presente invención es un agente que se usa para tratar la superficie de al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio. El agente de tratamiento de superficie de la presente invención se selecciona del grupo que consiste en ácido ascórbico y/o sales del mismo, ácido gálico y/o sales del mismo, ácidos grasos insaturados y/o sales de los

mismos, hierro elemental, sales de hierro (II) y óxidos que comprenden hierro (II), óxidos que compren hierro (II, III) y mezclas de los mismos.

5 Un "material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie" en la esencia de la presente invención comprende al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio que se ha puesto en contacto con al menos un agente de tratamiento de superficie de acuerdo con la presente invención, tal como para obtener una capa de tratamiento situada en al menos una parte de la superficie del material de carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio. Por consiguiente, la expresión "capa de tratamiento" se refiere a una capa que comprende el agente de tratamiento de superficie y productos de reacción del mismo en al menos una parte de la superficie del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio. Las expresiones "productos de reacción" en el sentido de la presente invención se refiere a productos obtenidos al poner en contacto el al menos un material de carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio con al menos un agente de tratamiento de superficie de acuerdo con la presente invención.

15 Un "secuestrante de oxígeno" o "absorbente de oxígeno" según la presente invención puede absorber o "capturar" oxígeno de la atmósfera circundante.

20 El término "absorbente" de acuerdo con la presente invención se refiere a la capacidad de "secuestrar" y mantener la retención del material secuestrado a lo largo del tiempo en aislamiento, ser independiente de cualquier mecanismo de gradiente de concentración de material y dependiente solo de la saturación de absorción. El término "absorción" en el contexto de la presente invención incluye los mecanismos fisicoquímicos de absorción y adsorción.

25 El término "sólido" de acuerdo con la presente invención se refiere a un material que es sólido a temperatura y presión ambiente estándar (SATP) que se refiere a una temperatura de 298,15 K (25 °C) y una presión absoluta de exactamente 100.000 Pa (1 bar, 14,5 psi, 0,98692 atm). El sólido puede estar en forma de polvo, comprimido, gránulos, copos etc.

30 La expresión "presión ambiental" de acuerdo con la presente invención se refiere a la presión de temperatura ambiente estándar (SATP) que se refiere a una presión absoluta de exactamente 100.000 Pa (1 bar, 14,5 psi, 0,98692 atm). La expresión "presión reducida" se refiere a una presión por debajo de la "presión ambiente".

35 Cuando la expresión "que comprende" se usa en la presente descripción y en las reivindicaciones, no excluye otros elementos no especificados de mayor o menor importancia funcional. Para los fines de la presente invención, la expresión "que consiste en" se considera una realización preferida de la expresión "que comprende". Si en lo sucesivo se define que un grupo comprende al menos un cierto número de realizaciones, también debe entenderse que desvela un grupo, que consiste, preferentemente, solo en estas realizaciones.

40 Siempre que se usen las expresiones "que incluye" o "que tiene", se entiende que estas expresiones son equivalentes a "que comprende", tal como se ha definido anteriormente.

Cuando se usa un artículo indefinido o definido en referencia a un nombre en singular, por ejemplo, "un", "una" o "el", "la", esto incluye el plural de este sustantivo salvo que se especifique algo más.

45 Los términos como "obtenible" o "definible" y "obtenido" o "definido" se usan de forma indistinta. Esto, por ejemplo, significa que, salvo que el contexto indique claramente otra cosa, el término "obtenido" no significa indicar que, por ejemplo, una realización debe obtenerse mediante, por ejemplo, la secuencia de etapas que sigue al término "obtenido", aunque una comprensión tan limitada siempre se incluye en los términos "obtenido" o "definido" como una realización preferida.

50 Según la presente invención, se ha descubierto que un material que comprende carbonato de calcio y/o un material que comprende carbonato de magnesio, que ha sido tratado en la superficie de cierta manera, puede utilizarse como secuestrante de oxígeno. Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, se proporciona el uso de un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie como secuestrante de oxígeno, donde el agente de tratamiento de superficie se selecciona del grupo que consiste en ácido ascórbico y/o sales del mismo, ácido gálico y/o sales del mismo, ácidos grasos insaturados y/o sales de los mismos, hierro elemental, sales de hierro (II) y óxidos que comprenden hierro (II), óxidos que compren hierro (II, III) y mezclas de los mismos; y donde el peso total del agente de tratamiento de superficie sobre el área de superficie total de al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio es de 0,01 a 40 mg/m<sup>2</sup>, basado en el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

65 A continuación, se detallarán los detalles y las realizaciones preferidas del uso de la invención del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie como secuestrante de oxígeno.

5 El material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie usado de acuerdo con la presente invención es un material que comprende carbonato de calcio y/o material de carbonato de magnesio que se ha tratado en la superficie con un agente de tratamiento de superficie. A continuación, se definirán con más detalle el material de carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio, así como el agente de tratamiento de superficie.

El material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio

10 De acuerdo con una realización, el material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o el material que comprende carbonato de magnesio comprende al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

15 La expresión "al menos un" material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio significa que uno o más, por ejemplo, dos o tres materiales que comprenden carbonato de calcio y/o materiales que comprenden carbonato de magnesio pueden estar presentes en el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie. De acuerdo con una realización preferida, solo un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio está presente en el material de carbonato de calcio tratado en la superficie y/o material que comprende carbonato de magnesio.

20 De acuerdo con una realización, el "material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio" puede ser un material mineral o un material sintético que tiene un contenido de carbonato de calcio y/o magnesio de al menos 30 % en peso, preferentemente, 40 % en peso, más preferentemente 50 % en peso, incluso más preferentemente 75 % en peso, incluso más preferentemente 90 % en peso y, lo más preferentemente, 95 % en peso, basado en el peso seco total del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

30 De acuerdo con una realización, el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie comprende un material que comprende carbonato de calcio y magnesio. De acuerdo con otra realización de la presente invención, el material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o el material que comprende carbonato de magnesio comprende un material que comprende carbonato de calcio. De acuerdo con otra realización, el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie comprende un material que comprende carbonato de magnesio.

35 De acuerdo con una realización, el al menos un material que comprende carbonato de calcio consiste en carbonato de calcio. De acuerdo con una realización preferida, el al menos un material que comprende carbonato de calcio consiste en carbonato de calcio.

40 El al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio está, preferentemente, en forma de un material en partículas.

45 De acuerdo con una realización, el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tiene un valor de  $d_{50}$  de tamaño de partícula mediano en peso en el intervalo de 0,1 a 7  $\mu\text{m}$ . Por ejemplo, el al menos un material que comprende carbonato de calcio tiene un tamaño de partícula mediano en peso  $d_{50}$  de 0,25  $\mu\text{m}$  a 5  $\mu\text{m}$  y, preferentemente, de 0,7  $\mu\text{m}$  a 4  $\mu\text{m}$ .

50 De acuerdo con una realización, el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio puede tener un corte superior ( $d_{98}$ ) de  $\leq 15 \mu\text{m}$ . Por ejemplo, el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio puede tener un corte superior ( $d_{98}$ ) de  $\leq 12,5 \mu\text{m}$ , preferentemente, de  $\leq 10 \mu\text{m}$  y, lo más preferentemente, de  $\leq 7,5 \mu\text{m}$ .

55 De acuerdo con otra realización, el área superficial específica del material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio de 0,5 a 150  $\text{m}^2/\text{g}$ , preferentemente de 1 a 60  $\text{m}^2/\text{g}$  y, lo más preferentemente, de 1,5 a 15  $\text{m}^2/\text{g}$ , medido utilizando nitrógeno y el método BET según ISO 9277: 2010.

60 De acuerdo con una realización preferida, el material que comprende carbonato de calcio y/o el material de carbonato de magnesio se selecciona del grupo que consiste en carbonato de calcio molido, preferentemente mármol, caliza y/o tiza, carbonato de calcio precipitado, preferentemente, vaterita, calcita y/o aragonita, dolomita y sus mezclas, más preferentemente, el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio se selecciona del grupo que consiste en mármol dolomítico, mármol magnesítico, piedra caliza, tiza y mezclas de los mismos, y, lo más preferentemente, el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio es carbonato de calcio molido.

65 Se entiende que el carbonato de calcio natural o molido (CCM) se fabrica a partir de una forma de origen natural de carbonato de calcio, extraídos de rocas sedimentarias, tales como piedra caliza o tiza, o de rocas de mármol

metamórficas, cáscaras de huevo o conchas marinas. Se sabe que el carbonato de calcio existe como tres tipos de polimorfos cristalinos: calcita, aragonita y vaterita. La calcita, el polimorfo de cristal más común, se considera que es la forma cristalina más estable de carbonato de calcio. Menos común es la aragonita, que tiene una estructura de cristal ortorrómbica de aguja discreta o agrupada. La vaterita es el polimorfo de carbonato de calcio más raro y generalmente es inestable. El carbonato de calcio molido es casi exclusivamente del polimorfo calcítico, que se dice que es trigonal-romboédrico y representa la forma más estable de los polimorfos de carbonato de calcio. El término "fuente" del carbonato de calcio en el sentido de la presente solicitud se refiere al material mineral natural a partir del cual se obtiene el carbonato de calcio. La fuente del carbonato de calcio puede comprender otros componentes naturales, tales como carbonato de magnesio, silicato de aluminio etc.

En general, la molienda del carbonato de calcio molido natural puede ser una etapa de molienda seca o húmeda y se puede llevar a cabo con cualquier dispositivo de molienda convencional, por ejemplo, en condiciones tales que la trituración resulte predominantemente de los impactos con un cuerpo secundario, es decir, en uno o más de: un molino de bolas, un molino de cilindros, un molino vibratorio, una trituradora de rodillos, un molino de impacto centrífugo, un molino de vidrio, un molino de desgaste, un molino de pasador, un molino de martillos, un pulverizador, un desfibrador, un descolgador, un cortador de cuchilla u otro equipo similar conocido por el experto. En el caso de que el material mineral que comprende carbonato de calcio comprenda un material mineral que comprende carbonato de calcio molido húmedo, la etapa de molienda se puede realizar en condiciones tales que la molienda autógena tenga lugar y/o por molienda horizontal de bolas, y/u otros procesos similares conocidos por el experto. El material mineral que comprende carbonato de calcio molido y procesado en húmedo así obtenido se puede lavar y deshidratar por procesos bien conocidos, por ejemplo, por floculación, filtración o evaporación forzada antes del secado. La siguiente etapa de secado (si es necesario) se puede llevar a cabo en una sola etapa, tal como secado por pulverización, o en al menos dos etapas. También es común que tal material mineral se someta a una etapa de beneficio (tal como una etapa de flotación, decoloración o separación magnética) para eliminar las impurezas.

De acuerdo con una realización, la fuente de carbonato de calcio natural o molido (CCM) se selecciona de mármol, tiza, calizas o mezclas de los mismos. Preferentemente, la fuente de carbonato de calcio molido es mármol y, más preferentemente, mármol dolomítico y/o mármol magnésico. De acuerdo con una realización de la presente invención, el CCM se obtiene por molienda en húmedo. De acuerdo con otra realización de la presente invención, el CCM se obtiene por molienda en húmedo y posterior secado.

"Dolomita" en el sentido de la presente invención es un mineral que comprende carbonato de calcio, a saber, un mineral de calcio-magnesio carbónico, que tiene la composición química de  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  (" $\text{CaCO}_3\text{-MgCO}_3$ "). Un mineral de dolomita puede contener al menos 30,0 % en peso de  $\text{MgCO}_3$ , según el peso total de dolomita, preferentemente más del 35,0 % en peso y, más preferiblemente, más del 40,0 % en peso de  $\text{MgCO}_3$ .

Según una realización, el carbonato de calcio comprende un tipo de carbonato de calcio molido. De acuerdo con otra realización de la presente invención, el carbonato de calcio comprende una mezcla de dos o más tipos de carbonatos de calcio molidos seleccionados de diferentes fuentes.

"Carbonato de calcio precipitado" (CCP) en el significado de la presente invención es un material sintetizado, generalmente se obtiene por precipitación tras la reacción del dióxido de carbono y cal en un ambiente acuoso o mediante precipitación de una fuente de iones de calcio y carbonato en agua o por precipitación combinando iones de calcio y carbonato, por ejemplo,  $\text{CaCl}_2$  y  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , fuera de la solución. Otras formas posibles de producir CCP son el proceso de soda de cal o el proceso de Solvay en el que el CCP es un subproducto de la producción de amoníaco. El carbonato de calcio precipitado existe en tres formas cristalinas primarias: calcita, aragonita y vaterita, y hay muchos polimorfos diferentes (hábitos cristalinos) para cada una de estas formas cristalinas. La calcita tiene una estructura trigonal con hábitos cristalinos típicos, como el escalenoédrico (CCP-S), romboédrico (CCP-R), prismático hexagonal, pinacoidal, coloidal (CCP-C), cúbico y prismático (CCP-P). La aragonita es una estructura ortorrómbica con hábitos de cristal típicos de cristales prismáticos hexagonales emparejados, así como un surtido diverso de cristales prismáticos alargados delgados, de hoja curvada, escarpado piramidal, en forma de cincel, rama de árbol, y coral o forma de gusano. La vaterita pertenece al sistema cristalino hexagonal. La pasta de CCP obtenida se puede deshidratar y secar mecánicamente.

De acuerdo con una realización, el carbonato de calcio precipitado es carbonato de calcio precipitado, preferentemente que comprende formas de cristal mineralógicas aragoníticas, vateríticas o calcíticas, o mezclas de las mismas.

De acuerdo con una realización, el carbonato de calcio comprende un tipo de carbonato de calcio precipitado. Según otra realización, el carbonato de calcio comprende una mezcla de dos o más carbonatos de calcio precipitados seleccionados de diferentes formas cristalinas y diferentes polimorfos de carbonato de calcio precipitado. Por ejemplo, el al menos un carbonato de calcio precipitado puede comprender un CCP seleccionado de CCP-S y un CCP seleccionado de CCP-R.

De acuerdo con una realización preferida, el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material

que comprende carbonato de magnesio es carbonato de calcio molido.

5 El al menos un material que comprende carbonato de calcio, preferentemente el carbonato de calcio molido y/o el carbonato de calcio precipitado, está, preferentemente, en forma de un material particulado. De acuerdo con una realización, el al menos un material que comprende carbonato de calcio, preferentemente el carbonato de calcio molido y/o el carbonato de calcio precipitado, tiene un valor mediano del tamaño de partícula  $d_{50}$  en el intervalo de 0,1 a 7  $\mu\text{m}$ . Por ejemplo, el al menos un material que comprende carbonato de calcio tiene un tamaño de partícula mediano en peso  $d_{50}$  de 0,25  $\mu\text{m}$  a 5  $\mu\text{m}$  y, preferentemente, de 0,7  $\mu\text{m}$  a 4  $\mu\text{m}$ .

10 De acuerdo con una realización, el al menos un material que comprende carbonato de calcio, preferentemente el carbonato de calcio molido y/o el carbonato de calcio precipitado, puede tener un corte superior ( $d_{98}$ ) de  $\leq 15 \mu\text{m}$ . Por ejemplo, el al menos un material que comprende carbonato de calcio puede tener un corte superior ( $d_{98}$ ) de  $\leq 12,5 \mu\text{m}$ , preferentemente de  $\leq 10 \mu\text{m}$  y, lo más preferentemente, de  $\leq 7,5 \mu\text{m}$ .

15 De acuerdo con otra realización, el área superficial específica del carbonato de calcio molido y/o el carbonato de calcio precipitado es de 0,5 y 150  $\text{m}^2/\text{g}$ , preferiblemente de 1 a 60  $\text{m}^2/\text{g}$  y, lo más preferiblemente, de 1,5 a 15  $\text{m}^2/\text{g}$  medido utilizando nitrógeno y el método BET de acuerdo con ISO 9277:2010.

20 De acuerdo con una realización, el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio se trata adicionalmente con otro aditivo. En una realización preferida, el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio se trata adicionalmente con un dispersante, un aglutinante y/o un agente de activación y, lo más preferentemente, con un aglutinante y/o un agente de activación. Se pueden usar agentes dispersantes, aglutinantes y de activación convencionales conocidos por los expertos. Un dispersante preferido, por ejemplo, es un dispersante de poliacrilato.

25 El agente de tratamiento de superficie

30 De acuerdo con la presente invención, el agente de tratamiento de superficie se selecciona del grupo que consiste en ácido ascórbico y/o sales del mismo, ácido gálico y/o sales del mismo, ácidos grasos insaturados y/o sales de los mismos, hierro elemental, sales de hierro (II) y óxidos que comprenden hierro (II), óxidos que comprenden hierro (II, III) y mezclas de los mismos.

35 De acuerdo con una realización, el material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o el material que comprende carbonato de magnesio comprende al menos un agente de tratamiento de superficie. La expresión "al menos un" agente de tratamiento de superficie significa que uno o más, por ejemplo, dos o tres agentes de tratamiento de superficie pueden estar presentes en la superficie del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio. De acuerdo con una realización preferida, solo un agente de tratamiento de superficie está presente en la superficie del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

40 De acuerdo con una realización de la presente invención, el agente de tratamiento de superficie es ácido ascórbico. El ácido ascórbico también se conoce como vitamina C y tiene la fórmula molecular  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ . Por ejemplo, el ácido ascórbico puede ser ácido L-ascórbico también conocido como (5R)-5-[(1S)-1,2-dihidroxiethyl]-3,4-dihidroxi-2(5H)-furanona y/o ácido D-isoascórbico también conocido como (5R)-5- [(1R)-1,2-dihidroxiethyl]-3,4-dihidroxi-2(5H)-furanona. De acuerdo con una realización preferida, el ácido ascórbico es ácido L-ascórbico. En una realización, el agente de tratamiento es ácido L-ascórbico o ácido D-isoascórbico, preferentemente ácido L-ascórbico. En una realización alternativa, el agente de tratamiento es ácido L-ascórbico y ácido D-isoascórbico.

50 De manera adicional o como alternativa, el agente de tratamiento es una sal de ácido ascórbico.

La sal del ácido ascórbico es, preferentemente, un compuesto seleccionado del grupo que consiste en sales de palmitato y estearato de sodio, potasio, calcio de los mismos. Por ejemplo, el agente de tratamiento es una sal de sodio, potasio y/o calcio de ácido ascórbico.

55 De acuerdo con una realización de la presente invención, el agente de tratamiento de superficie es ácido gálico. El ácido gálico también se conoce como 3,4,5-trihidroxibenzoato y tiene la fórmula molecular  $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_5$ .

De manera adicional o como alternativa, el agente de tratamiento es una sal de ácido gálico.

60 La sal de ácido gálico es, preferentemente, un compuesto seleccionado del grupo que consiste en sales de sodio, potasio, calcio y magnesio y litio de los mismos.

De manera adicional o como alternativa, el al menos un agente de tratamiento de superficie se selecciona de ácido graso insaturado.

65 La expresión "ácido graso insaturado" en el sentido de la presente invención se refiere a compuestos orgánicos

insaturados de cadena lineal o ramificada compuestos por carbono e hidrógeno. Dicho compuesto orgánico contiene además un grupo carboxilo situado en el extremo de la estructura carbonada.

5 El ácido graso insaturado se selecciona, preferentemente, del grupo que consiste en ácido oleico, ácido linoleico, ácido linolénico, ácido crotónico, ácido miristoleico, ácido palmitoleico, ácido sapiénico, ácido elaídico, ácido vaccénico, ácido gadoleico, ácido erúxico, ácido nervónico, ácido ecosadienoico, ácido docosadienoico, ácido pinoleico, ácido eleosteárico, ácido de Mead, ácido dihomo- $\gamma$ -linolénico, ácido eicosatrienoico, ácido estearidónico, ácido araquidónico, ácido eicosatetraenoico, ácido adrénico, ácido boseopentaenoico, ácido eicosapentaenoico, 10 ácido ozubondo, ácido de sardina, ácido tetracosanolpentaenoico, de ácido docosahexaenoico, ácido de arenque, sales de estos ácidos y mezclas de los mismos, preferentemente, el ácido graso insaturado es ácido oleico o ácido linoleico. Lo más preferentemente, siendo el agente de tratamiento de superficie un ácido graso insaturado es ácido oleico y/o ácido linoleico, preferentemente ácido oleico o ácido linoleico, lo más preferentemente ácido linoleico.

15 De manera adicional o como alternativa, el agente de tratamiento de superficie es una sal de un ácido graso insaturado.

La expresión "sal de ácido graso insaturado" se refiere a un ácido graso insaturado, donde el grupo ácido activo está parcial o completamente neutralizado. La expresión ácido graso insaturado "parcialmente neutralizado" se refiere a un grado de neutralización de los grupos de ácido activo en el intervalo de 40 y 95 % en moles, preferentemente de 20 50 a 95 % en moles, más preferentemente, de 60 a 95 % en moles y, lo más preferentemente, de 70 a 95 % en moles. La expresión ácido graso insaturado "completamente neutralizado" se refiere a un grado de neutralización de los grupos ácidos activos de > 95 % en moles, preferentemente de > 99 % en moles, más preferentemente de > 99,8 % en moles y, lo más preferentemente, de 100 % en moles. Preferentemente, los grupos ácidos activos están parcial o completamente neutralizados.

25 La sal de ácido graso insaturado es, preferentemente, un compuesto seleccionado del grupo que consiste en sodio, potasio, calcio, magnesio, litio, estroncio, amina primaria, amina secundaria, amina terciaria y/o sales de amonio de los mismos, por lo que las sales de aminas son lineales o cíclicas. Por ejemplo, el agente de tratamiento de superficie es una sal de ácido oleico y/o ácido linoleico, preferentemente ácido oleico o ácido linoleico, lo más 30 preferentemente ácido linoleico.

La sal del ácido graso insaturado se obtiene, preferentemente, tratando el ácido graso insaturado con una base antes del tratamiento de superficie para obtener la sal correspondiente del mismo.

35 La base se puede seleccionar de hidróxido de potasio, hidróxido de litio, hidróxido de amonio y/o hidróxido de sodio, y, preferentemente, es hidróxido de sodio.

La adición de la al menos una base al ácido graso insaturado se puede realizar por cualquier medio convencional conocido por el experto. Preferentemente, la adición se puede llevar a cabo en condiciones de mezcla. El experto en 40 la materia adaptará estas condiciones de mezcla, como la velocidad de mezcla y la temperatura de acuerdo con su equipo de proceso.

45 La base se puede añadir al ácido graso insaturado en una cantidad que oscila entre 0,1 y 100 % en moles, preferentemente en el intervalo de 1 a 98 % en moles, más preferentemente, en el intervalo de 10 a 95 % en moles, y, lo más preferentemente, en el intervalo de 40 a 95 % en moles, basado en el ácido graso insaturado.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el agente de tratamiento de superficie es hierro elemental, sales de hierro (II) y óxidos que comprenden hierro (II /) y/u óxidos que componen hierro (II, III).

50 La expresión "hierro elemental" según la presente invención se refiere al elemento químico con el símbolo Fe. El hierro elemental es sólido a una temperatura y presión ambiente estándar (SATP) que se refiere a una temperatura de 298,15 °K (25 °C) y una presión absoluta de exactamente 100.000 Pa (1 bar, 14,5 psi, 0,98692 atm). El hierro elemental puede estar en forma de polvo, comprimido, gránulos, copos etc.

55 Por ejemplo, el hierro elemental es un hierro en polvo particulado que tiene un tamaño de partícula mediano en volumen  $d_{50}$  que varía de 5 nm a 10  $\mu$ m. Preferentemente, el hierro elemental es un hierro en polvo particulado que tiene un tamaño de partícula mediano en volumen  $d_{50}$  que varía de 10 nm a 2  $\mu$ m, y, más preferentemente, de 30 nm a 500 nm.

60 En una realización, el hierro elemental es un hierro en polvo particulado en el intervalo de tamaño nm. Por ejemplo, el hierro elemental es un hierro en polvo particulado que tiene un tamaño mediano de partícula en volumen  $d_{50}$  que varía entre 10 nm y 300 nm, preferentemente de 20 a 200 nm y, más preferentemente, de 30 nm y 100 nm.

65 La expresión "sales de hierro (II)" de acuerdo con la presente invención se refiere a sales ferrosas, donde el hierro tiene el número de oxidación II. El número de oxidación o estado de oxidación de acuerdo con la presente invención es un indicador del grado de oxidación (pérdida de electrones) en el hierro en la sal de hierro. Las posibles sales de

hierro (II) son bromuro de hierro ( $\text{FeBr}_2$ ), cloruro de hierro ( $\text{FeCl}_2$ ), fluoruro de hierro ( $\text{FeCl}_2$ ), yoduro de hierro ( $\text{FeI}_2$ ), molibdato de hierro ( $\text{FeMoO}_4$ ), oxalato de hierro ( $\text{FeC}_2\text{O}_4$ ), sulfato de hierro ( $\text{FeSO}_4$ ) (anhidro), sulfato de hierro (II) monohidrato, sulfato de hierro (II) heptahidrato, sulfato de hierro amónico (II) (anhidro), hexahidrato sulfato de hierro amónico (II), tetrafluoroborato de hierro ( $\text{Fe}(\text{BF}_4)_2$ ) y hexacianoferrato de potasio ( $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ ). Preferentemente, seleccionándose el agente de tratamiento una sal de hierro (II) del grupo que consiste en sulfato de hierro (II) monohidrato, sulfato de hierro (II) heptahidrato, hexahidrato sulfato de hierro amónico (II), cloruro de hierro (II) y mezclas de los mismos. Lo más preferentemente, siendo el agente de tratamiento una sal de hierro (II) heptahidrato sulfato de hierro (II) y/o cloruro de hierro (II), preferentemente heptahidrato sulfato de hierro (II) o cloruro de hierro (II), lo más preferentemente heptahidrato sulfato de hierro (II).

La expresión "óxidos que comprenden hierro (II)" de acuerdo con la presente invención se refiere a los óxidos ferrosos, donde el hierro tiene el número de oxidación II. El número de oxidación o el estado de oxidación de acuerdo con la presente invención es un indicador del grado de oxidación (pérdida de electrones) en el hierro en el óxido de hierro. Un posible óxido de hierro (II) es  $\text{FeO}$ .

La expresión "óxidos que comprenden hierro (II, III)" según la presente invención se refiere a óxidos ferrosos, donde el hierro tiene el número de oxidación II y III. El número de oxidación o el estado de oxidación de acuerdo con la presente invención es un indicador del grado de oxidación (pérdida de electrones) en el hierro en el óxido de hierro. Un posible óxido que comprende hierro (II, III) es  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

De acuerdo con la presente invención, el peso total del agente de tratamiento de superficie sobre el área de superficie total de al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio es de 0,01 a 40  $\text{mg/m}^2$ , basado en el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

De acuerdo con una realización de la presente invención, el peso total del agente de tratamiento de superficie sobre el área superficial total de al menos un material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o material que contiene carbonato de magnesio es de 0,1 a 40  $\text{mg/m}^2$ , preferentemente de 0,5 a 20  $\text{mg/m}^2$  y, más preferentemente, de 0,7 a 15  $\text{mg/m}^2$ , basado en el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

El "peso total" de acuerdo con la presente invención se refiere al peso del agente de tratamiento de superficie que se encuentra en el área de superficie total del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

El material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie

El material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie es un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio que se ha tratado en la superficie con un agente de tratamiento de superficie seleccionado del grupo que consiste en ácido ascórbico y/o sales del mismo, ácido gálico y/o sales del mismo, ácidos grasos insaturados y/o sales de los mismos, hierro elemental, sales de hierro (II) y óxidos que comprenden hierro (II), óxidos que comprenden hierro (II, III) y mezclas de los mismos. El peso total del agente de tratamiento de superficie en el área de superficie total de al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio es de 0,01 a 40  $\text{mg/m}^2$ , basado en el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

Según una realización, el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie está en forma de una suspensión.

De acuerdo con una realización preferida, el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie está en forma de un sólido, por ejemplo, en forma de polvo, comprimido, gránulos, copos, etc. preferentemente, el material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o el material que comprende carbonato de magnesio está en forma de un polvo.

El material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie está, preferentemente, en forma de un material en partículas. De acuerdo con una realización, el material de carbonato de calcio tratado en la superficie y/o el material que comprende carbonato de magnesio de acuerdo con la presente invención tiene un valor de  $d_{50}$  de tamaño de partícula mediano en peso en el intervalo de 0,1 a 7  $\mu\text{m}$ . Por ejemplo, el material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o el material que comprende carbonato de magnesio tiene un tamaño de partícula mediano en peso  $d_{50}$  de 0,25  $\mu\text{m}$  a 5  $\mu\text{m}$  y, preferentemente, de 0,7  $\mu\text{m}$  a 4  $\mu\text{m}$ .

De acuerdo con una realización, el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie de acuerdo con la presente invención puede tener un corte superior

( $d_{98}$ ) de  $\leq 15 \mu\text{m}$ . Por ejemplo, el material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o el material que comprende carbonato de magnesio puede tener un corte superior ( $d_{98}$ ) de  $\leq 12,5 \mu\text{m}$ , preferentemente, de  $\leq 10 \mu\text{m}$  y, lo más preferentemente, de  $\leq 7,5 \mu\text{m}$ .

5 De acuerdo con otra realización, el área superficial específica del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie es de 0,5 y 150  $\text{m}^2/\text{g}$ , preferiblemente de 1 a 60  $\text{m}^2/\text{g}$  y, lo más preferiblemente, de 1,5 a 15  $\text{m}^2/\text{g}$  medido utilizando nitrógeno y el método BET de acuerdo con ISO 9277:2010.

10 De acuerdo con otra realización, el peso total del agente de tratamiento de superficie en el área de superficie total de al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie es de 0,1 a 40  $\text{mg}/\text{m}^2$ , preferentemente de 0,5 a 20  $\text{mg}/\text{m}^2$  y, más preferentemente, de 0,7 a 15  $\text{mg}/\text{m}^2$ , basado en el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

15 Adicionalmente, el material que comprende carbonato de calcio tratado tiene, preferentemente, una susceptibilidad específica a la captación de humedad. Se prefiere que la susceptibilidad a la captación de humedad del carbonato de calcio tratado sea tal que su nivel de humedad en la superficie total sea  $\leq 100 \text{mg}/\text{g}$ , más preferentemente  $\leq 60 \text{mg}/\text{g}$  y, lo más preferentemente, inferior a  $\leq 40 \text{mg}/\text{g}$  del carbonato de calcio tratado en seco. Por ejemplo, el carbonato de calcio tratado tiene una susceptibilidad a la captación de humedad en el intervalo de 0,05 a 20  $\text{mg}/\text{g}$ , preferentemente de 0,1 a 15  $\text{mg}/\text{g}$ , y, más preferentemente, de 0,2 a 10  $\text{mg}/\text{g}$ .

20 De acuerdo con una realización, el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie comprende además al menos un agente suplementario que es un agente hidrofobizante. El al menos un agente hidrofobizante puede ser cualquier agente conocido por el experto en la técnica que sea capaz de formar una capa de tratamiento hidrófoba en al menos una parte del área superficial accesible del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie.

25 La expresión "al menos un" agente de hidrofobicidad en el significado de la presente invención significa que el agente de hidrofobicidad comprende, preferentemente consiste en, uno o más agentes hidrofobizantes.

30 En una realización de la presente invención, el al menos un agente suplementario que es un agente hidrofobizante comprende, preferentemente consiste en, un agente hidrofobizante. Como alternativa, el al menos un agente de hidrofobicidad comprende, preferentemente consiste en, dos o más agentes hidrofobizantes. Por ejemplo, el al menos un agente de hidrofobicidad comprende, preferentemente consiste en, dos o tres agentes hidrofobizantes.

35 Preferentemente, el al menos un agente de hidrofobicidad comprende, más preferentemente consiste en, un agente hidrofobizante.

40 De acuerdo con una realización, el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie comprende al menos un agente suplementario que es un agente hidrofobizante seleccionado del grupo que consiste en un ácido carboxílico alifático que tiene una cantidad total de átomos de carbono de  $\text{C}_4$  a  $\text{C}_{24}$  y/o productos de reacción de los mismos, un anhídrido succínico monosustituido que consiste en anhídrido succínico monosustituido con un grupo seleccionado de un grupo lineal, ramificado, alifático y cíclico que tiene una cantidad total de átomos de carbono de al menos  $\text{C}_2$  a  $\text{C}_{30}$  en el sustituyente y/o productos de reacción del mismo, una mezcla de éster de ácido fosfórico de uno o más monoésteres de ácido fosfórico y/o productos de reacción de los mismos y uno o más diésteres de ácido fosfórico y/o productos de reacción de los mismos, polihidrogensiloxano y productos de reacción de los mismos, un aceite de silicona inerte, preferentemente polidimetilsiloxano y mezclas del mismo.

45 Los ácidos carboxílicos alifáticos adecuados para tratar el carbonato de calcio reaccionado en la superficie obtenido en la etapa c) son, por ejemplo, ácidos carboxílicos alifáticos lineales o ramificados que tienen entre 4 y 24 átomos de carbono.

50 El ácido carboxílico alifático lineal o ramificado en el sentido de la presente invención puede seleccionarse de una o más ácidos carboxílicos alicíclicos saturados, insaturados y/o alicíclicos de cadena lineal, de cadena ramificada. Preferentemente, el ácido carboxílico alifático lineal o ramificado es un ácido monocarboxílico, es decir, el ácido carboxílico alifático lineal o ramificado se caracteriza por que está presente un solo grupo carboxilo. Dicho grupo carboxilo se coloca al final de la estructura carbonada.

55 En una realización de la presente invención, el ácido carboxílico alifático lineal o ramificado se selecciona entre ácidos carboxílicos no ramificados saturados, es decir, el ácido carboxílico alifático lineal o ramificado se selecciona, preferentemente, del grupo de ácidos carboxílicos que consiste en ácido butanoico, ácido pentanoico, ácido hexanoico, ácido heptanoico, ácido octanoico, ácido nonanoico, ácido decanoico, ácido undecanoico, ácido láurico, ácido tridecanoico, ácido mirístico, ácido pentadecanoico, ácido palmítico, ácido heptadecanoico, ácido esteárico,

ácido nonadecanoico, ácido araquídico, ácido heneicosanoico, ácido behénico, ácido tricosanoico, ácido lignocérico y mezclas de los mismos.

5 En otra realización de la presente invención, el ácido carboxílico alifático lineal o ramificado se selecciona del grupo que consiste en ácido octanoico, ácido decanoico, ácido láurico, ácido mirístico, ácido palmítico, ácido esteárico, ácido araquídico y mezclas de los mismos. Preferentemente, el ácido carboxílico alifático lineal o ramificado se selecciona del grupo que consiste en ácido mirístico, ácido palmítico, ácido esteárico y mezclas de los mismos.

10 Por ejemplo, El ácido carboxílico alifático lineal o ramificado es ácido esteárico.

10 De manera adicional o como alternativa, el al menos un agente suplementario que es un agente hidrofobizante es un anhídrido succínico monosustituido que consiste en anhídrido succínico monosustituido con un grupo seleccionado de un grupo alifático y cíclico de cadena lineal, ramificada que tiene una cantidad total de átomos de carbono de al menos C<sub>2</sub> a C<sub>30</sub> en el sustituyente y/o una mezcla de ésteres de ácido fosfórico de uno o más monoésteres de ácido fosfórico y uno o más diésteres de ácido fosfórico.

15 En los documentos EP 2 722 368 A1 y EP 2 770 017 A1 se describen anhídridos succínicos monosustituidos y/o mezclas de ésteres de ácido fosfórico y compuestos adecuados para recubrimiento.

20 De manera adicional o como alternativa, el al menos un agente hidrofobizante es un aceite de silicona inerte, tal como un polidialquilsiloxano, como, por ejemplo, se describe en el documento US 2004/0097616 A1.

Los aceites de silicona inertes más preferidos se seleccionan del grupo que consiste en polidimetilsiloxano, preferentemente dimeticona, polidietilsiloxano y polimetilfenilsiloxano y/o mezclas de los mismos.

25 El aceite de silicona inerte está presente, preferentemente, en una cantidad tal que la cantidad total de dicho aceite de silicona inerte en al menos una parte de la superficie del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie es inferior a 1.000 ppm, más preferentemente menos de 800 ppm y, lo más preferentemente, menos de 600 ppm. Por ejemplo, la cantidad total de aceite de silicona inerte en al menos una parte de la superficie del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie es de 100 a 1.000 ppm, más preferentemente, de 200 a 800 ppm y, lo más preferentemente, de 300 a 600 ppm, por ejemplo, de 400 a 600 ppm.

35 De manera adicional o como alternativa, el al menos un agente hidrofobizante es un polihidrogensiloxano, preferentemente un poli(metilhidrosiloxano).

De manera adicional o como alternativa, el al menos un agente hidrofobizante es un aldehído graso alifático. Los aldehídos grasos alifáticos para recubrimiento se describen en el documento EP 2 390 285 A1.

40 Se prefiere que el peso total del al menos un agente hidrofobizante sobre el área superficial total del material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o el material que comprende carbonato de magnesio esté por debajo del peso total del agente de tratamiento que se ubica como una capa de tratamiento en al menos una parte de la superficie del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

45 De acuerdo con una realización, el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie comprende además al menos un agente hidrofobizante, que cubre al menos parcialmente el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie, donde el peso total del al menos un agente hidrofobizante en el área de superficie total del material de carbonato de calcio tratado en la superficie y/o material que contiene carbonato de magnesio es de 0,001 a 10 mg/m<sup>2</sup>, preferentemente, de 0,001 a 9 mg/m<sup>2</sup>, más preferentemente de 0,01 a 8 mg/m<sup>2</sup>, y, lo más preferentemente, de 0,1 a 4 mg/m<sup>2</sup>, basado en el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

55 Método para la preparación del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie

60 El material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie es un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio que se ha tratado en la superficie con un agente de tratamiento de superficie seleccionado del grupo que consiste en ácido ascórbico y/o sales del mismo, ácido gálico y/o sales del mismo, ácidos grasos insaturados y/o sales de los mismos, hierro elemental, sales de hierro (II) y óxidos que comprenden hierro (II), óxidos que comprenden hierro (II, III) y mezclas de los mismos. El peso total del agente de tratamiento de superficie en el área de superficie total de al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio es de 0,01 a 40 mg/m<sup>2</sup>, basado en el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

Los métodos para preparar el material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o el material que comprende carbonato de magnesio son conocidos por los expertos. Por ejemplo, un método para el tratamiento de un material que comprende carbonato de calcio y/o un material que comprende carbonato de magnesio comprende los etapas de:

a) proporcionar un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio,

b) proporcionar un agente de tratamiento que se selecciona del grupo que consiste en ácido ascórbico y/o sales del mismo, ácido gálico y/o sales del mismo, ácidos grasos insaturados y/o sales de los mismos, hierro elemental, sales de hierro (II), óxidos que comprenden hierro ( III), óxidos que comprenden hierro (II, III) y mezclas de los mismos, y

c) combinar el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio de la etapa a) con el agente de tratamiento de la etapa b) en una o más etapas a una temperatura de 20 a 120 °C mezclando, de tal manera que el peso total del agente de tratamiento añadido sea de 0,01 a 40 mg/m<sup>2</sup>, basado en el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

Caracterización de la etapa a): provisión de un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

De acuerdo con la etapa a), se proporciona un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tal como se ha definido anteriormente.

Se aprecia que el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio se pueden proporcionar en forma de una suspensión acuosa o en forma seca.

Si el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio se proporciona en forma de una suspensión acuosa, la suspensión acuosa tiene, preferentemente, un contenido de sólidos en el intervalo de 5 a 80 % en peso, según el peso total de la suspensión acuosa. De acuerdo con una realización preferida, el contenido de sólidos de la suspensión acuosa está en el intervalo de 10 a 78 % en peso, más preferentemente en el intervalo de 15 a 75 % en peso y, más preferentemente, en el intervalo de 15 a 75 % en peso, según el peso total de la suspensión acuosa.

El término suspensión "acuosa" se refiere a un sistema, donde la fase líquida comprende, preferentemente consiste en, agua. Sin embargo, dicho término no excluye que la fase líquida de la suspensión acuosa comprenda menos cantidades de al menos un disolvente orgánico miscible en agua seleccionado del grupo que comprende metanol, etanol, acetona, acetonitrilo, tetrahidrofurano y mezclas de los mismos. Si la suspensión acuosa comprende al menos un disolvente orgánico miscible en agua, la fase líquida de la suspensión acuosa comprende al menos un disolvente orgánico miscible en agua en una cantidad de 0,1 a 40,0 % en peso, preferentemente de 0,1 a 30,0 % en peso, más preferentemente del 0,1 al 20,0 % en peso, y lo más preferentemente del 0,1 al 10,0 % en peso, según el peso total de la fase líquida de la suspensión acuosa. Por ejemplo, la fase líquida de la suspensión acuosa consiste en agua.

De acuerdo con una realización preferida, la suspensión acuosa consiste en agua y el material de carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.

Como alternativa, la suspensión acuosa de carbonato de calcio que ha reaccionado en la superficie comprende aditivos adicionales.

De manera adicional o como alternativa, el material acuoso que contiene carbonato de calcio y/o la suspensión de material que comprende carbonato de magnesio que comprende un agente dispersante, por ejemplo, un poliacrilato.

Preferentemente, el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio proporcionado en la etapa a) es un material que comprende carbonato de calcio seco y/o material que comprende carbonato de magnesio seco.

Por ejemplo, el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio proporcionado en la etapa a) tiene un contenido de humedad inferior al 10,0 % en peso basado en el peso seco del material de carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio proporcionado en la etapa a).

En una realización, el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio proporcionado en la etapa a) tiene un contenido de humedad de 0,01 % en peso a 10,0 % en peso, preferentemente de 0,01 % en peso a 8,0 % en peso y, más preferentemente, de 0,01 % en peso a 6,0 % en peso basado en el peso seco del material que contiene carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio proporcionado en la etapa a).

Caracterización de la etapa b): provisión de un agente de tratamiento

De acuerdo con la etapa b) se proporciona un agente de tratamiento como se ha definido anteriormente.

5 El agente de tratamiento está, preferentemente, en forma "líquida" o "fundida". Por ejemplo, el agente de tratamiento es un líquido (puro) a 25 °C y presión ambiental. Como alternativa, El agente de tratamiento está en forma fundida.

10 Si el agente de tratamiento está en forma sólida, también puede disolverse/dispersarse/suspenderse en un disolvente y añadirse como solución o suspensión o dispersión al material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio en la etapa c), es decir, como un líquido.

15 El disolvente que se puede usar para diluir/disolver/dispersar/suspender el agente de tratamiento puede ser agua y/o un disolvente orgánico que sea miscible con agua, por ejemplo, un disolvente orgánico como metanol, etanol, n-butanol, isopropanol, n-propanol, y mezclas de los mismos. De acuerdo con una realización preferida, el disolvente consiste en agua. Según otra realización preferida, el disolvente es una mezcla de agua y al menos un disolvente orgánico que es miscible con agua. Preferentemente, el disolvente es una mezcla que consiste en agua y etanol y, más preferentemente, la mezcla de agua y etanol tiene una relación de 2:1 a 1:2, basado en el peso de los disolventes y, más preferentemente, la mezcla de agua: etanol tiene una relación de 1:1, basado en el peso de los disolventes.

20 De acuerdo con una realización, el contenido de sólidos de la suspensión/dispersión diluida/dispersada que comprende el disolvente y el agente de tratamiento está en el intervalo de 0,1 a 60 % en peso, preferentemente, en el intervalo de 1 a 40 % en peso, más preferentemente en el intervalo de 1,5 a 30 % en peso y, lo más preferentemente, en el intervalo de 2 a 25 % en peso, basado en el peso total de la suspensión/dispersión.

25 De acuerdo con otra realización, la cantidad de agente de tratamiento en la solución/suspensión/dispersión diluida/disuelta/dispersada que comprende el disolvente y el agente de tratamiento está en el intervalo de 0,1 a 60 % en peso, preferentemente, en el intervalo de 1 a 40 % en peso, más preferentemente en el intervalo de 1,5 a 30 % en peso y, lo más preferentemente, en el intervalo de 2 a 25 % en peso, basado en el peso total de la solución/suspensión/dispersión.

30 De acuerdo con otra realización, el agente de tratamiento o la solución/suspensión/dispersión diluida/disuelta/dispersada que comprende el disolvente y al menos un agente de tratamiento se precalienta, antes de realizar la etapa c) de combinación. Es decir, el agente de tratamiento o la solución/suspensión/dispersión diluida/disuelta/dispersada que comprende el disolvente y el agente de tratamiento se trata a una temperatura de 30 a 120 °C, preferentemente de 45 a 115 °C, más preferentemente de 50 a 105°C y, lo más preferentemente, de 80 a 100 °C antes de realizar la etapa c) de combinación.

35 El tiempo de tratamiento para llevar a cabo el precalentamiento del agente de tratamiento o la solución/suspensión/dispersión diluida/disuelta/dispersada que comprende el disolvente y el agente de tratamiento se lleva a cabo durante un período de 30 minutos o menos, preferentemente durante un período de 20 minutos o menos y, más preferentemente, durante un período de 15 minutos o menos.

40 De acuerdo con otra realización, el agente de tratamiento o la solución/suspensión/dispersión diluida/disuelta/dispersada que comprende el disolvente y el agente de tratamiento se precalientan a una temperatura de 30 a 120 °C, preferentemente de 45 a 115 °C, más preferentemente de 50 a 105 °C y, lo más preferentemente, de 80 a 100 °C antes de realizar la etapa de adición c) durante un período de 30 minutos o menos, preferentemente durante un período de 20 minutos o menos y, más preferentemente, durante un período de 15 minutos o menos.

45 En una realización, el precalentamiento del agente de tratamiento o la solución/suspensión/dispersión diluida/disuelta/dispersada que comprende el disolvente y el agente de tratamiento se lleva a cabo a una temperatura que es aproximadamente igual a la temperatura implementada durante la etapa de combinación c).

50 El término temperatura "igual" en el sentido de la presente invención se refiere a una temperatura de precalentamiento que es, como máximo, 20 °C, preferentemente, como máximo, 15 °C, más preferentemente 10 °C y, lo más preferentemente, como máximo 5 °C, por debajo o por encima de la temperatura implementada durante la etapa c) de combinación.

55 El precalentamiento del agente de tratamiento o la solución/suspensión/dispersión diluida/disuelta/dispersada que comprende el disolvente y el agente de tratamiento tiene lugar, preferentemente, en condiciones de mezcla. El experto adaptará estas condiciones de mezcla (tal como la configuración de paletas de mezcla y la velocidad de mezcla) de acuerdo con su equipo de proceso.

60 Como alternativa, el agente de tratamiento de superficie se puede añadir como sólido. Por ejemplo, si el agente de

tratamiento de superficie es hierro elemental, se puede añadir como un sólido, por ejemplo, como polvo.

Caracterización de la etapa c): combinando el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio con el agente de tratamiento

5 De acuerdo con la etapa c), el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio de la etapa a) se combina con el agente de tratamiento de la etapa b) en una o más etapas a una temperatura de 1 a 200 °C mezclando, de tal manera que el peso total del agente de tratamiento de superficie añadido sea de 0,01 a 40 mg/m<sup>2</sup>, basado en el material que comprende carbonato de calcio y/o material que  
10 comprende carbonato de magnesio de la etapa a).

Se requiere que el agente de tratamiento se añada al material que comprende carbonato de calcio y/o al material que comprende carbonato de magnesio de la etapa a), de manera que el peso total del agente de tratamiento añadido sea de 0.01 a 40 mg/m<sup>2</sup>, basado en el material que comprende carbonato de calcio y/o material que  
15 comprende carbonato de magnesio de la etapa a).

Por ejemplo, el agente de tratamiento se añade al material que comprende carbonato de calcio y/o al material que comprende carbonato de magnesio de la etapa a) de tal manera que el peso total del agente de tratamiento añadido en la etapa c) sea de 0,1 a 40 mg/m<sup>2</sup> y, preferentemente, de 0,5 a 20 mg/m<sup>2</sup>, basado en el material que comprende  
20 carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio de la etapa a). Lo más preferentemente, el agente de tratamiento se agrega al material de carbonato de calcio y/o al material que comprende carbonato de magnesio de la etapa a) de manera que el peso total del agente de tratamiento añadido en la etapa c) sea de 0,7 a 15 mg/m<sup>2</sup>, basado en el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de  
25 magnesio de la etapa a).

De manera adicional o como alternativa, el agente de tratamiento de la etapa b) se añade en la etapa c) en una cantidad de 0,01 a 80,0 % en peso, basado en el peso seco total del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio de la etapa a). Preferentemente, el agente de tratamiento de la  
30 etapa b) se añade en la etapa c) en una cantidad de 0,01 a 40,0 % en peso, más preferentemente del 0,1 al 20,0 % en peso, y lo más preferentemente del 0,5 al 10,0 % en peso, basado en el peso seco total de material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio de la etapa a).

La etapa de combinar el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio de la etapa a) con el agente de tratamiento de la etapa b), en una o más etapas, preferentemente tiene lugar en condiciones de mezcla. El experto adaptará estas condiciones de mezcla (tal como la configuración de  
35 paletas de mezcla y la velocidad de mezcla) de acuerdo con su equipo de proceso.

Por ejemplo, la mezcla puede tener lugar por medio de un mezclador de arado. Los mezcladores de arado funcionan según el principio de un lecho fluidizado producido mecánicamente. Las cuchillas de arado giran cerca de la pared interior de un tambor cilíndrico horizontal y transportan los componentes de la mezcla fuera del lecho del producto hacia el espacio de mezcla abierto. El lecho fluidizado producido mecánicamente asegura una mezcla intensa de lotes incluso grandes en muy poco tiempo. Se utilizan picadores y/o dispersadores para dispersar los grumos en una  
40 operación en seco. El equipo que puede ser utilizado en el proceso de la invención está disponible, por ejemplo, en Gebrüder Lödige Maschinenbau GmbH, Alemania o en VISCO JET Rührsysteme GmbH, Alemania o en MTI Mischtechnik International GmbH, Alemania.

En una realización, el método se lleva a cabo en un modo continuo. En este caso, es posible añadir el agente de tratamiento al material que comprende carbonato de calcio y/o al material que comprende carbonato de magnesio de la etapa a) en un flujo constante, de tal manera que se proporcione una concentración constante del agente de  
50 tratamiento durante la etapa c).

Como alternativa, el agente de tratamiento se añade al material que comprende carbonato de calcio y/o al material que comprende carbonato de magnesio de la etapa a) en una etapa, donde dicho agente de tratamiento se añade preferentemente en una porción.  
55

En otra realización, el método puede llevarse a cabo en un modo discontinuo, es decir, el agente de tratamiento se añade al material que comprende carbonato de calcio y/o al material que comprende carbonato de magnesio de la etapa a) en más de una etapa, donde dicho agente de tratamiento se añade, preferentemente, en porciones aproximadamente iguales. Como alternativa, también es posible agregar el agente de tratamiento en porciones  
60 desiguales al material acuoso que comprende carbonato de calcio y/o al material que comprende carbonato de magnesio de la etapa a), es decir, en porciones más grandes y más pequeñas.

De acuerdo con una realización, la etapa c) se lleva a cabo en un proceso discontinuo o continuo durante un período de tiempo de 0,1 a 1.000 s. Por ejemplo, la etapa c) es un proceso continuo y comprende una o varias etapas de contacto y el tiempo total de contacto es de 0,1 a 20 s, preferentemente, de 0,5 a 15 s y, lo más preferentemente, de  
65 1 a 10 s.

- Con el fin de obtener una combinación suficiente del material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio de la etapa a) con el agente de tratamiento de la etapa b), se requiere que la combinación de la etapa c) se lleve a cabo a una temperatura de 10 a 200 °C. Por ejemplo, la combinación de la
- 5 etapa c) se lleva a cabo a una temperatura de 20 a 150 °C, más preferentemente de 20 a 120 °C, incluso más preferentemente de 20 a 100 °C y, lo más preferentemente de 20 a 80 °C. Se aprecia que la temperatura a la que se lleva a cabo la etapa de combinación c) se adapta preferentemente al agente de tratamiento específico usado. De acuerdo con una realización, el agente de tratamiento de la etapa b) puede estar en forma líquida, es decir, un líquido puro o una solución/suspensión/dispersión diluida/disuelta/dispersada, o en forma fundida.
- 10 Si el agente de tratamiento de la etapa b) está en forma de un líquido puro o una solución diluida/disuelta a 25 °C y presión ambiente, la etapa c) de combinación se realiza así, preferentemente, a una temperatura de 10 a 40 °C, preferentemente de 20 a 40 °C, más preferentemente de 25 a 35 °C y, lo más preferentemente, de aproximadamente 30 °C ( $\pm 2$  °C).
- 15 Como alternativa, la combinación de la etapa c) se puede llevar a cabo a una temperatura de 40 a 200 °C, preferentemente de 50 a 150 °C, más preferentemente de 60 a 120 °C y, lo más preferentemente, de 80 a 120 °C. De acuerdo con una realización, el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio proporcionados en la etapa a) y/o el agente de tratamiento de la etapa b) se precalientan,
- 20 antes de llevar a cabo la etapa c). Por ejemplo, el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio proporcionado en la etapa a) o el agente de tratamiento de la etapa b) se precalientan, antes de llevar a cabo la etapa c). Preferentemente, el material de carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio proporcionado en la etapa a) se precalienta, antes de llevar a cabo la etapa c).
- 25 Por ejemplo, el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio proporcionados en la etapa a) se precalientan, antes de llevar a cabo la etapa c). Es decir, el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio de la etapa a) se precalientan a una temperatura de 30 a 120 °C.
- 30 El tiempo de tratamiento para llevar a cabo el precalentamiento del material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio de la etapa a) se lleva a cabo durante un período de 30 minutos o menos, preferentemente, durante un período de 20 minutos o menos y, lo más preferentemente, durante un período de 15 minutos o menos, por ejemplo, de 5 minutos a 15 minutos.
- 35 En una realización, el precalentamiento del material que comprende carbonato de calcio y/o del material de carbonato de magnesio de la etapa a) se lleva a cabo a una temperatura que es aproximadamente igual a la temperatura implementada durante la etapa c) de combinación.
- 40 El término temperatura "igual" en el sentido de la presente invención se refiere a una temperatura de precalentamiento que es, como máximo, 20 °C, preferentemente, como máximo, 15 °C, más preferentemente 10 °C y, lo más preferentemente, como máximo 5 °C, por debajo o por encima de la temperatura implementada durante la etapa c) de combinación.
- 45 El precalentamiento del material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio de la etapa a) tiene lugar, preferentemente, en condiciones de mezcla. El experto adaptará estas condiciones de mezcla (tal como la configuración de paletas de mezcla y la velocidad de mezcla) de acuerdo con su equipo de proceso.
- 50 En una realización, la etapa c) de combinación se lleva a cabo durante al menos 1 minuto, preferentemente durante al menos 5 minutos, por ejemplo, durante al menos 10 minutos, 15 minutos, 20 minutos, 30 minutos o 45 minutos. Adicional o alternativamente, la etapa c) de combinación se lleva a cabo durante un máximo de 60 minutos, preferentemente durante un máximo de 45 minutos, por ejemplo durante un máximo de 30 minutos.
- 55 Por ejemplo, la etapa c) de combinación se lleva a cabo durante un período de tiempo comprendido entre 1 minuto y 60 minutos, preferentemente durante un período de tiempo que varía de 10 minutos a 45 minutos, y, lo más preferentemente, de 10 minutos a 30 minutos. Por ejemplo, la etapa c) de combinación se lleva a cabo durante 20 min  $\pm$  5 minutos.
- 60 Se aprecia que la etapa c) de combinación se lleva a cabo, preferentemente, a una temperatura en el intervalo de 20 a 120° C y durante un período de tiempo que varía de 1 minutos a 60 minutos.
- 65 En una realización, se seca el material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o el carbonato de magnesio obtenido en la etapa c). Esta etapa opcional se lleva a cabo, preferentemente, con el fin de reducir el contenido de humedad del material que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie y/o el material que comprende carbonato de magnesio. Por lo tanto, el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie desecados tienen un contenido de humedad que es

inferior al contenido de humedad del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie antes de la etapa de secado.

5 De acuerdo con una realización, el método comprende así una etapa adicional de secado del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie.

10 Por ejemplo, la etapa de secado opcional se realiza a una temperatura en el intervalo de 40 a 200 °C, preferentemente de 50 a 150 °C, más preferentemente de 60 a 120°C y, lo más preferentemente, de 80 a 120 °C, a presión ambiente o reducida hasta que el contenido de humedad del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie obtenidos está en el intervalo de 0,001 a 20 % en peso, basado en el peso total del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie.

15 Se aprecia que la etapa de secado opcional se puede llevar a cabo a presión ambiente o a presión reducida. Preferentemente, el secado se realiza a presión ambiente.

20 Por lo tanto, la etapa de secado opcional se lleva a cabo preferentemente a una temperatura en el intervalo de 40 a 200 °C a presión ambiente. Por ejemplo, la etapa de secado opcional se lleva a cabo a una temperatura en el intervalo de 50 a 150 °C, preferentemente de 60 a 120 °C y, más preferentemente, de 80 a 120 °C a presión ambiente.

25 En una realización, la etapa de secado opcional se lleva a cabo hasta que el contenido de humedad del material que comprende carbonato de calcio obtenido y/o el material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie está en el intervalo de 0,005 a 15,% en peso, preferentemente en el intervalo de 0,01 a 10 % en peso y, más preferentemente, de 0,05 a 5 % en peso, basado en el peso total del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie.

#### Etapas de reacción adicionales

30 Los métodos para preparar el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie pueden comprender una etapa adicional d) de tratar el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie obtenidos en la etapa c) con al menos un agente suplementario que es un agente hidrofobizante como se ha definido anteriormente. Si el método comprende la etapa d), se aprecia que la etapa d) se lleva a cabo después de la etapa  
35 c) de combinación.

#### Uso del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie

40 El material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie se pueden usar como secuestrantes de oxígeno.

45 Con respecto a la definición del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie y sus realizaciones preferidas, se hace referencia a las declaraciones proporcionadas anteriormente.

50 Los inventores, sorprendentemente, descubrieron que el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie proporcionan un secuestro de oxígeno (O<sub>2</sub>) altamente eficiente, y especialmente un secuestro de oxígeno (O<sub>2</sub>) mejorada en comparación con los materiales secuestrantes de oxígeno ya conocidos. Adicionalmente, el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie de acuerdo con la presente invención proporcionan un efecto de secuestro de oxígeno (O<sub>2</sub>) de larga duración y/o es capaz de eliminar una alta cantidad de oxígeno de la adición por unidad circundante del secuestrante.

55 De acuerdo con una realización de la presente invención, el volumen total de oxígeno reaccionado por gramo de agente de tratamiento de superficie está en el intervalo de 0,01 a 50 ml por gramo de agente de tratamiento de superficie por día y, preferentemente, en el intervalo de 0,1 a 25 ml por gramo de agente de tratamiento de superficie por día y, más preferentemente, en el intervalo de 0,4 a 10 ml por gramo de agente de tratamiento de superficie por día, donde la reacción con oxígeno se lleva a cabo con 500 g de material que comprende carbonato de calcio y/o  
60 material que contiene carbonato de magnesio tratados en la superficie desecados en un desecador cerrado con un volumen de 7 l lleno de aire a presión normal.

65 Adicionalmente, el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie de acuerdo con la presente invención no es tóxico, se puede manejar fácilmente y se puede usar en una gran variedad de aplicaciones.

En vista de las propiedades secuestrantes de oxígeno del carbonato de calcio tratado en la superficie tratado, el carbonato de calcio tratado en la superficie tratado se puede utilizar en una gran variedad de aplicaciones. Por ejemplo, el carbonato de calcio reaccionado tratado en la superficie tratado se puede usar en composiciones poliméricas, recubrimientos, preferentemente, recubrimientos de polímero o papel, más preferentemente, recubrimientos de papel, aplicaciones alimentarias, aplicaciones de filtro y/o cosmética, preferentemente en aplicaciones alimentarias y, más preferentemente, en aplicaciones de envasado de alimentos.

El alcance y el interés de la presente invención se entenderán mejor en base a los siguientes ejemplos que pretenden ilustrar ciertas realizaciones de la presente invención y no son limitativos.

## Ejemplos

### 1 Procedimiento de medición

A continuación, se describen los métodos de medición implementados en los ejemplos.

#### Susceptibilidad de captación de la humedad

Se determinó la susceptibilidad de captación de la humedad de un material, como se denomina en el presente documento, en mg de humedad/g tras la exposición a una atmósfera de 10 y 85 % de humedad relativa, respectivamente, durante 2,5 horas a una temperatura de +23 °C ( $\pm 2$  °C). Con este fin, la muestra se mantuvo en primer lugar en una atmósfera de 10 % de humedad relativa durante 2,5 horas, a continuación, la atmósfera se cambió a un 85 % de humedad relativa a la cual se mantuvo la muestra durante otras 2,5 horas. El aumento de peso entre 10 y 85 % de humedad relativa se usó a continuación para calcular la captación de humedad en mg de humedad/g de muestra.

La susceptibilidad a la captación de humedad en mg/g dividida por el área de superficie específica en  $\text{m}^2/\text{g}$  (calculada en función de la superficie específica BET) corresponde a la "susceptibilidad a la captación de humedad normalizada" expresada en  $\text{m}^2/\text{g}$  de muestra.

#### Contenido de sólidos

El contenido de sólidos en suspensión (también conocido como "peso seco") se determinó utilizando un analizador de humedad MJ33 (Mettler-Toledo, Suiza), con los siguientes ajustes: temperatura de secado de 150 °C, apagado automático si la masa no cambia en más de 1 mg durante un período de 30 segundos, secado estándar de 5 a 20 g de suspensión.

#### Distribución del tamaño de partícula (% partículas en pasa con un diámetro $\leq X$ ) y mediana del diámetro en peso ( $d_{50}$ ) de un material particulado

La mediana del diámetro del grano en peso y la distribución en masa del diámetro del grano de un material particulado se determinaron a través del proceso de sedimentación, es decir, un análisis del comportamiento de sedimentación en un campo gravitatorio. La medición se realizó con un Sedigraph™ 5100 o Sedigraph™ 5120.

La mediana del diámetro del grano en volumen  $d_{50}$  y la distribución del diámetro del grano en volumen de un material particulado tal como polvo de partículas se evaluó utilizando un sistema de difracción láser Malvern Mastersizer 2000 (Malvern Instruments Plc., Gran Bretaña) utilizando la teoría de Mie, con un índice de refracción de partículas de 1,57 y un índice de absorción de 0,005. Como alternativa, la medición se puede realizar con un analizador de tamaño de partículas HELOS de Sympatec, Alemania. La medición puede considerarse equivalente a la distribución del peso suponiendo una densidad constante en toda la distribución del tamaño de partícula, y se hace referencia a la técnica de medición.

El experto en la técnica conoce el método y el instrumento para determinar los tamaños de partículas de las cargas y otros materiales en partículas. La medición se llevó a cabo en una solución acuosa que comprendía 0,1 % en peso

de  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ . Las muestras se dispersaron utilizando un agitador de alta velocidad y en presencia de supersónicos.

#### Área superficial específica BET de un material

A lo largo del presente documento, el área de la superficie específica (expresada en  $\text{m}^2/\text{g}$ ) de la carga mineral se determinó utilizando el método BET (utilizando nitrógeno como gas adsorbente), que es bien conocido por el experto (norma ISO 9277:2010). El área de superficie total (en  $\text{m}^2$ ) de la carga mineral se obtiene después mediante la multiplicación de la superficie específica y la masa (en g) de la carga mineral antes del tratamiento.

#### Humedad del carbonato de calcio

Una muestra de polvo de 10 g se calentó en un horno a 150 °C hasta que la masa se mantuvo constante durante 20 minutos. La pérdida de masa se ha determinado gravimétricamente y se expresó como % en peso de pérdida en función de la masa de la muestra inicial. Esta pérdida de masa se ha atribuido a la humedad de la muestra.

## 5 Pruebas de secuestro de oxígeno

Las pruebas de secuestro de oxígeno se realizaron colocando una cantidad definida de polvo en un desecador cerrado equipado con un dispositivo de medición de oxígeno (GOX 100, GHM Messtechnik GmbH) y la cantidad total de oxígeno captada por gramo de muestra (o sustancia activa) estimada, asumiendo que el gas respeta la ley de los gases ideales y desechando el volumen ocupado por los polvos. Los resultados se expresaron como ml de O<sub>2</sub>/g de polvo o ml de O<sub>2</sub>/g de principio activo.

Se utilizaron las siguientes ecuaciones para los cálculos:

$$n(\text{gas}) = \frac{PV}{R \cdot T}$$

$$n(\text{O}_2) = n(\text{gas}) \times 20,9/100$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \times M(\text{O}_2)$$

$$V(\text{O}_{2\text{desecador}}) = V(\text{desecador}) \times 20,9/100$$

Suponiendo que  $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$

$T = 295 \text{ K}$

$P = 101.300 \text{ Pa}$

$M(\text{O}_2) = 32 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

O<sub>2</sub> en aire = 20,9 %

Los valores presentados en la sección experimental se calculan de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & O_2 \text{ secuestrado (ml/g de polvo)} \\ &= \frac{20,9 - (\% O_2 \text{ medido})}{20,9} \times \frac{V_{O_2 \text{ desecador}}}{m(\text{polvo})} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & O_2 \text{ secuestrado (ml/g de agente de superficie activa)} \\ &= O_2 \text{ secuestrado (ml/g de polvo)} \\ & \times \frac{m(\text{agente de superficie activa})}{m(\text{polvo después del tratamiento})} \end{aligned}$$

## 2 Preparación del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie

En la siguiente descripción de la preparación de los ejemplos y ejemplos comparativos, la indicación de peso en forma de "partes" siempre se refiere a "partes en peso", a menos que se indique lo contrario.

### 2.1 Tratamientos de superficie con ácidos grasos insaturados

#### 2.1.1 Ejemplo 1 - Polvo 1

Se introdujeron 1,00 kg de carbonato de calcio molido en seco de Italia ( $d_{50} = 2,6 \mu\text{m}$ , área de superficie específica BET = 2,6 m<sup>2</sup>/g) en un mezclador de alta velocidad (Mezclador MTI, MTI Mischtechnik International GmbH, Alemania), y se acondicionó por agitación durante 10 minutos (3.000 rpm, 30 °C). Después de ese tiempo, se introdujeron 0,6 partes con respecto a 100 partes de CaCO<sub>3</sub> de ácido linoleico (6 g, Sigma-Aldrich (Alemania) de

calidad técnica 60-74 %) y se continuó la agitación durante otros 20 minutos (30 °C, 3.000 rpm). Este nivel de tratamiento corresponde aproximadamente a 2,3 mg/m<sup>2</sup>. Después de ese tiempo, se extrajo la mezcla. Se obtuvo un polvo blanco hidrófobo (Polvo 1).

#### 5 2.1.2 Ejemplo 2 - Polvo 2

Se introdujeron 1,00 kg de carbonato de calcio molido en seco de Italia ( $d_{50} = 2,6 \mu\text{m}$ , área de superficie específica BET = 2,6 m<sup>2</sup>/g) en un mezclador de alta velocidad (Mezclador MTI, MTI Mischtechnik International GmbH, Alemania), y se acondicionó por agitación durante 10 minutos (3.000 rpm, 30 °C). Después de ese tiempo, Se introdujeron 1,0 partes con respecto a 100 partes de CaCO<sub>3</sub> de ácido linoleico (10 g, Sigma-Aldrich (Alemania) de calidad técnica 60-74 %) y se continuó la agitación durante otros 20 minutos (30 °C, 3.000 rpm). Este nivel de tratamiento corresponde aproximadamente a 3,8 mg/m<sup>2</sup>. Después de ese tiempo, se extrajo la mezcla. Se obtuvo un polvo blanco hidrófobo (Polvo 2).

#### 15 2.1.3 Ejemplo 3 - Polvo 3

Se introdujeron 1,00 kg de carbonato de calcio molido en seco de Italia ( $d_{50} = 2,6 \mu\text{m}$ , área de superficie específica BET = 2,6 m<sup>2</sup>/g) en un mezclador de alta velocidad (Mezclador MTI, MTI Mischtechnik International GmbH, Alemania), y se acondicionó por agitación durante 10 minutos (3.000 rpm, 30 °C). Después de ese tiempo, Se introdujeron 3 partes con respecto a 100 partes de CaCO<sub>3</sub> de ácido linoleico (30 g, Sigma-Aldrich (Alemania) de calidad técnica 60-74 %) y se continuó la agitación durante otros 20 minutos (30 °C, 3.000 rpm). Este nivel de tratamiento corresponde aproximadamente a 11,5 mg/m<sup>2</sup>. Después de ese tiempo, se extrajo la mezcla. Se obtuvo un polvo blanco hidrófobo (Polvo 3).

#### 25 2.1.4 Ejemplo 4 - Polvo 4

Se introdujeron 1,00 kg de carbonato de calcio molido en seco de Italia ( $d_{50} = 2,6 \mu\text{m}$ , área de superficie específica BET = 2,6 m<sup>2</sup>/g) en un mezclador de alta velocidad (Mezclador MTI, MTI Mischtechnik International GmbH, Alemania), y se acondicionó por agitación durante 10 minutos (3.000 rpm, 30 °C). Después de ese tiempo, se introdujeron 0,6 partes en relación con 100 partes de CaCO<sub>3</sub> de ácido oleico (6 g, Fluka (Bélgica)) y se continuó la agitación durante otros 20 minutos (30 °C, 3.000 rpm). Este nivel de tratamiento corresponde a aproximadamente 2,3 mg/m<sup>2</sup>. Después de ese tiempo, se extrajo la mezcla. Se obtuvo un polvo blanco hidrófobo (Polvo 4).

#### 35 2.1.5 Ejemplo 5 - Polvo 5

1,00 kg de carbonato de calcio molido seco de Italia ( $d_{50} = 2,6 \mu\text{m}$ , área de superficie específica BET = 2,6 m<sup>2</sup>/g) se colocó en un mezclador de alta velocidad (Mezclador MTI, MTI Mischtechnik International GmbH, Alemania), y se acondicionó por agitación durante 10 minutos (3.000 rpm, 30 °C). Después de ese tiempo, se introdujeron 1,0 partes en relación con 100 partes de CaCO<sub>3</sub> de ácido oleico (10 g, Alfa Aesar (Alemania) de calidad técnica, 90 %) y se continuó la agitación durante otros 20 minutos (30 °C, 3.000 rpm). Este nivel de tratamiento corresponde aproximadamente a 3,8 mg/m<sup>2</sup>. Después de ese tiempo, se extrajo la mezcla. Se obtuvo un polvo blanco hidrófobo (Polvo 5).

#### 45 2.1.6 Ejemplo 6 - Polvo 6

1,00 kg de carbonato de calcio molido seco de Italia ( $d_{50} = 2,6 \mu\text{m}$ , área de superficie específica BET = 2,6 m<sup>2</sup>/g) se colocó en un mezclador de alta velocidad (Mezclador MTI, MTI Mischtechnik International GmbH, Alemania), y se acondicionó por agitación durante 10 minutos (3.000 rpm, 30 °C). Después de ese tiempo, se introdujeron 3 partes en relación con 100 partes de CaCO<sub>3</sub> de ácido oleico (30 g, Fluka (Bélgica)) y se continuó la agitación durante otros 20 minutos (30 °C, 3.000 rpm). Este nivel de tratamiento corresponde aproximadamente a 11,5 mg/m<sup>2</sup>. Después de ese tiempo, se extrajo la mezcla. Se obtuvo un polvo blanco hidrófobo (Polvo 6).

#### 55 2.1.7 Ejemplo 7 - Polvo 7

1,00 kg de carbonato de calcio molido seco de Italia ( $d_{50} = 1,7 \mu\text{m}$ , área de superficie específica BET = 3,8 m<sup>2</sup>/g) se colocó en un mezclador de alta velocidad (Mezclador MTI, MTI Mischtechnik International GmbH, Alemania), y se acondicionó por agitación durante 10 minutos (3.000 rpm, 30 °C). Después de ese tiempo, se introdujeron 1,0 partes en relación con 100 partes de CaCO<sub>3</sub> de ácido oleico (10 g, Fluka (Bélgica)) y se continuó la agitación durante otros 20 minutos (30 °C, 3.000 rpm). Este nivel de tratamiento corresponde aproximadamente a 2,6 mg/m<sup>2</sup>. Después de ese tiempo, se extrajo la mezcla. Se obtuvo un polvo blanco hidrófobo (Polvo 7).

## **2.2 Tratamientos de superficie con ácido ascórbico**

#### 65 2.2.1 Ejemplo 8 - Polvo 8

700 g de carbonato de calcio molido seco de Italia ( $d_{50} = 1,7 \mu\text{m}$ , área de superficie específica BET =  $3,8 \text{ m}^2/\text{g}$ ) se colocó en un mezclador de alta velocidad (Mezclador MTI, MTI Mischtechnik International GmbH, Alemania), y se acondicionó por agitación durante 10 minutos (3.000 rpm, 30 °C). Después de ese tiempo, se añadió 1,0 parte en relación con 100 partes de  $\text{CaCO}_3$  de ácido (L)-ascórbico (calidad de reactivo, Sigma life science, China, 31 g de una solución acuosa de 22,6 % de contenido sólido preparada previamente) y se continuó la agitación durante otros 20 minutos (100 °C, 3.000 rpm). Este nivel de tratamiento corresponde aproximadamente a  $2,6 \text{ mg}/\text{m}^2$ . Después de ese tiempo, la mezcla se enfrió y se sacó del mezclador. Se obtuvo un polvo de color (beige-amarillo) (Polvo 8).

### 2.2.2 Ejemplo 9 - Pasta 9

A 600 g (100 partes) de mármol de Carrara molido en húmedo y liofilizado, Italia ( $d_{50} = 1,6 \mu\text{m}$ , área de superficie específica BET =  $4,1 \text{ m}^2/\text{g}$ ) en una botella de 2 l, se añadieron 440 g de agua y se añadieron 0,46 partes de un dispersante de poliácido (2,76 g de una solución acuosa al 42 % p de un poliácido neutralizado con sodio al 100 %,  $M_w = 3.500 \text{ g}/\text{mol}$ , pH = 8) gota a gota con agitación fuerte (930 rpm) a temperatura ambiente (agitador Pendraulik). Una vez obtenida una suspensión estable, se añadió 1,0 parte de ácido ascórbico (6 g, calidad de reactivo, Sigma life science) a temperatura ambiente (este nivel de tratamiento corresponde a aproximadamente  $2,4 \text{ mg}/\text{m}^2$ ) y la agitación se continuó durante 10 minutos. La mezcla se volvió más espesa (Pasta 9).

## **2.3 Tratamientos de superficie con ácido gálico**

### 2.3.1 Ejemplo 10 - Polvo 10

Se introdujeron 700 g de carbonato de calcio molido en seco de Italia ( $d_{50} = 2,6 \mu\text{m}$ , área de superficie específica BET =  $2,6 \text{ m}^2/\text{g}$ ) en un mezclador de alta velocidad (Mezclador MTI, MTI Mischtechnik International GmbH, Alemania) y se acondicionó con agitación durante 10 minutos (3.000 rpm, 80 °C). Después de ese tiempo, se añadieron 1,0 partes en relación a 100 partes de  $\text{CaCO}_3$  ácido gálico (Sigma-Aldrich, 35 g de una solución previamente preparada de 20 % de contenido sólido en etanol) y se continuó la agitación durante otros 10 minutos a 80 °C, después, durante 10 minutos a 100 °C y, nuevamente, 20 minutos a 80 °C (3.000 rpm). Este nivel de tratamiento corresponde aproximadamente a  $3,8 \text{ mg}/\text{m}^2$ . Después de ese tiempo, la mezcla se enfrió y se sacó del mezclador. Se obtuvo un polvo coloreado (de color gris-verde) (Polvo 10).

## **2.4 Tratamientos de superficie con hierro**

### 2.4.1 Ejemplo 11 - Pasta 11

A 600 g (100 partes) de mármol de Carrara molido en húmedo y liofilizado, Italia ( $d_{50} = 1,6 \mu\text{m}$ , área de superficie específica BET =  $4,1 \text{ m}^2/\text{g}$ ) en una botella de 2 l, se añadieron 300 g de agua y se añadieron 0,23 partes de un dispersante de poliácido (1,38 g de una solución acuosa al 42 % p de un poliácido neutralizado con sodio al 100 %,  $M_w = 3.500 \text{ g}/\text{mol}$ , pH = 8) gota a gota con agitación fuerte (930 rpm) a temperatura ambiente (agitador Pendraulik). Una vez obtenida una suspensión estable, 1,0 parte de nanopulvo de hierro (6 g, tamaño de partícula 60-80 nm, Aldrich (China)) se añadió a temperatura ambiente y se continuó la agitación durante 10 minutos. Este nivel de tratamiento corresponde a aproximadamente

$2,4 \text{ mg}/\text{m}^2$ . La mezcla se volvió de color gris y se obtuvo una pasta estable (Pasta 11).

## **2.5 Ejemplos comparativos**

### 2.5.1 Ejemplo comparativo 1 - Polvo EC1

El polvo EC1 es un carbonato de calcio molido en seco de Italia ( $d_{50} = 2,6 \mu\text{m}$ , área de superficie específica BET =  $2,6 \text{ m}^2/\text{g}$ ).

### 2.5.2 Ejemplo comparativo 2 - Polvo EC2

El polvo EC2 es un carbonato de calcio molido en seco de Italia ( $d_{50} = 1,7 \mu\text{m}$ , área de superficie específica BET =  $3,8 \text{ m}^2/\text{g}$ ).

### 2.5.3 Ejemplo comparativo 3 - EC3

El EC3 es ácido linoleico disponible en el mercado (Sigma-Aldrich (Alemania), calidad técnica 60-74 %).

### 2.5.4 Ejemplo comparativo 4 - Polvo EC4

El polvo EC4 es un polvo cristalino de ácido ascórbico (L) disponible en el mercado (Sigma life science, calidad de reactivo, China).

2.5.5 Ejemplo comparativo 5 - Pasta EC5

A 600 g (100 partes) de mármol de Carrara molido en húmedo y liofilizado, Italia ( $d_{50} = 1,6 \mu\text{m}$ , área de superficie específica BET =  $4,1 \text{ m}^2/\text{g}$ ) en una botella de 2 l, se añadieron 300 g de agua y se añadieron 0,23 partes de un agente dispersante (1,38 g, 42 % p de solución acuosa de un poliácido neutralizado con sodio al 100 %,  $M_w = 3.500 \text{ g/mol}$ , pH = 8) gota a gota con agitación fuerte (930 rpm) a temperatura ambiente (agitador Pendraulik). Después de aproximadamente 10 minutos de agitación, se obtuvo una pasta estable (Pasta EC5).

2.5.6 Ejemplo comparativo 6 - EC6

El polvo EC6 es ácido oleico disponible en el mercado (Fluka (Bélgica)).

**Tabla 1:** Resumen del material preparado que comprende carbonato de calcio tratado en la superficie.

Ejemplo	CaCO <sub>3</sub> (partes)	Área de superficie específica BET CaCO <sub>3</sub> (m <sup>2</sup> /g)	Aditivo (partes)				
			Ácido linoleico	Ácido oleico	(ácido L-ascórbico)	ácido gálico	Hierro elemental
1	100	2,6	0,6	-	-	-	-
2	100	2,6	1	-	-	-	-
3	100	2,6	3	-	-	-	-
4	100	2,6	-	0,6	-	-	-
5	100	2,6	-	1	-	-	-
6	100	2,6	-	3	-	-	-
7	100	3,8	-	1	-	-	-
8	100	3,8	-	-	1	-	-
9	100 (pasta)	4,1	-	-	1	-	-
10	100	2,6	-	-	-	1	-
11	100 (pasta)	4,1	-	-	-	-	1
EC1	100	2,6	-	-	-	-	-
EC2	100	3,8	-	-	-	-	-
EC3	-	-	100	-	-	-	-
EC4	-	-	-	-	100	-	-
EC5	100 (pasta)	4,1	-	-	-	-	-
EC6	-	-	-	100	-	-	-

**Tabla 2:** Captación de agua.

Ejemplo	Captación de agua (mg/g)
EC1	1,8
EC2	2,8
2	0,7
4	0,4
5	0,5
6	0,7
7	0,6

**3 Preparación de colores de recubrimientos y recubrimiento de papel**

Ejemplos 12 a 13 (E12-E13) y ejemplo comparativo 12 (EC12)

Los colores de recubrimiento que contienen 100 partes de CaCO<sub>3</sub> (p/p) y 6 o 12 partes (seco/seco) de un aglutinante sintético a base de copolímeros de estireno-butadieno (Styronal D628 (BASF, Alemania)) se prepararon después con pastas de acuerdo con los Ejemplos 9, 11 y el Ejemplo comparativo 5 y recibieron en ambos lados de las láminas superYUPO® de Fischer Papier AG, Suiza (espesor 80  $\mu\text{m}$ , tamaño:  $18 \times 26 \text{ cm}^2$ ,  $62 \text{ g/m}^2$ , polipropileno) y se secaron en un secador de cinta (150 °C). Después de recubrir, las láminas almacenaron inmediatamente en una bolsa de plástico cerrada para limitar la exposición al oxígeno hasta su uso. La composición de los colores de recubrimiento y los pesos de recubrimiento se resumen en la Tabla 3 a continuación.

**Tabla 3:** Preparación de color de recubrimiento y peso del recubrimiento.

Ejemplo	Composición de color del recubrimiento				Peso de recubrimiento (g/m <sup>2</sup> )
	Pasta	CaCO <sub>3</sub> [partes]	Styronal D628 [partes, seco/seco]	Contenido sólido [% p]	
EC12	EC5	100	6	64,8	107,8
E12	E9	100	12	56,7	89,3
E13	E11	100	6	65,6	106,1

**4 Pruebas de secuestro de oxígeno**

**4.1 Pruebas sobre polvos**

5 Las pruebas de secuestro de oxígeno se realizaron colocando una cantidad definida de polvo en un desecador bien cerrado equipado con un dispositivo de medición de oxígeno (GOX 100, GHM Messtechnik GmbH, Alemania). La cantidad relativa de oxígeno en el aire se registra regularmente y se calcula la cantidad total de oxígeno secuestrado por gramo de muestra, suponiendo que el gas respeta la ley de los gases ideales y desechando el volumen ocupado por el polvo. Los resultados se expresan en ml de O<sub>2</sub>/g de polvo.

**4.1.1 Ejemplo 14**

15 Se introdujeron 500 g del polvo del Ejemplo 1 en un desecador sellado de 7 l y se registró regularmente la cantidad de O<sub>2</sub>. Este nivel de tratamiento corresponde aproximadamente a 2,3 mg/m<sup>2</sup>.

**Tabla 4:** Prueba de secuestro de oxígeno.

Tiempo [h]	0	2	4	6	7,5	22	25	31	47	55	70
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	20,9	20,8	20,7	20,4	20,2	18,9	18,6	18	17,5	16,9	16,9
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de polvo)	0	0,014	0,028	0,07	0,098	0,28	0,322	0,406	0,476	0,56	0,56
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de ácido linoleico)	0	2,35	4,70	11,74	16,44	46,98	54,03	68,12	79,87	93,96	93,96

Los resultados del Ejemplo 14 también se muestran en las Figuras 1 y 2.

**4.1.2 Ejemplo 15**

25 Se introdujeron 500 g del polvo del Ejemplo 2 en un desecador sellado de 7 l y se registró regularmente la cantidad de O<sub>2</sub>. Este nivel de tratamiento corresponde aproximadamente a 3,8 mg/m<sup>2</sup>.

**Tabla 5:** Prueba de secuestro de oxígeno.

Tiempo [h]	0	1	2,5	3,5	4,6	5,5	6,5	7,75
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	20,9	20,8	20,7	20,6	20,4	20,3	20,2	20
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de polvo)	0	0,014	0,028	0,042	0,07	0,084	0,098	0,126
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de ácido linoleico)	0	1,41	2,83	4,24	7,07	8,48	9,90	12,73
Tiempo [h]	23	24	28	32,5	47,3	51	56	120
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	16,8	16,6	16	15,3	14,7	14,4	14,2	13,6
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de polvo)	0,574	0,602	0,686	0,784	0,868	0,91	0,938	1,022
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de ácido linoleico)	57,98	60,81	69,29	79,19	87,68	91,92	94,75	103,23

Los resultados del Ejemplo 15 también se muestran en las Figuras 1 y 2.

**4.1.3 Ejemplo 16**

35 Se introdujeron 500 g del polvo del Ejemplo 3 en un desecador sellado de 7 l y se registró regularmente la cantidad de O<sub>2</sub>. Este nivel de tratamiento corresponde aproximadamente a 11,5 mg/m<sup>2</sup>.

**Tabla 6:** Prueba de secuestro de oxígeno.

Tiempo [h]	0	2	4	5,5	20	29	44	68
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	20,9	20,8	20,5	20,3	17,8	14,8	8,1	0,4
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de polvo)	0	0,014	0,056	0,084	0,434	0,854	1,792	2,87
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de ácido linoleico)	0	0,48	1,92	2,88	14,90	29,33	61,54	98,56
n.b.: la prueba se detuvo después de 68 horas, ya que se había consumido todo el oxígeno del desecador sellado.								

Los resultados del Ejemplo 16 también se muestran en las Figuras 1 y 2.

**4.1.4 Ejemplo 17**

Se introdujeron 500 g del polvo del Ejemplo 4 en un desecador sellado de 7 l y se registró regularmente la cantidad de O<sub>2</sub>. Este nivel de tratamiento corresponde aproximadamente a 2,3 mg/m<sup>2</sup>.

Tabla 7: Prueba de secuestro de oxígeno.

Tiempo [h]	0	2	5	24	52	74	100	164	172	190
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	20,9	20,9	20,9	20,8	20,6	20,6	20,5	20,2	19,8	19,8
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de polvo)	0	0	0	0,014	0,042	0,042	0,056	0,098	0,154	0,154
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de ácido oleico)	0	0	0	2,35	7,05	7,05	9,40	16,44	25,84	25,84
Tiempo [h]	194	198	220	239	243	268	334	340	356	386
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	19,7	19,6	19,5	19,3	19	18,8	18,2	18,1	18,1	17,8
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de polvo)	0,168	0,182	0,196	0,224	0,266	0,294	0,378	0,392	0,392	0,434
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de ácido oleico)	28,19	30,54	32,89	37,58	44,63	49,33	63,42	65,77	65,77	72,82
										86,91

Los resultados del Ejemplo 17 también se muestran en las Figuras 3 y 5.

**4.1.5 Ejemplo 18**

- 5 Se introdujeron 500 g del polvo del Ejemplo 5 en un desecador sellado de 7 l y se registró regularmente la cantidad de O<sub>2</sub>. Este nivel de tratamiento corresponde aproximadamente a 3,8 mg/m<sup>2</sup>.

**Tabla 8:** Prueba de secuestro de oxígeno.

	1	4	22	28	31	46	55	72	79	168	200	217
Tiempo [h]												
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	20,9	20,8	20,7	20,6	20,5	20,4	20,1	19,7	19,2	17,6	17	17,1
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de polvo)	0	0,014	0,028	0,042	0,056	0,07	0,112	0,168	0,238	0,462	0,546	0,532
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de ácido oleico)	0	1,41	2,83	4,24	5,66	7,07	11,31	16,97	24,04	46,67	55,15	53,74

Los resultados del Ejemplo 18 también se muestran en las Figuras 3 y 5.

**4.1.6 Ejemplo 19**

- 5 Se introdujeron 500 g del polvo del Ejemplo 6 en un desecador sellado de 7 l y se registró regularmente la cantidad de O<sub>2</sub>. Este nivel de tratamiento corresponde aproximadamente a 11,5 mg/m<sup>2</sup>.

**Tabla 9:** Prueba de secuestro de oxígeno.

Tiempo [h]	0	2,5	4	5,5	22	29	46	50	52	69
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	20,9	20,9	20,8	20,7	20,6	20,6	20,5	20,4	20,3	20,2
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de polvo)	0	0	0,014	0,028	0,042	0,042	0,056	0,07	0,084	0,098
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de ácido oleico)	0	0	0,48	0,96	1,44	1,44	1,92	2,40	2,88	3,37
Tiempo [h]	77	100	166	172	188	196	218			
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	19,8	19,4	17,6	17,4	17,1	16,1	15,6			
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de polvo)	0,154	0,21	0,462	0,49	0,532	0,672	0,742			
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de ácido oleico)	5,29	7,21	15,87	16,83	18,27	23,08	25,48			

- 10 Los resultados del Ejemplo 19 también se muestran en las Figuras 3 y 5.

**4.1.7 Ejemplo 20**

- 15 Se introdujeron 500 g del polvo del Ejemplo 7 en un desecador sellado de 7 l y se registró regularmente la cantidad de O<sub>2</sub>. Este nivel de tratamiento corresponde a aproximadamente 2,6 mg/m<sup>2</sup>.

**Tabla 10:** Prueba de secuestro de oxígeno.

Tiempo (h)	0	24	48	64	72	88	96	160	168	184	192	216	240
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	20,9	20,7	20	19,6	19,3	19,1	18,9	17,7	17,5	17,3	17	16,6	15,9
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de polvo)	0	0,028	0,126	0,182	0,224	0,252	0,28	0,448	0,476	0,504	0,546	0,602	0,7
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de ácido oleico)	0	0	12,73	18,38	22,63	25,45	28,28	45,25	48,08	50,91	55,15	60,81	70,71
Tiempo (h)	264	328	336	352	360	376	384	400	408	432	504		
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	15,3	15,1	15	14,9	14,6	14,7	14,6	14,6	14,5	14,4	14,4		
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de polvo)	0,784	0,812	0,826	0,84	0,882	0,868	0,882	0,882	0,896	0,91	0,91		
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de ácido oleico)	79,19	82,02	83,43	84,85	89,09	87,68	89,09	89,09	90,51	91,92	91,92		

Los resultados del Ejemplo 20 también se muestran en las Figuras 4 y 6.

**4.1.8 Ejemplo 21**

- 5 Se introdujeron 500 g del polvo del Ejemplo 8 en un desecador sellado de 7 l y se registró regularmente la cantidad de O<sub>2</sub>. Este nivel de tratamiento corresponde aproximadamente a 2,6 mg/m<sup>2</sup>.

**Tabla 11:** Prueba de secuestro de oxígeno.

Tiempo [h]	0	16	20	24	40	45	48	64	72
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	20,9	19,4	19	18,5	17,7	17,4	17,2	16,6	16,2
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de polvo)	0	0,21	0,266	0,336	0,448	0,49	0,518	0,602	0,658
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de ácido ascórbico)	0	21,21	26,87	33,94	45,25	49,49	52,32	60,81	66,46
Tiempo [h]	136	168	192	312					
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	15,5	15	14,9	15,1					
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de polvo)	0,756	0,826	0,84	0,812					
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de ácido ascórbico)	76,36	83,43	84,85	82,02					

- 10 Los resultados del Ejemplo 21 también se muestran en las Figuras 7 y 8.

**4.1.9 Ejemplo 22**

- 15 Se introdujeron 500 g del polvo del Ejemplo 10 en un desecador sellado de 7 l y se registró regularmente la cantidad de O<sub>2</sub>. Este nivel de tratamiento corresponde aproximadamente a 3,8 mg/m<sup>2</sup>.

**Tabla 12:** Prueba de secuestro de oxígeno.

Tiempo [h]	0	24	48	72	168	312	360	480	524	740	938
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	20,9	20,7	20,6	20,6	20,3	20,2	20	19,9	19,8	19,8	19,9
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de polvo)	0	0,028	0,042	0,042	0,084	0,098	0,126	0,14	0,154	0,154	0,14
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de ácido gálico)	0	2,83	4,24	4,24	8,48	9,90	12,73	14,14	15,56	15,56	14,14

- 20 Los resultados del Ejemplo 22 también se muestran en la Figura 9.

**4.1.10 Ejemplo comparativo 7**

- 25 Se introdujeron 500 g del polvo del Ejemplo EC1 en un desecador sellado de 7 l y se registró regularmente la cantidad de O<sub>2</sub>. No se notó ningún cambio notable en los niveles de O<sub>2</sub> después de 2 semanas.

**Tabla 13:** Prueba de secuestro de oxígeno.

Tiempo (h)	0	3	20	24	72	144	168	192	216	240
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	20,9	20,9	20,9	20,8	20,9	20,9	20,9	20,8	20,9	20,9
O <sub>2</sub> absorbido (ml/g de polvo)	0	0	0	0,014	0	0	0	0,014	0	0

Los resultados del Ejemplo comparativo 7 también se muestran en la Figura 1.

30 **4.1.11 Ejemplo comparativo 8**

Se introdujeron 500 g del polvo del Ejemplo EC2 en un desecador sellado de 7 l y se registró regularmente la cantidad de O<sub>2</sub>. No se notó ningún cambio notable en los niveles de O<sub>2</sub> después de 2 semanas.

35 **4.1.12 Ejemplo comparativo 9**

Se introdujeron 14,5 g de ácido linoleico (EC3) en un batidor de 50 ml y se introdujeron en un desecador sellado de 7 l y se registró regularmente la cantidad de O<sub>2</sub>.

40

**Tabla 14:** Prueba de secuestro de oxígeno.

Tiempo (h)	0	3	20	24	72	144	168	192	216
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	20,9	20,9	20,6	20,4	19,6	17,6	16,6	15,6	14,9
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de ácido linoleico)	0	0	1,45	2,41	6,28	15,93	20,76	25,59	28,97

Los resultados del Ejemplo comparativo 9 también se muestran en la Figura 2.

#### 5 4.1.13 Ejemplo comparativo 10

Se introdujeron 10 g de polvo cristalino de ácido (L) -ascórbico (Sigma life science, de calidad de reactivo, China, polvo EC4) en un desecador sellado de 7 l y la cantidad de O<sub>2</sub> se registró regularmente.

10

**Tabla 15:** Prueba de secuestro de oxígeno.

Tiempo [h]	0	24	88	120	144	168
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	20,9	20,8	20,6	20,5	20,5	20,4
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de ácido ascórbico)	0	0,7	2,1	2,8	2,8	3,5

Los resultados del Ejemplo comparativo 10 también se muestran en las Figuras 7 y 8.

#### 15 4.1.13 Ejemplo comparativo 11

15

Se introdujeron 14,5 g de ácido oleico (EC6) en un desecador sellado de 7 l y se registró regularmente la cantidad de O<sub>2</sub>.

**Tabla 16:** Prueba de secuestro de oxígeno.

Tiempo (h)	0	3	20	24	72	144	168	192	216
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	20,9	20,9	20,8	20,8	20,7	20,6	20,5	20,4	20,3
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de ácido oleico)	0	0	0,48	0,48	0,97	1,45	1,93	2,41	2,90

20

Los resultados del Ejemplo comparativo 11 también se muestran en las Figuras 5 y 6.

### 4.2 Pruebas en papeles recubiertos

#### 25 4.2.1 Ejemplo 23: Papel del E12 (con ácido ascórbico)

Se cortaron 80 tiras (5x18 cm<sup>2</sup>) de papel recubierto del E12 en trozos más pequeños (cada tira se cortó en 4) y se introdujeron en un desecador sellado de 2,9 l, y la cantidad de O<sub>2</sub> se registró regularmente. La cantidad estimada de recubrimiento (en peso) utilizada para esta prueba fue de 64 g.

30

**Tabla 17:** Prueba de secuestro de oxígeno.

Tiempo [h]	0	15	18	21	24	40	44	120	168
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	20,9	19,7	19,4	19	18,7	17,8	17,6	17,3	17,3
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de recubrimiento)	0	0,54	0,68	0,86	1,00	1,41	1,450	1,63	1,63

Los resultados del Ejemplo 23 también se muestran en la Figura 10.

#### 35 4.2.2 Ejemplo 24: Papel del E13 (con hierro elemental)

Se cortaron 80 tiras (5x18 cm<sup>2</sup>) de papel recubierto del E13 en trozos más pequeños (cada tira se cortó en 4) y se introdujeron en un desecador sellado de 2,9 l, y la cantidad de O<sub>2</sub> se registró regularmente. La cantidad estimada de recubrimiento (en peso) utilizada para esta prueba fue de 77 g.

40

**Tabla 18:** Prueba de secuestro de oxígeno.

Tiempo [h]	0	17	25	48	120	168	192	288	332	404
O <sub>2</sub> [%] en el desecador	20,9	20,8	20,7	20,6	20,5	20,4	20,4	20,4	20,4	20,3
O <sub>2</sub> secuestrado (ml/g de recubrimiento)	0	0,037	0,075	0,113	0,151	0,188	0,188	0,188	0,188	0,226

Los resultados del Ejemplo 24 también se muestran en la Figura 10.

45

**4.2.3 Ejemplo comparativo 13: Papel del EC12 (Ejemplo comparativo)**

5 Se cortaron 108 tiras ( $5 \times 18 \text{ cm}^2$ ) de papel recubierto del EC12 en trozos más pequeños (cada tira se cortó en 4) y se introdujeron en un desecador sellado de 2,9 l, y la cantidad de  $\text{O}_2$  se registró regularmente. La cantidad estimada de recubrimiento (en peso) utilizada para esta prueba fue de 84 g.

**Tabla 19:** Prueba de secuestro de oxígeno.

Tiempo [h]	0	24	48	120	168	216	288
$\text{O}_2$ [%] en el desecador	20,9	20,9	20,8	20,8	20,8	20,8	20,8
$\text{O}_2$ secuestrado (ml/g de recubrimiento)	0	0	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035

10 Los resultados del Ejemplo comparativo 13 también se muestran en la Figura 10.

15 Todos los ejemplos muestran que se pueden lograr valores elevados de secuestro de  $\text{O}_2$  con el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie. Por lo tanto, la reacción con  $\text{O}_2$  se puede mejorar usando el agente de tratamiento, posiblemente a través de una mayor área superficial disponible.

## REIVINDICACIONES

1. Uso de un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratado en la superficie como secuestrantes de oxígeno; donde  
 5 el agente de tratamiento de superficie se selecciona del grupo que consiste en ácido ascórbico y/o sales del mismo, ácido gálico y/o sales del mismo, ácidos grasos insaturados y/o sales de los mismos, hierro elemental, sales de hierro (II) y óxidos que comprenden hierro (II), óxidos que comprenden hierro (II, III) y mezclas de los mismos; y donde el peso total del agente de tratamiento de superficie en el área de superficie total de al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio es de 0,01 a 40 mg/m<sup>2</sup>, basado en el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.  
 10
2. El uso de acuerdo con la reivindicación 1, donde el material que comprende carbonato de calcio y/o el material que comprende carbonato de magnesio se seleccionan del grupo que consiste en carbonato de calcio molido, preferentemente mármol, caliza y/o tiza, carbonato de calcio precipitado, preferentemente, vaterita, calcita y/o aragonita, dolomita y sus mezclas, más preferentemente, el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio se seleccionan del grupo que consiste en mármol dolomítico, mármol magnesítico, piedra caliza, tiza y mezclas de los mismos, y, lo más preferentemente, el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio es carbonato de calcio molido.  
 15  
 20
3. El uso de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde el área de superficie específica (BET) de al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que contiene carbonato de magnesio es de 0,5 a 150 m<sup>2</sup>/g, preferentemente de 1 a 60 m<sup>2</sup>/g y, más preferentemente, de 1,5 a 15 m<sup>2</sup>/g, medido utilizando nitrógeno y el método BET según ISO 9277: 2010.  
 25
4. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde el peso total del agente de tratamiento de superficie en el área superficial total de al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie es de 0,5 a 20 mg/m<sup>2</sup> y, más preferentemente, de 0,7 a 15 mg/m<sup>2</sup>, basado en el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.  
 30
5. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde la susceptibilidad a la captación de humedad del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie es de 0,05 a 20 mg/g, preferentemente de 0,1 a 15 mg/g, y, más preferentemente, de 0,2 a 10 mg/g.  
 35
6. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 o 5, donde el ácido graso insaturado se selecciona del grupo que consiste en ácido oleico, ácido linoleico, ácido linoléico, ácido crotónico, ácido miristoleico, ácido palmitoleico, ácido sapiénico, ácido elaídico, ácido vaccénico, ácido gadoleico, ácido erúcico, ácido nervónico, ácido ecosadienoico, ácido docosadienoico, ácido pinoleico, ácido eleosteárico, ácido de Mead, ácido dihomog- $\gamma$ -linoléico, ácido eicosatrienoico, ácido estearidónico, ácido araquidónico, ácido eicosatetraenoico, ácido adrénico, ácido bosoepentaenoico, ácido eicosapentaenoico, ácido ozubondo, ácido de sardina, ácido tetracosanolpentaenoico, de ácido docosahexaenoico, ácido de arenque, sales de estos ácidos y mezclas de los mismos, preferentemente, el ácido graso insaturado es ácido oleico o ácido linoleico.  
 40  
 45
7. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde el hierro es un hierro en polvo particulado que tiene un tamaño de partícula  $d_{50}$  mediano en volumen que varía de 5 nm a 10  $\mu$ m, preferentemente entre 10 nm a 2  $\mu$ m y, más preferentemente, de 30 nm a 500 nm.  
 50
8. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio se trata adicionalmente con otro aditivo, preferentemente con un dispersante, por ejemplo, un dispersante de poliacrilato, un aglutinante y/o un agente activador, más preferentemente, con un aglutinante y/o un agente de activación.  
 55
9. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, donde el volumen total de oxígeno reaccionado por gramo de agente de tratamiento de superficie está en el intervalo de 0,01 a 10 ml por gramo de agente de tratamiento de superficie por día y, preferentemente, en el intervalo de 0,1 a 8 ml por gramo de agente de tratamiento de superficie por día y, más preferentemente, en el intervalo de 0,4 a 6 ml por gramo de agente de tratamiento de superficie por día, donde la reacción con oxígeno se lleva a cabo con 500 g de material que comprende carbonato de calcio y/o material que contiene carbonato de magnesio tratados en la superficie desecados en un desecador cerrado con un volumen de 7 l lleno de aire a presión normal.  
 60
10. El uso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, donde el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie comprende además al menos un agente suplementario que es un agente hidrofobizante, que cubre al menos parcialmente el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie, donde el peso total  
 65

- de al menos un agente hidrofobizante en el área de superficie total del material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie es de 0,001 a 10 mg/m<sup>2</sup>, preferentemente, de 0,001 a 9 mg/m<sup>2</sup>, más preferentemente de 0,01 a 8 mg/m<sup>2</sup>, y, lo más preferentemente, de 0,1 a 4 mg/m<sup>2</sup>, basado en el al menos un material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio.
- 5
11. El uso de acuerdo con la reivindicación 10, donde el material que comprende carbonato de calcio y/o material que comprende carbonato de magnesio tratados en la superficie comprende al menos un agente suplementario que es un agente hidrofobizante seleccionado del grupo que consiste en un ácido carboxílico alifático que tiene una cantidad total de átomos de carbono de C<sub>4</sub> a C<sub>24</sub> y/o productos de reacción del mismo, un anhídrido succínico monosustituido que consiste en anhídrido succínico monosustituido con un grupo seleccionado de un grupo lineal, ramificado, alifático y cíclico que tiene una cantidad total de átomos de carbono de al menos C<sub>2</sub> a C<sub>30</sub> en el sustituyente y/o productos de reacción del mismo, una mezcla de éster de ácido fosfórico de uno o más monoésteres de ácido fosfórico y/o productos de reacción de los mismos y uno o más diésteres de ácido fosfórico y/o productos de reacción de los mismos, polihidrogensiloxano y productos de reacción del mismos, un aceite de silicona inerte, preferentemente polidimetilsiloxano y mezclas del mismo.
- 10
- 15
12. El uso de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 11 en composiciones poliméricas, recubrimientos, preferentemente, recubrimientos de polímero o papel, más preferentemente, recubrimientos de papel, aplicaciones alimentarias, filtros y/o aplicaciones cosméticas, preferentemente en aplicaciones alimentarias y, más preferentemente, en aplicaciones de envasado de alimentos.
- 20

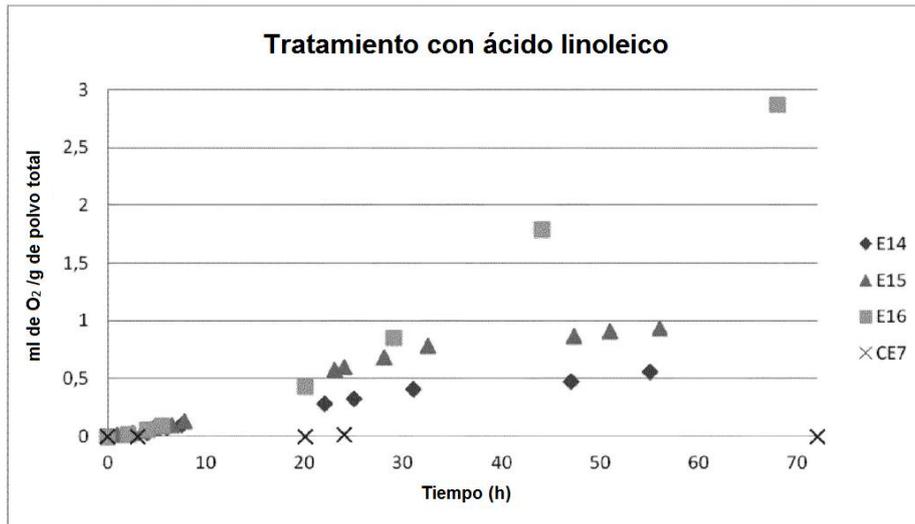


Fig. 1

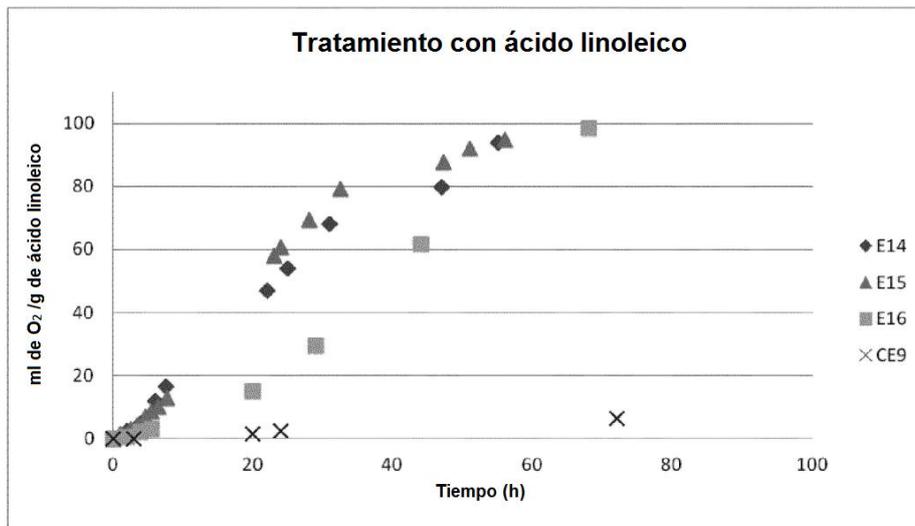


Fig. 2

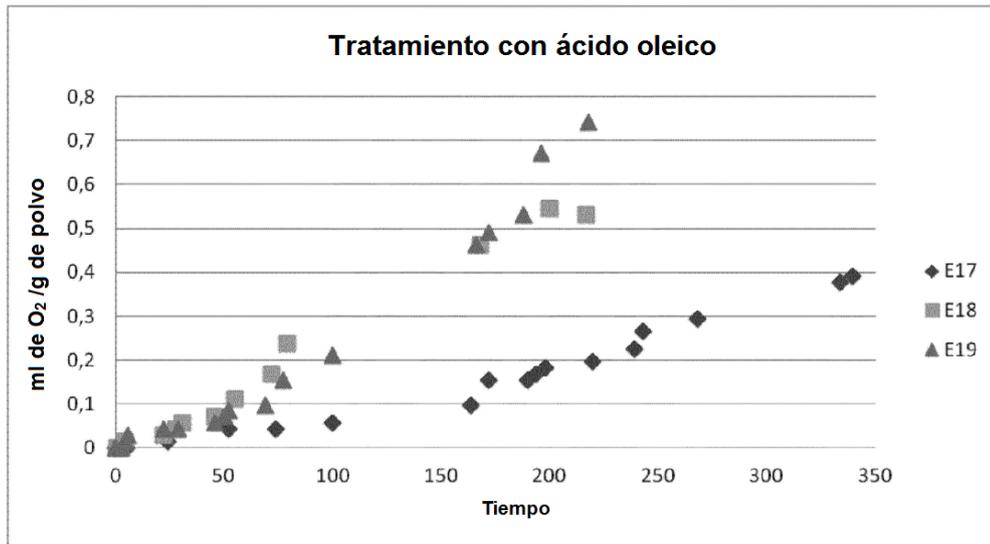


Fig. 3

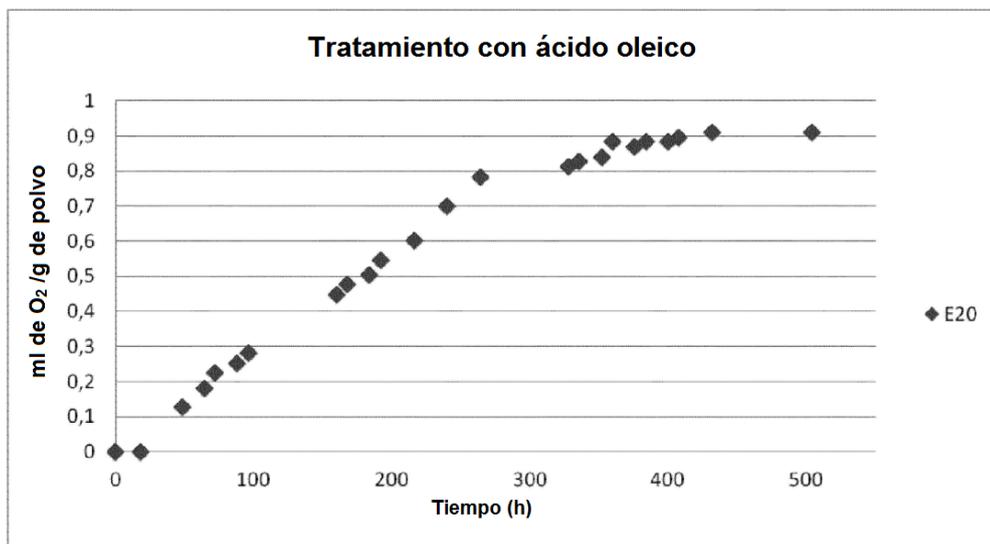


Fig. 4

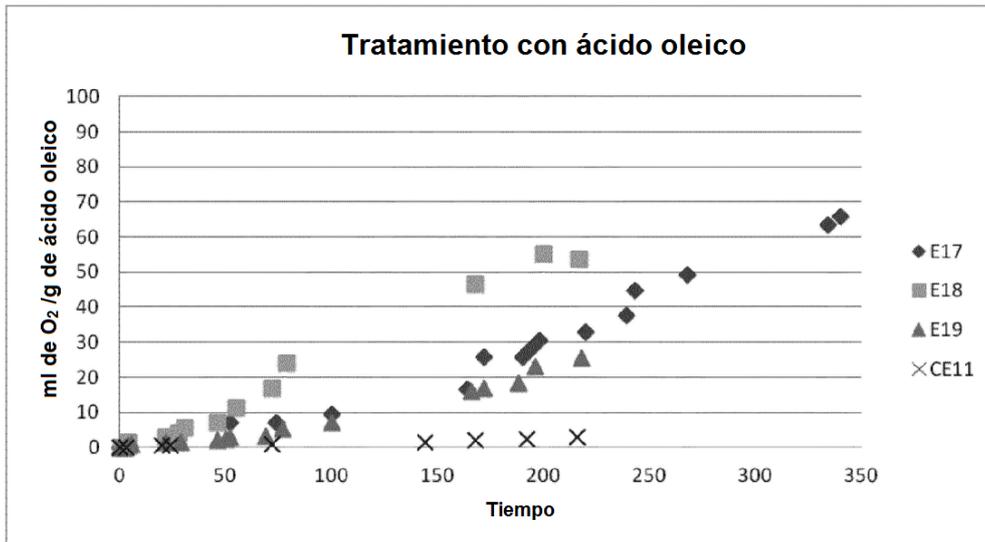


Fig. 5

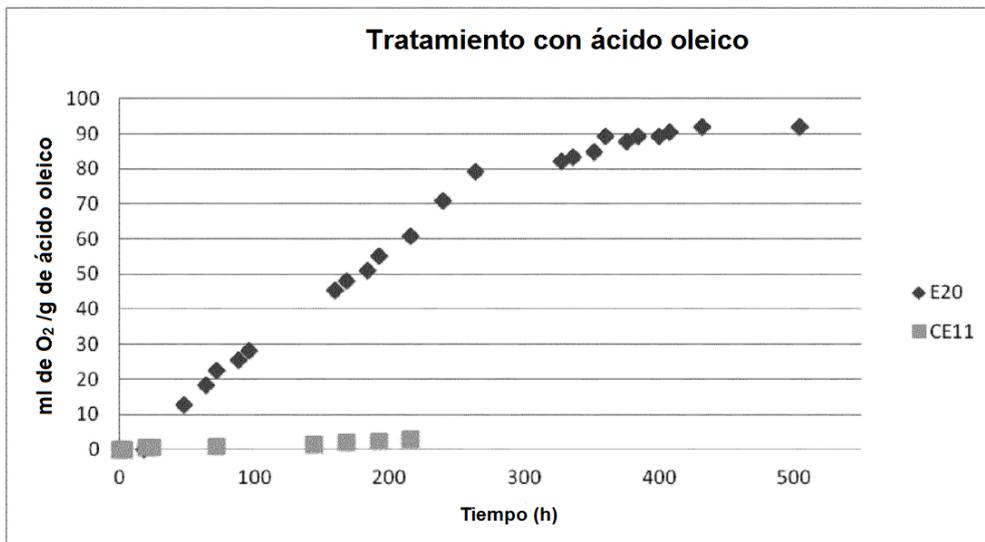


Fig. 6

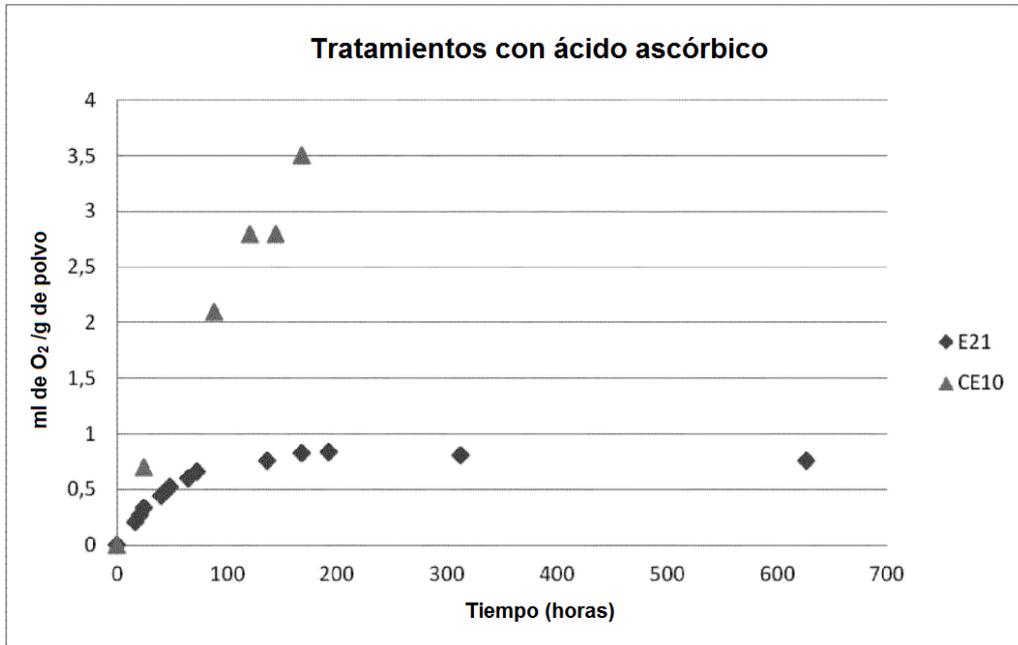


Fig. 7

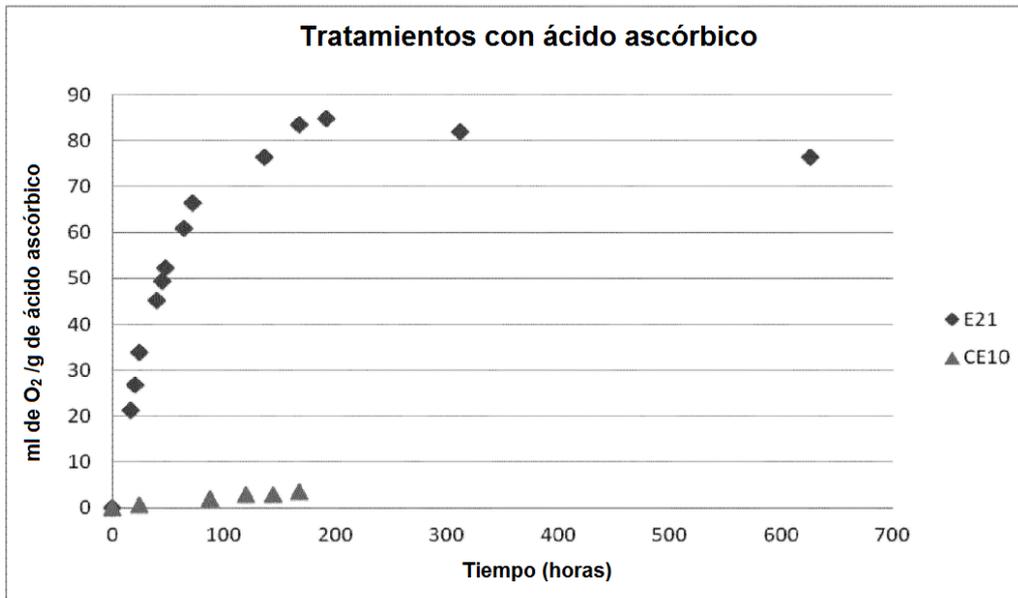


Fig. 8

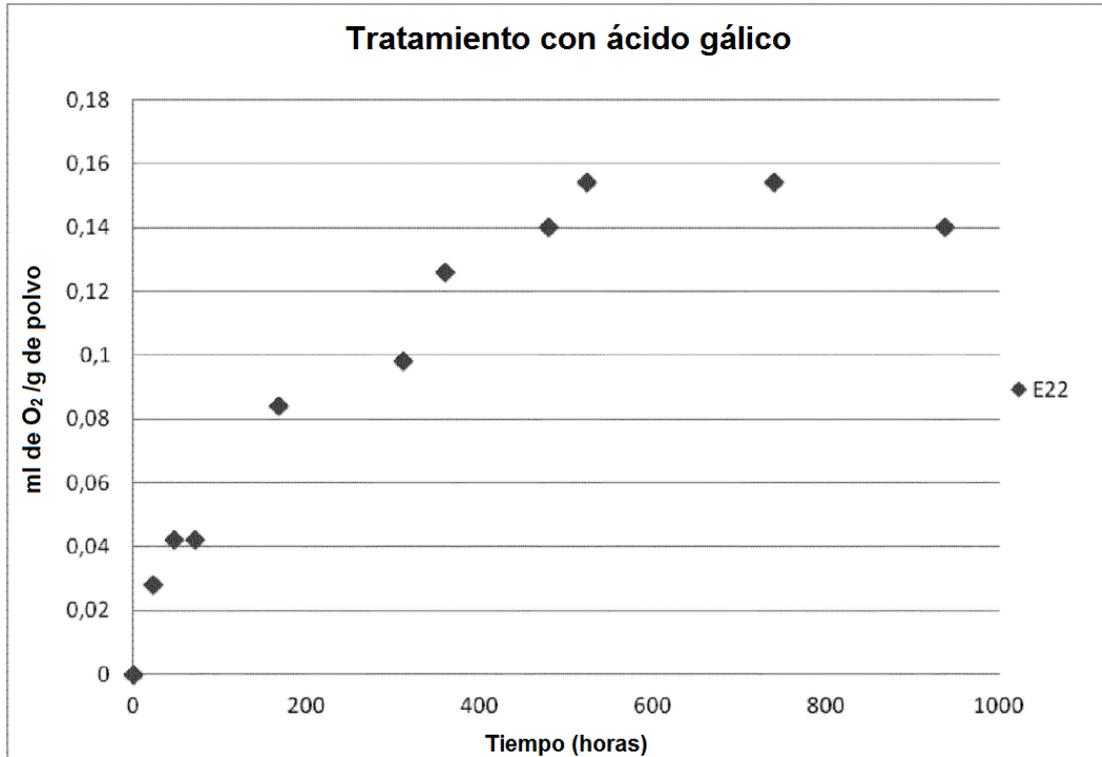


Fig. 9

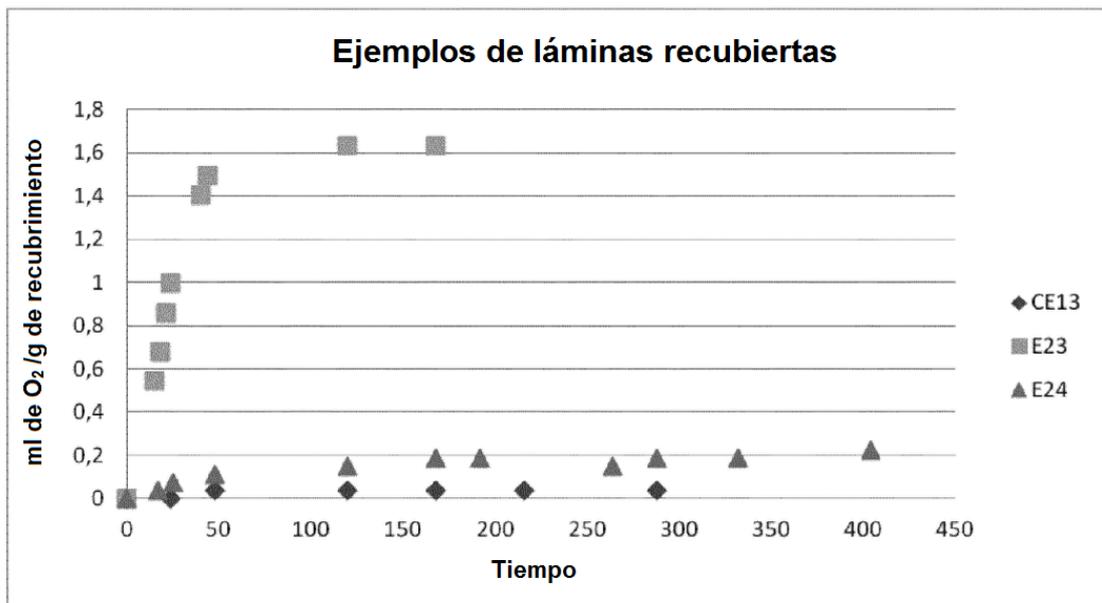


Fig. 10