

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 886 464**

51 Int. Cl.:

C09K 17/06 (2006.01)

C05D 3/02 (2006.01)

C05D 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.09.2014** **PCT/EP2014/070884**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.04.2015** **WO15049219**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2014** **E 14780446 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.07.2021** **EP 3052582**

54 Título: **Material que contiene carbonato alcalinotérreo micronizado para regular el pH de un suelo**

30 Prioridad:

04.10.2013 EP 13187392

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

20.12.2021

73 Titular/es:

OMYA INTERNATIONAL AG (100.0%)
Baslerstrasse 42
4665 Oftringen, CH

72 Inventor/es:

SKOVBY, MICHAEL;
ZOCCO, DOMENICO y
DURAND, STEVEN EDWARD

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 886 464 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

Material que contiene carbonato alcalinotérreo micronizado para regular el pH de un suelo

La presente invención se refiere a un método para regular el pH de un suelo, así como al uso de al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo que tiene un valor de tamaño de partícula mediano ponderado $d_{50} \leq 50,0 \mu\text{m}$ para optimizar o mejorar el pH de un suelo, así como al uso de un sistema de riego o pulverización para aplicar una suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo para optimizar o mejorar el pH de un suelo.

El cultivo de plantas domesticadas repercute de numerosas maneras en diversos factores, tales como el pH del suelo que se ha de usar. Por ejemplo, se calcula que en California hay aproximadamente 2428 km² (600 000 acres) plantados con nogales y, por lo tanto, el nogal es una de las plantas más cultivadas en California. En general, California es conocida por tener suelos de pH neutro, pero la acidez aumenta cuando, al plantarse los árboles jóvenes, se rompe el lecho rocoso y la acidez que brota y se libera de las rocas graníticas afecta a la capa superior del suelo. En consecuencia, al menos el 10 % del área total destinada al cultivo del nogal presenta acidez elevada. Las causas de que no se pueda corregir fácilmente este desequilibrio del suelo están relacionadas principalmente con el escaso control del trabajo de preparación anterior a las tareas de plantado y cultivo y durante las mismas.

En la técnica, se han hecho varios intentos de aumentar el pH del suelo. Por ejemplo, encalar con carbonato de calcio o con productos a base de dolomita es una práctica común para aumentar el pH del suelo. Sin embargo, la cal estándar se aplica en la superficie del suelo con gran riesgo de perder el control de la distribución del polvillo a causa del viento. Según la experiencia local, se necesita, por lo tanto, una elevada cantidad de productos a base de dolomita o carbonato de calcio, es decir 2,5 kg/m² (10 toneladas/acre) a lo largo de 2 años, para que aumente el pH de 5,0 a 5,2. Asimismo, la enorme tasa de aplicación se debe al hecho de que la cal estándar no reacciona cuando el pH del suelo es 5. Los agricultores están afrontando este problema mediante el aumento drástico de las tasas por acre.

Por ejemplo, en el documento de patente WO 01/70648 A1 se hace referencia al uso de un aditivo mineral higroscópico como aditivo sin polvillo para productos y composiciones en polvo, en particular para enmienda del suelo o fertilizantes para enmienda del suelo, tales como, en particular, productos brutos para enmienda del suelo o productos brutos para enmienda del suelo mezclados con fosfato trisódico (TSP, por sus siglas en inglés), cloruro de potasio y/o fosfato natural o similares.

Asimismo, en el documento de patente EP 0 924 176 B1 se hace referencia a acondicionadores de suelo básicos líquidos que comprenden una suspensión acuosa de carbonato de calcio o dolomita o sus mezclas, u óxido de magnesio extremadamente fino. Se describe además que las tasas de aplicación se encuentran en el intervalo de 0,2 kg/m² a 0,6 kg/m² (2 toneladas/hectárea a 6 toneladas/hectárea (t/ha)).

En los documentos US 2001/030029 A1, US 2008/219912 A1 y US 2011/217214 A1 se describe un método para obtener carbonato de calcio en forma de partículas con un tamaño medio de partícula específico y que es adecuado para numerosas aplicaciones como en el tratamiento de suelos, la producción de papel de relleno, la producción de pinturas y la contención de contaminantes en conjuntos de emisiones de chimeneas de carbón.

Por lo tanto, en la técnica todavía existe la necesidad de proporcionar métodos alternativos para regular eficazmente el pH de un suelo, en donde dicho método resulte simple y económico y al mismo tiempo se eviten las tasas de aplicación elevadas de materiales reguladores de la acidez y proporcione la posibilidad de aumentar u optimizar el pH del suelo que se quiere tratar. Asimismo, el aumento u optimización del pH del suelo durará un tiempo suficiente, preferiblemente un periodo de al menos 6 meses.

En consecuencia, un objeto de la presente invención es proporcionar un método alternativo para regular el pH de un suelo. Otro objeto de la presente invención puede apreciarse en la provisión de un método de regulación del pH de un suelo en que se aumenta u optimiza el pH. Un objeto adicional de la presente invención puede apreciarse en la provisión de un método para regular el pH de un suelo que es aplicable a una tasa de aplicación baja de los materiales acondicionadores del pH del suelo. Otro objeto de la presente invención puede apreciarse en la provisión de un método para regular el pH de un suelo que puede distribuirse de modo simple usando equipamiento disponible. Incluso otro objeto de la presente invención puede apreciarse en la provisión de un método para regular el pH de un suelo, en que el material acondicionador del pH del suelo se puede aplicar eficazmente sobre el suelo. Otro objeto adicional de la presente invención puede apreciarse en la provisión de un método cuyos efectos duran un tiempo suficiente, preferiblemente un periodo de al menos 6 meses. Otros objetos pueden deducirse de la siguiente descripción de la invención.

Los objetos anteriores, y otros, se resuelven a través del asunto definido en la reivindicación 1 en la presente memoria.

Las realizaciones ventajosas del método de la invención para regular el pH de un suelo se definen en las correspondientes subreivindicaciones.

De acuerdo con un aspecto de la presente solicitud, se proporciona un método para regular el pH de un suelo, comprendiendo el método las siguientes etapas:

a) proporcionar al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo que tenga un valor de tamaño de partícula mediano ponderado $d_{50} \leq 50,0 \mu\text{m}$; en donde al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo es al menos un material que contenga carbonato de calcio, en donde al menos un material que contenga carbonato de calcio es carbonato de calcio natural molido (NGCC, por sus siglas en inglés);

b) proporcionar una solución acuosa;

c) poner en contacto al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo de la etapa a) con la solución acuosa de la etapa b) de tal modo que se forme una suspensión acuosa que comprenda al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo; y

d) aplicar la suspensión acuosa obtenida en la etapa c) sobre el suelo y/o en el suelo a través de un sistema de riego o pulverización, en donde la suspensión acuosa se aplica sobre el suelo y/o en el suelo en una cantidad de $1,0 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^2$ a $2,5 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^2$ ($1,0 \text{ kg/ha}$ a $250,0 \text{ kg/ha}$), basada en al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, por un aumento de 0,1 del pH del suelo; y en donde la relación pH (posterior) / pH (anterior) del suelo que se tiene que tratar está en el intervalo de 1,0 a 1,4; en donde el pH (posterior) es el pH determinado después de 2, 4, 6, 8, 24 y/o 52 semanas de aplicación de al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo y el pH (anterior) es el pH antes de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo.

Los autores descubrieron imprevistamente que con el método anterior para regular el pH de un suelo se evita el uso de tasas elevadas de aplicación de materiales que contienen carbonatos alcalinotérreos y que puede aplicarse eficazmente al suelo de un modo simple y sin necesidad de recurrir a equipos caros y genera un suelo en el que el pH aumenta o llega a optimizarse durante un tiempo suficiente. Más precisamente, los autores descubrieron que el pH de un suelo puede mejorarse u optimizarse mediante la aplicación de una suspensión acuosa definida que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo sobre el suelo y/o en el suelo.

Para los fines de la presente invención, debe tenerse en cuenta que los siguientes términos tienen los significados siguientes:

Para los fines de la presente invención, el término «material que contiene carbonato alcalinotérreo» se refiere a un material que comprende al menos el 40,0 % en peso de carbonato alcalinotérreo, basado en el peso seco total del material que contiene carbonato alcalinotérreo. Preferiblemente, el material comprende al menos el 60,0 % en peso y más preferiblemente al menos el 80,0 % en peso de carbonato alcalinotérreo, basado en el peso seco total del material que contiene carbonato alcalinotérreo.

El término material que contiene carbonato «alcalinotérreo» o carbonato «alcalinotérreo» en el contexto de la presente invención se refiere a los cationes divalentes de los metales alcalinotérreos, tales como iones magnesio, iones calcio, iones estroncio o mezclas de los mismos, preferiblemente iones magnesio, iones calcio o mezclas de los mismos, más preferiblemente iones calcio.

El término «solución acuosa» en el contexto de la presente invención se refiere a un sistema que comprende agua y opcionalmente otros aditivos, en donde no se observan partículas sólidas discretas en el agua.

El término «suspensión acuosa» en el contexto de la presente invención comprende sólidos insolubles y agua y opcionalmente otros aditivos y normalmente contiene grandes cantidades de sólidos y, por lo tanto, es más viscosa y generalmente de mayor densidad que el líquido que la constituye.

Tal como se usa en la presente memoria y se define en general en la técnica, el valor « d_{50} » se determina basándose en mediciones hechas usando un equipo Sedigraph™ 5100 de Micromeritics Instrument Corporation (*software* operativo del equipo versión 1.04) y se define como el tamaño al cual corresponde el 50 % (el punto mediano) del volumen o masa de las partículas que tienen un diámetro igual al valor especificado. El método y el instrumento son conocidos por las personas expertas y se usan habitualmente para determinar el tamaño de grano de los rellenos y pigmentos. La medición se lleva a cabo en una solución acuosa del 0,1 % en peso de $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$. Las muestras se dispersan usando una agitadora de alta velocidad y ultrasonido.

Cuando se usa el término «que comprende» en la presente descripción y en las reivindicaciones, el mismo no excluye otros elementos no especificados de mayor o menor importancia funcional. Para los fines de la presente invención, el término «que consiste en» se considera una modalidad preferida del término «que comprende». Cuando de aquí en adelante se señale que un grupo comprende al menos un cierto número de modalidades, esto debe interpretarse igualmente como la descripción de un grupo que preferiblemente consiste solamente en estas modalidades.

Cada vez que se usen los términos «que incluye» o «que tiene», estos términos son equivalentes a «que comprende» tal como se definió antes.

Cuando se use un artículo indefinido o definido referido a un sustantivo singular, p. ej. «un», «una», «el» o «la», esto incluye un plural de dicho sustantivo, a menos que se indique específicamente otra cosa.

De acuerdo con otro aspecto de la presente descripción, se proporciona el uso de al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo que tiene un valor de tamaño de partícula mediano ponderado $d_{50} \leq 50,0 \mu\text{m}$ para optimizar o mejorar el pH de un suelo, en donde al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo está en forma de suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo y se aplica la suspensión acuosa sobre el suelo y/o en el suelo en una cantidad de $1,0 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^2$ a $2,5 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^2$ ($1,0 \text{ kg/ha}$ a $250,0 \text{ kg/ha}$), basado en al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, por aumento de 0,1 del pH del suelo.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente descripción, se proporciona el uso de un sistema de riego o pulverización para aplicar una suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo sobre el suelo y/o en el suelo para optimizar o mejorar el pH del suelo, en donde el sistema de riego se selecciona entre riego por goteo, fertirriego, rociadores, pivotes, distribución con barras y mezclas de los mismos.

Al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo es al menos un material que contiene carbonato de calcio, es decir, carbonato de calcio natural molido (NGCC), tal como uno o más de mármol, piedra caliza, tiza y/o dolomita.

También se prefiere que al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo tenga a) un diámetro de tamaño de partícula mediano ponderado d_{50} en el intervalo de $0,1 \mu\text{m}$ a $50,0 \mu\text{m}$; preferiblemente de $0,2 \mu\text{m}$ a $30,0 \mu\text{m}$; más preferiblemente de $0,3 \mu\text{m}$ a $20,0 \mu\text{m}$ y lo más preferiblemente de $0,5 \mu\text{m}$ a $15,0 \mu\text{m}$; y/o b) una superficie específica (BET, por sus siglas en inglés) en el intervalo de $1,0 \text{ m}^2/\text{g}$ a $10,0 \text{ m}^2/\text{g}$ y más preferiblemente en el intervalo de $3,0 \text{ m}^2/\text{g}$ a $8,0 \text{ m}^2/\text{g}$ según mediciones con el método BET con nitrógeno; y/o c) una densidad en el intervalo de $2,5 \text{ g/cm}^3$ a $3,5 \text{ g/cm}^3$; más preferiblemente en el intervalo de $2,5 \text{ g/cm}^3$ a $3,2 \text{ g/cm}^3$ y lo más preferiblemente en el intervalo de $2,6 \text{ g/cm}^3$ a $3,0 \text{ g/cm}^3$. La suspensión acuosa se aplica sobre el suelo y/o en el suelo en una cantidad de $1,0 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^2$ a $2,5 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^2$ ($1,0 \text{ kg/ha}$ a 250 kg/ha); preferiblemente de $1,0 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^2$ a $1,0 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^2$ ($1,0 \text{ kg/ha}$ a $100,0 \text{ kg/ha}$), basada en al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, por aumento de 0,1 del pH del suelo. También se prefiere que la solución acuosa además comprenda al menos un compuesto seleccionado del grupo que comprende fertilizante, acondicionador de suelos, bactericida, fungicida, insecticida, herbicida, agente antievaporante, agente anticongelante, agente tamponante, ablandador de agua y mezclas de los mismos. Se prefiere aún más que la optimización o mejoramiento se logre cuando el suelo tenga a) un pH, antes de aplicar al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo, de la inequación (I) y más preferiblemente de la inequación (Ia),

$$\text{pH} \leq 7,2 \quad (\text{I}),$$

$$3,5 < \text{pH} \leq 7,0 \quad (\text{Ia}),$$

y b) un pH, después de aplicar al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo, de la inequación (II) y más preferiblemente de la inequación (IIa),

$$\text{pH} \leq 7,2 \quad (\text{II}),$$

$$5,1 < \text{pH} \leq 7,2 \quad (\text{IIa}),$$

en donde el pH se determina después de 2, 4, 6, 8, 24 y/o 52 semanas de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo sobre el suelo y/o en el suelo. También se prefiere que al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo se aplique sobre un suelo y/o en un suelo para plantas domesticadas tales como árboles frutales, plantas frutales pequeñas, cereales, plantas leguminosas, hortalizas de campo abierto o de invernadero, cultivos industriales, productos básicos, plantas ornamentales y similares.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo tiene a) un diámetro de tamaño de partícula mediano ponderado, d_{50} , en el intervalo de $0,1 \mu\text{m}$ a $50,0 \mu\text{m}$; preferiblemente de $0,2 \mu\text{m}$ a $30,0 \mu\text{m}$; más preferiblemente de $0,3 \mu\text{m}$ a $20,0 \mu\text{m}$ y lo más preferiblemente de $0,5 \mu\text{m}$ a $15,0 \mu\text{m}$; y/o b) una superficie específica (BET) en el intervalo de $1,0 \text{ m}^2/\text{g}$ a $10,0 \text{ m}^2/\text{g}$ y más preferiblemente en el intervalo de $3,0 \text{ m}^2/\text{g}$ a $8,0 \text{ m}^2/\text{g}$ según mediciones con el método BET con nitrógeno; y/o c) una densidad en el intervalo de $2,5 \text{ g/cm}^3$ a $3,5 \text{ g/cm}^3$; más preferiblemente en el intervalo de $2,5 \text{ g/cm}^3$ a $3,2 \text{ g/cm}^3$ y lo más preferiblemente en el intervalo de $2,6 \text{ g/cm}^3$ a $3,0 \text{ g/cm}^3$.

De acuerdo con otra realización más de la presente invención, la solución acuosa comprende al menos un compuesto seleccionado del grupo que comprende fertilizante, acondicionador de suelos, bactericida, fungicida, insecticida, herbicida, agente antievaporante, agente anticongelante, agente tamponante, ablandador de agua y mezclas de los mismos.

De acuerdo con una realización de la presente invención, la suspensión acuosa se aplica sobre el suelo y/o en el suelo en una cantidad de $1,0 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^2$ a $1,0 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^2$ ($1,0 \text{ kg/ha}$ a $100,0 \text{ kg/ha}$) basada en al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo por aumento de 0,1 del pH del suelo.

De acuerdo con otra realización de la presente invención, el sistema de riego se selecciona entre riego por goteo, fertirriego, rociadores, pivotes, distribución con barras y mezclas de los mismos.

Tal cual se indicó antes, el método de la invención para regular el pH de un suelo comprende al menos las etapas de procedimiento a), b), c) y d). A continuación, se hará referencia a detalles adicionales de la presente invención y especialmente las etapas anteriores del método de la invención para regular el pH de un suelo.

Caracterización de la etapa a): provisión de al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo

- 5 De acuerdo con la etapa a) del método de la presente invención, se proporciona al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo que tiene un valor mediano de tamaño de partícula ponderado $d_{50} \leq 50,0 \mu\text{m}$.

Obsérvese que la expresión «al menos un» material que contiene carbonato alcalinotérreo significa que se pueden proporcionar una o más clases de material que contiene carbonato alcalinotérreo en el método de la presente invención.

- 10 En consecuencia, téngase presente que al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo puede ser una clase de un material que contiene carbonato alcalinotérreo. Alternativamente, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo puede ser una mezcla de dos o más clases de materiales que contienen carbonato alcalinotérreo. Por ejemplo, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo puede ser una mezcla de dos o tres clases de materiales que contienen carbonatos alcalinotérreos, como dos clases de materiales que contienen carbonatos alcalinotérreos.

En una realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo es una clase de material que contiene carbonato alcalinotérreo.

- 20 Al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en el contexto de la presente invención se refiere a un material de relleno seleccionado de entre al menos un material que contiene carbonato de magnesio, al menos un material que contiene carbonato de calcio y mezclas de los mismos.

De acuerdo con la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo es al menos un material que contiene carbonato de calcio.

Al menos un material que contiene carbonato de calcio es carbonato de calcio molido (o natural) (NGCC).

- 25 El NGCC es considerado una forma natural del carbonato de calcio, extraído de rocas sedimentarias tales como piedra caliza o tiza, o de rocas de mármol metamórficas, y procesado mediante un tratamiento, como molienda, tamizado y/o fraccionamiento en forma húmeda y/o seca, por ejemplo, con un ciclón o clasificador. En una realización de la presente invención, el NGCC se selecciona del grupo que comprende mármol, tiza, dolomita, piedra caliza y mezclas de los mismos.

- 30 Por el contrario, el carbonato de calcio del tipo PCC incluye productos de carbonato de calcio sintéticos obtenidos por carbonación de una suspensión de hidróxido de calcio, conocida comúnmente en la técnica como suspensión de cal o leche de cal cuando deriva de partículas de óxido de calcio finamente divididas en agua o por precipitación de una solución salina iónica. El PCC puede ser romboédrico y/o escalenoédrico y/o aragonítico; se prefiere el carbonato de calcio sintético o carbonato de calcio precipitado que comprende formas cristalinas de minerales aragoníticos, vateríticos o calcíticos o mezclas de las mismas.

- 35 En una realización de la presente descripción, al menos un material que contiene carbonato de calcio es un carbonato de calcio precipitado (PCC, por sus siglas en inglés). Por ejemplo, al menos un material que contiene carbonato de calcio es un carbonato de calcio precipitado de la forma cristalina de mineral calcítico.

- 40 Al menos un material que contiene carbonato de calcio es un carbonato de calcio natural molido (NGCC). Por ejemplo, al menos un material que contiene carbonato de calcio es dolomita o piedra caliza. Preferiblemente, al menos un material que contiene carbonato de calcio es piedra caliza.

- 45 Obsérvese que la cantidad de carbonato de calcio en al menos un material que contiene carbonato de calcio es al menos el 40,0 % en peso; preferiblemente al menos el 60,0 % en peso y lo más preferiblemente al menos el 80,0 % en peso basado en el peso seco total de al menos un material que contiene carbonato de calcio. Por ejemplo, la cantidad de carbonato de calcio en al menos un material que contiene carbonato de calcio es al menos el 95,0 % en peso; preferiblemente del 97,0 % al 100,0 % en peso; más preferiblemente del 97,0 % al 99,95 % en peso y lo más preferiblemente del 97,5 % al 99,5 % en peso basado en el peso seco total de al menos un material que contiene carbonato de calcio.

- 50 En una realización de la presente descripción, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo es al menos un material que contiene carbonato de magnesio. Por ejemplo, al menos un material que contiene carbonato de magnesio comprende carbonato de magnesio en una cantidad de al menos el 40,0 % en peso; preferiblemente al menos el 60,0 % en peso y lo más preferiblemente al menos el 80,0 % en peso basado en el peso seco total de al menos un material que contiene carbonato de magnesio. Por ejemplo, la cantidad de carbonato de magnesio en al menos un material que contiene carbonato de magnesio es al menos el 95,0 % en peso; preferiblemente del 97,0 % al 100,0 % en peso; más preferiblemente del 97,0 % al 99,95 % en peso y lo más preferiblemente del 97,5 % al 99,5 %

en peso basado en el peso seco total de al menos un material que contiene carbonato de magnesio.

En general, un requisito específico de la presente invención es que al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo tiene un valor mediano de tamaño de partícula ponderado $d_{50} \leq 50,0 \mu\text{m}$. Por ejemplo, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo tiene un tamaño de partícula mediano ponderado, d_{50} , en el intervalo de $0,1 \mu\text{m}$ a $50,0 \mu\text{m}$; preferiblemente de $0,2 \mu\text{m}$ a $30,0 \mu\text{m}$; más preferiblemente de $0,3 \mu\text{m}$ a $20,0 \mu\text{m}$ y lo más preferiblemente de $0,5 \mu\text{m}$ a $15,0 \mu\text{m}$.

En una realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo tiene un corte superior (d_{98}) $\leq 75,0 \mu\text{m}$. Por ejemplo, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo tiene un corte superior (d_{98}) $\leq 50,0 \mu\text{m}$; preferiblemente $\leq 30,0 \mu\text{m}$ y lo más preferiblemente $\leq 20,0 \mu\text{m}$.

- 10 Adicional o alternativamente, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo tiene una superficie específica BET de $1,0 \text{ m}^2/\text{g}$ a $10,0 \text{ m}^2/\text{g}$ según mediciones con el método BET con nitrógeno de acuerdo con ISO 9277. Por ejemplo, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo tiene una superficie específica (BET) de $3,0 \text{ m}^2/\text{g}$ a $8,0 \text{ m}^2/\text{g}$ según mediciones con el método BET con nitrógeno de acuerdo con ISO 9277.

- 15 Adicional o alternativamente, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo tiene una densidad en el intervalo de $2,5 \text{ g}/\text{cm}^3$ a $3,5 \text{ g}/\text{cm}^3$. Por ejemplo, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo tiene una densidad en el intervalo de $2,5 \text{ g}/\text{cm}^3$ a $3,2 \text{ g}/\text{cm}^3$ y lo más preferiblemente en el intervalo de $2,6 \text{ g}/\text{cm}^3$ a $3,0 \text{ g}/\text{cm}^3$. En una realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo tiene una densidad en el intervalo de $2,6 \text{ g}/\text{cm}^3$ a $2,8 \text{ g}/\text{cm}^3$ o en el intervalo de $2,8 \text{ g}/\text{cm}^3$ a $3,0 \text{ g}/\text{cm}^3$.

- 20 En una realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo es preferiblemente un material que contiene carbonato de calcio, tal como una piedra caliza con un valor de diámetro de tamaño de partícula mediano $d_{50} \leq 50,0 \mu\text{m}$; preferiblemente en el intervalo de $0,1 \mu\text{m}$ a $50,0 \mu\text{m}$; más preferiblemente de $0,2 \mu\text{m}$ a $30,0 \mu\text{m}$; incluso más preferiblemente de $0,3 \mu\text{m}$ a $20,0 \mu\text{m}$ y lo más preferiblemente de $0,5 \mu\text{m}$ a $15,0 \mu\text{m}$. En este caso, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo preferiblemente exhibe una superficie específica BET de $1,0 \text{ m}^2/\text{g}$ a $10,0 \text{ m}^2/\text{g}$ y lo más preferiblemente de $3,0 \text{ m}^2/\text{g}$ a $8,0 \text{ m}^2/\text{g}$ medida usando nitrógeno y el método BET de acuerdo con ISO 9277. Asimismo, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo tiene una densidad en el intervalo de $2,6 \text{ g}/\text{cm}^3$ a $2,8 \text{ g}/\text{cm}^3$.

- 30 En otra realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo es preferiblemente un material que contiene carbonato de calcio, tal como una dolomita, que tiene un valor de diámetro de tamaño de partícula mediano $d_{50} \leq 50,0 \mu\text{m}$; preferiblemente en el intervalo de $0,1 \mu\text{m}$ a $50,0 \mu\text{m}$; más preferiblemente de $0,2 \mu\text{m}$ a $30,0 \mu\text{m}$; incluso más preferiblemente de $0,3 \mu\text{m}$ a $20,0 \mu\text{m}$ y lo más preferiblemente de $0,5 \mu\text{m}$ a $15,0 \mu\text{m}$. En este caso, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo preferiblemente exhibe una superficie específica BET de $1,0 \text{ m}^2/\text{g}$ a $10,0 \text{ m}^2/\text{g}$ y lo más preferiblemente de $3,0 \text{ m}^2/\text{g}$ a $8,0 \text{ m}^2/\text{g}$ medida usando nitrógeno y el método BET de acuerdo con ISO 9277. Asimismo, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo tiene una densidad en el intervalo de $2,8 \text{ g}/\text{cm}^3$ a $3,0 \text{ g}/\text{cm}^3$.

- 35 Se prefiere que al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo, tal como al menos un material que contenga carbonato de calcio y/o al menos un material que contenga carbonato de magnesio, sea un material molido seco, siendo un material molido en húmedo y secado o una mezcla de los materiales anteriores. En general, la etapa de molienda se puede llevar a cabo con cualquier dispositivo convencional apto para la molienda, por ejemplo, en condiciones tales que la refinación sea el resultado predominantemente de los impactos con un cuerpo secundario, es decir, en uno o más de los siguientes: un molino de bolas, un molino de barras, un molino vibrador, una trituradora de rodillos, un molino de impacto centrífugo, un molino de perlas vertical un molino de atrición, un molino de púas, un molino de martillo, un pulverizador, un desmenuzador, un desterronador (*declumper*), una cortadora de cuchillas, o algún otro equipo afín conocido por la persona experta.

- 45 En el caso en que al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, como al menos un material que contiene carbonato de calcio y/o al menos un material que contiene carbonato de magnesio, es un material que contiene carbonato alcalinotérreo molido en húmedo, la etapa de molienda puede realizarse en condiciones tales que se produzca la molienda autógena y/o mediante un molino de bolas horizontal, y/u otros procedimientos afines que la persona experta conoce. El material que contiene carbonato alcalinotérreo molido mediante procesamiento en húmedo así obtenido puede lavarse y deshidratarse mediante procedimientos bien conocidos, p. ej. mediante floculación, filtración o evaporación forzada antes del secado. La etapa siguiente de secado puede llevarse a cabo en una sola etapa, tal como secado por pulverización, o en al menos dos etapas, p. ej. aplicando una primera etapa de calentamiento al material que contiene carbonato alcalinotérreo para reducir el contenido de humedad asociado hasta un nivel que no sea mayor que aproximadamente el 0,5 % en peso basado en el peso seco total de al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo. El contenido de humedad residual total del relleno puede medirse a través del método de titulación coulométrica de Karl Fischer, desorbiendo la humedad en un horno a 195°C y pasándolo continuamente al coulómetro de KF (titulador coulométrico de KF C30 de Mettler Toledo, combinado con un horno DO 0337 de Mettler) usando N_2 seco a razón de $100 \text{ ml}/\text{min}$ durante 10 min. El contenido de humedad residual total puede determinarse con una curva de calibración y además se puede tomar en consideración un ciego de corriente de gas de 10 min sin una muestra. El contenido de humedad residual total puede reducirse adicionalmente aplicando una segunda etapa

de calentamiento a al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo. En caso de que tal secado se lleve a cabo en más de una etapa de secado, la primera etapa puede llevarse a cabo mediante calentamiento en una corriente de aire caliente, mientras que la segunda etapa de secado y las subsiguientes se llevan a cabo preferiblemente mediante un calentamiento indirecto en donde la atmósfera en el recipiente correspondiente comprende un agente de tratamiento de superficie. También es común someter al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo a una etapa de beneficiación (tal como una etapa de flotación, blanqueamiento o separación magnética) para retirar las impurezas.

En una realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo es al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo molido seco, como al menos un material que contiene carbonato de calcio molido seco. En otra realización, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo es un material que se muele en húmedo en un molino de bolas horizontal, y que seguidamente se seca usando el procedimiento bien conocido de secado por pulverización. Se prefiere que al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo sea un material molido seco.

En una realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo es un material que contiene carbonato de calcio molido seco, como una piedra caliza molida seca. Por ejemplo, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo es un material que contiene carbonato de calcio molido seco, como una piedra caliza molida seca con un valor de diámetro de tamaño de partícula mediano $d_{50} \leq 50,0 \mu\text{m}$; preferiblemente en el intervalo de $0,1 \mu\text{m}$ a $50,0 \mu\text{m}$; más preferiblemente de $0,2 \mu\text{m}$ a $30,0 \mu\text{m}$; incluso más preferiblemente de $0,3 \mu\text{m}$ a $20,0 \mu\text{m}$ y lo más preferiblemente de $0,5 \mu\text{m}$ a $15,0 \mu\text{m}$ y una superficie específica BET de $1,0 \text{ m}^2/\text{g}$ a $10,0 \text{ m}^2/\text{g}$ y lo más preferiblemente de $3,0 \text{ m}^2/\text{g}$ a $8,0 \text{ m}^2/\text{g}$ medida usando nitrógeno y el método BET de acuerdo con ISO 9277.

Caracterización de la etapa b): provisión de una solución acuosa

De acuerdo con la etapa b) del método de la presente invención, se proporciona una solución acuosa.

El término «solución acuosa» en el contexto de la presente invención se refiere a un sistema que comprende agua y opcionalmente otros aditivos, en donde no se observan partículas sólidas discretas en el agua.

Obsérvese que el término solución «acuosa» se refiere a una solución que comprende al menos el 60,0 % en peso; preferiblemente al menos el 70,0 % en peso; más preferiblemente al menos el 75,0 % en peso y lo más preferiblemente al menos el 80,0 % en peso de agua basado en el peso total de la solución acuosa. Por ejemplo, la solución acuosa comprende del 60,0 % al 100,0 % en peso; preferiblemente del 70,0 % al 99,9 % en peso; más preferiblemente del 75,0 % al 99,5 % en peso y lo más preferiblemente del 80,0 % al 98,0 % en peso de agua basado en el peso total de la solución acuosa.

En una realización de la presente invención, la solución acuosa está compuesta por agua.

El agua se selecciona preferiblemente del grupo que comprende agua subterránea, agua corriente, agua de río o laguna, agua de deshielo, aguas residuales tratadas, agua desalinizada, agua de drenaje y mezclas de las mismas.

Obsérvese que la solución acuosa puede comprender asimismo un compuesto que se usa habitualmente para mejorar las condiciones de las soluciones acuosas o que se usa para mejorar el crecimiento, la salud y la productividad de la planta en el suelo. En consecuencia, el compuesto puede seleccionarse del grupo que comprende fertilizante, acondicionador de suelos, bactericida, fungicida, insecticida, herbicida, agente antievaporante, agente anticongelante, agente tamponante, ablandador de agua y mezclas de los mismos.

En una realización de la presente invención, la solución acuosa comprende un fertilizante. Preferiblemente, el fertilizante puede seleccionarse entre un compuesto de nitrógeno, fósforo y potasio. Por ejemplo, el fertilizante puede seleccionarse entre urea, nitrato de amonio, fosfato de amonio, sulfato de amonio, fosfato de urea, molibdato de amonio, nitrato de potasio, hidróxido de potasio, fosfato de potasio, sulfato de potasio, cloruro de potasio y mezclas de los mismos. Adicional o alternativamente, el fertilizante puede ser un fertilizante de micronutrientes, tal como un fertilizante de micronutrientes seleccionado del grupo que comprende ácido bórico, borato de sodio, borato de calcio, boroetanolamina, fertilizantes boratados en solución, fertilizantes boratados en suspensión, sal de cobalto, quelato de cobalto, solución de fertilizante de cobalto, sal de cobre, óxido de cobre, hidróxido de cobre, quelato de cobre, fertilizante a base de cobre, solución de fertilizante de cobre, oxiclورو de cobre, suspensión de oxiclورو de cobre, sal de hierro, quelato de hierro, solución de fertilizante de hierro, sal de manganeso, quelato de manganeso, óxido de manganeso, fertilizante a base de manganeso, solución de fertilizante a base de manganeso, molibdato de sodio, molibdato de amonio, fertilizante a base de molibdeno, solución de fertilizante a base de molibdeno, sal de zinc, quelato de zinc, óxido de zinc, fertilizante a base de zinc, solución de fertilizante a base de zinc, como se menciona en la Regulación (CE) n.º 2003/2003 del Parlamento Europeo y del Consejo del 13 de octubre de 2003 relativa a fertilizantes. La introducción de un fertilizante en la solución acuosa es conveniente para aportar nutrición al suelo o al follaje de las plantas.

Adicional o alternativamente, la solución acuosa comprende un ablandador de agua. Por ejemplo, el ablandador de agua puede seleccionarse del grupo que comprende citrato monosódico, citrato monopotásico y mezclas de los mismos. Dicho ablandador de agua se introduce convenientemente en la solución acuosa para reducir el riesgo de

taponamiento de las boquillas del sistema de riego o pulverización.

Adicional o alternativamente, la solución acuosa comprende un agente anticongelante. Por ejemplo, el agente anticongelante puede seleccionarse del grupo que comprende cloruro de sodio, cloruro de potasio y mezclas de los mismos. Resulta particularmente conveniente introducir dicho agente anticongelante en la solución acuosa cuando la temperatura ambiente es $\leq 5^{\circ}\text{C}$.

Obsérvese que la solución acuosa puede comprender uno o más de los compuestos antes mencionados, seleccionados del grupo que comprende fertilizante, acondicionador de suelos, bactericida, fungicida, insecticida, herbicida, agente antievaporante, agente anticongelante, agente tamponante, ablandador de agua y mezclas de los mismos.

Si se añade un agente tamponante a la solución acuosa, obsérvese que la solución acuosa comprende el agente tamponante en una cantidad que no es suficiente para mantener en un nivel constante el pH del suelo que se quiere tratar. En otras palabras, la solución acuosa comprende el agente tamponante de tal modo que el pH del suelo que se quiere tratar puede aumentarse u optimizarse.

Obsérvese que la expresión «uno o más» de dichos compuestos se refiere a que se pueden proporcionar una o más clases de tales compuestos en el método de la presente invención.

En consecuencia, téngase presente que dicho compuesto puede ser una clase de compuesto seleccionado del grupo que comprende fertilizante, acondicionador de suelos, bactericida, fungicida, insecticida, herbicida, agente antievaporante, agente anticongelante, agente tamponante y ablandador de agua. Alternativamente, dicho compuesto puede ser una mezcla de dos o más clases de compuestos seleccionados del grupo que comprende fertilizante, acondicionador de suelos, bactericida, fungicida, insecticida, herbicida, agente antievaporante, agente anticongelante, agente tamponante y ablandador de agua. Por ejemplo, dicho compuesto puede ser una mezcla de dos o tres clases de compuestos seleccionados del grupo que comprende fertilizante, acondicionador de suelos, bactericida, fungicida, insecticida, herbicida, agente antievaporante, agente anticongelante, agente tamponante y ablandador de agua.

En una realización de la presente invención, dicho compuesto es una clase de un compuesto seleccionado del grupo que comprende fertilizante, acondicionador de suelos, bactericida, fungicida, insecticida, herbicida, agente antievaporante, agente anticongelante, agente tamponante y ablandador de agua.

Si la solución acuosa comprende uno o más de un compuesto seleccionado del grupo que comprende fertilizante, acondicionador de suelos, bactericida, fungicida, insecticida, herbicida, agente antievaporante, agente anticongelante, agente tamponante y ablandador de agua, la solución acuosa comprende dichos compuestos preferiblemente en una cantidad total del 0,1 % al 30,0 % en peso; más preferiblemente del 0,5 % al 25,0 % en peso y lo más preferiblemente del 2,0 % al 20,0 % en peso basado en el peso total de la solución acuosa.

Por lo tanto, si la solución acuosa comprende uno o más de un compuesto seleccionado del grupo que comprende fertilizante, acondicionador de suelos, bactericida, fungicida, insecticida, herbicida, agente antievaporante, agente anticongelante, agente tamponante y ablandador de agua, la solución acuosa comprende, preferiblemente está compuesta por, dicho compuesto y agua. Por ejemplo, la solución acuosa comprende, preferiblemente está compuesta por, dicho compuesto en una cantidad total del 0,1 % al 30,0 % en peso y agua en una cantidad del 70,0 % al 99,9 % en peso, basado en el peso total de la solución acuosa. Preferiblemente, la solución acuosa comprende, preferiblemente está compuesta por, dicho compuesto en una cantidad total del 0,5 % al 25,0 % en peso y agua en una cantidad del 75,0 % al 99,5 % en peso basada en el peso total de la solución acuosa. Más preferiblemente, la solución acuosa comprende, preferiblemente está compuesta por, dicho compuesto en una cantidad del 2,0 % al 20,0 % en peso y agua en una cantidad del 80,0 % al 98,0 % en peso basada en el peso total de la solución acuosa.

Caracterización de la etapa c): puesta en contacto de al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo con la solución acuosa

De acuerdo con la etapa c) del método de la invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo de la etapa a) se pone en contacto con la solución acuosa de la etapa b), de tal modo que se forma una suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo.

La etapa c) de poner en contacto al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo con la solución acuosa puede llevarse a cabo en condiciones de mezcla y/o agitación. La persona experta adaptará estas condiciones de mezcla (como la configuración de palés de mezcla y velocidad de mezcla) y agitación, de acuerdo con el equipo de procesamiento del que se disponga.

En una realización de la presente invención, la etapa de poner en contacto al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo con la solución acuosa se realiza sin condiciones de mezcla o agitación.

En una realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo de la etapa a) se pone en contacto con la solución acuosa de la etapa b) en una etapa, en donde al menos dicho material que contiene carbonato alcalinotérreo se añade preferiblemente en una porción a la solución acuosa, o viceversa.

En otra realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo de la etapa a) se pone en contacto con la solución acuosa de la etapa b) en más de una etapa, en donde al menos dicho material que contiene carbonato alcalinotérreo se añade preferiblemente a la solución acuosa en porciones aproximadamente iguales, o viceversa. Alternativamente, también es posible añadir al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo en porciones desiguales a la solución acuosa, o viceversa, es decir, en porciones más grandes y más pequeñas.

Obsérvese que la formación de la suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo mediante la puesta en contacto de al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo de la etapa a) con la solución acuosa de la etapa b) puede obtenerse *in situ* o *ex situ*.

El término «*in situ*» en el contexto de la presente invención se refiere a la preparación de la suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en el lugar en que se aplica la suspensión acuosa sobre el suelo y/o en el suelo y/o justo antes, como en el plazo de 120 min, de aplicar la suspensión acuosa sobre el suelo y/o en el suelo.

En consecuencia, el término «*ex situ*» se refiere a la preparación de la suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en un lugar diferente del lugar donde se aplica la suspensión acuosa sobre el suelo y/o en el suelo y/o bastante antes, como más de 120 min, de aplicar la suspensión acuosa sobre el suelo y/o en el suelo.

La suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo que se forma poniendo en contacto al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo de la etapa a) con la solución acuosa de la etapa b) preferiblemente comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en una cantidad del 0,001 % al 78,0 % en peso; preferiblemente del 0,01 % al 25,0 % en peso y lo más preferiblemente del 0,1 % al 20,0 % en peso basado en el peso total de la suspensión acuosa.

Se prefiere que la suspensión acuosa comprenda, preferiblemente esté compuesta por, la solución acuosa y al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo. Por lo tanto, la suspensión acuosa preferiblemente comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en una cantidad del 0,001 % al 30,0 % en peso y la solución acuosa en una cantidad del 70,0 % al 99,999 % en peso basado en el peso total de la suspensión acuosa. Por ejemplo, la suspensión acuosa comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en una cantidad del 0,01 % al 25,0 % en peso y la solución acuosa en una cantidad del 75,0 % al 99,99 % en peso basada en el peso total de la suspensión acuosa. Alternativamente, la suspensión acuosa comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en una cantidad del 0,1 % al 20,0 % en peso y la solución acuosa en una cantidad del 80,0 % al 99,9 % en peso basada en el peso total de la suspensión acuosa.

Como ya se indicó anteriormente, la fase líquida de la suspensión acuosa, es decir, la solución acuosa, comprende al menos el 60,0 % en peso; preferiblemente al menos el 70,0 % en peso; más preferiblemente al menos el 75,0 % en peso y lo más preferiblemente al menos el 80,0 % en peso de agua basado en el peso total de la fase líquida. Por ejemplo, la fase líquida de la suspensión acuosa comprende del 60,0 % al 100,0 % en peso; preferiblemente del 70,0 % al 99,9 % en peso; más preferiblemente del 75,0 % al 99,5 % en peso y lo más preferiblemente del 80,0 % al 98,0 % en peso de agua basado en el peso total de la fase líquida.

En una realización de la presente invención, la fase líquida de la suspensión acuosa está compuesta por agua.

Asimismo, la fase líquida de la suspensión acuosa puede comprender un compuesto que se usa normalmente para mejorar las condiciones de las soluciones acuosas o que se usa para mejorar el crecimiento, la salud y la productividad de la planta en el suelo, preferiblemente un compuesto seleccionado del grupo que comprende fertilizante, acondicionador de suelos, bactericida, fungicida, insecticida, herbicida, agente antievaporante, agente anticongelante, agente tamponante, ablandador de agua y mezclas de los mismos como se señaló anteriormente.

Si la fase líquida de la suspensión acuosa comprende uno o más de dichos compuestos, la solución acuosa comprende dicho o dichos compuestos preferiblemente en una cantidad total del 0,1 % al 30,0 % en peso; más preferiblemente del 0,5 % al 25,0 % en peso y lo más preferiblemente del 2,0 % al 20,0 % en peso basado en el peso total de la fase líquida.

Caracterización de la etapa d): aplicación de la suspensión acuosa sobre el suelo y/o en el suelo

De acuerdo con la etapa d) del método de la invención, la suspensión acuosa obtenida en la etapa c) se aplica sobre el suelo y/o en el suelo a través de un sistema de riego o pulverización, en donde la suspensión acuosa se aplica sobre el suelo y/o en el suelo en una cantidad de $1,0 \times 10^{-4}$ kg/m² a $2,5 \times 10^{-2}$ kg/m² (1,0 kg/ha a 250 kg/ha), basado en al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, por un aumento del pH de 0,1 del suelo; y en donde la relación pH (posterior) / pH (anterior) del suelo que se tiene que tratar está en el intervalo de 1,0 a 1,4; en donde el pH (posterior) es el pH determinado después de 2, 4, 6, 8, 24 y/o 52 semanas de aplicación de al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo y el pH (anterior) es el pH antes de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo.

Por lo tanto, un requisito de la suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo es que se aplique sobre el suelo y/o en el suelo.

Preferiblemente, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en forma de una suspensión acuosa se aplica sobre un suelo y/o en un suelo que se usa para cultivar plantas domesticadas. Por ejemplo, plantas domesticadas tales como árboles frutales, plantas frutales pequeñas, cereales, plantas leguminosas, hortalizas de campo abierto o de invernadero, cultivos industriales, productos básicos, plantas ornamentales y similares.

En una realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en forma de una suspensión acuosa se aplica sobre un suelo y/o en un suelo que se usa para plantar árboles frutales. Preferiblemente, el árbol frutal se selecciona entre frutas de pepita, frutas de hueso, frutas cítricas, frutas tropicales, y similares. Por ejemplo, el árbol frutal se selecciona del grupo que comprende damasco, cerezo, vid, cocotero, mango, olivo, ciruelo, manzano, peral, membrillo, citrón, pomelo, limonero, lima, naranjo, toronja, mandarino, almendro, cajú, castaño, avellano, macadamia, pecana, pistacho, nogal, ananá, banana, árbol del pan, durio, ensete, higuera, jaca, papaya, maracuyá y similares.

En una realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en forma de una suspensión acuosa se aplica sobre un suelo y/o en un suelo que se usa para cultivar plantas frutales pequeñas. Preferiblemente, las plantas frutales pequeñas son bayas. Por ejemplo, la planta frutal pequeña se selecciona del grupo que comprende frambuesa, arándano agrio, mora, arándano azul, arándano negro, grosellero, vid, melón, fresa, y similares.

En una realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en forma de una suspensión acuosa se aplica sobre un suelo y/o en un suelo que se utiliza para cultivar cereales. Preferiblemente, el cereal se selecciona del grupo que comprende cebada, cebadilla, mijo tal como mijo africano, mijo perla, mijo proso y mijo cola de zorro, choclo, maíz, alpiste, avena, arroz, centeno, sorgo, soja, espelta, teff, triticale, trigo del tipo einkorn, trigo duro y trigo para panificación, amaranto, trigo sarraceno, lágrimas de Job, quinoa, girasol, trigo *sump*wheat, semillas de amapola, sésamo, y similares.

En una realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en forma de una suspensión acuosa se aplica sobre un suelo y/o en un suelo que se usa para cultivar leguminosas. Preferiblemente, la leguminosa se selecciona del grupo que comprende judía azuki, soja, garbanzo, judía pinta, frijol rojo, lenteja, judía escarlata, judía de Lima, judía aterciopelada, poroto chino, guisante, maní, jícama y similares.

En una realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en forma de suspensión acuosa se aplica sobre un suelo y/o en un suelo que se usa para cultivar hortalizas. Preferiblemente, la hortaliza se cultiva en campo abierto o en invernadero. Por ejemplo, la hortaliza se selecciona del grupo que comprende berenjena, pimiento, calabaza, calabacín, tomate, remolacha, zanahoria, chirivía, rábano, nabo, mandioca, papa, lechuga, batata, caña de azúcar, alfalfa y similares.

En una realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en forma de suspensión acuosa se aplica sobre un suelo y/o en un suelo que se usa para cultivar cultivos industriales. Por ejemplo, el cultivo industrial puede ser una planta productora de aceite. Preferiblemente, el cultivo industrial se selecciona del grupo que comprende olivo, maní, soja, canola, coco, choclo, semilla de algodón, amapola, palma, colza, cártamo, sésamo, girasol, linaza, semilla de chía, palmera de azaí, lino, papa, algodón, caña de azúcar, remolacha azucarera, y similares.

En una realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en forma de suspensión acuosa se aplica sobre un suelo y/o en un suelo que se usa para cultivar productos agrícolas básicos. Preferiblemente, el producto agrícola básico se selecciona del grupo que comprende alfalfa, trébol, pastos para heno y ensilaje, olivo, maní, soja, canola, café, cacao, té, tabaco, algodón, lino, henequén, yute, kenaf, cáñamo y similares.

En una realización de la presente invención, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en forma de suspensión acuosa se aplica sobre un suelo y/o en un suelo que se usa para cultivar plantas ornamentales. Preferiblemente, la planta ornamental se selecciona entre plantas de interior y plantas de exterior.

Se observa que al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en forma de suspensión acuosa se aplica sobre el suelo y/o en el suelo que se quiere tratar a una tasa baja de aplicación de material que contiene carbonato de calcio. En particular, al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en forma de suspensión acuosa se aplica sobre el suelo y/o en el suelo que se quiere tratar a una tasa de aplicación de material que contiene carbonato alcalinotérreo que está por debajo de la tasa de aplicación de los métodos de la técnica anterior.

Por lo tanto, la suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo se aplica sobre el suelo y/o en el suelo en una cantidad de $1,0 \times 10^{-4}$ kg/m² a $2,5 \times 10^{-2}$ kg/m² (1,0 kg/ha a 250,0 kg/ha) por aumento de 0,1 del pH del suelo. Cabe señalar que la tasa de aplicación se basa en al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en la suspensión acuosa.

En una realización de la presente invención, la suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo se aplica sobre el suelo y/o en el suelo en una cantidad de $1,0 \times 10^{-4}$ kg/m² a $1,0 \times 10^{-2}$ kg/m² (1,0 kg/ha a 100,0 kg/ha), basada en al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, por un aumento de 0,1 del pH del suelo. Por ejemplo, la suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo se aplica sobre el suelo y/o en el suelo en una cantidad de $1,0 \times 10^{-4}$ kg/m² a $0,75 \times 10^{-2}$ kg/m² (1,0 kg/ha a 75,0 kg/ha), basada en al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, por aumento de 0,1 del pH del suelo.

El suelo que se quiere tratar generalmente tiene un pH, antes de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, de la inequación (I) y más preferiblemente de la inequación (Ia),

$$\begin{aligned} \text{pH} &\leq 7,2 & (\text{I}), \\ 3,5 < \text{pH} &\leq 7,0 & (\text{Ia}). \end{aligned}$$

Obsérvese que el pH del suelo que se quiere tratar es regulado por el método de la presente memoria. Específicamente, el pH del suelo que se quiere tratar se optimiza o mejora por el método de la presente memoria.

En particular, la optimización o mejoramiento se logra cuando el suelo que se quiere tratar tiene un pH, después de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, de la inequación (II) y más preferiblemente de la inequación (IIa),

$$\begin{aligned} \text{pH} &\leq 7,2 & (\text{II}), \\ 5,1 < \text{pH} &\leq 7,2 & (\text{IIa}), \end{aligned}$$

en donde el pH se determina después de 2, 4, 6, 8, 24 y/o 52 semanas de haber aplicado al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo sobre el suelo y/o en el suelo.

Por ejemplo, la optimización o mejoramiento se logra cuando el suelo que se quiere tratar tiene un pH, después de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, de la inequación (II) y más preferiblemente de la inequación (IIa),

$$\begin{aligned} \text{pH} &\leq 7,2 & (\text{II}), \\ 5,1 < \text{pH} &\leq 7,2 & (\text{IIa}), \end{aligned}$$

en donde el pH se determina después de 2, 4, 6, 8, 24 o 52 semanas de haber aplicado al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo sobre el suelo y/o en el suelo.

Alternativamente, la optimización o mejoramiento se logra cuando el suelo que se quiere tratar tiene un pH, después de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, de la inequación (II) y más preferiblemente de la inequación (IIa),

$$\begin{aligned} \text{pH} &\leq 7,2 & (\text{II}), \\ 5,1 < \text{pH} &\leq 7,2 & (\text{IIa}), \end{aligned}$$

en donde el pH se determina después de 2, 4, 6, 8, 24 y 52 semanas de haber aplicado al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo sobre el suelo y/o en el suelo.

Preferiblemente, la optimización o mejoramiento se logra cuando el suelo tiene un pH, antes de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, de la inequación (I) y más preferiblemente de la inequación (Ia),

$$\begin{aligned} \text{pH} &\leq 7,2 & (\text{I}), \\ 3,5 < \text{pH} &\leq 7,0 & (\text{Ia}), \end{aligned}$$

y un pH, después de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, de la inequación (II) y más preferiblemente de la inequación (IIa),

$$\begin{aligned} \text{pH} &\leq 7,2 & (\text{II}), \\ 5,1 < \text{pH} &\leq 7,2 & (\text{IIa}), \end{aligned}$$

en donde el pH se determina después de 2, 4, 6, 8, 24 y/o 52 semanas de haber aplicado al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo sobre el suelo y/o en el suelo.

En este sentido, cabe señalar que el pH del suelo que se quiere tratar, después de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, no es inferior al pH del mismo suelo medido antes de aplicar al menos un material

- que contiene carbonato alcalinotérreo. Preferiblemente, el pH del suelo que se quiere tratar, después de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, no es inferior al pH del mismo suelo medido antes de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en un periodo de 2, 4, 6, 8, 24 y/o 52 semanas después de haber aplicado al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo sobre el suelo y/o en el suelo. Por
- 5 ejemplo, el pH del suelo que se quiere tratar, después de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, no es inferior al pH del mismo suelo medido antes de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo en un periodo de 2, 4, 6, 8, 24 y 52 semanas después de haber aplicado al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo sobre el suelo y/o en el suelo.
- 10 En una realización de la presente invención, la relación pH (posterior) / pH (anterior) del suelo que se quiere tratar se encuentra en el intervalo de 1,0 a 1,4; preferiblemente en el intervalo de 1,05 a 1,2 y lo más preferiblemente en el intervalo de 1,05 a 1,1; en donde
- pH (posterior) es el pH determinado después de 2, 4, 6, 8, 24 y/o 52 semanas de haber aplicado al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo
- pH (anterior) es el pH antes de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo.
- 15 Por ejemplo, la relación pH (posterior) / pH (anterior) del suelo que se quiere tratar se encuentra en el intervalo de 1,0 a 1,4; preferiblemente en el intervalo de 1,05 a 1,2 y lo más preferiblemente en el intervalo de 1,05 a 1,1; en donde
- pH (posterior) es el pH determinado después de 2, 4, 6, 8, 24 o 52 semanas de haber aplicado al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo
- pH (anterior) es el pH antes de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo.
- 20 Alternativamente, la relación pH (posterior) / pH (anterior) del suelo que se quiere tratar se encuentra en el intervalo de 1,0 a 1,4; preferiblemente en el intervalo de 1,05 a 1,2 y lo más preferiblemente en el intervalo de 1,05 a 1,1; en donde
- pH (posterior) es el pH determinado después de 2, 4, 6, 8, 24 y 52 semanas de haber aplicado al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo
- 25 pH (anterior) es el pH antes de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo.
- Un requisito adicional para regular el pH del suelo es que la suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo se aplica sobre el suelo y/o en el suelo a través de un sistema de riego o pulverización.
- 30 En una realización de la presente invención, la suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo se aplica sobre el suelo o en el suelo a través de un sistema de riego o pulverización. Alternativamente, la suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo se aplica sobre el suelo y en el suelo a través de un sistema de riego o pulverización. Por ejemplo, la suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo se aplica sobre el suelo a través de un sistema de riego o pulverización.
- 35 En general, la suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo puede aplicarse sobre el suelo y/o en el suelo con cualquier sistema de riego o pulverización convencional que sea adecuado para distribuir la suspensión acuosa sobre el suelo y/o inyectar la suspensión acuosa en el suelo. Por ejemplo, el sistema de riego se selecciona entre riego por goteo, fertirriego, rociadores, pivotes, distribución con barras y mezclas de los mismos, o cualquier otro equipo afín de los que conoce la persona experta.
- 40 Obsérvese que el sistema de riego o pulverización puede instalarse en cualquier sistema móvil o no móvil adecuado para llevar el sistema de riego o pulverización, tal como para aplicar la suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo sobre el suelo y/o en el suelo que se quiere tratar. Por ejemplo, se selecciona un sistema móvil entre vehículos agrícolas u hortícolas, como autos, camiones y aviones.
- 45 En vista de los muy buenos resultados obtenidos, un aspecto de la presente descripción se refiere al uso de al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo que tiene un valor de tamaño de partícula mediano ponderado $d_{50} \leq 50,0 \mu\text{m}$ para optimizar o mejorar el pH de un suelo. Es necesario que al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo esté en forma de suspensión acuosa que comprenda al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo y al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo se aplique sobre el suelo y/o en el suelo en una cantidad de $1,0 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^2$ a $2,5 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^2$ ($1,0 \text{ kg/ha}$ a $250,0 \text{ kg/ha}$) por aumento de 0,1 del
- 50 pH del suelo.
- Con respecto a la definición de al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, la suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, el suelo, la tasa de aplicación, el sistema de aplicación y las formas de realización preferidas del mismo, se hace referencia a los comentarios efectuados más arriba al analizar más en detalle las etapas a), b), c) y d) del método.

Obsérvese que la optimización o mejoramiento se logra cuando el suelo tiene un pH, antes de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, de la inecuación (I) y más preferiblemente de la inecuación (Ia),

$$\text{pH} \leq 7,2 \quad (\text{I}),$$

$$3,5 < \text{pH} \leq 7,0 \quad (\text{Ia}),$$

- 5 y un pH, después de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, de la inecuación (II) y más preferiblemente de la inecuación (IIa),

$$\text{pH} \leq 7,2 \quad (\text{II}),$$

$$5,1 < \text{pH} \leq 7,2 \quad (\text{IIa}),$$

- 10 en donde el pH se determina después de 2, 4, 6, 8, 24 y/o 52 semanas de haber aplicado al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo sobre el suelo y/o en el suelo.

Por ejemplo, la optimización o mejoramiento se logra cuando el suelo tiene un pH, antes de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, de la inecuación (I) y más preferiblemente de la inecuación (Ia),

$$\text{pH} \leq 7,2 \quad (\text{I}),$$

$$3,5 < \text{pH} \leq 7,0 \quad (\text{Ia}),$$

- 15 y un pH, después de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, de la inecuación (II) y más preferiblemente de la inecuación (IIa),

$$\text{pH} \leq 7,2 \quad (\text{II}),$$

$$5,1 < \text{pH} \leq 7,2 \quad (\text{IIa}),$$

- 20 en donde el pH se determina después de 2, 4, 6, 8, 24 o 52 semanas de haber aplicado al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo sobre el suelo y/o en el suelo.

Alternativamente, la optimización o mejoramiento se logra cuando el suelo tiene un pH, antes de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, de la inecuación (I) y más preferiblemente de la inecuación (Ia),

$$\text{pH} \leq 7,2 \quad (\text{I}),$$

$$3,5 < \text{pH} \leq 7,0 \quad (\text{Ia}),$$

- 25 y un pH, después de aplicar al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, de la inecuación (II) y más preferiblemente de la inecuación (IIa),

$$\text{pH} \leq 7,2 \quad (\text{II}),$$

$$5,1 < \text{pH} \leq 7,2 \quad (\text{IIa}),$$

- 30 en donde el pH se determina después de 2, 4, 6, 8, 24 y 52 semanas de haber aplicado al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo sobre el suelo y/o en el suelo.

Así, se aprecia que el aumento u optimización del suelo dura un tiempo suficiente, preferiblemente un periodo de al menos 6 meses. Por ejemplo, el aumento u optimización del suelo dura un periodo de al menos 7 meses, más preferiblemente al menos 8 meses, incluso más preferiblemente al menos 9 meses, aún más preferiblemente al menos 10 meses y lo más preferiblemente al menos 11 meses, tal como un periodo de al menos 12 meses.

- 35 En vista de los muy buenos resultados obtenidos al aplicar la suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo sobre el suelo y/o en el suelo mediante el uso de un sistema de riego o pulverización, un aspecto adicional de la presente descripción se refiere al uso de un sistema de riego o pulverización para aplicar una suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo sobre el suelo y/o en el suelo para optimizar o mejorar el pH del suelo. Se prefiere que el sistema de riego se seleccione entre riego por goteo, fertirriego, rociadores, pivotes, distribución con barras y mezclas de los mismos.

Con respecto a la definición de al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, la suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, el suelo, la tasa de aplicación, el sistema de aplicación y las realizaciones preferidas del mismo, se hace referencia a los comentarios efectuados anteriormente al analizar en más detalle las etapas a), b), c) y d) del método.

- 45 Los siguientes ejemplos vienen a ilustrar adicionalmente la invención, pero no restringen la invención a las realizaciones ejemplificadas. Los ejemplos subsiguientes muestran la tasa de aplicación reducida de al menos un

material que contiene carbonato alcalinotérreo y el pH optimizado y/o mejorado de un suelo tratado con una suspensión acuosa que comprende al menos un material que contiene carbonato de calcio.

Ejemplos

Métodos de medición

- 5 Los siguientes métodos de medición se usan para evaluar los parámetros que se dan en los ejemplos y reivindicaciones.

Distribución del tamaño de partícula (porcentaje en masa de partículas con un diámetro $<X$) y diámetro mediano ponderado (d_{50}) de un material en forma de partículas

- 10 Tal como se usa en la presente memoria y se define en general en la técnica, el valor « d_{50} » se determina sobre la base de mediciones hechas usando un instrumento Sedigraph™ 5100 de Micromeritics Instrument Corporation y se define como el tamaño al cual corresponde el 50 % (el punto de valor mediano) del volumen o masa de las partículas que tienen un diámetro igual al valor especificado.

- 15 Las personas expertas conocen el método y el instrumento que se usan habitualmente para determinar el tamaño de grano de los rellenos y pigmentos. La medición se lleva a cabo en una solución acuosa del 0,1 % en peso de $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$. Las muestras se dispersan usando una agitadora de alta velocidad y ultrasonido.

Superficie específica BET de un material

- 20 A lo largo de todo el presente documento, la superficie específica (en m^2/g) del material que contiene carbonato alcalinotérreo se determina usando el método BET (usando nitrógeno como gas adsorbente), que la persona experta conoce bien (ISO 9277:1995). La superficie total (en m^2) del material que contiene carbonato alcalinotérreo se obtiene entonces multiplicando la superficie específica y la masa (en g) del material que contiene carbonato alcalinotérreo antes del tratamiento.

Densidad

- 25 La densidad se mide de acuerdo con la norma DIN 66137-2: diciembre de 2004 mediante picnometría con gas helio usando un picnómetro de gas AccuPyc 1330 de Micromeritics, en donde el gas helio tiene el 99,995 % de pureza (gas helio grado 4,5). Se usó estándar de calibración AccuPyc de Micromeritics, serie n.º 3059.

pH

La acidez libre, relativa al H^+ en la solución del suelo se determinó a través del pH del agua de la manera siguiente:

- 30 Para la valoración del pH se tomaron muestras de suelo a una profundidad de 5 cm a 10 cm. Las muestras de suelo se mezclaron minuciosamente antes de tomar 30 ml de volumen de la submuestra de suelo. La submuestra se colocó en un recipiente de plástico junto con 30 ml de agua destilada y la mezcla suelo-agua se mezcló minuciosamente. La mezcla suelo-agua resultante equivalía, por lo tanto, a una proporción 1:1 de suelo a agua sobre una base volumétrica. Seguidamente, se cerró el recipiente y luego se agitó aproximadamente 25 veces. Después de permitir la decantación de las partículas del suelo durante aproximadamente 10 a 15 minutos, se introdujo en la parte superior de la solución un medidor de pH (modelo Mettler Toledo F20-FiveEasy) calibrado con soluciones tamponadoras estándares de 4,0 y 7,0 que era accionado por CA o baterías con reproducibilidad hasta unidades de al menos pH 0,05; y el pH se registró digitalmente.

Ejemplo 1

- 40 Se escogió un huerto de nogales en Escalon, CA, como lugar de prueba. En el terreno había un problema de acidez elevada y escasa penetración del agua; el pH medio era aproximadamente 4,9-5,1. Para contrarrestar esta acidez, el agricultor usó en los últimos 2 años aproximadamente 2 toneladas de dolomita en polvo por acre, es decir, aproximadamente 4 toneladas por hectárea en total. Luego de estas dos aplicaciones, los resultados mostraron un ligero aumento del pH que era de 5,0 a 5,2; y volvió a bajar a 5 a los 6 meses del momento de la aplicación. Asimismo, este producto estándar se aplicó sobre el suelo superior y reaccionó lentamente con la acidez y humedad del suelo. Debido al tamaño irregular de las partículas y a la elevada presencia de polvillo, es posible que una cantidad importante de producto se perdiera por efecto del viento y que, por lo tanto, no estuviera disponible para el tratamiento del suelo.

- 45 Se definió una parcela de aproximadamente $240\,000\text{ m}^2$ (24 ha; 60 acres) como lugar de prueba, con una población de aproximadamente 6000 árboles, de los cuales aproximadamente el 5 % presentaba un pobre estado de salud de las plantas. La fuente de agua provenía de deshielos del Canal del Distrito de Riego San Joaquín Sur, con pH 7 y CE (conductividad eléctrica) de 2,7 S/m; contenido de minerales muy bajo.

- 50 Se decidió aplicar $2,802 \times 10^{-2}\text{ kg/m}^2$ (280,2 kg/ha) de un material que contenía carbonato de calcio (comercializado como Agrocab® 100 de Omya Inc., EE. UU.) en forma de suspensión acuosa en el lugar de prueba. Para distribuir la suspensión acuosa, se usó un sistema de riego disponible para aplicar grado de solución en polvo de yeso o cualquier

fertilizante/enmienda líquido. En particular, se introduce el agua en el fondo de un recipiente con capacidad de 180 galones líquidos estadounidenses (aproximadamente 680 litros) montado en un tráiler. Seguidamente, se añadió el material que contenía carbonato de calcio al agua *in situ*, sin mezclar, y luego se descargó la suspensión obtenida por gravedad en una cuenca donde ingresaba el agua del canal. Seguidamente, se bombeó la suspensión acuosa sobre el suelo del lugar de prueba. Para asegurar las propiedades de la suspensión, el agua se tomó de rociadores a la mayor distancia de la bomba. El sistema de riego consumió aproximadamente 340 kg (750 libras) por hora de la suspensión acuosa que comprendía el material que contenía carbonato de calcio. Llevó 24 horas regar y aplicar aproximadamente $2,802 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^2$ (280,2 kg/ha; 250 libra/acre) en 240 000 m² (24 ha; 60 acres) sobre el suelo. Las muestras de suelo del lugar de prueba se probaron a intervalos de 2, 4, 6 y 8 semanas.

- 10 De los resultados indicados en la fig. 1 se deduce que el pH del suelo se incrementa abruptamente en el término de 2 semanas después de haber aplicado la suspensión acuosa que comprendía el material que contenía carbonato de calcio. El pH permaneció estable las 6 semanas restantes del periodo de prueba.

Ejemplo 2

Prueba 1

- 15 La suspensión acuosa que comprendía el material que contenía carbonato de calcio también se probó en lugares de prueba con cultivos de choclo.

El diseño experimental consistió en un bloque completo aleatorizado con 8 replicaciones. Para distribuir la suspensión acuosa, se usó una disposición de barras disponible para aplicar soluciones herbicidas sobre el suelo en cada uno de los bloques individuales para aplicar la suspensión acuosa que comprendía el material que contenía carbonato de calcio.

- 20 Los tratamientos fueron los siguientes:

1 = sin tratamiento,

2 = aproximadamente 0,224 kg/m² (2240 kg/ha; 2000 libra/acre) de piedra caliza dolomítica molida de uso común («cal agrícola dolomítica» de referencia, disponible de un productor local), y

- 25 3 = aproximadamente 0,1537 l/m² (1537 litro/ha (166 galón/acre) de la suspensión acuosa que comprendía un material que contenía carbonato de calcio (comercializado como Top Flow 130 de Omya Inc., EE. UU.).

El pH se determinó en agua en el laboratorio de aguas en Camilla, GA, antes de aplicar la suspensión acuosa que comprendía un material que contenía carbonato de calcio o el estándar de referencia sobre suelo (punto 1), así como a las 2 (punto 2), 4 (punto 3), 8 (punto 4), 12 (punto 5) y 16 (punto 6) semanas después de aplicar la suspensión acuosa que comprendía un material que contenía carbonato de calcio y el estándar de referencia sobre el suelo.

- 30 De la fig. 2 se puede deducir la tendencia del pH del suelo después de aplicar la suspensión acuosa que comprendía un material que contenía carbonato de calcio (línea continua) y el estándar de referencia (línea punteada) sobre el pH del suelo.

De la fig. 2 se puede deducir la tendencia del pH del suelo después de aplicar la suspensión acuosa que comprendía un material que contenía carbonato de calcio (línea continua) y el estándar de referencia (línea punteada) sobre el pH del suelo.

- 35 Dos semanas (punto 2) después de la aplicación de los distintos productos, el pH del suelo aumentó en ambos tratamientos, lo que demuestra un claro efecto de pico de pH.

Después de 4 semanas (punto 3), los lugares de prueba sin tratamiento mostraron una disminución abrupta del pH, igual que el tratamiento 2 (es decir la referencia), donde el nivel de pH fue menor que el pH inicial, es decir, el pH antes de aplicar el acondicionador de suelos.

- 40 El tratamiento número 3 (es decir, la suspensión acuosa que comprendía un material que contenía carbonato de calcio) también mostró una disminución del pH después de 4 semanas (punto 3) de tratamiento, en comparación con el pH medido pasadas 2 semanas (punto 2), pero el pH determinado fue mayor que el pH inicial, es decir, el pH antes de aplicar el acondicionador de pH del suelo (punto 1).

Pasadas 16 semanas (punto 6), el pH de las parcelas tratadas con la suspensión acuosa de la invención que comprendía un material que contenía carbonato de calcio mostró una diferencia contra la cal agrícola dolomítica (es decir, pH +0,55) o el control sin tratamiento (es decir, pH +1,050).

- 45 Pasadas 16 semanas (punto 6), el pH de las parcelas tratadas con la suspensión acuosa de la invención que comprendía un material que contenía carbonato de calcio mostró una diferencia contra la cal agrícola dolomítica (es decir, pH +0,55) o el control sin tratamiento (es decir, pH +1,050).

Prueba 2

La suspensión acuosa que comprendía el material que contenía carbonato de calcio también se ensayó en lugares de prueba con cultivos de algodón.

Los experimentos se realizaron como se describió para la prueba 1 anterior, con la diferencia de que los tratamientos 1, 2 y 3 se realizaron en algodón.

- 50 Los experimentos se realizaron como se describió para la prueba 1 anterior, con la diferencia de que los tratamientos 1, 2 y 3 se realizaron en algodón.

De la fig. 3 se puede deducir la tendencia del pH del suelo luego de 2 (punto 2), 4 (punto 3), 8 (punto 4) y 12 (punto 5) semanas de la aplicación de la suspensión acuosa que comprendía un material que contenía carbonato de calcio (línea continua) y el estándar de referencia (línea punteada) en el pH del suelo.

- 5 Dos semanas (punto 2) después de la aplicación de los distintos productos, el tratamiento número 3 (es decir, la suspensión acuosa que comprendía un material que contenía carbonato de calcio) reaccionó más rápido con el agua del suelo, en comparación con el tratamiento de referencia (es decir, el tratamiento número 2) y la muestra sin tratar. Incluso 12 semanas (punto 5) después de la aplicación de la suspensión acuosa que comprendía un material que contenía carbonato de calcio (tratamiento número 3), el pH de esta muestra fue mayor que el pH del tratamiento de referencia (es decir, pH +0,525) y la muestra sin tratar (es decir, pH +1,2).

10 Prueba 3

La suspensión acuosa que comprendía el material que contenía carbonato de calcio también se ensayó en lugares de prueba con cultivos de maní.

Los experimentos se efectuaron como se describió para la prueba 1 anterior, con la diferencia de que los tratamientos 1, 2 y 3 se llevaron a realizar en maníes.

- 15 De la fig. 4 se puede deducir la tendencia del pH del suelo luego de 2 (punto 2), 4 (punto 3) y 8 (punto 4) semanas de la aplicación de la suspensión acuosa que comprendía un material que contenía carbonato de calcio (línea continua) y el estándar de referencia (línea punteada) en el pH del suelo.

- 20 Incluso comenzando con un pH menor (es decir, pH 6,225 para el tratamiento número 3 vs. 6,375 para el tratamiento número 2, punto 1), la suspensión acuosa que comprendía un material que contenía carbonato de calcio mostró una reacción más rápida y acondicionó el suelo desde la fase más temprana de su aplicación. Todas las mediciones del pH llevadas a cabo luego de 2 (punto 2), 4 (punto 3), y 8 (punto 4) semanas mostraron que los lugares de prueba tratados con la suspensión acuosa que comprendía un material que contenía carbonato de calcio se mantuvieron a un pH por encima de 7, mientras que el tratamiento de referencia fue más lento en la reacción y nunca alcanzó dicho nivel de pH.

- 25 Como resultado, de las pruebas 1 a 3 se puede concluir que el tratamiento de un suelo mediante el uso de una suspensión acuosa que comprendía un material que contenía carbonato de calcio y que se había aplicado sobre el suelo empleando un sistema de pulverización o de riego mostró en cada ensayo un mejor rendimiento en comparación con las muestras de referencia. De hecho, su formulación exclusiva y la mejor distribución del suelo obtenida con la aplicación del líquido permitieron que las parcelas de suelo alcanzaran niveles de pH que no se consiguen con las prácticas habituales.

30

Tabla A. Ensayo de campo en suelo ácido (Vietnam)

Parcelas para ensayos de campo	Tratamientos	pH promedio antes del tratamiento	Tasa (kg/m ²)	pH medio después del tratamiento	Semanas después del tratamiento
Parcelas aradas	Suspensión de GCC	5,4	0,88 × 10 ⁻² kg/m ² (88 kg/ha)	6,6	4
	Cal hidratada	5,4	0,25 kg/m ² (2500 kg/ha)	5,6	4
Parcelas sin arar	Suspensión de GCC	5,2	0,88 × 10 ⁻² kg/m ² (88 kg/ha)	6,6	4
	Cal hidratada	5,2	0,25 kg/m ² (2500 kg/ha)	5,4	4

- 35 Suspensión de GCC se refiere a una suspensión de carbonato de calcio con el 76 % en peso de contenido sólido, d_{50} de 0,5 μ m y un corte superior de 4 μ m, que se aplicó con un tanque para aplicación de suspensión de fertilizante. La cal hidratada fue una cal hidratada comercial de malla 200 (75 μ m) del 94 %, y el polvo se distribuyó manualmente en el campo. La medición del pH se hizo directamente en el campo con un probador de suelos de Takemura Electric Works LTD, modelo DM / 15.

REIVINDICACIONES

1. Un método para regular el pH de un suelo, comprendiendo el método las siguientes etapas:

a) proporcionar al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo que tenga un valor de tamaño de partícula mediano ponderado $d_{50} \leq 50,0 \mu\text{m}$; en donde al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo es al menos un material que contenga carbonato de calcio, en donde al menos un material que contenga carbonato de calcio es carbonato de calcio natural molido (NGCC);

b) proporcionar una solución acuosa;

c) poner en contacto al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo de la etapa a) con la solución acuosa de la etapa b) de tal modo que se forme una suspensión acuosa que comprenda al menos un material que contenga carbonato alcalinotérreo; y

d) aplicar la suspensión acuosa obtenida en la etapa c) sobre el suelo y/o en el suelo a través de un sistema de riego o pulverización, en donde la suspensión acuosa se aplica sobre el suelo y/o en el suelo en una cantidad de $1,0 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^2$ a $2,5 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^2$, basada en al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, por aumento de 0,1 del pH del suelo; y en donde la relación pH (posterior) / pH (anterior) del suelo que se quiere tratar está en el intervalo de 1,0 a 1,4; en donde el pH (posterior) es el pH determinado luego de 2, 4, 6, 8, 24 y/o 52 semanas de haber aplicado al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo y el pH (anterior) es el pH antes de haber aplicado al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde al menos un material que contiene carbonato de calcio se selecciona entre uno o más de mármol, piedra caliza, tiza y/o dolomita.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo tiene

a) un diámetro de tamaño de partícula mediano ponderado, d_{50} , en el intervalo de $0,1 \mu\text{m}$ a $50,0 \mu\text{m}$; preferiblemente de $0,2 \mu\text{m}$ a $30,0 \mu\text{m}$; más preferiblemente de $0,3 \mu\text{m}$ a $20,0 \mu\text{m}$ y lo más preferiblemente de $0,5 \mu\text{m}$ a $15,0 \mu\text{m}$; y/o

b) una superficie específica (BET) en el intervalo de $1,0 \text{ m}^2/\text{g}$ a $10,0 \text{ m}^2/\text{g}$ y más preferiblemente en el intervalo de $3,0 \text{ m}^2/\text{g}$ a $8,0 \text{ m}^2/\text{g}$ según mediciones con el método BET con nitrógeno; y/o

c) una densidad en el intervalo de $2,5 \text{ g/cm}^3$ a $3,5 \text{ g/cm}^3$; más preferiblemente en el intervalo de $2,5 \text{ g/cm}^3$ a $3,2 \text{ g/cm}^3$ y lo más preferiblemente en el intervalo de $2,6 \text{ g/cm}^3$ a $3,0 \text{ g/cm}^3$.

4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la solución acuosa comprende al menos un compuesto seleccionado del grupo que comprende fertilizante, acondicionador de suelos, bactericida, fungicida, insecticida, herbicida, agente antievaporante, agente anticongelante, agente tamponante, ablandador de agua y mezclas de los mismos.

5. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la suspensión acuosa se aplica sobre el suelo y/o en el suelo en una cantidad de $1,0 \times 10^{-4} \text{ kg/m}^2$ a $1,0 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^2$, basada en al menos un material que contiene carbonato alcalinotérreo, por un aumento de 0,1 del pH del suelo.

6. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el sistema de riego se selecciona entre riego por goteo, fertirriego, rociadores, pivotes, distribución con barras y mezclas de los mismos.

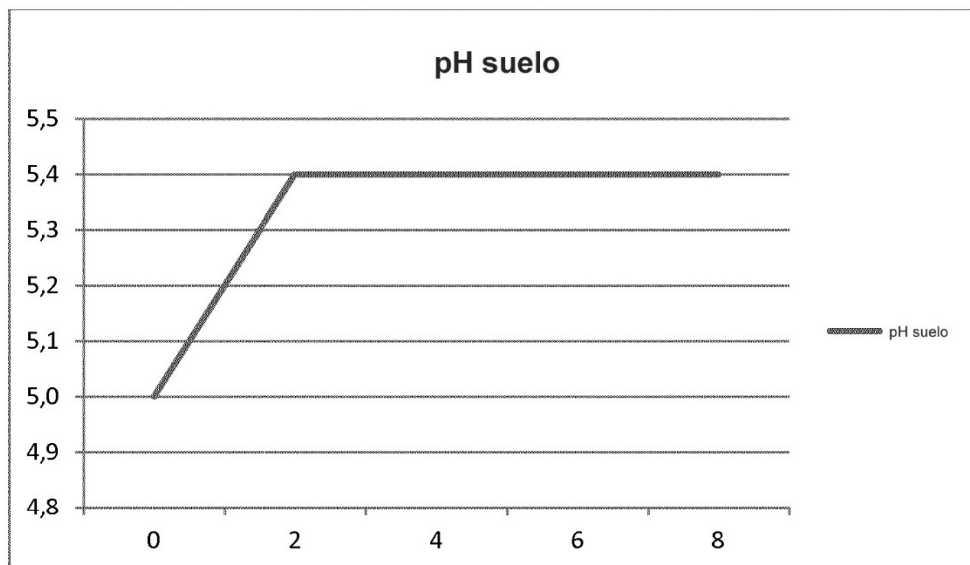


Fig. 1

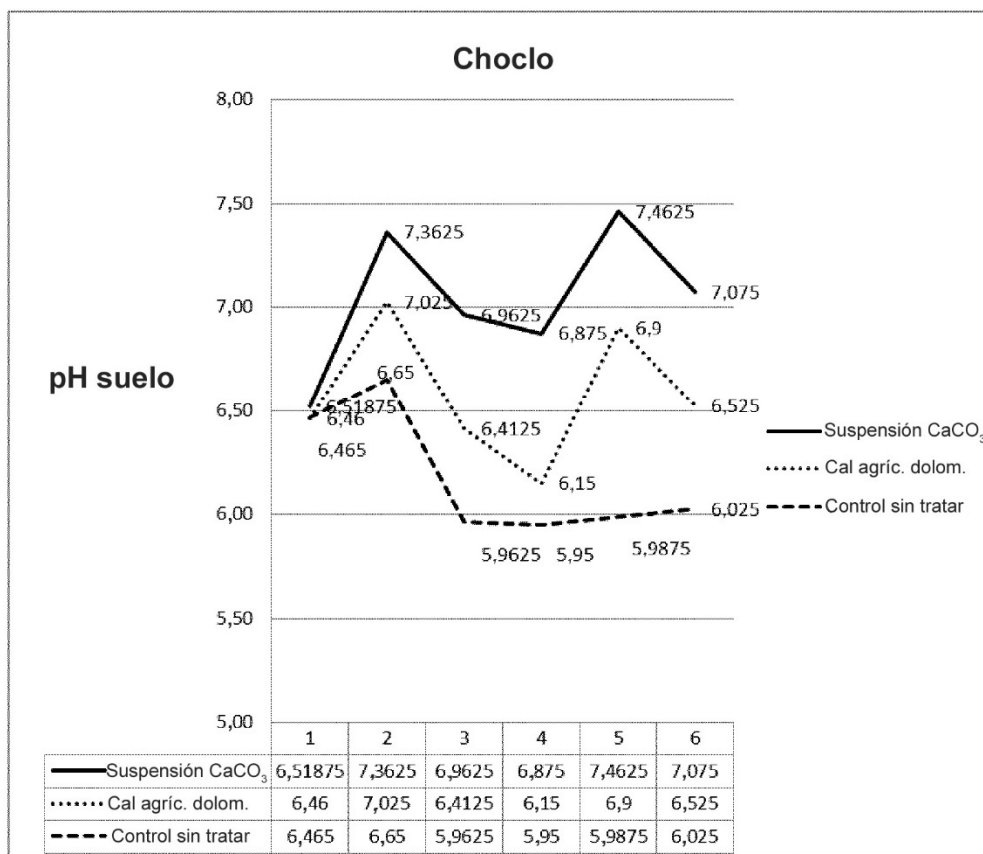


Fig. 2

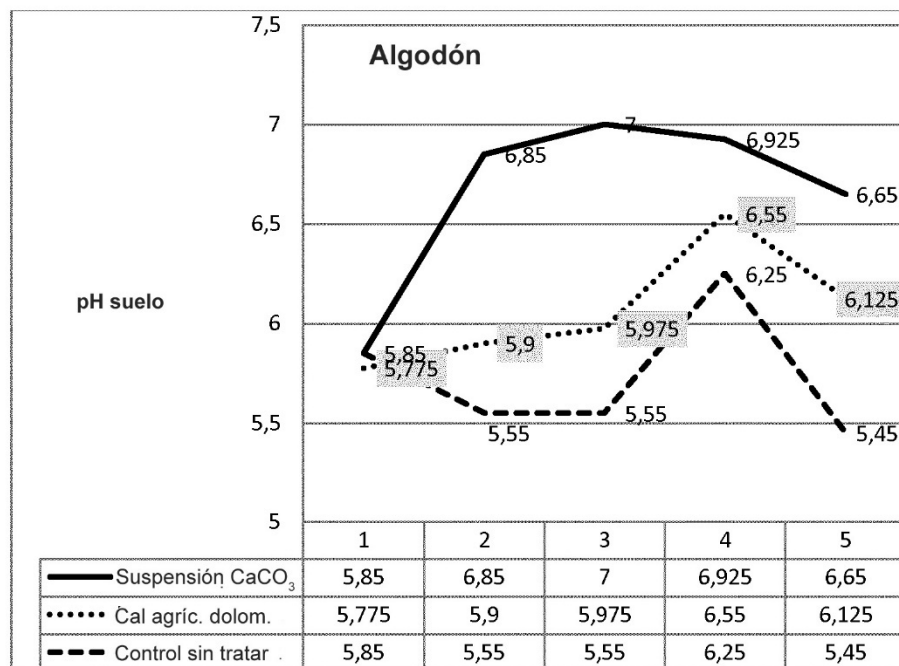


Fig. 3

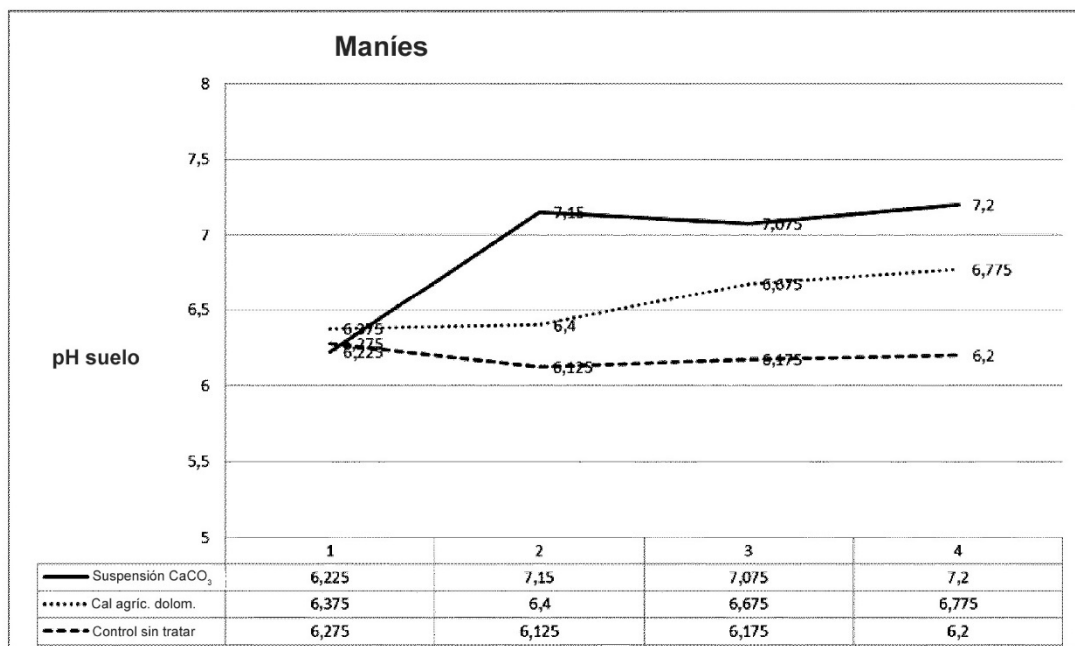


Fig. 4