

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 899 829**

51 Int. Cl.:

C05C 5/04 (2006.01)

C05D 9/02 (2006.01)

C05G 3/00 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.04.2017 PCT/EP2017/058319**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.10.2017 WO17178342**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2017 E 17715940 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.11.2021 EP 3442930**

54 Título: **Composición en partículas de nitrato de calcio para fertirrigación, que comprende micronutrientes a base de nitrato y método para la fabricación de la misma**

30 Prioridad:

14.04.2016 NO 20160624

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

14.03.2022

73 Titular/es:

**YARA INTERNATIONAL ASA (100.0%)
Drammensveien 131
0277 Oslo, NO**

72 Inventor/es:

**MYRSTAD, AMUND;
MARMOLEJO, ALEJANDRO y
FROGNER, TORE**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 899 829 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

Composición en partículas de nitrato de calcio para fertirrigación, que comprende micronutrientes a base de nitrato y método para la fabricación de la misma

5

Campo de la invención

La presente invención se refiere a una partícula sólida homogénea que comprende nitrato de calcio y micronutrientes, en particular, zinc, en forma de un nitrato de zinc, una composición en partículas que comprende dichas partículas, un método para la fabricación de la misma y su uso como fertilizante, en particular, para aplicaciones de fertirrigación.

10

Antecedentes de la invención

Los nutrientes primarios para las plantas se basan en nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Sin embargo, las plantas también necesitan cantidades significativas de nutrientes secundarios basados en calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S) y sodio (Na). Además, las plantas necesitan pequeñas cantidades de micronutrientes basados en boro (B), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y zinc (Zn).

15

Los nutrientes primarios son absorbidos principalmente por las plantas en forma de iones, tales como NO_3^- , NH_4^+ , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- y K^+ .

20

Los nutrientes secundarios son absorbidos principalmente por las plantas en forma de iones, tales como Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} y Na^+ .

25

Los micronutrientes son absorbidos principalmente por las plantas en forma de iones, tales como Cu^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , MoO_4^{2-} y Zn^{2+} . El boro se absorbe principalmente como H_3BO_3 .

30

Los productos fertilizantes están diseñados para proporcionar dichos nutrientes a las plantas. Algunos fertilizantes pueden proporcionar, por ejemplo, todos los nutrientes, mientras que otros productos fertilizantes pueden proporcionar una selección de nutrientes primarios, secundarios y micronutrientes. Los productos fertilizantes pueden ser especializados con el fin de satisfacer los requisitos agronómicos específicos del cultivo para el que estos se han de usar. Los productos fertilizantes también pueden ser especializados con respecto al suelo para el que estos están destinados.

35

Un producto fertilizante que incluye micronutrientes resuelve el problema de proporcionar micronutrientes para plantas de una manera eficaz, es decir, junto con los nutrientes principales, en una forma química que está disponible para la absorción por parte de las plantas y en una forma de dosificación (en su mayoría, partículas de fertilizante en partículas líquidas o sólidas) que se aplica fácilmente sobre el campo donde se cultivan las plantas, ya sea como una composición sólida o como una solución líquida.

40

Normalmente, los micronutrientes se aplican ya sea como un recubrimiento sobre partículas de fertilizante sólidas, que son gránulos, perlas, copos y similares, o se mezclan en la masa de polvos de fertilizante o soluciones de fertilizante.

45

Especialmente con respecto al zinc, varios compuestos de zinc diferentes se han utilizado como fuente de micronutrientes, pero el sulfato de zinc es con diferencia la fuente más ampliamente usada (véase Alloway *et al.*, 2008, Zinc in soils and Crop Nutrition, Asociación Internacional de la Industria de Fertilizantes).

50

Cuando se combina con un fertilizante basado en nitrato de calcio, tal como un fertilizante de nitrato de calcio y amonio, se sabe bien que el mezclado de nitrato de calcio con sales de sulfato dará lugar a la formación de yeso, que es bastante insoluble y pobremente disponible para las plantas. Además, el recubrimiento de partículas de fertilizante higroscópicas, tales como partículas de nitrato de calcio y amonio, a menudo implica soluciones de pulverización no acuosas, tales como aceites y ceras, ya que el nitrato de calcio y amonio es un material higroscópico que se licua en contacto con agua, tal como se divulga en el documento WO2014/128468 (Yara UK, 28 de agosto de 2014). Sin embargo, los recubrimientos de pulverización no acuosos, tales como recubrimientos oleosos, pueden tener una solubilidad acuosa demasiado baja para su uso en aplicaciones de fertirrigación o pueden tener sus limitaciones con relación a la cantidad de micronutrientes que se puede aplicar sobre las partículas de fertilizantes sólidas.

55

60

Las partículas de fertilizante sólidas homogéneas que se pueden aplicar a los cultivos sobre el campo mediante máquinas de dispersión también pueden proporcionar micronutrientes en un recubrimiento que, básicamente, se usa para reducir la formación de polvo fino y la aglomeración durante la manipulación y el almacenamiento, tal como se sugiere en el documento WO1999/15480 (Norsk Hydro, 1 de abril de 1999) o en el documento WO2015/132261 (Yara International ASA, 11 de septiembre de 2015). Cuando los micronutrientes están presentes en un recubrimiento de partículas de fertilizante sólidas, la velocidad de liberación de los micronutrientes es mayor en el

65

comienzo de la fase de disolución (liberación de ráfaga), pero, en muchas aplicaciones (no de fertirrigación), resulta preferible tener una velocidad de liberación más uniforme de los micronutrientes. Esto último se puede lograr mediante el mezclado de los compuestos de micronutrientes en la masa de las partículas de fertilizante sólidas.

- 5 Varios documentos de la técnica anterior mencionan fertilizantes en partículas sólidas que contienen nitrato de calcio y micronutrientes.

10 El documento WO2006/031139 (Nawrocki, 23 de marzo de 2006) divulga copos de nitrato de calcio y amonio sólidos homogéneos que comprenden micronutrientes quelados, tales como zinc, y un método para la fabricación de los mismos, basándose en un dispositivo de cinta de enfriamiento. Tales copos son difíciles de distribuir sobre el campo.

15 El documento WO1991/09818 (Danneskiold, 11 de julio de 1991) divulga una composición fertilizante de micronutrientes en forma de cuerpos de agregado secos (pellas prensadas) que comprenden aproximadamente el 10 % en peso de nitrato de calcio, el 8,3 % en peso de nitrato de amonio y el 5,1 % en peso de sulfato de zinc, que se adaptan para mezclarse con una composición fertilizante de macronutrientes. Las pellas se obtienen mediante la aplicación de salvado de trigo como aglutinante. Estas no contienen nitrato de zinc.

20 El documento CA1212257 (Kaepfner, 7 de octubre de 1986) ejemplifica una mezcla seca que comprende nitrato de calcio y nitrato de zinc. La mezcla se puede aplicar ya sea como una solución acuosa o en forma seca como un tratamiento superficial.

25 El documento WO1997/45382 (Norsk Hydro, 4 de diciembre de 1997) divulga un fertilizante basado en nitrato de calcio y amonio homogéneo que contiene azufre (como yeso y/o un mineral de sulfato de reacción lenta) y, opcionalmente, magnesio, selenio, cobalto y micronutrientes como Mn, Cu, B, y Zn, en forma de perlas o gránulos. Se añade cobalto como sal de sulfato y no se da información sobre la fuente de los micronutrientes de zinc.

30 El documento CA2497633A1 (Kaepfner, 2006) divulga una composición en partículas fertilizante que comprende el 73 % en peso de nitrato de calcio, el 2,4 % en peso de nitrato de potasio, el 0,24 % en peso de nitrato de zinc y bórax.

Sumario de la invención

35 La presente invención proporciona una partícula sólida homogénea mejorada basada en nitrato de calcio y al menos un micronutriente, en donde al menos un micronutriente está presente como una sal de nitrato y como un quelato de zinc. La presente invención se refiere a una partícula sólida homogénea de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas. La partícula de acuerdo con la invención reduce la necesidad de fuentes de micronutrientes caras como micronutrientes quelados. Cuando la partícula de acuerdo con la invención se disuelve en agua, la turbidez de la solución resultante es baja sobre un amplio intervalo de pH, lo que indica una muy buena solubilidad. La partícula de acuerdo con la invención contiene tanto nitrato de zinc como zinc quelado y esta se puede usar como fertilizante, ya sea en forma sólida o en forma líquida, sobre suelos que tienen condiciones de suelo ácidas, neutras y alcalinas, es decir, sobre un amplio intervalo de pH. La partícula de acuerdo con la invención se puede aplicar de manera eficaz a los cultivos mediante las máquinas de dispersión o se puede usar en aplicaciones de fertirrigación. La partícula de acuerdo con la invención es, además, menos polvorienta y más resistente a la abrasión que los copos. La partícula de acuerdo con la invención también es adecuada para aplicaciones de invernadero.

45 En una primera realización, la presente invención se refiere a una partícula sólida homogénea que comprende al menos el 50 % en peso de nitrato de calcio (calculado como $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), del 0 al 10 % en peso de uno o más de nitrato de amonio, nitrato de potasio y nitrato de sodio y del 0,01 al 0,2 % en peso de al menos un micronutriente, en donde al menos un micronutriente está presente como una sal de nitrato de zinc y como un quelato de zinc, en donde el zinc se une a un quelante seleccionado del grupo de ácido etilen diamino tetraacético (EDTA en inglés), ácido N-(hidroxietil)-etilendiaminotriacético (HEDTA en inglés), ácido etilen glicol tetraacético (EGTA en inglés), ácido etilendiamino-N,N'-bis(2-hidroxifenilacético) (EDDHA en inglés), ácido etilendiamino-N,N'-bis-(2-hidroxi-5-sulfo) fenilacético (EDDHA en inglés) y ácido dietilentriaminopentaacético (DTPA en inglés).

55 En una segunda realización, la presente invención se refiere a una partícula sólida homogénea de acuerdo con la primera realización, en donde la forma de la partícula es esférica.

60 En una tercera realización, la presente invención se refiere a una partícula sólida homogénea de acuerdo con una cualquiera de la primera o la segunda realización, que comprende del 0,01 al 0,2 % en peso de zinc.

En una cuarta realización, la presente invención se refiere a una partícula sólida homogénea de acuerdo con una cualquiera de la primera a la tercera realización, en donde la sal de nitrato comprende nitrato de zinc, preferentemente del 0,03 al 0,6 % en peso de nitrato de zinc.

65 En una quinta realización, la presente invención se refiere a una partícula sólida homogénea de acuerdo con una cualquiera de la primera a la cuarta realización, en donde el al menos un micronutriente que está presente como un

quelato se selecciona del grupo de ácido etilen diamino tetraacético (EDTA), ácido N-(hidroxietil)-etilendiaminotriacético (HEDTA) y ácido etilen glicol tetraacético (EGTA).

5 En una sexta realización, la presente invención se refiere a una partícula sólida homogénea de acuerdo con la quinta realización, en donde el micronutriente es zinc.

En una séptima realización, la presente invención se refiere a una partícula sólida homogénea de acuerdo con la sexta realización, que comprende EDTA de zinc.

10 En una octava realización, la presente invención se refiere a una partícula sólida homogénea de acuerdo con una cualquiera de la primera a la séptima realización, en donde el nitrato de calcio se selecciona del grupo de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ y $5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ anhidro.

15 En una novena realización, la presente invención se refiere a una partícula sólida homogénea de acuerdo con una cualquiera de la primera a la octava realización, que comprende del 60 al 90 % en peso de nitrato de calcio, del 1 al 10 % en peso de nitrato de amonio, del 1 al 20 % en peso de agua y del 0,03 al 0,6 % en peso de al menos un micronutriente en forma de una sal de nitrato, preferentemente nitrato de zinc.

20 En una décima realización, la presente invención se refiere a una partícula sólida homogénea de acuerdo con una cualquiera de la primera a la novena realización, que comprende del 60 al 90 % en peso de nitrato de calcio, del 0,1 al 10 % en peso de nitrato de amonio, del 1 al 20 % en peso de agua, del 0,03 al 0,6 % en peso de nitrato de zinc y del 0,01 al 0,5 % en peso de zinc quelado.

25 En una decimoprimera realización, la presente invención se refiere a una partícula de acuerdo con una cualquiera de la primera a la décima realización que comprende, además, un recubrimiento para la reducción de la aglomeración, la absorción de humedad o la formación de polvo fino.

30 En una decimosegunda realización, la presente invención se refiere a una partícula de acuerdo con una cualquiera de la primera a la decimoprimera realización recubierta con un recubrimiento soluble en agua.

En una decimotercera realización, la presente invención se refiere a una partícula de acuerdo con la decimosegunda realización, en donde el recubrimiento soluble en agua contiene una fuente de boro, preferentemente ácido bórico.

35 En una decimocuarta realización, la presente invención se refiere a una composición en partículas que comprende las partículas de acuerdo con una cualquiera de la primera a la decimotercera realización.

En una decimoquinta realización, la presente invención se refiere a una composición en partículas de acuerdo con la decimocuarta realización, para su uso como un fertilizante, en particular, para su uso en fertirrigación.

40 En una decimosexta realización, la presente invención se refiere al uso de una composición en partículas de acuerdo con la decimocuarta realización como un fertilizante, en particular, para su uso en fertirrigación.

45 En una decimoséptima realización, la presente invención se refiere a una partícula sólida homogénea de acuerdo con una cualquiera de la primera a la décima realización, preparada mediante la granulación de una masa fundida, preparada mediante el mezclado de nitrato de calcio, nitrato de amonio, agua y una solución acuosa que comprende un micronutriente en forma de una sal de nitrato disuelta.

50 En una decimoctava realización, la presente invención se refiere a una partícula sólida homogénea de acuerdo con una cualquiera de la primera a la décima realización, preparada mediante la granulación de una masa fundida, preparada mediante el mezclado de nitrato de calcio, nitrato de amonio, agua y una solución acuosa que comprende nitrato de zinc disuelto.

55 En una decimonovena realización, la presente invención se refiere a un método para la fabricación de partículas de fertilizante homogéneas, que comprende las etapas de

a. proporcionar una primera solución acuosa que comprende nitrato de calcio disuelto, nitrato de amonio disuelto y nitrato de zinc disuelto y EDTA de zinc en una cantidad suficiente para obtener una solución acuosa que comprende del 0,01 al 0,2 % en peso de zinc;

60 b. calentar la primera solución acuosa hasta una temperatura por encima de 150 °C para evaporar una cantidad de agua y para obtener una segunda solución acuosa;

c. granular las partículas de la segunda solución acuosa mediante la pulverización de las mismas a través de al menos una boquilla, en donde las gotitas se enfrían mediante un medio de enfriamiento hasta una temperatura de 100 °C o inferior para su solidificación.

65 En una vigésima realización, la presente invención se refiere a un método de acuerdo con la decimonovena realización, que incluye una etapa adicional antes de la etapa c) de granulación, en donde el agua se evapora de la

segunda solución acuosa hasta que el contenido de agua de dicha segunda solución acuosa es por debajo del 20 % en peso.

5 En una vigesimoprimer realización, la presente invención se refiere a un método de acuerdo con una cualquiera de la decimonovena a la vigésima realización, en donde la primera solución acuosa comprende más del 50 % en peso de nitrato de calcio disuelto y más del 30 % en peso de agua.

10 En una vigesimosegunda realización, la presente invención se refiere a un método de acuerdo con una cualquiera de la decimonovena a la vigesimoprimer realización, en donde las partículas producidas mediante la etapa c) se recubren posteriormente con un recubrimiento soluble en agua, que comprende, opcionalmente, micronutrientes adicionales.

Breve descripción de las figuras

15 La Figura 1 una sección transversal cualquiera de las partículas esféricas que tienen una forma esférica (A), casi esférica (B) o aproximadamente esférica (C). Cualquier sección transversal de partículas recubiertas y esféricas que tienen una forma esférica (D), casi esférica (E) o aproximadamente esférica (F) también se ilustra con el recubrimiento, representado como una línea de color negro. La sección transversal de los copos de la técnica anterior se ilustra en (G) y (H).

20 La Figura 2 muestra la turbidez en comparación con el pH de las soluciones, realizado mediante la disolución de 50 gramos de partículas de fertilizante en 100 ml de agua.

25 Línea superior (prisma): 50 g de partículas esféricas homogéneas que comprenden el 75 % en peso de nitrato de calcio, el 8 % en peso de nitrato de amonio, el 15 % en peso de agua y el 0,6 % en peso de EDTA de zinc (que proporciona el 100 % del zinc), recubiertas con el 0,1 % en peso de Novoflow 99044, que proporciona el 0,3 % en peso de ácido bórico, disueltos en 100 ml de agua.

30 Línea inferior (cuadrado): 50 g de partículas esféricas homogéneas que comprenden el 76 % en peso de nitrato de calcio, el 8 % en peso de nitrato de amonio, el 15 % en peso de agua, el 0,2 % en peso de EDTA de zinc (el 30 % del Zn) y el 0,2 % en peso de nitrato de zinc (el 70 % del zinc), recubiertas con el 0,1 % en peso de Novoflow 99044, que proporciona el 0,3 % en peso de ácido bórico, disueltos en 100 ml de agua.

35 La Figura 3 muestra la influencia del pH sobre la disponibilidad de zinc para diferentes formas químicas de zinc (EDTA de Zn y ZnO).

La Figura 4 muestra la solubilidad de un fertilizante de nitrato de calcio (CN) + B + Zn (EDTA) + nitrato de Zn (en gramos de CN por cada 100 ml de agua) en función de la concentración y el pH.

40 La Figura 5 muestra el pH de un fertilizante de nitrato de calcio + B + Zn (EDTA) + nitrato de Zn (en gramos de CN por cada 100 ml de agua) en función de la concentración.

Descripción detallada de la invención

45 La presente invención proporciona una partícula sólida homogénea que comprende al menos el 50 % en peso de nitrato de calcio (calculado como $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), del 0 al 10 % en peso de uno o más de nitrato de amonio, nitrato de potasio y nitrato de sodio y del 0,01 al 0,2 % en peso de al menos un micronutriente, en donde al menos un micronutriente está presente como un nitrato de zinc y como un quelato de zinc. Estas partículas se pueden aplicar de manera eficaz a los cultivos mediante máquinas de dispersión o se pueden disolver rápidamente en agua para aplicaciones de fertirrigación.

50 Debido a la baja temperatura de solidificación, las partículas de nitrato de calcio puro, en general, son difíciles de producir mediante técnicas de granulación convencionales, como la formación de perlas. La adición de otras sales a los fluidos (comúnmente denominados masa fundida o solución) puede afectar a la granulación sustancialmente. Por ejemplo, la adición de nitrato de amonio a una masa fundida de nitrato de calcio mejora las propiedades de solidificación (véase el documento WO2000/02831, Norsk Hydro, 20 de enero de 2000). El enfriamiento inferior de las mezclas de nitrato de calcio y nitrato de potasio es bien conocido por provocar problemas durante la granulación como la formación de perlas (véase el documento WO1997/15536, Norsk Hydro, 1 de mayo de 1997). De hecho, cualquier sal soluble en agua presente en la masa fundida afectará al proceso de granulación. Además, tales procesos de granulación no se someten a ensayo fácilmente en una pequeña escala. A la luz de lo anterior, no es en absoluto evidente hallar una fuente de micronutrientes alternativa para las partículas de nitrato de calcio, que sea adecuada para un proceso a gran escala y que no influya, o que influya en una pequeña medida, en la formación de partículas de nitrato de calcio de una manera negativa.

65 La presente invención proporciona partículas de nitrato de calcio sólidas homogéneas que comprenden al menos un micronutriente, en donde al menos un micronutriente está presente como un nitrato de zinc y como un quelato de

zinc. Las partículas se pueden producir mediante la granulación de un fluido que contiene el al menos un micronutriente, por ejemplo, mediante la adición de una solución de nitrato de zinc a una solución/masa fundida de nitrato de calcio antes de la granulación.

5 Tal como se usa en el presente documento, una masa fundida es un fluido calentado que comprende sales disueltas por completo y/o en parte con un bajo contenido de agua, en particular, menor del 30 % en peso, más en particular menor del 20 % en peso.

10 El nitrato de calcio se ha convertido en un producto grande e importante en el campo de los fertilizantes y también para muchas otras aplicaciones técnicas, tales como el tratamiento de aguas residuales, la industria del hormigón, etc.

15 Las partículas de fertilizante homogéneas de acuerdo con la presente invención contienen una cantidad sustancial de nitrato de calcio. El nitrato de calcio cristalino sólido se halla comúnmente en la forma de hidratos, tales como $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ y $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. El $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ es una sal muy común con un punto de fusión de 42 °C. Esta contiene del 68 al 69 % en peso de nitrato de calcio y aproximadamente el 30 % en peso de agua. Esta es el componente principal de YaraLiva® Calcinit (Yara International ASA).

20 El método tradicional para la preparación de tetrahidrato de nitrato de calcio [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$] es por medio de la cristalización de una solución alta en nitrato de calcio que se enfría por debajo del punto de saturación del tetrahidrato de nitrato de calcio. A continuación, se filtra la solución, a través de lo que los cristales de tetrahidrato de nitrato de calcio húmedos se depositan sobre un filtro. Los cristales se retiran del filtro y se secan en un vacío a una temperatura por debajo de 40 °C.

25 Opcionalmente, también pueden estar presentes nitrato de amonio, nitrato de potasio y/o nitrato de sodio.

De acuerdo con la invención, la cantidad de nitrato de amonio, nitrato de potasio y/o nitrato de sodio puede variar entre el 0 y el 10 % en peso, preferentemente entre el 0,1 y el 10 % en peso, más preferentemente entre el 1 y el 10 % en peso, todavía más preferentemente entre el 5 y el 10 % en peso.

30 De acuerdo con una realización, tal masa fundida tiene un contenido de agua de entre el 15 y el 18 % en peso y comprende entre el 6 y el 8 % en peso de nitrato de amonio, nitrato de potasio y/o nitrato de sodio, además de aproximadamente el 78 % de nitrato de calcio. El nitrato de amonio, nitrato de potasio y/o nitrato de sodio y el agua son necesarios para formar una masa fundida aproximadamente entre 100 °C y 110 °C, que se solidifica rápidamente en perlas o gránulos, dependiendo del método de granulación que se use. De acuerdo con una realización, tal nitrato de calcio es decahidrato de nitrato de calcio y amonio ($5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), que se produce por Yara International ASA en forma de perlas y gránulos.

40 En el documento WO2000/02831 (Norsk Hydro, 20 de enero de 2000), se describe un producto, que comprende del 1,5 al 5,5 % en peso de K (como KNO_3), del 13 al 18 % en peso de agua y del 70 al 80 % en peso de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. El producto se comercializa como Nitcal/K®. Tal producto también se puede usar de manera adecuada en la presente invención como base para la combinación con al menos un micronutriente, en donde al menos un micronutriente está presente como una sal de nitrato.

45 Además, también el nitrato de calcio anhidro se puede usar de manera adecuada en la presente invención.

50 Por tanto, tal como se usa en el presente documento, cuando se hace referencia al nitrato de calcio como tal, se hace referencia a todas las formas químicas de nitrato de calcio, en particular, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ y $5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ anhidro.

55 Tal como se usa en el presente documento, cuando se hace referencia al % en peso de nitrato de calcio, se hace referencia al peso relativo de nitrato de calcio tal como si estuviera presente en forma anhidra, con independencia del grado de hidratación, ya que muchas sales de nitrato de calcio son hidratadas. Por tanto, las composiciones que comprenden nitrato de calcio normalmente también comprenderán agua en forma de hidratos. Por consiguiente, una partícula de acuerdo con la presente invención que comprende, por ejemplo, el 75 % en peso de nitrato de calcio también podría comprender, por ejemplo, el 15 % en peso de agua.

60 De acuerdo con un primer aspecto de la primera realización, la partícula comprende del 50 al 90 % en peso de nitrato de calcio, del 0,1 al 10 % en peso de uno o más de nitrato de amonio, nitrato de potasio y nitrato de sodio.

De acuerdo con un segundo aspecto de la primera realización, la partícula comprende del 60 al 90 % en peso de nitrato de calcio y del 0,1 al 10 % en peso de uno o más de nitrato de amonio, nitrato de potasio y nitrato de sodio.

65 De acuerdo con un tercer aspecto de la primera realización, la partícula comprende del 70 al 90 % en peso de nitrato de calcio y del 0,1 al 10 % en peso de uno o más de nitrato de amonio, nitrato de potasio y nitrato de sodio.

De acuerdo con un cuarto aspecto de la primera realización, la partícula comprende del 80 al 90 % en peso de nitrato de calcio y del 0,1 al 10 % en peso de uno o más de nitrato de amonio, nitrato de potasio y nitrato de sodio.

5 De acuerdo con un quinto aspecto de la primera realización, la partícula comprende del 70 al 80 % en peso de nitrato de calcio y del 0,1 al 10 % en peso de uno o más de nitrato de amonio, nitrato de potasio y nitrato de sodio.

De acuerdo con un sexto aspecto de la primera realización, la partícula comprende del 70 al 90 % en peso de nitrato de calcio, del 0,1 al 10 % en peso de nitrato de amonio.

10 De acuerdo con un séptimo aspecto de la primera realización, la partícula comprende del 80 al 90 % en peso de nitrato de calcio, del 0,1 al 10 % en peso de nitrato de amonio.

De acuerdo con un octavo aspecto de la primera realización, la partícula comprende del 70 al 80 % en peso de nitrato de calcio, del 0,1 al 10 % en peso de nitrato de amonio.

15 Por ejemplo, una partícula de fertilizante homogénea de acuerdo con la presente invención puede contener el 75 % en peso de nitrato de calcio, el 8 % en peso de nitrato de amonio, el 15 % de agua y del 0,01 al 0,2 % en peso de al menos un micronutriente, en donde al menos un micronutriente está presente como una sal de nitrato.

20 Tal como se usa en el presente documento, cuando la forma de una partícula es esférica, significa que la partícula tiene una forma esférica, casi esférica o aproximadamente esférica en cualquier sección transversal (véase la Figura 1). Tales partículas esféricas se pueden obtener mediante técnicas de granulación como la formación de perlas o aglomeración. Las partículas esféricas son adecuadas para su dispersión sobre los campos mediante máquinas de dispersión, siempre que estas tengan suficiente resistencia física y densidad. Estas son adecuadas para su
25 dispersión sobre los campos mediante máquinas de dispersión como los dispersores centrífugos y dispersores neumáticos.

Tal como se usa en el presente documento, el mayor diámetro de la partícula es el diámetro de la sección transversal más grande a través de la partícula. Para una partícula casi esférica, todos los mayores diámetros de
30 todas las secciones transversales son casi idénticos.

Tal como se usa en el presente documento, el diámetro más pequeño de la partícula es el diámetro de la sección transversal más pequeña a través de la partícula. Para una partícula casi esférica, todos los diámetros más pequeños de todas las secciones transversales son casi idénticos. Además, para una partícula casi esférica, el
35 diámetro más grande es casi igual al diámetro más pequeño de la partícula.

De acuerdo con un primer aspecto de la segunda realización, el diámetro más grande de la partícula se encuentra en el intervalo de 1 a 10 mm.

40 De acuerdo con un segundo aspecto de la segunda realización, el diámetro más grande de la partícula se encuentra en el intervalo de 1 a 8 mm.

De acuerdo con un tercer aspecto de la segunda realización, el diámetro más grande de la partícula se encuentra en el intervalo de 3 a 6 mm.

45 De acuerdo con un cuarto aspecto de la segunda realización, el diámetro más grande de la partícula se encuentra en el intervalo de 2 a 4 mm.

50 De acuerdo con un quinto aspecto de la segunda realización, el diámetro más pequeño y el más grande de la partícula se encuentran en el intervalo de 1 a 10 mm.

De acuerdo con un sexto aspecto de la segunda realización, el diámetro más pequeño y el más grande de la partícula se encuentran en el intervalo de 3 a 6 mm.

55 De acuerdo con un séptimo aspecto de la segunda realización, el diámetro más pequeño y el más grande de la partícula se encuentran en el intervalo de 2 a 4 mm.

De acuerdo con un octavo aspecto de la segunda realización, la relación entre el diámetro más pequeño de la partícula y el diámetro más grande de la partícula es de 0,2 a 1,0.

60 De acuerdo con un noveno aspecto de la segunda realización, la relación entre el diámetro más pequeño de la partícula y el diámetro más grande de la partícula es de 0,3 a 1,0.

65 De acuerdo con un décimo aspecto de la segunda realización, la relación entre el diámetro más pequeño de la partícula y el diámetro más grande de la partícula es de 0,4 a 1,0.

De acuerdo con un decimoprimer aspecto de la segunda realización, la relación entre el diámetro más pequeño de la partícula y el diámetro más grande de la partícula es de 0,5 a 1,0.

5 De acuerdo con un decimosegundo aspecto de la segunda realización, la relación entre el diámetro más pequeño de la partícula y el diámetro más grande de la partícula es de 0,6 a 1,0.

De acuerdo con un decimotercer aspecto de la segunda realización, la relación entre el diámetro más pequeño de la partícula y el diámetro más grande de la partícula es de 0,7 a 1,0.

10 De acuerdo con un decimocuarto aspecto de la segunda realización, la relación entre el diámetro más pequeño de la partícula y el diámetro más grande de la partícula es de 0,8 a 1,0.

De acuerdo con un decimoquinto aspecto de la segunda realización, la relación entre el diámetro más pequeño de la partícula y el diámetro más grande de la partícula es de 0,9 a 1,0.

15 Una partícula sólida homogénea, tal como se usa en el presente documento, significa que la partícula sólida es uniforme con respecto a su composición por toda la partícula. En contraste, una partícula heterogénea varía en su composición por toda la partícula. Las partículas sólidas homogéneas se pueden recubrir para la mejora de la robustez, tal como se divulga a continuación. Por consiguiente, mediante el recubrimiento de una partícula sólida homogénea, se pueden obtener partículas heterogéneas. El contenido de micronutrientes en los fertilizantes se divulga en el presente documento como % en peso. Cuando se dice que un fertilizante contiene un % en peso de un micronutriente, el valor refleja la cantidad neta relativa del elemento, independientemente de su forma en la que es absorbida por las plantas. Por tanto, una partícula de fertilizante que comprende del 0,01 al 0,2 % en peso de zinc significa que esta comprende una fuente de zinc que proporciona del 0,01 al 0,2 % en peso del elemento de zinc, mientras que, preferentemente, el elemento de zinc está presente como un ion de zinc en una sal. Por consiguiente, una partícula de fertilizante que contiene del 0,03 al 0,6 % en peso de nitrato de zinc tiene un contenido del 0,01 al 0,2 % en peso de zinc. Por consiguiente, una partícula de fertilizante que contiene del 0,05 al 1,1 % en peso de EDTA de zinc tiene un contenido del 0,01 al 0,2 % en peso de zinc.

30 De acuerdo con un aspecto de la primera realización, el micronutriente es una sal de nitrato seleccionada del grupo de nitrato de zinc, en particular, nitrato de zinc (II); si bien todos estos compuestos pueden estar hidratados.

El al menos un micronutriente es zinc, por ejemplo, presente como nitrato de zinc.

35 El micronutriente también está presente en parte como un ion quelado. Por tanto, la invención se refiere a una partícula sólida homogénea que comprende al menos el 50 % en peso de nitrato de calcio (calculado como $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), del 0 al 10 % en peso de uno o más de nitrato de amonio, nitrato de potasio y nitrato de sodio y del 0,01 al 0,2 % en peso de al menos un micronutriente, en donde al menos un micronutriente está presente como una sal de nitrato y al menos un micronutriente está presente como un quelato. De acuerdo con una realización, dichos micronutrientes pueden ser los mismos o diferentes.

45 La quelación es un tipo de enlace de los iones y las moléculas a iones metálicos. Esta implica la formación o la presencia de dos o más enlaces de coordenadas separadas entre un ligando polidentado (de unión múltiple) y un átomo central individual. Normalmente, estos ligandos son compuestos orgánicos y se denominan quelantes, queladores, agentes quelantes o agentes secuestrantes.

50 Muchos micronutrientes se pueden proporcionar como iones quelados. Un ejemplo es el zinc, que se puede proporcionar como ácido etilen diamino tetraacético (EDTA de zinc). Este compuesto puede estar disponible como un sólido como el tetrahidrato de sal de zinc de disodio de ácido etilen diamino tetraacético o este puede estar disponible como un complejo en una solución acuosa. En los ejemplos en el presente documento, el EDTA de zinc hace referencia a $[\text{EDTA.Zn}] \text{Na}_2$ (número de CAS: 14025-21-9), disponible en el mercado, por ejemplo, como Dissolvine E-Zn-15 a través de AkzoNobel. Los micronutrientes quelados son comercializados por, por ejemplo, Solufeed Ltd. (West Sussex, Reino Unido), ya sea como metales individuales o como mezclas de micronutrientes.

55 Tal como se usa en el presente documento, un micronutriente, que está presente como un quelato, significa que el elemento de micronutrientes o ion está unido a un quelante en un compuesto quelado, el quelato. Cualquier compuesto que sea adecuado como quelante está comprendido dentro de esta definición. Por ejemplo, la expresión zinc quelado significa compuestos que contienen zinc en donde los iones de zinc están quelados. La expresión incluye EDTA de zinc, EDTA de zinc y disodio, EDTA de zinc y sodio, HEDTA de zinc y sodio, etc.

60 Por tanto, el término quelante comprende moléculas, tales como el ácido etilen diamino tetraacético (EDTA), ácido N-(hidroxietil)-etilendiaminotriacético (HEDTA), ácido etilen glicol tetraacético (EGTA), ácido etilendiamino-N,N'-bis-(2-hidroxifenilacético) (EDDHA), ácido etilendiamino-N,N'-bis-(2-hidroxi-5-sulfo) fenilacético (EDDHSa) y ácido dietilendiaminopentaacético (DTPA) y similares.

65 De manera sorprendente, se ha observado que el nitrato de zinc afectó positivamente al proceso de granulación y

disminuye el riesgo de aglomeración, mientras que los copos divulgados en el documento WO2006/031139 (Nawrocki, 23 de marzo de 2006) no son adecuados para el almacenamiento y transporte de acuerdo con el documento WO2009/008845 (Duslo, 1 de enero de 2009).

5 Además, dado que los micronutrientes quelados son más costosos que sus sales simples, la presente invención también proporciona partículas de nitrato de calcio homogéneas con una fuente de micronutrientes alternativa y más económica, por ejemplo, nitrato de zinc.

10 Además, de manera sorprendente, se proporciona una partícula que es útil como fertilizante que contiene zinc sobre suelos con condiciones del suelo ácidas, neutras y alcalinas. Esto obvia la necesidad de más de un fertilizante que contiene zinc que se puede usar sobre suelos con cualquiera de las condiciones del suelo ácidas, neutras o alcalinas.

15 Las condiciones del suelo ácidas, neutras y alcalinas están destinadas a cubrir los suelos con un pH que varía de aproximadamente 3 a aproximadamente 9, en particular, de aproximadamente 5 a aproximadamente 8.

20 A un pH neutro o alcalino, muchos iones de micronutrientes no quelados tienen una tendencia a precipitarse como hidróxidos. Por ejemplo, los iones de zinc se precipitan como hidróxido de zinc. Sin embargo, tal como se demuestra en el Ejemplo 2 a continuación, las soluciones preparadas de las partículas del Ejemplo 1 muestran una turbidez baja (comparable al agua potable) a un pH ácido, neutro y alcalino. Por tanto, los resultados de turbidez indican que incluso en las soluciones de fertirrigación, donde se usan soluciones bastante concentradas, las partículas proporcionarán zinc en una forma soluble en agua que está disponible para las plantas. Sin desear estar ligado a la teoría, este resultado sorprendente puede ser provocado por un efecto de retención salina.

25 De acuerdo con una realización particular de la presente invención, las partículas son partículas homogéneas, esféricas y sólidas que comprenden del 70 al 80 % en peso de nitrato de calcio, del 5 al 10 % en peso de nitrato de amonio, del 5 al 20 % en peso de agua y aproximadamente el 0,3 % en peso de nitrato de zinc.

30 De acuerdo con otra realización particular de la presente invención, las partículas son partículas homogéneas, esféricas y sólidas que comprenden del 70 al 80 % en peso de nitrato de calcio, del 5 al 10 % en peso de nitrato de amonio, del 5 al 20 % en peso de agua y aproximadamente el 0,2 % en peso de nitrato de zinc y aproximadamente el 0,2 % en peso de EDTA de zinc.

35 De acuerdo con otra realización particular de la presente invención, las partículas son partículas homogéneas, esféricas y sólidas que comprenden aproximadamente el 76 % en peso de nitrato de calcio, aproximadamente el 8 % en peso de nitrato de amonio, aproximadamente el 0,3 % en peso de ácido bórico, aproximadamente el 0,2 % en peso de nitrato de zinc, aproximadamente el 0,2 % en peso de EDTA de zinc, aproximadamente el 15 % peso de agua y, opcionalmente, un recubrimiento, sumando el peso de todos los componentes hasta el 100 %.

40 Opcionalmente, un recubrimiento se puede aplicar para la reducción de la aglomeración, la absorción de humedad o la formación de polvo fino. De acuerdo con una realización, tal recubrimiento es un recubrimiento soluble en agua, ya que este recubrimiento se puede disolver rápidamente en un suelo o en aplicaciones de fertirrigación o de invernadero. El recubrimiento se puede combinar, adicionalmente, con micronutrientes que se aplican como un recubrimiento. Cualquier micronutriente es adecuado para ser combinado con dicho recubrimiento, tal como, por
45 ejemplo, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, zinc y boro. Preferentemente, el recubrimiento contiene una fuente de boro, preferentemente ácido bórico.

50 La invención se dirige, además, a una composición en partículas que comprende las partículas de acuerdo con la invención. Las partículas en la composición en partículas no necesitan tener la misma composición. Por ejemplo, la composición en partículas puede tener partículas recubiertas y no recubiertas de acuerdo con la invención, partículas recubiertas con diferentes micronutrientes o con diferentes cantidades, partículas que comprenden solo uno o más micronutrientes como sal de nitrato y partículas que comprenden uno o más micronutrientes como sal de nitrato y uno o más micronutrientes como quelato.

55 Preferentemente, la composición en partículas de acuerdo con la invención se usa como fertilizante, en particular, para su uso en fertirrigación.

60 La partícula de fertilizante homogénea en la presente divulgación se puede producir mediante la granulación de una masa fundida homogénea. Un ejemplo puede ser la formación de perlas que produce partículas esféricas razonablemente uniformes a partir de masas fundidas, en primer lugar, mediante la fabricación de gotitas de líquido y, a continuación, mediante la solidificación de las mismas mediante su enfriamiento a medida que estas caen a través de una corriente de aire de enfriamiento ascendente. Cuando se forman las perlas a partir de una masa fundida de nitrato de calcio, la adición de nitrato de amonio, nitrato de potasio y/o nitrato de sodio puede hacer que la masa fundida se solidifique más rápidamente. Sin embargo, si se está preparando tetrahidrato de nitrato de calcio,
65 se puede omitir la presencia de nitrato de amonio, nitrato de potasio o nitrato de sodio. En tales masas fundidas, los micronutrientes se pueden añadir como soluciones acuosas que comprenden sales de nitrato disueltas, por ejemplo,

nitrate de zinc.

Las partículas de fertilizante homogéneas en la presente divulgación también se pueden producir mediante la granulación en cubeta (estratificación de gotitas/agitación) o mediante la tecnología de cinta de enfriamiento, tal como se divulga en el documento WO2006/031139 (Nawrocki, 23 de marzo de 2006).

El término aproximadamente se usa para reflejar las variaciones de fabricación y medición analítica de más o menos el 5 % en las cantidades absolutas.

10 La presente invención se define mediante las reivindicaciones y no mediante los siguientes Ejemplos, que solo sirven para ejemplificar una o más realizaciones.

Ejemplos

15 En los Ejemplos del presente documento, EDTA de zinc hace referencia a [EDTA.Zn] Na₂ (número de CAS: 14025-21-9), disponible en el mercado, por ejemplo, como Dissolvine E-Zn-15 a través de AkzoNobel.

Ejemplo 1

20 Se añadieron 352 kg de una solución acuosa (pH 2) que comprendía el 50 % en peso de nitrato de zinc y 396 kg de una solución acuosa que comprendía el 45 % en peso de EDTA de zinc a 110 toneladas de una solución acuosa neutra (pH 7) que comprendía el 60 % en peso de nitrato de calcio y el 6 % en peso de nitrato de amonio. Después del mezclado, el agua se evaporó a aproximadamente 156 °C, 0,1 MPa (1 bar) de presión absoluta, hasta que la concentración de agua fue de aproximadamente el 17 % en peso. Esta solución se pulverizó a través de boquillas, con lo que las gotitas se enfriaron hasta 70-100 °C para la solidificación en un granulador de cubeta. Las partículas se seleccionaron con respecto al tamaño. Las partículas se introdujeron en un tambor de recubrimiento giratorio inclinado con una primera sección que contenía elevadores para crear una cortina de caída de gránulos. En la primera sección, una solución de recubrimiento se pulverizó a través de boquillas. Cerca de la entrada de partículas y recubrimiento, también se introdujo polvo de ácido bórico. Una segunda sección del tambor de recubrimiento giratorio inclinado contenía una salida de ventilación y una salida para las partículas recubiertas.

Se recogieron cuatro muestras a partir del lote de fabricación. Tres muestras se recogieron mediante la extracción de un volumen pequeño de partículas en tres puntos de tiempo diferentes, mientras que una muestra (Muestra de Fabricación) se recogió mediante la extracción de partículas durante toda la fabricación.

Las partículas se disolvieron en agua y se ensayaron usando métodos analíticos validados. Los resultados se muestran en la Tabla 1. Los valores en la tabla muestran el % en peso. n.m. significa que no se llevó a cabo el análisis. Algunos de los análisis dan resultados indirectos solo, como CaO, que no está presente en las partículas o solo está presente en pequeñas cantidades. El pH se midió en condiciones convencionales en una solución acuosa que comprendía el 10 % en peso de partículas.

A partir de los resultados, se puede observar que las partículas contenían aproximadamente el 75 % en peso de nitrato de calcio, aproximadamente el 15 % en peso de agua, aproximadamente el 8 % en peso de nitrato de amonio, aproximadamente el 0,3 % en peso de ácido bórico, aproximadamente el 0,2 % en peso de nitrato de zinc y aproximadamente el 0,2 % en peso de EDTA de zinc.

Tabla 1

Análisis	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra de Fabricación
pH (10 %)	n.m.	n.m.	n.m.	6,18
% de H ₂ O libre	n.m.	n.m.	n.m.	0,60
Ca(NO ₃) ₂ , %	75,87	76,05	75,14	75,76
NH ₄ NO ₃ , %	n.m.	n.m.	n.m.	8,11
H ₃ BO ₃ , %	0,31	0,44	0,27	0,34
Zn(NO ₃) ₂ , %	0,20	0,20	0,20	0,20
EDTA de Zn, %	0,20	0,20	0,19	0,20
H ₂ O, %	n.m.	n.m.	n.m.	15,40

Ejemplo 2

Un ensayo de solubilidad (medida como la turbidez, NTU en inglés, Unidades Nefelométricas de Turbidez) demostró que las partículas de fertilizante homogéneas que comprendían el 0,2 % en peso de nitrato de zinc y el 0,2 % en peso de EDTA de zinc (partículas producidas en el Ejemplo 1) mostraron una turbidez inferior en un amplio intervalo de pH en comparación con las partículas que comprendían el 0,6 % de EDTA de zinc, cuando 50 gramos de las partículas se disolvieron en 100 ml de agua (véase la Figura 2).

Ejemplo 3

La Figura 3 muestra la influencia del pH sobre la disponibilidad en Zn de ZnO y EDTA de Zn. La solubilidad de ZnO se reduce cuando el pH se aumenta por encima de 5 - 6, dependiendo de su concentración. La solubilidad de Zn del EDTA de Zn se reduce cuando el pH está por encima de 5,5 – 6,0, dependiendo de su concentración. La solubilidad aumenta ligeramente cuando el pH se aumenta hasta un pH de aproximadamente 7. A un pH mayor, la solubilidad disminuye de manera significativa. A un pH de 8, el Zn del EDTA de Zn no estaba disponible. Esto muestra que las partículas de acuerdo con la invención proporcionan zinc en un intervalo de pH de al menos 5 a 8.

10 Ejemplo 4

Se comprobó la solubilidad de la calidad de zinc tanto con quelato de Zn como nitrato de zinc. Los resultados se presentan a continuación. La solubilidad (medida como turbidez) es buena (baja turbidez), incluso a altas concentraciones. La turbidez no depende del pH en las concentraciones de hasta 150 gramos de gránulos por cada 100 ml de agua, lo que corresponde a aproximadamente el 50 % en peso de concentración de sal en la solución madre. Esto es muy por encima de las concentraciones normales de solución madre. Cuando la concentración se aumenta de 70 a 80 gramos de gránulos por cada 100 ml de agua (la concentración de sal aumentada del 34,6 al 37,3 %), la turbidez tiene un aumento agudo. Por lo tanto, la concentración máxima para la solubilidad completa es de aproximadamente 70 gramos de gránulos por cada 100 ml. Para estar seguros, se recomienda mantener la concentración máxima de sal en la solución madre por debajo del 31,5 %, lo que corresponde a 60 gramos de gránulos por cada 100 ml. Esto no debería ser un problema, ya que los fertilizantes de calidad de fertirrigación normalmente se disuelven a la concentración de sal de aproximadamente el 20 %. El ensayo se repitió con un pH variable: pH del agua inicial de 3,45, 7 y 9. Los resultados de los ensayos se muestran en las Figuras 4 y 5.

REIVINDICACIONES

1. Una partícula sólida homogénea que comprende al menos el 50 % en peso de nitrato de calcio (calculado como $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), del 0 al 10 % en peso de uno o más de nitrato de amonio, nitrato de potasio y nitrato de sodio y del 0,01 al 0,2 % en peso de al menos un micronutriente, en donde el al menos un micronutriente es zinc, zinc que está presente como nitrato de zinc y como quelato de zinc, en donde el zinc se une a un quelante seleccionado del grupo de ácido etileno diamino tetraacético (EDTA en inglés), ácido N-(hidroxietil)-etilendiaminotriacético (HEDTA en inglés), ácido etileno glicol tetraacético (EGTA en inglés), ácido etilendiamino-N,N'-bis(2-hidroxifenilacético) (EDDHA en inglés), ácido etilendiamino-N,N'-bis-(2-hidroxi-5-sulfo)fenilacético (EDDHSA en inglés) y ácido dietilentriaminopentaacético (DTPA en inglés).
2. Una partícula sólida homogénea de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la forma de la partícula es esférica.
3. Una partícula sólida homogénea de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, que comprende EDTA de zinc, EDTA de zinc y sodio o EDTA de zinc y disodio.
4. Una partícula sólida homogénea de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el nitrato de calcio se selecciona del grupo de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ y $5\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ anhidro.
5. Una partícula sólida homogénea de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende del 70 al 80 % en peso de nitrato de calcio, del 5 al 10 % en peso de nitrato de amonio, del 5 al 20 % en peso de agua y el 0,3 % en peso de un nitrato de zinc, en donde la partícula sólida homogénea es esférica.
6. Una partícula sólida homogénea de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende del 70 al 80 % en peso de nitrato de calcio, del 5 al 10 % en peso de nitrato de amonio, del 5 al 20 % en peso de agua, el 0,2 % en peso de nitrato de zinc y el 0,2 % en peso de zinc quelado, en donde la partícula sólida homogénea es esférica.
7. Una partícula sólida homogénea de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende, además, un recubrimiento para la reducción de la aglomeración, la absorción de humedad o la formación de polvo fino.
8. Una partícula sólida homogénea de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 recubierta con un recubrimiento soluble en agua.
9. Una partícula sólida homogénea de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el recubrimiento soluble en agua contiene una fuente de boro, preferentemente ácido bórico.
10. Una composición en partículas que comprende las partículas de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.
11. Una composición en partículas de acuerdo con la reivindicación 10, para su uso como fertilizante, en particular, para su uso en la fertirrigación.
12. Uso de una composición en partículas de acuerdo con la reivindicación 10 como fertilizante, en particular, para su uso en la fertirrigación.
13. Un método para la fabricación de partículas de fertilizante homogéneas, que comprende las etapas de
- proporcionar una primera solución acuosa que comprende nitrato de calcio disuelto, nitrato de amonio disuelto y nitrato de zinc disuelto y EDTA de zinc en una cantidad suficiente para obtener una solución acuosa que comprende del 0,01 al 0,2 % en peso de zinc;
 - calentar la primera solución acuosa hasta una temperatura por encima de 150 °C para evaporar una cantidad de agua y para obtener una segunda solución acuosa;
 - granular las partículas de la segunda solución acuosa mediante la pulverización de las mismas a través de al menos una boquilla, de tal manera que se solidifiquen las gotitas.
14. Un método de acuerdo con la reivindicación 13, en donde, en la etapa b), el agua se evapora de la segunda solución acuosa hasta que el contenido de agua de dicha segunda solución acuosa es por debajo del 20 % en peso.
15. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 13 o 14, en donde la primera solución acuosa comprende más del 50 % en peso de nitrato de calcio disuelto y más del 30 % en peso de agua.
16. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 13 a 15, en donde las partículas obtenidas mediante la etapa b) se recubren posteriormente con un recubrimiento soluble en agua, que comprende, opcionalmente, micronutrientes adicionales.

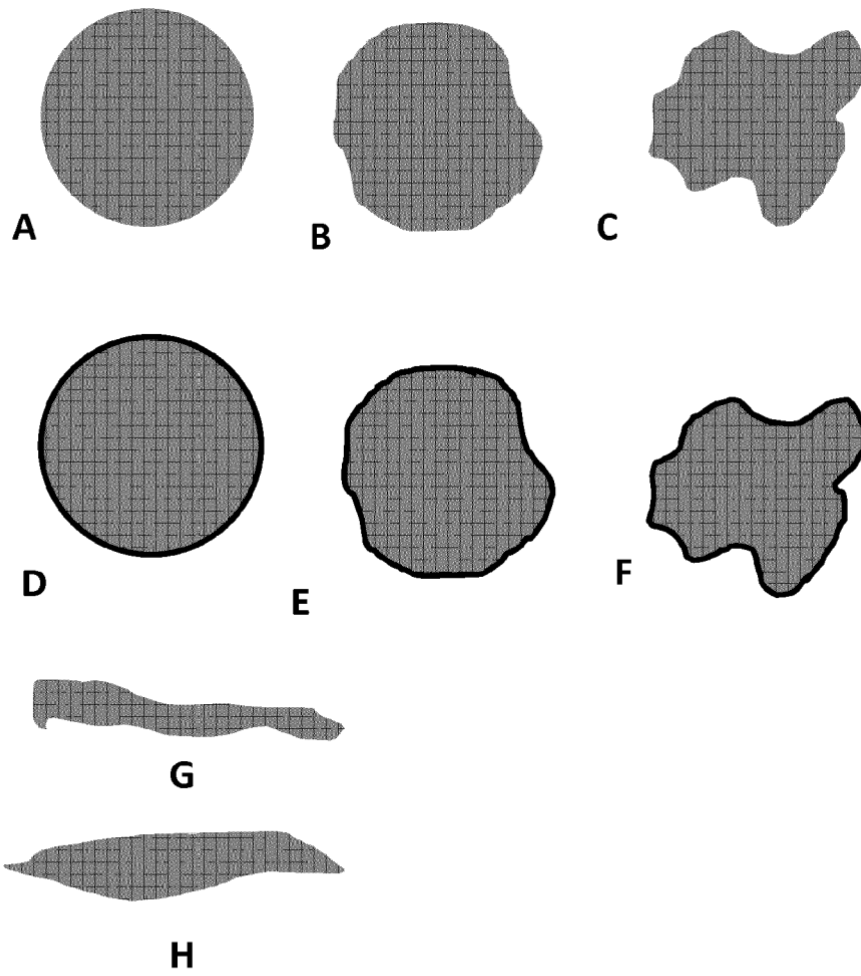


Figura 1

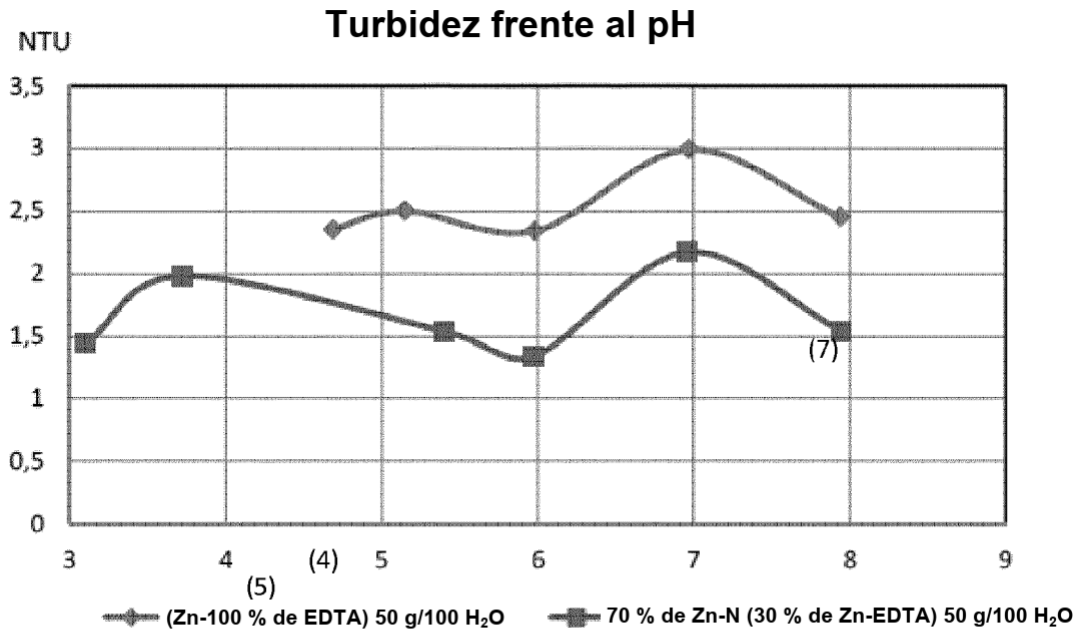


Figura 2

Influencia sobre la disponibilidad de Zn

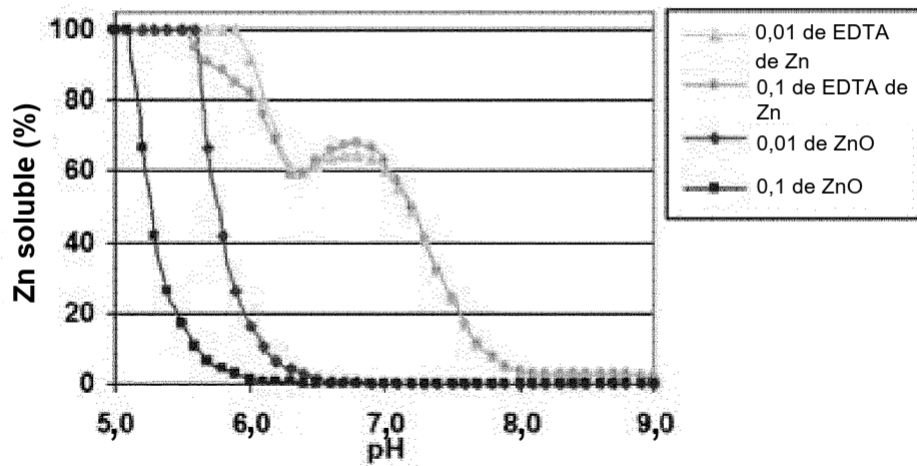


Figura 3

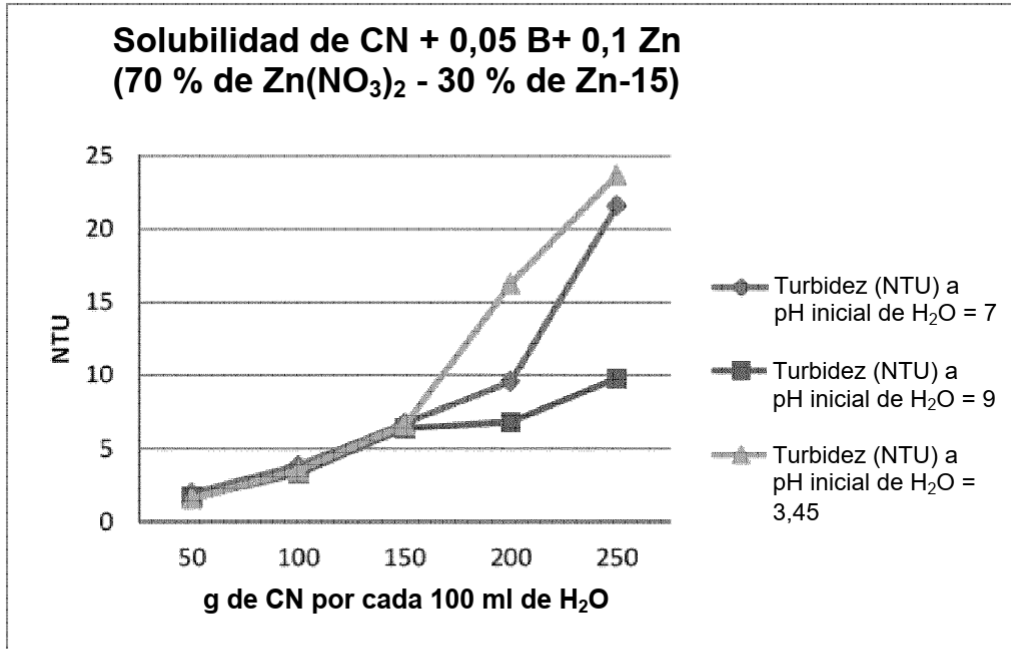


Figura 4

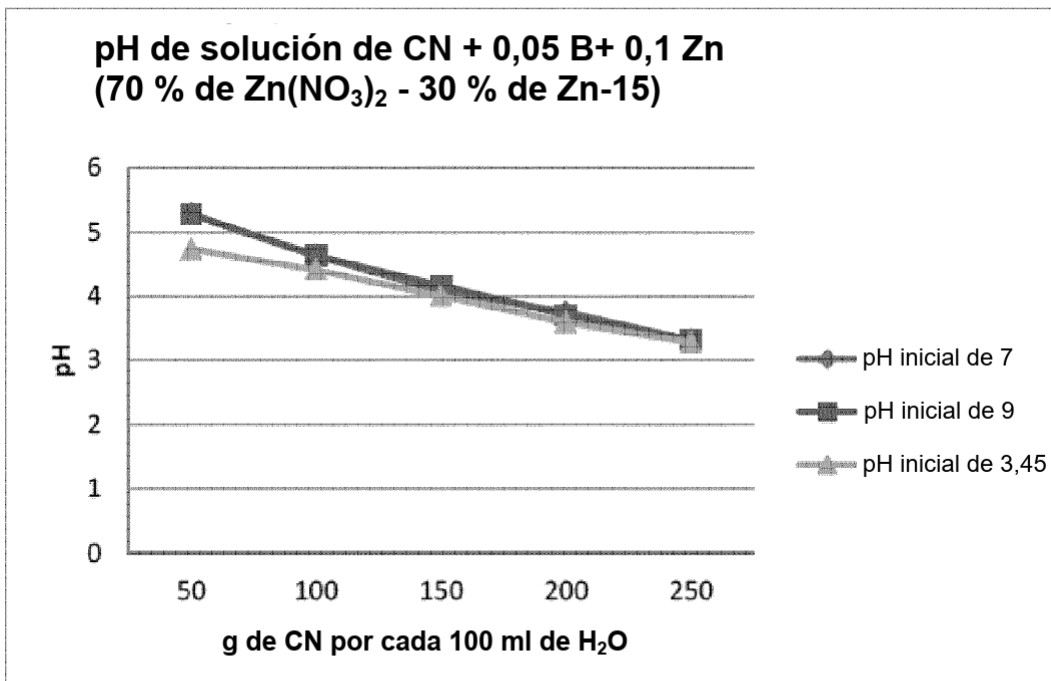


Figura 5