

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 389**

51 Int. Cl.:

A01C 23/04 (2006.01)

C05G 3/00 (2006.01)

C05B 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.04.2014 PCT/IB2014/001392**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.11.2014 WO14177932**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2014 E 14759270 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2019 EP 2991955**

54 Título: **Composición de fertirrigación y método para fertirrigación**

30 Prioridad:

30.04.2013 US 201361817537 P

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

15.10.2019

73 Titular/es:

**SAUDI BASIC INDUSTRIES CORPORATION
(100.0%)
P.O. Box 5101
Riyadh 11422, SA**

72 Inventor/es:

KHALEEL, MOHAMED AKASHA M.

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 727 389 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 de fertirrigación y método para fertirrigación

Antecedentes

5 Existe una larga necesidad en la industria agrícola de composiciones fertilizantes solubles en agua estables que proporcionen el suministro simultáneo de agua y nutrientes minerales a los cultivos. Estas composiciones fertilizantes solubles en agua deberían demostrar estabilidad cuando se someten a prácticas de formulación y almacenamiento estándares y una liberación rápida de nutrientes cuando se usan en una composición fertilizante estándar. Para conseguir este perfil de liberación rápida, se desarrolló un proceso de "fertirrigación" para sortear los problemas encontrados con la aplicación al voleo, o aplicación directa, de una composición fertilizante a la capa superficial del suelo, tales como una absorción de nutrientes inconsistente por las raíces de plantas que tienen diferentes distancias desde el área de aplicación y/o una compresión destructiva de los lechos de suelo por el equipo agrícola pesado usado para dispersar la composición fertilizante, particularmente sobre áreas grandes, tales como aquellas de granjas grandes.

15 Aunque la fertirrigación convencional se diseñó para ser una adición viable a los medios de suministro de nutrientes minerales a cultivos, no está exenta de algunas limitaciones. Por ejemplo, las composiciones fertilizantes que comprenden aglutinantes y otros materiales portadores de nutrientes bien adecuados para aplicación tópica como gránulos son menos adecuadas para fines similares cuando se disuelven en agua. Una vez disueltos en agua, y liberados así de aglutinantes, los componentes de muchas composiciones fertilizantes reaccionan entre sí y proporcionan nuevos materiales no solubles en agua que precipitan de la solución a diferentes tasas. Este fenómeno puede dar como resultado una reducción de la eficacia del suministro de agua y nutrientes debido a cuestiones operativas tales como, por ejemplo, obstrucción del equipo de fertirrigación. Además, las composiciones fertilizantes útiles para aplicación al voleo pueden tener una solubilidad limitada en agua. Por tanto, hay una necesidad existente en las técnicas de suministro de fertilizante de composiciones de fertirrigación económicas que no inhiban los procesos de fertirrigación al obstruir el equipo de fertirrigación.

25 El documento WO 01/25168 A1 divulga una composición fertilizante soluble en agua que contiene uno o más materiales fertilizantes y un ácido orgánico libre de fosfato que es sólido a temperatura ambiente. Los materiales fertilizantes incluyen macronutrientes primarios, macronutrientes secundarios, micronutrientes y mezclas de los mismos. Se afirma que el uso de ácidos que contienen fósforo, tales como ácido fosforoso y ácido fosfórico, tiene varias desventajas.

30 El documento US 4723.710 divulga un aparato para pulverizar mezclas de materiales sólidos y líquidos. El aparato incluye un tanque, una bomba, una línea de entrada del tanque a la bomba, una línea de retorno de la bomba al tanque, una boquilla pulverizadora, una línea de suministro de boquilla de la bomba a la boquilla, una boquilla al tanque y una primera y segunda válvulas para regular las cantidades respectivas de mezclas para alimentar a la boquilla, la línea de suministro de boquilla, la línea de retorno de la boquilla o la línea de retorno de la bomba al tanque. Al proporcionar dos válvulas y líneas de retorno separadas, una en la bomba y otra en la boquilla, se mantiene la agitación constante de los contenidos del tanque y se evita la obstrucción en cualquier lugar del sistema, particularmente en la manguera de la boquilla.

40 El documento US 2.722.456 divulga un aparato de pulverización de establo. Se reivindica un aparato pulverizador de solución insecticida para instalación permanente en un establo que comprende, en combinación, un tanque para contener la solución, una pluralidad de tuberías alargadas dispuestas horizontalmente, miembros de apoyo para suspender dichas tuberías alargadas del techo del establo, una tubería transversal conectada comunitariamente con un extremo de cada una de dichas tuberías alargadas, estando el otro extremo de cada una de dichas tuberías alargadas libre y cerrado, una pluralidad de boquillas pulverizadoras portadas por cada una de dichas tuberías alargadas, un válvula de control montada en cada una de dichas tuberías alargadas y que está dispuesta adyacente a dicha tubería transversal, una bomba accionada a motor, un conducto de descarga de solución conectado con dicha bomba y con dicha tubería transversal, un conducto ramificado formado por un par de extremos libres conectados con dicha tubería de descarga y que se extiende a dicho tanque, un par de boquillas pulverizadoras conectadas con los extremos libres respectivos de dicho conducto ramificado, estando dispuesto uno de dichos pares de boquillas pulverizadoras adyacente a la parte inferior de dicho tanque y estando dispuesto el otro de dicho par de boquillas aproximadamente de forma central intermedia de la altura de dicho tanque, una válvula de control montada en dicho conducto de descarga y que está dispuesta por encima de la conexión de dicho conducto ramificado con dicho conducto de descarga, una válvula de control montada en dicho conducto ramificado, un conducto de entrada conectado con dicha bomba y que depende de dicho tanque, un elemento de cribado conectado en el extremo libre de dicho conducto de entrada y que está dispuesto en la parte inferior de dicho tanque y una llave de purgado conectada con dicho tanque y que está dispuesta adyacente a la parte inferior de dicho tanque.

Compendio de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para fertirrigación según la reivindicación 1. Por tanto, se proporciona un método para fertirrigación que comprende:

- a. proporcionar una mezcla ácida de agua y un agente disolvente de fertilizante ácido;
- b. poner en contacto la mezcla ácida con una composición fertilizante en el equipo de fertirrigación para disolver la composición fertilizante y formar una composición de fertirrigación; y
- c. poner en contacto la composición de fertirrigación con suelo, en la que está presente la composición de fertirrigación de NPK según la reivindicación 9.

También de acuerdo con la presente invención, se proporciona una composición de fertirrigación de NPK según la reivindicación 9.

Por tanto, se proporciona una composición de fertirrigación que comprende:

- a. una composición fertilizante, en la que la composición fertilizante está presente en una cantidad que oscila de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 50 % en peso basada en la composición de fertirrigación
- b. un agente disolvente de fertilizante, en el que el agente disolvente de fertilizante está presente en una cantidad que oscila de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 88 % en peso basada en la composición de fertirrigación; y
- c. agua, en la que el agua está presente en una cantidad que oscila de 2 % en peso a aproximadamente 88 % en peso, basada en la composición de fertirrigación.

Aunque los aspectos de la presente invención pueden describirse y reivindicarse en una clase reglamentaria particular, esto es solo por conveniencia, y un especialista en la materia entenderá que cada aspecto de la invención puede describirse y reivindicarse en cualquier clase reglamentaria. A menos que se afirme expresamente otra cosa, no se pretende en modo alguno que se considere necesario que en cualquier método o aspecto expuesto en la presente memoria sus etapas se realicen en un orden específico. Por consiguiente, cuando un método no afirma específicamente en las descripciones o reivindicaciones que las etapas han de estar limitadas a un orden específico, no se pretende en modo alguno deducir un orden en ningún aspecto. Esto se aplica para cualquier base de interpretación no expresa posible, incluyendo cuestiones de lógica con respecto a la organización de las etapas o el flujo operativo, el significado simple derivado de la organización o puntuación gramatical o el número o tipo de aspectos descritos en la memoria descriptiva.

Se expondrán ventajas adicionales de la presente invención en parte en la descripción siguiente, y en parte serán obvias a partir de la descripción, o pueden aprenderse por la práctica de la invención. Las ventajas de la invención se realizarán y alcanzarán mediante los elementos y combinaciones apuntados particularmente en las reivindicaciones adjuntas. Ha de entenderse que tanto la descripción general anterior como la descripción detallada siguiente son solo ejemplares y explicativas y no son limitantes de la invención como se reivindica.

Breve descripción de las figuras

Las figuras adjuntas, que se incorporan y constituyen una parte de esta memoria descriptiva, ilustran varios aspectos y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

La Figura 1 muestra un sistema de fertirrigación de una realización de la presente invención.

La Figura 2 muestra una bomba de fertirrigación de una realización de la presente invención.

Descripción detallada

La presente invención puede entenderse más fácilmente por referencia a la siguiente descripción detallada de la invención y a los ejemplos incluidos en la misma.

Antes de divulgar y describir en la presente memoria las presentes composiciones, artículos, sistemas, dispositivos y/o métodos, ha de entenderse que no están limitados a reactivos particulares a menos que se especifique otra cosa, ya que pueden por supuesto variar. Ha de entenderse también que la terminología usada en la presente memoria es con el fin de describir aspectos particulares solo y no pretende ser limitante. Aunque puede usarse cualquier método y material similar o equivalente a los descritos en la presente memoria en la práctica o prueba de la invención, se describen ahora métodos y materiales ejemplares.

Las publicaciones discutidas en la presente memoria se proporcionan únicamente para su divulgación antes de la fecha de presentación de la presente solicitud. Nada en la presente memoria ha de considerarse como la admisión de que la presente invención no está habilitada para preceder tal publicación en virtud de la invención anterior. Además, las fechas de publicación proporcionadas en la presente memoria pueden ser diferentes de las fechas de publicación reales, que pueden requerir confirmación independiente.

La nomenclatura para compuestos, incluyendo compuestos orgánicos, puede darse usando nombres comunes o recomendaciones de nomenclatura de la International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) o Chemical Abstracts (CAS).

A. DEFINICIONES

- 5 En esta memoria descriptiva, incluyendo las reivindicaciones siguientes, se hará referencia a una serie de términos que tienen los siguientes significados:

Como se usa en la presente memoria, las formas singulares “un”, “una” y “el/la” incluyen los referentes plurales a menos que el contexto imponga claramente otra cosa.

Como se usa en la presente memoria, “fertirrigación” es la aplicación de una composición de fertirrigación al suelo.

- 10 Como se usa en la presente memoria, “agente disolvente de fertilizante” significa un material que, cuando se combina con una mezcla que comprende agua y un fertilizante sólido, causa un desplazamiento hacia una mayor acidez de la mezcla.

Como se usa en la presente memoria, “opcional” y “opcionalmente” significan que un evento descrito posteriormente puede o no ocurrir, y la descripción incluye casos en que el evento ocurre y casos en que no.

- 15 Como se usa en la presente memoria, “pH” significa el logaritmo negativo de la concentración de ion protón y es una medida de la neutralidad (concretamente, pH igual a 7), acidez (concretamente, pH menor de 7) o alcalinidad (concretamente, pH mayor de 7) de una solución acuosa.

- 20 Como se usa en la presente memoria, “ácido sulfúrico” incluye diluido o concentrado, por ejemplo, ácido sulfúrico 18 molar. El ácido sulfúrico puede diluirse, por ejemplo, con agua, otro ácido u otro líquido. En un aspecto, el ácido sulfúrico cuando se diluye tendrá un pH que oscila de un pH neutro a un pH ácido.

- 25 Las composiciones descritas en la presente memoria pueden comprender materiales presentes como solvatos. En algunos casos, el disolvente usado para preparar el solvato es una solución acuosa, y el solvato se hace referencia a menudo entonces como hidrato. Los materiales pueden estar presentes como hidratos que pueden obtenerse, por ejemplo, mediante cristalización a partir de un disolvente o de solución acuosa. A este respecto, pueden combinarse una, dos, tres o cualquier número arbitrario de moléculas de disolvente o agua con los materiales que comprenden las composiciones de la invención formando solvatos e hidratos. A menos que se afirme lo contrario, la invención incluye todos tales posibles solvatos.

- 30 Los intervalos pueden expresarse en la presente memoria como desde “aproximadamente” un valor particular, y/o hasta “aproximadamente” otro valor particular. Cuando se expresa tal intervalo, un aspecto adicional incluye desde un valor particular y/u hasta el otro valor particular. De forma similar, cuando los valores se expresan como aproximaciones, mediante el uso del antecedente “aproximadamente”, se entenderá que el valor particular forma un aspecto adicional. Se entenderá además que los extremos de cada uno de los intervalos son significativos tanto en relación con el otro extremo como independientemente del otro extremo. Se entiende también que hay una serie de valores divulgados en la presente memoria, y que cada valor se divulga también en la presente memoria como “aproximadamente” ese valor particular además del valor mismo. Por ejemplo, si se divulga el valor “10”, entonces se divulga también “aproximadamente 10”. Se entiende también que se divulga también cada unidad entre dos unidades particulares. Por ejemplo, si se divulgan 10 y 15, entonces se divulgan también 11, 12, 13, 14 y fracciones de los mismos.

- 40 Como se usa en la presente memoria, las referencias a partes en peso de un componente particular en una composición significan la relación en peso entre el componente y cualquier otro componente en la composición para la que se expresa una parte en peso. Por tanto, en una composición expresada como 2 partes en peso de componente X y 5 partes en peso de componente Y, X e Y están presentes en una relación en peso de 2:5 o 1:2,5 o 0,4 y están presentes en tal relación independientemente de si están contenidos componentes adicionales en el compuesto.

- 45 El porcentaje en peso (% en peso) de un componente, a menos que se afirme específicamente lo contrario, está basado en el peso total de la formulación o composición en que se incluye el componente.

- 50 Como se usa en la presente memoria, las referencias a porcentaje en peso de un componente particular en una composición significan la relación en peso entre el componente y cualquier otro componente en la composición para la que se expresa una parte en peso. Por tanto, en una composición expresada como 10%/90% de X/Y (p/p), X e Y están presentes al 10% en peso y 90% en peso, respectivamente; una composición expresada como un porcentaje de un componente en agua, tal como 15% de componente X en agua, significa que el porcentaje en peso es de 15%/85% de X/agua (p/p) o 15%/85% de X/agua (p/v), en la que “v” representa volumen de agua, porque el peso de agua se considera que es sustancialmente equivalente a su volumen.

A menos que se afirme expresamente otra cosa, no se pretende en modo alguno que se considere que ningún método expuesto en la presente memoria requiera que sus etapas se realicen en un orden específico. Por consiguiente,

cuando una reivindicación del método no enumere realmente un orden para seguir por sus etapas o no se afirme específicamente de otro modo en las reivindicaciones o descripciones que las etapas van a estar limitadas a un orden específico, no se pretende en modo alguno deducir un orden en ningún aspecto. Esto se aplica para cualquier base de interpretación no expresa posible incluyendo: cuestiones de lógica con respecto a la organización de etapas o flujo operativo; significado simple derivado de la organización o puntuación gramatical y el número o tipo de realizaciones descritas en la memoria descriptiva.

Se divulgan materiales usados para preparar las composiciones de la presente invención, así como las composiciones mismas para usar en los métodos divulgados en la presente memoria. Se entiende que, cuando se divulgan combinaciones, subconjuntos, interacciones, grupos, etc. de estos materiales, aunque puedan no divulgarse explícitamente la referencia específica de cada una de las diversas combinaciones individuales y colectivas y permutaciones de estos compuestos, se contempla y describe específicamente cada una en la presente memoria. Por ejemplo, si se divulga una clase de materiales A, B y C, así como una clase de materiales D, E y F, y se divulga un ejemplo de una composición que comprende A y D, entonces incluso si no se enumera cada uno individualmente, se contempla cada uno individual y colectivamente, lo que significa que se consideran divulgadas combinaciones de A y E, A y F, B y D, B y E, B y F, C y D, C y E y C y F. Igualmente, se divulga también cualquier subconjunto o combinación de estos. Por tanto, por ejemplo, el subgrupo que comprende A y E, B y F y C y E se consideraría divulgado. Este concepto se aplica a todos los aspectos de esta solicitud incluyendo, pero sin limitación, etapas en métodos de elaboración y uso de las composiciones de la invención. Por tanto, si hay una variedad de etapas adicionales que puedan realizarse, se entiende que cada una de estas etapas adicionales puede realizarse con cualquier realización específica o combinación de realizaciones de los métodos de la invención.

B. MÉTODO DE FERTIRRIGACIÓN

De acuerdo con la presente invención, se divulga en la presente memoria un método para fertirrigación según la reivindicación 1, que comprende:

- (a) proporcionar una mezcla ácida de agua y un agente disolvente de fertilizante ácido
- (b) poner en contacto la mezcla ácida con una composición fertilizante en un equipo de fertirrigación para disolver la composición fertilizante y formar una composición de fertirrigación; y
- (c) poner en contacto la composición de fertirrigación con suelo,

en el que está presente la composición de fertirrigación de NPK según la reivindicación 9.

La fertirrigación, como se usa en la presente memoria, comprende la aplicación de una composición de fertirrigación al suelo. En un aspecto, la fertirrigación comprende transportar una composición de fertirrigación a través de un sistema de irrigación. En otro aspecto, la fertirrigación comprende poner en contacto una composición de fertirrigación con el suelo usando un sistema de irrigación.

La fertirrigación puede proporcionar el control de nutrientes y agua, que son las entradas principales controladas por el agricultor para el crecimiento de plantas. El beneficio de la fertirrigación puede ser una mayor flexibilidad y control de los nutrientes aplicados que las aplicaciones al voleo convencionales. Una composición fertilizante puede aplicarse cuando sea necesario y en dosis pequeñas, de modo que los nutrientes solubles en agua están menos sujetos a lixiviación por exceso de lluvia o sobreirrigación. Un inconveniente de la fertirrigación puede ser la obstrucción resultante de reacciones entre la composición fertilizante con impurezas y/o contaminantes en el agua de irrigación. Sin desear ligarse a teoría alguna, la formación de precipitados puede estar causada, en parte, por reacciones químicas, conocidas como metátesis iónica o reacciones de doble reemplazo, entre la composición fertilizante soluble en agua, tal como el ion fosfato, e impurezas y/o contaminantes en el agua de irrigación, tal como ion calcio, que pueden dar como resultado la formación de fosfato de calcio no soluble en agua, que puede taponar el sistema de irrigación.

En un aspecto, el método proporciona una mezcla ácida de agua y un agente disolvente de fertilizante. En otro aspecto, la mezcla es ácida debido al mezclado de agua con el agente disolvente de fertilizante.

En otro aspecto, el agente disolvente de fertilizante comprende ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico o ácido fosfórico, o una mezcla de los mismos. En un aspecto adicional, el agente disolvente de fertilizante comprende ácido sulfúrico o ácido fosfórico, o una mezcla de los mismos. En un aspecto adicional más, el agente disolvente de fertilizante comprende ácido sulfúrico.

En un aspecto, el agente disolvente de fertilizante es capaz de disolver sustancial o completamente una composición fertilizante.

En un aspecto, el mezclado puede usar métodos convencionales. Por ejemplo, el mezclado puede tener lugar usando un agitador de motor eléctrico o proporcionando un tanque de mezclado con un agitador eléctrico.

En un aspecto adicional, el agente disolvente de fertilizante se añade al agua para preparar la mezcla ácida. En otro aspecto, después de combinar el agente disolvente de fertilizante y agua, una bomba hace circular el agua y el agente disolvente de fertilizante durante aproximadamente 1 minuto a 20 minutos, incluyendo valores ejemplares de 2 min, 4

min, 6 min, 8 min, 10 min, 12 min, 14 min, 16 min y 18 min. En un aspecto adicional, la bomba hace circular agua y agente disolvente de fertilizante durante 10 min a 15 min.

5 En un aspecto, el método comprende poner en contacto la mezcla ácida con una composición fertilizante en un equipo de fertirrigación para disolver la composición fertilizante y formar una composición de fertirrigación. En otro aspecto, la puesta en contacto puede ocurrir mezclando la mezcla ácida y la composición fertilizante, combinando la mezcla ácida y la composición fertilizante o colocando la mezcla ácida y la composición fertilizante en el mismo recipiente.

10 En un aspecto, una composición fertilizante es una composición que comprende nutrientes de plantas. La composición fertilizante comprende una combinación mixturada de una fuente de nitrógeno (N), una fuente de fósforo (P) y una fuente de potasio (K). En un aspecto, la composición fertilizante es insoluble en agua antes de la adición de la composición fertilizante a la mezcla ácida. En un aspecto adicional, la composición fertilizante es parcialmente insoluble en agua antes de añadir la composición fertilizante a la mezcla ácida. En otro aspecto adicional, la composición fertilizante es sólida y/o granular.

15 La composición fertilizante está presente en una cantidad que oscila de 10 % en peso a 50 % en peso, basada en la composición de fertirrigación total, incluyendo valores ejemplares de 15 % en peso, 20 % en peso, 25 % en peso, 30 % en peso, 35 % en peso, 40 % en peso y 45 % en peso. En un aspecto adicional, el intervalo puede derivar de dos valores ejemplares cualesquiera. Por ejemplo, la composición fertilizante puede estar presente en una cantidad que oscila de 15 % en peso a 45 % en peso basada en la composición de fertirrigación total.

20 En un aspecto, el equipo de fertirrigación comprende un tanque de irrigación o un tanque de fertirrigación portátil o una combinación de los mismos. En un aspecto adicional, el tanque de fertirrigación puede ser portátil o puede ser estacionario. En otro aspecto, el equipo de fertilizante comprende polietileno, plástico o cualquier material químicamente resistente. En un aspecto, el equipo de fertilizante comprende un material químicamente resistente o un material anticorrosivo, o una combinación de los mismos. En otro aspecto, al material químicamente resistente o material anticorrosivo comprende además acero inoxidable o polipropileno, o una mezcla de los mismos.

25 Poner en contacto la mezcla ácida con una composición fertilizante disuelve la composición fertilizante formando una composición de fertirrigación. En otro aspecto, la puesta en contacto puede comprender además mezclar, agitar o combinar la mezcla ácida con una composición fertilizante.

30 La composición fertilizante puede disolverse en un tiempo que oscila de 30 minutos a 12 horas, incluyendo valores ejemplares de 1 h, 1,5 h, 2 h, 2,5 h, 3 h, 3,5 h, 4 h, 5 h, 6 h, 6,5 h, 7 h, 7,5 h, 8 h, 8,5 h, 9 h, 9,5 h, 10 h, 10,5 h, 11 h y 11,5 h. En un aspecto adicional, el intervalo de tiempo puede derivar de dos cualesquiera de los valores ejemplares. Por ejemplo, la composición fertilizante puede disolverse en un tiempo que oscila de 1 hora a 12 horas. En otro aspecto, la composición fertilizante puede disolverse en una noche.

35 En otro aspecto, la composición de fertirrigación es homogénea. En un aspecto adicional, la composición de fertirrigación no comprende partículas sólidas ni precipitados ni una mezcla de los mismos. En otro aspecto adicional, la composición de fertirrigación está suficientemente disuelta para evitar la obstrucción del equipo de fertirrigación y/o la línea de irrigación.

40 Se pone en contacto la composición de fertirrigación con el suelo. La puesta en contacto puede comprender cualquier método convencional de puesta en contacto de una composición de fertirrigación con el suelo. Por ejemplo, la puesta en contacto puede comprender extender la composición de fertirrigación sobre el suelo, dispersar la composición de fertirrigación sobre el suelo, cubrir con la composición de fertirrigación el suelo, propagar la composición de fertirrigación sobre el suelo o aplicar al voleo la composición de fertirrigación sobre el suelo. La aplicación al voleo puede comprender distribuir e incorporar la composición de fertirrigación sobre el suelo. La composición de fertirrigación puede ponerse en contacto con el suelo usando una línea de irrigación.

45 El suelo es una capa fina de materia que cubre gran parte de la superficie de la Tierra y está compuesto por muchas sustancias diferentes, incluyendo partículas de roca pulverizada y materia vegetal y animal descompuesta en diversas combinaciones. Como tal, hay diferentes tipos de suelo y diferentes modos de clasificarlo. Un sistema de clasificación está basado en el tamaño de las partículas que constituyen el suelo. Otro sistema está basado en el color de suelo (p. ej., rojo, negro o amarillo). Clasificar el suelo por el tamaño de partícula es lo más común en jardinería y agricultura, ya que es el modo más predecible de determinar lo bien que las plantas florecerán en él. El suelo clasificado por tamaño de partícula se califica como arenoso, salino, arcilloso, margoso, turboso o calcáreo. La aplicabilidad del tipo de suelo al crecimiento de plantas y cultivos depende de factores tales como las necesidades de la planta o cultivo, la porosidad del suelo o facilidad con que el agua se mueve a su través, la retención de humedad, pH, salinidad, contenido de nutrientes y capacidad calorífica o absorción y retención calorífica.

50

En un aspecto, el método comprende limpiar la composición de fertirrigación del equipo de fertirrigación.

55 En un aspecto, la limpieza de la composición de fertirrigación comprende además: (a) aclarar una línea de irrigación con agua fresca y (b) enviar la composición de fertirrigación a una línea de irrigación.

En un aspecto, el método comprende proporcionar una mezcla ácida que comprende además: (a) llenar el tanque de fertirrigación con agua al nivel requerido; (b) comprobar el pH y el contenido de calcio del agua para determinar cuándo se ha alcanzado el pH y contenido de calcio deseado; (c) añadir un agente disolvente de fertilizante y d) repetir las etapas b y c, según sea necesario, hasta alcanzar el pH y contenido de calcio deseado.

5 En un aspecto, el método comprende añadir un agente disolvente de fertilizante que comprende ácido sulfúrico o ácido fosfórico, o una mezcla de los mismos.

10 En un aspecto adicional, el tanque de fertirrigación se llena con agua. El nivel de agua requerido se determina por la cantidad de composición fertilizante que se añadirá y la cantidad de mezcla ácida necesaria para disolver la composición fertilizante. En un aspecto, el tanque de mezclado puede proporcionarse con un instrumento de medición para mostrar el nivel de agua. En otro aspecto, el tanque de mezclado puede proporcionarse con un medidor de flujo fijado a la tubería de agua de entrada que alimenta el tanque.

En un aspecto, la composición de fertirrigación tiene un pH que oscila de 5,0 a 10,0, con valores ejemplares de 5,5, 6,0, 6,5, 7,0; 7,0, 7,5; 7,5, 8,0, 8,5, 9,0 y 9,5. En otro aspecto, el pH puede estar en un intervalo derivado de dos valores ejemplares. Por ejemplo, la composición de fertirrigación tiene un pH que oscila de 5,5 a 9,5.

15 En un aspecto, la composición de fertirrigación comprende un contenido de calcio que oscila de 50 ppm a 1100 ppm, incluyendo valores ejemplares de 100 ppm, 200 ppm, 300 ppm, 400 ppm, 500 ppm, 600 ppm, 700 ppm, 800 ppm, 900 ppm y 1000 ppm. En aspectos adicionales, el intervalo de contenido de calcio puede elegirse de dos valores ejemplares cualesquiera. Por ejemplo, la composición de fertirrigación comprende un contenido de calcio que oscila de 100 ppm a 1000 ppm. En un aspecto, la composición de fertirrigación comprende calcio disuelto por el agente disolvente de fertilizante. En otro aspecto, la composición de fertirrigación comprende calcio presente en la composición de fertilizante y calcio disuelto por el agente disolvente de fertilizante.

20 En un aspecto, el método comprende poner en contacto la mezcla ácida con una composición fertilizante que comprende además: (a) dejar reposar la composición de fertirrigación sin agitación durante un periodo de tiempo que oscila de aproximadamente 8 h a aproximadamente 36 h y (b) mezclar la composición de fertirrigación en el tanque de fertirrigación durante un periodo de tiempo que oscila de aproximadamente 30 minutos a aproximadamente 90 minutos.

25 En otro aspecto, se deja reposar la composición de fertirrigación. Como se usa en la presente memoria, dejar reposar la composición de fertirrigación significa no agitar la composición de fertirrigación durante un periodo de tiempo. Dejar reposar comprende además no entremezclar, añadir ni combinar ingredientes adicionales con la composición de fertirrigación durante el periodo de tiempo.

30 En otro aspecto, la composición de fertirrigación se deja reposar durante un periodo de tiempo que oscila de 8 h a 36 h, incluyendo valores ejemplares de 9 h, 10 h, 11 h, 12 h, 13 h, 14 h, 15 h, 16 h, 17 h, 18 h, 19 h, 20 h, 21 h, 22 h, 23 h, 24 h, 25 h, 26 h, 27 h, 28 h, 29 h, 30 h, 31 h, 32 h, 33 h, 34 h y 35 h. En un aspecto adicional, el periodo de tiempo puede derivar de dos valores ejemplares cualesquiera. Por ejemplo, la composición de fertirrigación se deja reposar durante un periodo de tiempo que oscila de 9 h a 36 h. En otro aspecto, la composición de fertirrigación puede dejarse reposar durante una noche.

35 En un aspecto, se mezcla la composición de fertirrigación en el tanque de fertirrigación. El mezclado puede tener lugar usando una mezcladora estática, una mezcladora dinámica, agitación manual o sacudiendo el tanque de fertirrigación. En un aspecto, la manguera flexible dentro del tanque de mezclado permite la agitación del tanque. Puede verse un aspecto de este mecanismo de agitación en la Fig. 1.

40 En otro aspecto, la composición de fertirrigación en el tanque de fertirrigación puede mezclarse durante un periodo de tiempo de 30 minutos a 90 minutos, incluyendo valores ejemplares de 35 min, 40 min, 45 min, 50 min, 55 min, 60 min, 65 min, 70 min, 75 min, 80 min y 85 min. En aspectos adicionales, el intervalo de tiempo puede derivar de dos valores ejemplares cualesquiera. Por ejemplo, la composición de fertirrigación en el tanque de fertirrigación puede mezclarse durante un periodo de tiempo de 35 min a 90 min.

45 En un aspecto, poner en contacto la composición de fertirrigación con suelo comprende además: (a) dispensar la composición de fertirrigación en dosificaciones y (b) cargar la composición de fertirrigación en una línea de irrigación.

50 En un aspecto, el método comprende dispensar la composición de fertirrigación en dosificaciones. En un aspecto adicional, el método comprende usar una bomba de dosificación que puede calibrarse para enviar una cantidad específica de composición de fertirrigación desde el tanque de mezclado y empujar la composición de fertirrigación a la línea de irrigación. La bomba de dosificación puede calibrarse por el usuario final, por ejemplo, un agricultor o ganadero, para asegurar dosificaciones iguales por línea de irrigación. Como se usa en la presente memoria, una línea de irrigación es una línea de transporte usada para transportar agua.

55 En un aspecto, el método comprende cargar la composición de fertirrigación en una línea de irrigación. En un aspecto adicional, la carga de la composición de fertirrigación comprende añadir, cargar o introducir la composición de fertirrigación en la línea de irrigación.

El método comprende además: (a) la composición fertilizante, en la que la composición fertilizante está presente en un intervalo que oscila de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 50 % en peso basado en la composición de fertirrigación; (b) el agente disolvente de fertilizante, en el que el agente disolvente de fertilizante está presente en una cantidad que oscila de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 88 % en peso basada en la composición de fertirrigación y (c) agua, en el que el agua está presente en una cantidad que oscila de aproximadamente 42 % en peso a aproximadamente 88 % en peso basada en la composición de fertirrigación.

De acuerdo con la presente invención, un agente disolvente de fertilizante es un componente de una composición usada en un método para fertirrigación.

En un aspecto, el agente disolvente de fertilizante no comprende ácido clorhídrico o ácido nítrico ni una mezcla de los mismos. En un aspecto adicional, el agente disolvente de fertilizante está sustancialmente libre de ácido clorhídrico o ácido nítrico o una mezcla de los mismos. En un aspecto, el agente disolvente de fertilizante no comprende ácido clorhídrico. En un aspecto adicional, el agente disolvente de fertilizante está sustancialmente libre de ácido clorhídrico. En un aspecto, el agente disolvente de fertilizante no comprende ácido fosfórico. En un aspecto adicional, el agente disolvente de fertilizante está sustancialmente libre de ácido fosfórico.

En un aspecto, el agente disolvente de fertilizante puede estar presente en una cantidad que oscila de 1 % en peso a 88 % en peso de la composición de fertirrigación total, incluyendo valores ejemplares de 2,5 % en peso, 3,0 % en peso, 3,5 % en peso, 4,0 % en peso, 4,5 % en peso, 5,0 % en peso, 5,5 % en peso, 6,0 % en peso, 6,5 % en peso, 7,0 % en peso, 7,5 % en peso, 8,0 % en peso, 8,5 % en peso, 9,0 % en peso, 9,5 % en peso, 10,0 % en peso, 15 % en peso, 20 % en peso, 25 % en peso, 30 % en peso, 35 % en peso, 40 % en peso, 45 % en peso, 50 % en peso, 55 % en peso, 60 % en peso, 65 % en peso, 70 % en peso, 75 % en peso, 80 % en peso y 85 % en peso. El agente disolvente de fertilizante puede estar también presente en un intervalo derivado de dos porcentajes en peso cualesquiera tales como, por ejemplo, porcentajes en peso que oscilan de 2,5 % en peso a 3,0 % en peso; de 3,5 % en peso a 4,5 % en peso; de 5,0 % en peso a 6,5 % en peso y similares. El agente disolvente de fertilizante puede estar también presente en uno de los ejemplos ejemplares. Por ejemplo, un agente disolvente de fertilizante puede estar presente en 2,5 % en peso, 3,0 % en peso, 3,5 % en peso y similares.

Los métodos divulgados en la presente memoria pueden utilizar las composiciones o aparatos divulgados en la presente memoria.

C. COMPOSICIÓN DE FERTIRRIGACIÓN

Una composición de fertirrigación que comprende: (a) una composición fertilizante, en la que la composición fertilizante está presente en una cantidad que oscila de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 50 % en peso basada en la composición de fertirrigación; (b) un agente disolvente de fertilizante, en el que el agente disolvente de fertilizante está presente en una cantidad que oscila de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 88 % en peso basada en la composición de fertirrigación y (c) agua, en el que el agua está presente en una cantidad que oscila de aproximadamente 42 % en peso a aproximadamente 88 % en peso basada en la composición de fertirrigación.

1. COMPOSICIÓN FERTILIZANTE

Una composición fertilizante es una composición que comprende nutrientes de plantas. Una composición fertilizante completa comprende una combinación mixturada de una fuente de nitrógeno (N), una fuente de fósforo (P) y una fuente de potasio (K). Puede usarse en la invención cualquier composición fertilizante con una fuente de nitrógeno, fuente de fósforo y fuente de potasio. En un aspecto, la composición fertilizante es insoluble en agua antes de añadir la composición fertilizante a la mezcla ácida. En un aspecto adicional, la composición fertilizante es parcialmente insoluble en agua antes de añadir la composición fertilizante a la mezcla ácida. En otro aspecto adicional, la composición fertilizante es sólida y/o granular.

El contenido de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) de las composiciones fertilizantes completas puede expresarse en formas de derivados. Por ejemplo, una composición fertilizante de NPK de calidad 11-29-19 significa que 100 libras (45 kg) de esta composición fertilizante tendrán aproximadamente 11 libras (5 kg) de nitrógeno en forma amoniacal (NH_4^+), en forma de nitrato (NO_3) o una combinación de las mismas, como fuentes de nitrógeno; aproximadamente 29 libras (13 kg) de fósforo como pentóxido de fósforo (P_2O_5) en forma de fosfato (p. ej., H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , o una combinación de los mismos) como fuente de fósforo y aproximadamente 19 libras (9 kg) de potasio (K^+) como óxido de potasio (K_2O). Además, por ejemplo, una composición fertilizante de NPK de calidad 14-38-10 significa que 100 libras (45 kg) de esta composición fertilizante tendrán aproximadamente 14 libras (6 kg) de nitrógeno en forma amoniacal (NH_4^+), en forma de nitrato (NO_3) o una combinación de las mismas, como fuentes de nitrógeno; aproximadamente 38 libras (17 kg) de fósforo como pentóxido de fósforo (P_2O_5) en forma de fosfato (p. ej., H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , o una combinación de los mismos) como fuente de fósforo y aproximadamente 10 libras (4,5 kg) de potasio (K^+) como óxido de potasio (K_2O).

La composición fertilizante está presente en una cantidad que oscila de 10 % en peso a 50 % en peso, basada en la composición de fertirrigación, incluyendo valores ejemplares de 15 % en peso, 20 % en peso, 25 % en peso, 30 % en peso, 35 % en peso, 40 % en peso y 45 % en peso. En un aspecto adicional, el intervalo puede derivar de dos valores ejemplares cualesquiera. Por ejemplo, la composición fertilizante puede estar presente en una cantidad que oscila de

15 % en peso a 45 % en peso basada en la composición de fertirrigación.

2. AGENTE DISOLVENTE DE FERTILIZANTE

De acuerdo con la presente invención, un agente disolvente de fertilizante es un componente de una composición fertilizante usada en un método para fertirrigación.

5 Están disponibles ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico o ácido fosfórico en Aldrich Chemical Co., (Milwaukee, WI, EE. UU.), Acros Organics (Morris Plains, NJ, EE. UU.) y similares.

10 El uso de un agente disolvente de fertilizante puede permitir la disolución de la composición fertilizante. El agente disolvente de fertilizante puede permitir también la disolución de los iones de calcio y/o iones de fosfato de la composición fertilizante. Sin desear ligarse a teoría alguna, los iones fosfato pueden combinarse con los iones de calcio formando fosfato de calcio. La adición de un agente disolvente de fertirrigación puede reducir el pH a un nivel al que los iones fosfato se convierten sustancialmente en ácido fosfórico, limitando así su reacción con los iones de calcio. Limitar la reacción de los iones fosfato con los iones de calcio ayuda a permitir que el agente disolvente de fertilizante disuelva la composición fertilizante.

15 En un aspecto, el agente disolvente de fertilizante no comprende ácido clorhídrico o ácido nítrico ni una mezcla de los mismos. En un aspecto adicional, el agente disolvente de fertilizante está sustancialmente libre de ácido clorhídrico o ácido nítrico o una mezcla de los mismos. En un aspecto, el agente disolvente de fertilizante no comprende ácido clorhídrico. En un aspecto adicional, el agente disolvente de fertilizante está sustancialmente libre de ácido clorhídrico. En un aspecto, el agente disolvente de fertilizante no comprende ácido fosfórico. En un aspecto adicional, el agente disolvente de fertilizante está sustancialmente libre de ácido fosfórico.

20 Un agente disolvente de fertilizante está presente en una cantidad que oscila de 2 % en peso a 88 % en peso basada en la composición de fertirrigación total, incluyendo valores ejemplares de 2,5 % en peso, 3,0 % en peso, 3,5 % en peso, 4,0 % en peso, 4,5 % en peso, 5,0 % en peso, 5,5 % en peso, 6,0 % en peso, 6,5 % en peso, 7,0 % en peso, 7,5 % en peso, 8,0 % en peso, 8,5 % en peso, 9,0 % en peso, 9,5 % en peso y 10,0 % en peso. El agente disolvente de fertilizante puede estar también presente en un intervalo derivado de dos porcentajes en peso ejemplares cualesquiera, tales como, por ejemplo, porcentajes en peso que oscilan de 2,5 % en peso a 3,0 % en peso; de 3,5 % en peso a 4,5 % en peso; de 5,0 % en peso a 6,5 % en peso y similares. El agente disolvente de fertilizante puede estar también presente en uno de los ejemplos ejemplares. Por ejemplo, un agente disolvente de fertilizante puede estar presente en 2,5 % en peso, 3,0 % en peso, 3,5 % en peso y similares.

30 La referencia a porcentaje en peso de un agente disolvente de fertilizante en una composición que comprende agua y composición fertilizante se expresa como el porcentaje en peso en relación con el peso de composición de fertirrigación total. Por tanto, una composición que comprende 10 %/90 % de composición fertilizante/agua (p/v) que comprende además un agente disolvente de fertilizante en forma de un 5 % en peso de la composición significa una composición que comprende 10 %/5 %/85 % de composición fertilizante/agente disolvente de fertilizante/agua (p/p/v).

3. AGUA

35 De acuerdo con la presente invención, el agua es un componente de una composición de fertirrigación usada en el método de fertirrigación divulgado en la presente memoria. En un aspecto, el agua es el medio con el que se mezclan una composición fertilizante y un agente disolvente de fertilizante antes de poner en contacto la mezcla con suelo y, en última instancia, las raíces de plantas. En otro aspecto, el agua puede extraerse de forma terrestre o atmosférica. En un aspecto adicional, el agua extraída de forma terrestre incluye, pero sin limitación, aguas subterráneas tomadas de manantiales, pozos o acuíferos; aguas superficiales tomadas de ríos, lagos, corrientes y embalses y/o aguas de desecho tratadas, agua desalinizada y aguas de alcantarillado. En un aspecto adicional, el agua extraída de forma atmosférica incluye, pero sin limitación, agua de lluvia. El agua puede comprender impurezas y/o contaminantes, tales como ion de calcio, en cantidades que varían dependiendo de las condiciones del entorno del que se extrae el agua. El agua obtenida de esta manera puede variar también en pH, dependiendo de nuevo de las condiciones del entorno de la fuente.

45 En un aspecto, el agua está presente en una cantidad que oscila de 35,0 % en peso a 88,0 % en peso de la composición de fertirrigación total, incluyendo valores ejemplares de 38,0 % en peso, 38,5 % en peso, 39,0 % en peso, 39,5 % en peso, 40,0 % en peso, 40,5 % en peso, 41,0 % en peso, 41,5 % en peso, 42,0 % en peso, 42,5 % en peso, 49,5 % en peso, 50,0 % en peso, 50,5 % en peso, 51,0 % en peso, 51,5 % en peso, 52,0 % en peso, 52,5 % en peso, 53,0 % en peso, 53,5 % en peso, 61,0 % en peso, 62,0 % en peso, 62,5 % en peso, 63,0 % en peso, 63,5 % en peso, 64,0 % en peso, 64,5 % en peso, 65,0 % en peso, 65,5 % en peso, 51,0 % en peso, 51,5 % en peso, 52,0 % en peso, 73,0 % en peso, 73,5 % en peso, 74,0 % en peso, 74,5 % en peso, 75,0 % en peso, 75,5 % en peso, 76,0 % en peso y 76,5 % en peso. El agua puede estar presente también en un intervalo derivado de dos porcentajes en peso ejemplares cualesquiera tales como, por ejemplo, porcentajes en peso que oscilan de 38,0 % en peso a 38,5 % en peso; de 39,0 % en peso a 40,0 % en peso; de 40,5 % en peso a 42,0 % en peso y similares. El agua puede estar presente también en cualquiera de los ejemplos ejemplares tales como, por ejemplo, 38,0 % en peso, 38,5 % en peso, 39 % en peso y similares.

5 En un aspecto, el agua contiene iones de calcio en una concentración que oscila de 50 partes por millón (ppm) o miligramos por litro (concretamente, mg/l) a más de 1000 ppm, incluyendo intervalos ejemplares de menos de 100 ppm a 300 ppm; de 300 ppm a 600 ppm; de 600 ppm a 1000 ppm y de más de 1000 ppm. Los iones de calcio pueden estar presentes también en cualquiera de los ejemplos ejemplares tales como, por ejemplo, 100 ppm, 600 ppm, 1000 ppm y similares. En un aspecto, el ion de calcio puede estar presente individualmente o como parte de un compuesto.

10 La concentración de ion de calcio puede determinarse mediante medios bien conocidos en las técnicas químicas analíticas tales como, por ejemplo, análisis en el sitio o transporte de muestras a otro lugar para análisis. Por ejemplo, la concentración de ion de calcio puede determinarse por titulación colorimétrica usando ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). El contenido de ion de calcio puede determinarse también usando un kit tal como, por ejemplo, un kit de ensayo de calcio (n.º de artículo 700550, Cayman Chemical Company, Ann Arbor, MI, EE. UU.). El ion de calcio puede determinarse también usando espectroscopía de absorción atómica de llama.

15 En un aspecto, el agua tiene un pH que oscila de 5,0 a 10,0, con valores ejemplares de 5,5, 6,0, 6,5, 7,0; 7,0, 7,5; 7,5; 8,0, 8,5, 9,0 y 9,5. En otro aspecto, el pH puede estar en un intervalo derivado de dos valores ejemplares. Por ejemplo, el agua tiene un pH que oscila de 5,5 a 9,5.

El pH puede determinarse por análisis en el sitio de fertirrigación o llevando muestras a otro lugar para análisis. Por ejemplo, el pH puede determinarse insertando tiras de prueba de pH desechable de uso único en agua y comparando el cambio de color en la tira con un gráfico de color de tira de prueba de pH correspondiente o por titulación potenciométrica.

4. SUELO

20 El suelo es una capa fina de materia que cubre gran parte de la superficie de la Tierra y está compuesto por muchas sustancias diferentes, incluyendo partículas de roca pulverizada y materia vegetal y animal descompuesta en diversas combinaciones. Como tal, hay diferentes tipos de suelo y diferentes modos de clasificarlo. Un sistema de clasificación está basado en el tamaño de las partículas que constituyen el suelo. Otro sistema está basado en el color de suelo (p. ej., rojo, negro o amarillo). Clasificar el suelo por el tamaño de partícula es lo más común en jardinería y agricultura, ya que es el modo más predecible de determinar lo bien que las plantas florecerán en él. El suelo clasificado por tamaño de partícula se califica como arenoso, salino, arcilloso, margoso, turboso o calcáreo. La aplicabilidad del tipo de suelo al crecimiento de plantas y cultivos depende de factores tales como las necesidades de la planta o cultivo, la porosidad del suelo o facilidad con que el agua se mueve a su través, la retención de humedad, pH, salinidad, contenido de nutrientes y capacidad calorífica o absorción y retención calorífica.

30 5. VISIÓN GENERAL DE LA COMPOSICIÓN DE FERTIRRIGACIÓN

En un aspecto, la composición de fertirrigación comprende una composición fertilizante que comprende una composición fertilizante de NPK de calidad 11-29-19, en la que la composición fertilizante está presente en una cantidad de aproximadamente un 50 % en peso, basada en el peso total de la composición de fertirrigación; un agente disolvente de fertilizante que comprende ácido sulfúrico, en el que el agente disolvente de fertilizante está presente en una cantidad de aproximadamente 7,5 % en peso, basada en el peso total de la composición de fertirrigación; y agua en una cantidad de aproximadamente 42,5 % en peso, basada en el peso total de la composición de fertirrigación.

40 En otro aspecto, la composición de fertirrigación comprende una composición fertilizante que comprende una composición fertilizante de NPK de calidad 14-38-10, en la que la composición fertilizante está presente en una cantidad de aproximadamente 50 % en peso, basada en el peso total de la composición de fertirrigación; un agente disolvente de fertilizante que comprende ácido sulfúrico, en la que el agente disolvente de fertilizante está presente en una cantidad de aproximadamente 10,0 % en peso, basada en el peso total de la composición de fertirrigación; y agua en una cantidad de aproximadamente 40,0 % en peso, basada en el peso total de la composición de fertirrigación.

45 En un aspecto, la composición de fertirrigación se prepara a partir de mezclas que comprenden aproximadamente 10 %/90 % de composición fertilizante de NPK de calidad 11-29-19/agua (p/v) y $[Ca^{2+}]$ y con un pH de aproximadamente 6,5 a aproximadamente 7,0; aquellas que comprenden menos de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 300 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 2,5 % en peso de la composición de fertirrigación; aquellas que comprenden de aproximadamente 300 ppm a aproximadamente 600 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 3,0 % en peso de la composición; aquellas que comprenden de aproximadamente 600 ppm a aproximadamente 1000 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 3,5 % en peso de la composición de fertirrigación y aquellas que comprenden más de aproximadamente 1000 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 4,0 % en peso de la composición de fertirrigación.

55 En un aspecto, la composición de fertirrigación se prepara a partir de mezclas que comprenden aproximadamente 10 %/90 % de composición de fertilizante de NPK de calidad 11-29-19/agua (p/v) y $[Ca^{2+}]$ y con un pH de aproximadamente 7,0 a aproximadamente 7,5; aquellas que comprenden menos de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 300 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 3,0 % en peso de la composición de fertirrigación; aquellas que comprenden de aproximadamente 300 ppm a aproximadamente 600 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 3,5 % en peso de la composición de

que comprenden de aproximadamente 600 ppm a aproximadamente 1000 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico de aproximadamente 9,0 a aproximadamente 10,5 % en peso de la composición de fertirrigación y aquellas que comprenden más de aproximadamente 1000 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico de aproximadamente 9,5 a aproximadamente 10,0 % en peso de la composición de fertirrigación.

- 5 En un aspecto, la composición de fertirrigación se prepara a partir de mezclas que comprenden aproximadamente 50 %/50 % de composición fertilizante de NPK de pureza 14-38-10/agua (p/v) y $[Ca^{2+}]$ y con un pH de aproximadamente 6,5 a aproximadamente 7,0; aquellas que comprenden menos de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 300 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 10,0 % en peso de la composición de fertirrigación; aquellas que comprenden de 300 ppm a aproximadamente 600 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 10,0 % en peso de la composición de fertirrigación; aquellas que comprenden de aproximadamente 600 ppm a aproximadamente 1000 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico de aproximadamente 10,0 a aproximadamente 10,5 % en peso de la composición de fertirrigación y aquellas que comprenden más de aproximadamente 1000 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico de aproximadamente 10,5 a aproximadamente 11,0 % en peso de la composición de fertirrigación.
- 10
- 15 En un aspecto, la composición de fertirrigación se prepara a partir de mezclas que comprenden aproximadamente 50 %/50 % de composición fertilizante de NPK de pureza 14-38-10/agua (p/v) y $[Ca^{2+}]$ y con un pH de aproximadamente 7,0 a aproximadamente 7,5; aquellas que comprenden menos de 300 ppm a aproximadamente 300 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 10,0 % en peso de la composición de fertirrigación; aquellas que comprenden de aproximadamente 300 ppm a aproximadamente 600 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 10,0 % en peso de la composición de fertirrigación; aquellas que comprenden de aproximadamente 600 ppm a aproximadamente 1000 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 10,5 % en peso de la composición de fertirrigación y aquellas que comprenden $[Ca^{2+}]$ a más de aproximadamente 1000 ppm, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 11,0 % en peso de la composición de fertirrigación.
- 20
- 25 En un aspecto, la composición de fertirrigación se prepara a partir de mezclas que comprenden aproximadamente 50 %/50 % de composición fertilizante de NPK de pureza 14-38-10/agua (p/v) y $[Ca^{2+}]$ y con un pH de aproximadamente 7,5 a aproximadamente 8,0; aquellas que comprenden menos de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 300 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 7,5 % en peso de la composición de fertirrigación; aquellas que comprenden de aproximadamente 300 ppm a aproximadamente 600 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 7,5 % en peso de la composición de fertirrigación; aquellas que comprenden más de aproximadamente 1000 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 8,0 % en peso de la composición de fertirrigación.
- 30
- 35 En un aspecto, la composición de fertirrigación se prepara a partir de mezclas que comprenden aproximadamente 50 %/50 % de composición fertilizante de NPK de pureza 14-38-10/agua (p/v) y $[Ca^{2+}]$ y con un pH de aproximadamente 8,0 a aproximadamente 8,5; aquellas que comprenden menos de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 300 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 11,0 % en peso de la composición de fertirrigación; aquellas que comprenden de aproximadamente 300 ppm a aproximadamente 600 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 11,5 % en peso de la composición de fertirrigación; aquellas que comprenden de aproximadamente 600 ppm a aproximadamente 1000 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 12,0 % en peso de la composición de fertirrigación y aquellas que comprenden más de aproximadamente 1000 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 12,0 % en peso de la composición de fertirrigación.
- 40
- 45 En un aspecto, la composición de fertirrigación se prepara a partir de mezclas que comprenden aproximadamente 50 %/50 % de composición fertilizante de NPK de pureza 14-38-10/agua (p/v) y $[Ca^{2+}]$ y con un pH de más de aproximadamente 8,5; aquellas que comprenden menos de aproximadamente 100 ppm a aproximadamente 300 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 11,0 % en peso de la composición de fertirrigación; aquellas que comprenden de aproximadamente 300 ppm a aproximadamente 600 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 11,5 % en peso de la composición de fertirrigación; aquellas que comprenden de aproximadamente 600 ppm a aproximadamente 1000 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 11,5 % en peso de la composición de fertirrigación y aquellas que comprenden más de aproximadamente 1000 ppm de $[Ca^{2+}]$, que comprenden además ácido sulfúrico a aproximadamente 12,0 % en peso de la composición de fertirrigación.
- 50
- 55 Se divulgan materiales, composiciones y componentes que pueden usarse para, pueden usarse junto con, pueden usarse en preparación para o son productos de los métodos y composiciones divulgados. Estos y otros materiales se divulgan en la presente memoria, y se entiende que, aunque puede no divulgarse explícitamente la referencia específica de cada una de las diversas combinaciones y permutaciones individuales y colectivas de estos métodos y composiciones, se contempla y describe específicamente cada uno en la presente memoria.
- 60 Las composiciones divulgadas en la presente memoria pueden utilizar los métodos, sistemas o aparatos divulgados

en la presente memoria.

D. SISTEMA DE FERTIRRIGACIÓN

Un sistema de fertirrigación que comprende: (a) un tanque de almacenamiento-mezclado de fertirrigación que tiene una entrada para recibir uno o más componentes de fertirrigación de una fuente; (b) una bomba de fertirrigación que
 5 tiene una entrada en comunicación selectiva con el tanque de almacenamiento-mezclado de fertirrigación y que tiene una salida de descarga de bomba; (c) un bucle de recirculación en comunicación selectiva con dicha salida de descarga de bomba y que tiene un extremo de descarga de bucle de recirculación terminal localizado en dicho tanque de almacenamiento-mezclado y que define una entrada de descarga de recirculación y (d) una línea de alimentación de fertirrigación en comunicación selectiva con dicha salida de descarga de bomba y que tiene un extremo de descarga de fertirrigación terminal en comunicación con un sistema de irrigación posterior; en el que el sistema es selectivamente
 10 operativo en una primera y segunda configuraciones operativas, en el que, en la primera configuración operativa, la entrada de la bomba de fertirrigación está en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento-mezclado de fertirrigación; el bucle de recirculación está en comunicación fluida con la salida de descarga de bomba y la línea de alimentación de fertirrigación no está en comunicación fluida con la salida de descarga de bomba, de tal modo que el sistema se configura para recircular uno o más componentes de fertirrigación en el tanque de almacenamiento-mezclado de fertirrigación; y en el que, en la segunda configuración operativa, la entrada de la bomba de fertirrigación está en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento-mezclado; el bucle de recirculación no está en comunicación fluida con la salida de descarga de bomba y la línea de alimentación de fertirrigación está en comunicación fluida con la salida de descarga de bomba, de tal modo que el sistema se configura para alimentar una dosificación de uno o más componentes de fertirrigación al sistema de irrigación posterior.
 20

En la Fig. 1, la fuente de entrada de agua está conectada por la línea 1 al tanque de fertirrigación por la válvula 10. Cuando la válvula 10 está abierta, el agua fluye al tanque de fertirrigación a través del extremo de la línea 1, que es un tubo flexible. En la parte inferior del tanque de fertirrigación, está la composición fertilizante sólida. El agente disolvente de fertilizante puede añadirse antes o después que el agua para formar la mezcla ácida de agua y agente disolvente de fertilizante. Para mezclar el tanque de fertirrigación, se abre la válvula 11, se cierra la válvula 14 y se abren la válvula 12 y/o la válvula 13. Se enciende entonces la bomba y se hace circular agua, composición fertilizante, composición de fertirrigación y/o agente disolvente de fertilizante a través de la línea 2 para volver a entrar en el tanque de fertirrigación por la parte superior. A medida que se mezclan agua, composición fertilizante, composición de fertirrigación y/o agente disolvente de fertilizante, se disuelve la composición fertilizante restante. Cuando se ha disuelto la cantidad deseada de composición fertilizante, se cierra la válvula 11 y se abre la válvula 14. La bomba bombea entonces la composición de fertirrigación desde el tanque de fertirrigación a la línea 3 a la línea de irrigación 4. El tanque de fertirrigación puede drenarse a través de la válvula 15.
 25
 30

En un aspecto, el equipo de fertilizante comprende un tanque de irrigación o un tanque de fertirrigación. En un aspecto adicional, el tanque de fertirrigación puede ser portátil o puede ser estacionario. En otro aspecto, el equipo de fertilizante comprende polietileno, plástico o cualquier material químicamente resistente adecuado. En un aspecto, el equipo de fertilizante comprende un material químicamente resistente o un material anticorrosivo, o una combinación de los mismos. En otro aspecto, el material químicamente resistente o el material anticorrosivo comprende además acero inoxidable o polipropileno, o una mezcla de los mismos. En un aspecto adicional, el tanque de almacenamiento-mezclado de fertirrigación comprende un material químicamente resistente o un material anticorrosivo, o una combinación de los mismos.
 35
 40

De acuerdo con la presente invención, se divulga en la presente memoria un equipo de fertirrigación que comprende un tanque de irrigación o un tanque de almacenamiento-mezclado, una bomba de fertirrigación o bomba de dosificación que tiene una entrada de comunicación selectiva con el tanque de almacenamiento-mezclado y una salida de descarga de bomba; un bucle de recirculación en comunicación selectiva con la salida de descarga de bomba y un extremo de descarga de bucle de recirculación terminal localizado en el tanque de almacenamiento-mezclado y que define una entrada de descarga de recirculación y una línea de alimentación de fertirrigación en comunicación selectiva con la salida de descarga de bomba y que tiene un extremo de descarga de fertirrigación terminal en comunicación con un sistema de irrigación posterior, en el que el equipo de fertirrigación es selectivamente operativo en una primera configuración operativa y una segunda configuración operativa.
 45

En otro aspecto, la bomba de fertirrigación comprende un material químicamente resistente o un material anticorrosivo, o una combinación de los mismos. En un aspecto adicional, la bomba de fertirrigación comprende además un inyector que tiene una entrada para recibir uno o más componentes de una fuente y una salida de inyector.
 50

Puede verse un aspecto de la bomba de fertirrigación en la Fig. 2. En un aspecto, la bomba de fertirrigación permite la calibración de dosis de la composición de fertirrigación y/o del agente disolvente de fertilizante.

En un aspecto, la Fig. 2 muestra una bomba de inyección 110, una bomba a motor 120, tamiz 130, válvulas 140, un filtro 150, medidor de flujo 160 y un inyector de válvula medidor 170. Las válvulas específicas 140 tienen números sobre el interruptor mismo que oscilan de 180, 181, 182 y 183 para designar la válvula específica. Como tal, la válvula específica se designa por el número sobre el interruptor mismo. El filtro 150 filtra el agua de la fuente de agua.
 55

En la Fig. 2, la válvula 183 descarga el agua al tanque de fertirrigación, la válvula 182 descarga el contenido del tanque de fertirrigación en la línea de irrigación, la válvula 181 es la entrada del tanque de fertirrigación a la bomba y la válvula 184 es la entrada del agua bruta de la fuente de agua.

5 En un aspecto, el procedimiento para usar la bomba de fertirrigación es llenar primero el tanque de fertirrigación con agua de la fuente principal, abrir la válvula 183 y la válvula 184 mientras la válvula 181 y la válvula 182 permanecen cerradas. Entonces el agua fluirá de la fuente de agua o pozo de agua para llenar el tanque a través de la válvula 183. En segundo lugar, para hacer funcionar la circulación interna del tanque, se cierran la válvula 182 y la válvula 184 y se abren la válvula 181 y la válvula 183. En tercer lugar, para cargar la mezcla del tanque a una línea de irrigación, se cierran la válvula 183 y la válvula 184 y se abren las válvulas 181 y 182.

10 En un aspecto, la bomba de fertirrigación es un aparato económico y fácil de usar para permitir al granjero realizar el método.

15 En un aspecto, el inyector es capaz de obtener una tasa de inyección de hasta 160 GPM. En otro aspecto, el inyector es capaz de obtener una tasa de inyección que oscila de 90 GPM a 160 GPM, incluyendo valores ejemplares de 100 GPM, 105 GPM, 110 GPM, 115 GPM, 120 GPM, 125 GPM, 130 GPM, 135 GPM, 140 GPM, 145 GPM, 150 GPM y 155 GPM. En un aspecto adicional, la tasa puede estar en un intervalo derivado de dos valores ejemplares cualesquiera. Por ejemplo, la tasa de inyección puede oscilar de 95 GPM a 155 GPM.

20 En un aspecto, la composición de fertirrigación comprende una composición fertilizante que comprende una composición fertilizante de NPK de calidad 11-29-19, un agente disolvente de fertilizante que comprende ácido sulfúrico y agua. En otro aspecto, la composición de fertirrigación comprende un ion de calcio, en el que el contenido de ion de calcio es de aproximadamente 300 ppm. En un aspecto adicional, la composición de fertirrigación comprende una composición fertilizante que comprende una composición fertilizante de NPK de calidad 14-38-10; un agente disolvente de fertilizante que comprende ácido sulfúrico y agua.

25 En un aspecto, para elaborar una composición fertilizante granular de NPK sólida soluble en agua de irrigación a presión atmosférica y temperatura ambiente, y para que sea aplicable para uso en un sistema de fertirrigación, se alimentó el agua de irrigación a un tanque de mezclado a través de una línea de alimentación de un suministro de agua. Se añadió el agente disolvente de fertilizante al agua en el tanque de fertirrigación, según la lectura de pH de agua y contenido de ion de calcio. Se usó una bomba para mezclar el agente disolvente de fertilizante con el agua en el tanque de fertirrigación por recirculación. Después de aproximadamente 10 a 15 minutos, se añadió una composición fertilizante granular al tanque de mezclado. Se dejó entonces la mezcla durante al menos 8 horas sin agitación, después de lo cual se usó la bomba como agitador haciendo circular la mezcla dentro del tanque. Después de transcurrida media hora, se realizó el proceso de fertirrigación a través del sistema de fertirrigación principal. Se usó la bomba como inyector de la composición fertilizante en la línea de irrigación aspirando la composición fertilizante en dosificaciones del tanque de fertirrigación a la línea de irrigación.

35 En un aspecto, la fuente comprende una fuente de agua. En un aspecto adicional, la fuente comprende un pozo o un suministro de agua. En otro aspecto, el agua puede extraerse de forma terrestre o atmosférica. En un aspecto adicional, el agua extraída de forma terrestre incluye, pero sin limitación, aguas subterráneas tomadas de manantiales, pozos o acuíferos; aguas superficiales tomadas de ríos, lagos, corrientes y embalses y/o aguas de desecho tratadas, agua desalinizada y aguas de alcantarillado. En un aspecto adicional, el agua extraída de forma atmosférica incluye, pero sin limitación, agua de lluvia. El agua puede comprender impurezas y/o contaminantes, tales como ion de calcio, en cantidades que varían dependiendo de las condiciones del entorno del que se extrae el agua. El agua obtenida de esta manera puede variar también en pH, dependiendo de nuevo de las condiciones del entorno de la fuente.

45 En un aspecto, la fuente de agua puede ser un tanque de irrigación o un tanque de almacenamiento-mezclado de fertirrigación. Un tanque de irrigación, por ejemplo, es un embalse artificial estacionario de cualquier tamaño con una fuente de agua natural o artificial incluida como parte de la estructura. Los tanques de irrigación pueden usarse para recolectar y conservar el agua de lluvia y el agua de corrientes y ríos para uso posterior, principalmente para agricultura y agua de beber. Tales tanques son útiles en regiones sin precipitaciones permanentes donde la reposición del suministro de agua depende de los ciclos alternados de estaciones seca y húmeda. El tanque de almacenamiento-mezclado puede ser un embalse portátil que puede transportarse al sitio de fertirrigación. El tanque de fertirrigación está compuesto por plástico químicamente resistente tal como, por ejemplo, polietileno y similares. El tanque de fertirrigación puede transportarse a una granja y conectarse a la alimentación de agua del pozo o suministro de agua de la granja. En un aspecto adicional, el tanque de fertirrigación funcionaba como tanque de almacenamiento-mezclado con una entrada para recibir uno o más componentes de fertirrigación y en que pueden mezclarse agua de irrigación, composición fertilizante de calidad NPK y un agente disolvente de fertilizante. Se consiguió el mezclado por la acción de giro de lado a lado de una tubería de manguera de entrada suficientemente larga para enroscarse en la parte inferior del tanque de mezclado, evitando así el uso de un montaje agitador complicado.

55 En un aspecto, un tamaño de tanque de fertirrigación adecuado puede estar en un intervalo derivado de 1000 l a 5000 l, incluyendo valores ejemplares de 1500 l, 2000 l, 2500 l, 3000 l, 3500 l, 4000 l y 4500 l. En un aspecto adicional, el intervalo puede derivar de dos valores ejemplares cualesquiera. Por ejemplo, un tamaño de tanque de fertirrigación adecuado puede estar en un intervalo derivado de 1500 l a 4500 l.

En un aspecto, se usó la bomba de dosificación de la composición de fertilización tanto como mezcladora para mezclar agua y agente disolvente de fertilizante en circulación cercana como inyector por dosificación de composición fertilizante en una línea principal de irrigación por aspiración de la mezcla del tanque de almacenamiento-mezclado a la línea de irrigación. Por ejemplo, cuando se impulsaba agua al tanque de mezclado, el movimiento de giro resultante ayudaba a la disolución de los gránulos de NPK y proporcionada una disolución de gránulos eficaz. Este método era más económicamente factible que otros métodos que usan fertilizantes líquidos altamente solubles y caros.

En un aspecto, en la primera configuración operativa, la entrada de la bomba de fertirrigación estaba en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento-mezclado de fertirrigación; el bucle de recirculación estaba en comunicación fluida con la salida de descarga de bomba y la línea de alimentación de composición de fertirrigación no estaba en comunicación fluida con la salida de descarga de bomba, de tal modo que el sistema de fertirrigación estaba configurado para recircular una o más composiciones de fertirrigación en el tanque de almacenamiento-mezclado de fertirrigación.

En un aspecto, en la segunda configuración operativa, la entrada de la bomba de fertirrigación estaba en comunicación fluida con el tanque de almacenamiento-mezclado; el bucle de recirculación no estaba en comunicación fluida con la salida de descarga de bomba y la línea de alimentación de fertirrigación estaba en comunicación fluida con la salida de descarga de bomba, de tal modo que el sistema estaba configurado para alimentar una dosificación de una o más composiciones de fertirrigación a la línea de irrigación posterior.

En un aspecto, se conseguía el control sobre una distribución de fertilizante y una cantidad de composición fertilizante suministrada uniformes dividiendo la capacidad del tanque de fertirrigación entre el número de horas requerido para completar una revolución de irrigación. La cantidad de fertilizante, en galones o litros por hora, igualaba la capacidad del tanque de fertirrigación, en galones o litros por unidad de tiempo, de una revolución completa (en galón o litro/hora). Se usó una válvula medidora (medidor de flujo) para ajustar el caudal según la siguiente relación:

Cantidad de composición fertilizante por cantidad por galón (o litro)/minuto= cantidad de composición fertilizante por galón (o litro) (horas + 60)

El aparato divulgado en la presente memoria puede utilizar las composiciones o métodos divulgados en la presente memoria.

F. PARTE EXPERIMENTAL

Se presentan los siguientes ejemplos para proporcionar a los especialistas en la materia una divulgación y descripción completa de cómo las composiciones, artículos, dispositivos y/o métodos reivindicados en la presente memoria se elaboran y evalúan, y se pretende que sean puramente ejemplares de la invención y no se pretende que limiten el alcance de lo que los inventores consideran como su invención. Se han hecho esfuerzos por asegurar la precisión con respecto a los números tales como, por ejemplo, cantidades, temperatura, etc., pero deberían tenerse en cuenta algunos errores y desviaciones. A menos que se indique otra cosa, las partes son partes en peso, la temperatura es en °C o es temperatura ambiente y la presión es atmosférica o cercana. Se ilustran en la presente memoria varios métodos para preparar los compuestos de esta invención. Los materiales de partida y los intermedios necesarios están en algunos casos disponibles comercialmente, o pueden prepararse según los procedimientos bibliográficos o como se ilustra en la presente memoria.

Se usaron los siguientes métodos generales de la presente invención. Los métodos se proporcionan en la presente memoria para ilustrar la invención, y no deberían considerarse limitantes de la invención en modo alguno.

1. EJEMPLO 1

Antes de la puesta en marcha, se analizó en el agua de irrigación el pH y contenido de ion de calcio; el tanque, bomba y tuberías estaban bien mantenidos y limpios; se aseguró el alineamiento del tanque de mezclado y se conectó apropiadamente la bomba a una fuente de energía. Se cerraron las válvulas de descarga de la bomba, así como la válvula de llenado de agua y todos los drenajes. Se abrió la válvula de llenado de agua y se cargó el tanque de fertirrigación con agua de irrigación al nivel requerido. Se añadió al agua en el tanque de agua ácido sulfúrico o ácido fosfórico, o una mezcla de los mismos, determinándose su cantidad apropiada a partir del contenido de calcio y pH del agua de irrigación. Se determina la cantidad apropiada por el porcentaje deseado de composición fertilizante y el pH deseado. Puede verse la correlación entre el porcentaje de composición fertilizante, pH y contenido de calcio en las Tablas 1-2. Se encendió la bomba de agua a flujo mínimo para mezclar el ácido sulfúrico con el agua durante 10-15 minutos y entonces se detuvo. Se añadió la composición fertilizante a una cantidad equivalente al 10 % en peso (o volumen) de agua en el tanque de fertirrigación. Se dejó asentarse la mezcla sin agitar en el tanque de fertirrigación durante entre 8 y 24 horas, después de lo cual se activó la bomba como agitador para hacer circular la mezcla dentro del tanque de fertirrigación durante 30 minutos como mínimo. Se extrajo la composición fertilizante, por dosificaciones, a la línea de irrigación principal y, en última instancia a los cultivos, por las válvulas de descarga abiertas. Al final del proceso, se purgaron todos los líquidos del equipo y se usó agua fresca para limpiar el tanque de fertirrigación y el equipo de fertirrigación. Una vez el equipo estaba libre de líquidos, se apagó la bomba de fertilización.

2. EJEMPLO 2

Se muestra la composición de fertirrigación del ejemplo 2 en la Tabla 1. La composición fertilizante usada en la Tabla 1 es composición fertilizante compuesta granular de calidad 11-29-19. El agente disolvente de fertilizante comprende 95-98 % en peso de ácido sulfúrico. Se usa un ácido sulfúrico de calidad comercial. Dependiendo del ácido sulfúrico de calidad comercial, las impurezas pueden comprender calcio, cloruro, aluminio, cadmio, cobre o cinc, pero la concentración total de impurezas no supera el 2-5 % en peso, completando el resto del peso el agente disolvente de fertilizante. Se añadieron diversos porcentajes de agente disolvente de fertilizante a diversos valores de pH al fertilizante como se muestra en la Tabla 1.

TABLA 1: Porcentajes en peso de agente disolvente de fertilizante/composición fertilizante usando composición fertilizante compuesta granular de calidad 11-29-19

pH	[Ca ²⁺] (ppm)	% de FDA en NPK granular al 10 % en agua	% de FDA en NPK granular al 20 % en agua	% de FDA en NPK granular al 30 % en agua	% de FDA en NPK granular al 40 % en agua	% de FDA en NPK granular al 50 % en agua
6,5-7,0	<100-300	2,5	3,5	4,5	6,5	7,5
	300-600	3,0	4,0	5,0	7,0	8,0-8,5
	600-1000	3,5	4,0	5,0	7,0	8,5
	>1000	4,0	5,0-5,5	6,0	8,0	9,0
7,0-7,5	<100-300	3,0	4,0	5,0	7,0	8,0
	300-600	3,5	4,5	5,5	7,5	8,5
	600-1000	3,5-4,5	5,0	6,0	8,0	9,0
	>1000	4,0	5,0	6,0	8,0	9,0-10,0
7,5-8,0	<100-300	3,5	4,5	5,5	7,5	8,5
	300-600	3,5	4,5	5,5	7,5	8,5
	600-1000	3,5	4,5	5,5	7,5	8,5
	>1000	4,0	5,0-5,5	6,0	8,0	9,0-10,0
8,0-8,5	<100-300	3,5	4,5	5,5	7,5	8,5
	300-600	3,5	4,5	5,5	7,5	8,5
	600-1000	3,5	4,5	5,5	7,5	8,5
	>1000	4,0	5,0	6,0	8,0	9,0
>8,5	<100-300	3,5	4,5	5,5	7,5	8,5
	300-600	3,5	4,5	5,5	7,5	8,5
	600-1000	4,0	5,0	6,0	8,0	9,0
	>1000	4,5	5,5-6,0	6,5	8,5	9,5-10,0

Agente disolvente de fertilizante- FDA

3. EJEMPLO 3

Se muestra la composición de fertirrigación del ejemplo 3 en la Tabla 2. La composición fertilizante usada en la Tabla 1 es composición fertilizante compuesta granular de calidad 14-38-10. El agente disolvente de fertilizante comprende 95-98 % en peso de ácido sulfúrico. Se usa un ácido sulfúrico de calidad comercial. Dependiendo del ácido sulfúrico de calidad comercial, las impurezas pueden comprender calcio, cloruro, aluminio, cadmio, cobre o cinc, pero la concentración total de impurezas no supera 2-5 % en peso, completando el resto del peso el agente disolvente de fertilizante. Se añadieron diversos porcentajes de agente disolvente de fertilizante a diversos valores de pH a la composición fertilizante como se muestra en la Tabla 2.

TABLA 2: Porcentajes en peso de FDA/composición fertilizante usando composición fertilizante compuesta granular de calidad 14-38-10

pH	[Ca ²⁺] (ppm)	% de FDA en NPK granular al 10 % en agua	% de FDA en NPK granular al 20 % en agua	% de FDA en NPK granular al 30 % en agua	% de FDA en NPK granular al 40 % en agua	% de FDA en NPK granular al 50 % en agua
6,5-7,0	<100-300	3,0	4,5	5,5	8,5	10
	300-600	3,5	4,5	5,5	8,5	10
	600-1000	3,5	5,0	6,5	8-9	10-10,5
	>1000	4,0	5,5	7,0	9,5	10,5-11,0
7,0-7,5	<100-300	3,0	5,0	7,0	8,5	10,0
	300-600	3,5	5,5	6,5	8,5	10,0
	600-1000	3,5-4,5	6,0	6,5	8,5	10,5
	>1000	4,0	6,5	7,0	9,0	11,0
7,5-8,0	<100-300	3,5	5,5	7,5	9,0	11,0
	300-600	3,5	5,5	8,0	9,5	11,5
	600-1000	3,5-4,0	6,0	8,5	9,5	11,5-12,0
	>1000	4,0	6,5-7,0	9,0	10,0-10,5	12,0
8,0-8,5	<100-300	3,5	5,0	7,0	9,0	11,0
	300-600	3,5	5,5	7,5	9,5	11,5
	600-1000	3,5-4,0	5,5	7,5	9,5	12,0
	>1000	4,0	5,5-6,0	7,5	9,5-10,0	12,0
>8,5	<100-300	3,5	5,0-5,5	7,0	9,0	11,0
	300-600	4,0	5,5	7,5	9,5	11,5
	600-1000	4,0-4,5	5,5	7,5-8,0	9,0-10,5	11,5
	>1000	4,5	5,5-6,0	8,0	9,5-10,0	12,0

Agente disolvente de fertilizante - FDA

4. EJEMPLO 4

5 La Tabla 3 muestra los parámetros del proceso por lotes como etapas de proceso 1, 2, 3 y 4. Las etapas de proceso ocurrían en orden numérico. La Tabla 3 muestra qué ocurría en cada etapa de proceso, el caudal (l/min) en cada etapa de proceso, la composición cambiante y la temperatura. En la etapa de proceso 1, se añadió agua al tanque de fertirrigación, como se muestra en la Fig. 1, a una temperatura de 25 °C, un caudal de 50-100 l/min y un pH de aproximadamente 8,3. En la etapa de proceso 2, se recicló el tanque de fertirrigación o se agitó como un sistema cerrado. También, en la etapa de proceso 2, se mezcló el agua con una composición fertilizante y un agente disolvente de fertilizante a un caudal de 50-100 l/min. La adición del agente disolvente de fertilizante elevó la temperatura y rebajó el pH a un intervalo entre 1 a 3, debido a la adición del ácido. En la etapa de proceso 3, la salida del tanque era ajustable con un caudal variable que oscila de 5-10 l/min. También en la etapa de proceso 3, la presión oscilaba de 0,35 MPa 0,45 MPa. En la etapa de proceso 4, la composición de fertirrigación fluía a la línea de irrigación.

TABLA 3

Parámetros

Ejemplo de proceso en lotes

Proceso	1	2	3	4
Elemento	Alimentación de agua	Reciclado de tanque (sistema cerrado)	Salida de tanque (ajustable)	Línea de irrigación principal
Caudal (l/min)	50-100	50-100	5-10 (variable)	
Composición				
% de agua	100	86-87	86-87	99,65-99,3 (variable)
% de FDA	0	3-4	3-4	0,15-0,2 (variable)
% de fertilizante	0	10	10	0,2-0,5 (variable)
Temperatura °C	25	35-40 (en la adición de FDA)	25	25
Presión (MPa, (psi))	Variable		0,35-0,45 Mpa (50-65 psi)	<0,35-0,45 Mpa (50-65 psi)
pH	8,3	1-3	1-3	5,5-6,5

Agente disolvente de fertilizante - FDA

5. EJEMPLO 5

La Tabla 4 muestra los contenidos del tanque de fertirrigación después de completar el mezclado. La manguera flexible fijada dentro del tanque de mezclado permitía la agitación del tanque. Puede verse un aspecto de este mecanismo de agitación en la Fig. 1.

5

Los resultados en la Tabla 4 muestran que, después de completar el mezclado en el tanque de fertirrigación, la composición de fertirrigación había conseguido una disolución y homogeneidad completas.

Tabla 4- Análisis del contenido del tanque de fertirrigación después de completar el mezclado

ID de muestra	% de N	% de P ₂ O ₅	% de K ₂ O	Ca ppm	Mg ppm
Concentraciones de nutrientes calculadas	1,1	2,9	1,9	Se mezclaron 50 kg de calidad NPK (11:29:19) en un tanque de capacidad de 500 l (al 10 %). Se rellenó el tanque con agua de irrigación después de la adición del disolvente	
Capa superior del tanque de fertirrigación (análisis de laboratorio)	1,0	2,41	1,7	279	367
Capa inferior del tanque de fertirrigación (análisis de laboratorio)	1,2	2,4	1,7	278	378

REIVINDICACIONES

1. Un método para fertirrigación que comprende:
 - (a) proporcionar una mezcla ácida de agua y un agente disolvente de fertilizante ácido;
 - 5 (b) poner en contacto la mezcla ácida con una composición fertilizante de NPK en un equipo de fertirrigación para disolver la composición fertilizante de NPK y formar una composición de fertirrigación de NPK; y
 - (c) poner en contacto la composición de fertirrigación de NPK con suelo

en el que: la composición fertilizante de NPK está presente en una cantidad que oscila de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 50 % en peso, basada en la composición de fertirrigación de NPK,

10 el agente disolvente de fertilizante ácido está presente en una cantidad que oscila de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 88 % en peso, basada en la composición de fertirrigación de NPK,

y el agua está presente en una cantidad que oscila de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 88 % en peso, basada en la composición de fertirrigación de NPK;

15 caracterizado por que el agente disolvente de fertilizante ácido comprende ácido sulfúrico o ácido fosfórico, o una mezcla de los mismos.
2. El método para fertirrigación de la reivindicación 1, que comprende además limpiar la composición de fertirrigación de NPK del equipo de fertirrigación.
3. El método para fertirrigación de cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que proporcionar la mezcla ácida comprende además:
 - 20 (a) llenar el tanque de fertirrigación con agua al nivel requerido;
 - (b) comprobar el pH y el contenido de calcio del agua para determinar cuándo se ha alcanzado el pH y contenido de calcio deseados;
 - (c) añadir el agente disolvente de fertilizante; y
 - (d) repetir las etapas b y c, según sea necesario, hasta alcanzar el pH y contenido de calcio deseados.
- 25 4. El método para fertirrigación de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que poner en contacto la mezcla ácida con la composición fertilizante de NPK comprende además:
 - (a) dejar reposar la composición de fertirrigación de NPK durante un periodo de tiempo que oscila de aproximadamente 8 h a aproximadamente 36 h; y
 - 30 (b) mezclar la composición de fertirrigación de NPK en el tanque de fertirrigación durante un periodo de tiempo que oscila de aproximadamente 30 minutos a aproximadamente 90 minutos.
5. El método para fertirrigación de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que poner en contacto la composición de fertirrigación de NPK con suelo comprende además:
 - (a) dispensar la composición de fertirrigación de NPK en dosificaciones; y
 - (b) cargar la composición de fertirrigación de NPK en una línea de irrigación.
- 35 6. El método de fertirrigación de cualquiera de las reivindicaciones 2-5, en el que limpiar la composición de fertirrigación de NPK comprende además:
 - (a) aclarar la línea de irrigación con agua; y
 - (b) enviar la composición de fertirrigación de NPK a una línea de irrigación.
7. El método para fertirrigación de cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en el que
 - 40 (a) la composición fertilizante de NPK está presente en una cantidad que oscila de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 50 % en peso, basada en la composición de fertirrigación de NPK;
 - (b) el agente disolvente de fertilizante está presente en una cantidad que oscila de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 88 % en peso, basada en la composición de fertirrigación de NPK; y
 - (c) el agua está presente en una cantidad que oscila de aproximadamente 2 % en peso a

aproximadamente 88 % en peso, basada en la composición de fertirrigación de NPK.

8. El método para fertirrigación de cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que el equipo de fertirrigación comprende un tanque de irrigación o un tanque de fertirrigación portátil.

9. Una composición de fertirrigación de NPK que comprende:

- 5 (a) una composición fertilizante de NPK, en la que la composición fertilizante de NPK está presente en una cantidad que oscila de aproximadamente 10 % en peso a aproximadamente 50 % en peso, basada en la composición de fertirrigación de NPK;
- (b) un agente disolvente de fertilizante que está presente en una cantidad de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 88 % en peso, basada en la composición de fertirrigación de NPK; y
- 10 (c) agua, donde el agua está presente en una cantidad que oscila de aproximadamente 2 % en peso a aproximadamente 88 % en peso, basada en la composición de fertirrigación de NPK,

caracterizada por que el agente disolvente de fertilizante comprende ácido sulfúrico o ácido fosfórico o una mezcla de los mismos.

15 10. El método para fertirrigación de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, o la composición de fertirrigación de NPK de la reivindicación 9, en los que el agente disolvente de fertilizante no comprende ácido clorhídrico ni ácido nítrico

20 11. El método para fertirrigación de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, o la composición de fertirrigación de NPK de cualquiera de las reivindicaciones 9 o 10, en los que la composición de fertirrigación de NPK comprende una composición fertilizante de NPK presente en una cantidad de aproximadamente 35 % en peso a 60 % en peso, basada en el peso total de la composición de fertirrigación de NPK; un agente disolvente de fertilizante que comprende ácido sulfúrico, en el que el agente disolvente de fertilizante está presente en una cantidad de aproximadamente 4,5 % en peso a 7,5 % en peso, basada en el peso total de la composición de fertirrigación de NPK; y agua en una cantidad de aproximadamente 30 % en peso a 50 % en peso, basada en el peso total de la composición de fertirrigación de NPK.

25 12. El método para fertirrigación de cualquiera de las reivindicaciones 1-8, o la composición de fertirrigación de NPK de la reivindicación 9 o 10, en los que la composición de fertirrigación de NPK comprende una composición fertilizante de NPK presente en una cantidad de aproximadamente 30 % en peso a 60 % en peso, basada en el peso total de la composición de fertirrigación de NPK; un agente disolvente de fertilizante que comprende ácido sulfúrico, en el que el agente disolvente de fertilizante está presente en una cantidad de aproximadamente 4 % en peso a 12 % en peso, basada en el peso total de la composición de fertirrigación de NPK; y agua en una cantidad de

30 aproximadamente 30 % en peso a 50 % en peso, basada en el peso total de la composición de fertirrigación de NPK.

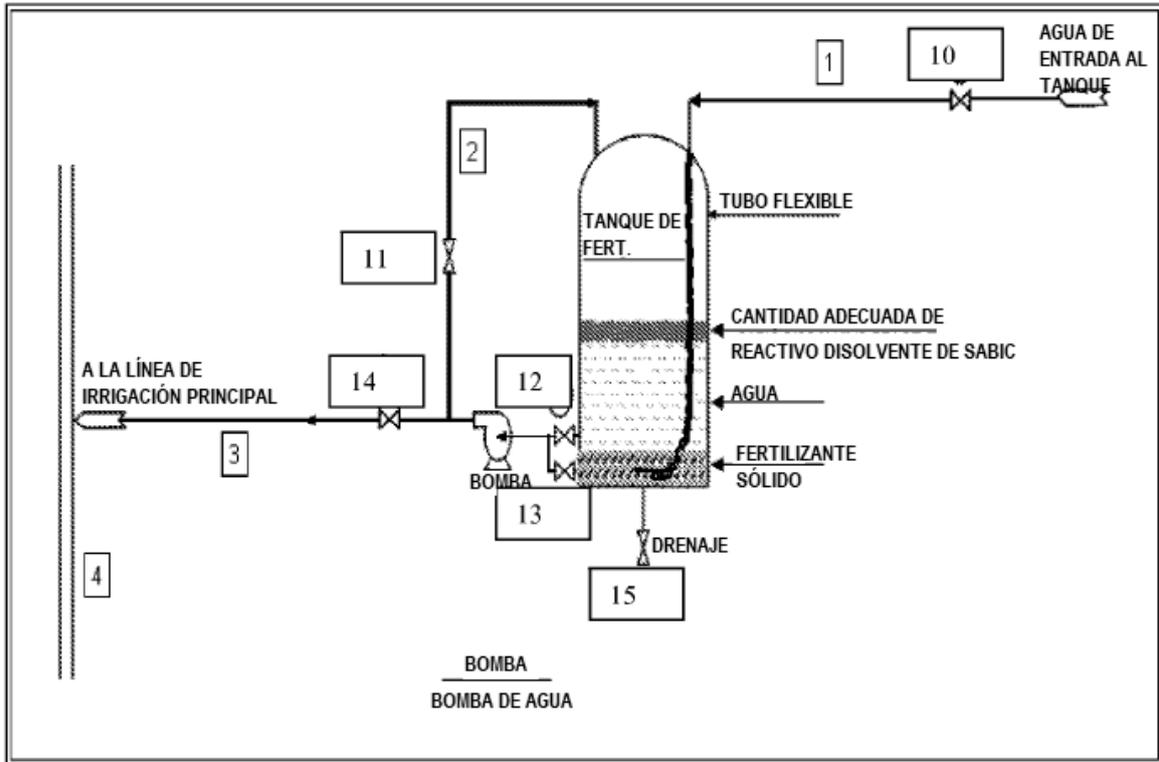


Fig. 1

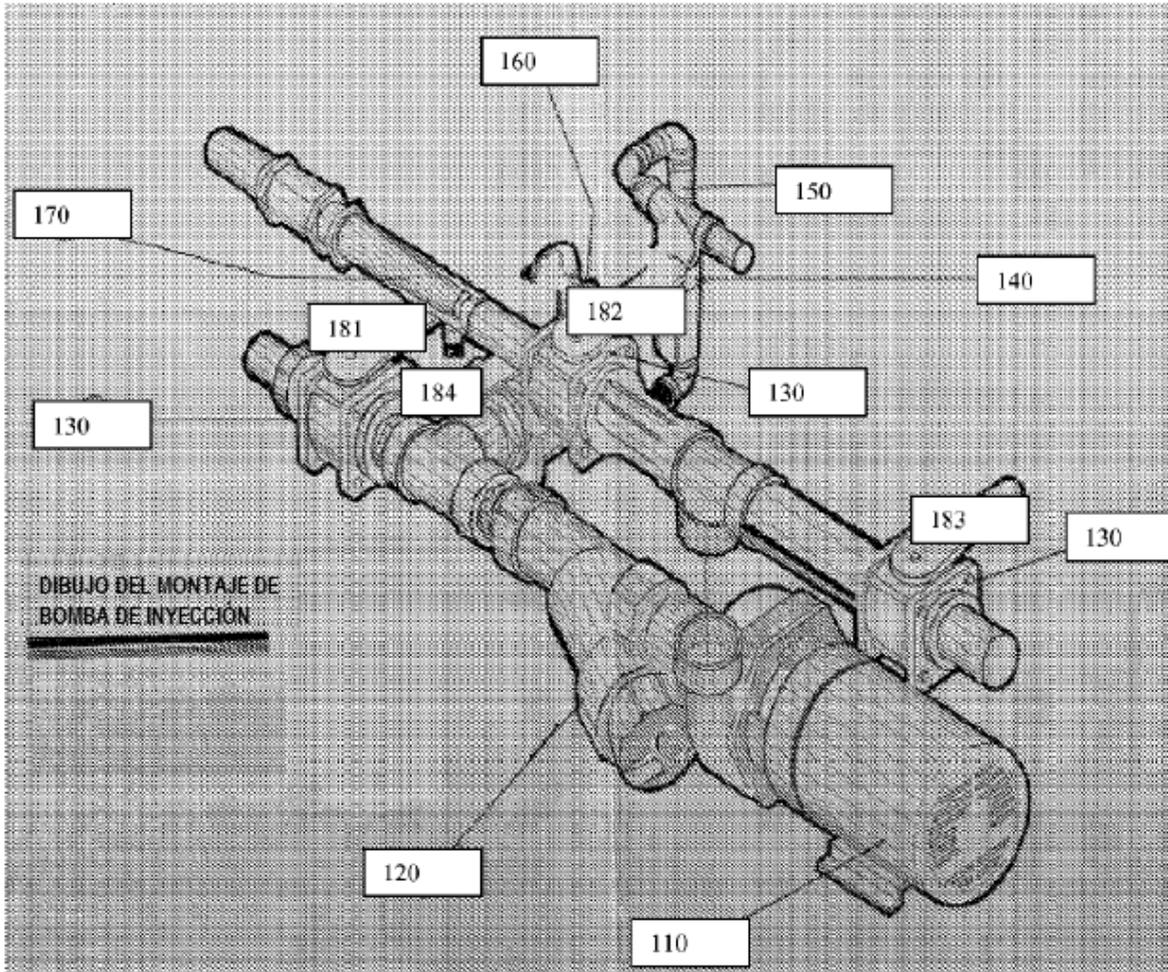


Fig. 2