

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 934**

51 Int. Cl.:

C05B 7/00 (2006.01)

C05G 3/00 (2006.01)

C05G 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.01.2010 PCT/US2010/022219**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.08.2010 WO10088264**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2010 E 10736334 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018 EP 2391592**

54 Título: **Formulaciones de fertilizantes solubles en agua de disolución rápida y métodos y usos de los mismos**

30 Prioridad:

28.01.2009 US 361188

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

08.05.2019

73 Titular/es:

**EVERRIS INTERNATIONAL B.V. (100.0%)
Nijverheidsweg 1-5
6422 PD Heerlen, NL**

72 Inventor/es:

**VRIESEMA, HEIN, HERMAN y
TERLINGEN, JOHANNES, GIJSBERTUS
ANTONIUS**

74 Agente/Representante:

MARTÍN DE LA CUESTA, Alicia María

ES 2 711 934 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

Formulaciones de fertilizantes solubles en agua de disolución rápida y métodos y usos de los mismos

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

1. Campo de la invención

Uno o más aspectos de la presente invención se refieren a composiciones mejoradas de fertilizantes solubles en agua ("WSF"). Más particularmente, se refieren a composiciones de fertilizantes sólidos que tienen tiempos de disolución rápidos y alta solubilidad en agua, en las que las composiciones de WSF también proporcionan soluciones madre y de alimentación libres de precipitados y estables y excelentes características de almacenamiento en seco. Uno o más aspectos de la presente invención también se refieren a métodos para usar composiciones de WSF mejoradas.

2. Antecedentes y descripción de la técnica relacionada

El carbono, el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno, el fósforo, el potasio y el azufre son los elementos primarios esenciales de toda vida. Los suelos contienen todos estos elementos además de otros macro y micronutrientes que son necesarios para el crecimiento de las plantas. Típicamente, tales elementos no están presentes en el suelo en cantidad suficiente o en formas que puedan soportar el máximo crecimiento y rendimiento de la planta. Para superar estas deficiencias, los fertilizantes que tienen componentes químicos específicos en cantidades específicas a menudo se añaden al suelo, enriqueciendo de este modo el medio de crecimiento. Los fertilizantes pueden complementarse con ciertos elementos traza tales como cobre, hierro, manganeso, cinc, cobalto, molibdeno (típicamente como un molibdato), y boro (típicamente como un borato), en forma de óxidos o sales.

Las composiciones de fertilizantes se pueden proporcionar en muchas formas que incluyen composiciones granuladas secas o de flujo libre destinadas a la dispersión o a la disolución en solución acuosa antes de la administración a plantas o cultivos. Ventajosamente, las composiciones de fertilizantes secas ventajosas proporcionan una liberación rápida (alta solubilidad en agua) cuando se desea la producción de solución madre. En otros contextos, las composiciones de fertilizantes secas son ventajosas cuando proporcionan una liberación lenta (como por una baja solubilidad en agua o por encapsulación), tal como cuando se desea la administración constante o controlada de nutrientes a lo largo del tiempo.

En invernaderos, viveros y otros entornos de horticultura intensiva, los mejores resultados de crecimiento de las plantas se logran cuando los macro y micronutrientes se administran de manera cuidadosa y exhaustiva a las plantas en crecimiento. Muchos cultivadores de plantas y agrícolas eligen utilizar fertilizantes solubles en agua para lograr este resultado. Típicamente, tales fertilizantes se formulan como sólidos que pueden disolverse por el usuario para preparar soluciones madre concentradas que posteriormente se diluyen en agua de irrigación empleando dosificadores o dispositivos de inyección, formando de este modo las llamadas "soluciones de alimentación".

Los fertilizantes agrícolas generalmente contienen un número selecto de macronutrientes. Los fertilizantes agrícolas generalmente están destinados a aplicarse con poca frecuencia y normalmente antes o junto con la siembra. Los ejemplos de fertilizantes agrícolas son superfosfato triple granular, cloruro de potasio, urea, sulfato de amonio y amoniaco anhidro. En comparación, los fertilizantes hortícolas o especiales, por otro lado, están formulados a partir de muchos de los mismos compuestos que los fertilizantes agrícolas y algunos otros para producir fertilizantes bien equilibrados que también contienen micronutrientes.

Las composiciones de WSF secas típicas se preparan mezclando diferentes polvos y/o gránulos que contienen nutrientes. En general, el pH de la solución final pulverizada o aplicada por irrigación es de aproximadamente 6-6,5. Para agua blanda, como la mayoría de las aguas pluviales, la composición del WSF debe producir un pH cercano al pH deseado después de la disolución y la dilución. Para el agua dura, las composiciones de WSF tienden a ser más ácidas para neutralizar el pH más alto del agua. Por lo tanto, para los productos de agua blanda y de uso general, los ingredientes consisten en un grupo de nutrientes "neutros". Estos ingredientes proporcionan un pH cercano al neutro en un intervalo de concentración de aproximadamente el 1-10%. Para productos de agua dura, se puede añadir un componente ácido como fosfato de urea.

Es importante formular estas composiciones de fertilizantes de alto análisis para que se disuelvan rápida y completamente sin precipitación. Las solubilidades de aproximadamente 200 gramos/l se consideran altas y son

ventajosas. Además, estas composiciones de fertilizantes deben proporcionar una buena estabilidad a largo plazo en soluciones tanto en forma seca como soluciones madre. Por ejemplo, las composiciones que se apelmazan, se agrietan, se aglomeran o se descomponen disminuyen la idoneidad de la composición de fertilizante.

5 Un inconveniente de muchos fertilizantes "solubles en agua" de la técnica anterior es que tienden a "apelmazarse". El apelmazamiento interfiere con su manipulación a granel por parte del productor y por el usuario final y puede interferir con la velocidad de disolución del fertilizante en agua. Se cree que el apelmazamiento de fertilizante está causado por varios factores, por ejemplo, la formación de puentes cristalinos en los que se forman conexiones sólidas en los puntos de contacto entre los gránulos. Como alternativa, puede haber una adhesión o unión capilar
10 entre los gránulos, siendo a menudo necesaria una fuerza significativa para romper esta adhesión o unión. Las fuerzas de cohesión variarán dependiendo de las condiciones de almacenamiento y otras variables, tal como la naturaleza de la composición. La naturaleza higroscópica de muchos fertilizantes también puede dar como resultado un apelmazamiento no deseado. Además, los compuestos higroscópicos proporcionan un medio, a través de la absorción de agua, por lo que pueden tener lugar reacciones químicas no deseadas. En todos los casos, sin
15 embargo, el apelmazamiento causa un problema grave al que hace falta una solución completamente satisfactoria. Los aditivos se añaden a menudo para intentar inhibir el apelmazamiento. Por ejemplo, la Patente de Estados Unidos N.º 5.286.272 describe una composición de fertilizante inorgánico que fluye libremente y resiste el apelmazamiento que comprende un agente beneficioso y un agente antiaglomerante separado (fosfato tripotásico).

20 Otros métodos de la técnica anterior que proponen disminuir el apelmazamiento del fertilizante también implican el uso de aditivos para la composición de fertilizante. Los aditivos típicos incluyen el uso de polvos finamente divididos que deben cubrir el fertilizante de manera sustancialmente uniforme, tal como por ejemplo talco, caolín y tierra de diatomeas. También se pueden usar tensioactivos. Los aditivos adicionales incluyen compuestos que también tienden a formar una película hidrófoba alrededor de los gránulos de fertilizante, tal como cera de parafina, cera de
25 poliolefina y aceites minerales. Estas formulaciones, que pueden demostrar algunas características de almacenamiento mejoradas, a menudo no son adecuadas para la preparación de soluciones madre o de alimentación porque pueden dar como resultado suspensiones en la solución que contienen estos agentes. Los particulados no disueltos pueden dar como resultado una obstrucción no deseada de la línea de alimentación, el dosificador o el pulverizador.

30 Por consiguiente, las composiciones de WSF ventajosas deberían ser fácilmente solubles en soluciones acuosas, proporcionando una solución completa o sustancialmente completamente disuelta poco después de la mezcla, permitiendo de este modo el uso inmediato de la solución madre o de alimentación. Nuevamente, una vez disueltos en la solución, los precipitados (o compuestos no disueltos) en las soluciones madre pueden causar la obstrucción
35 de los dosificadores y las líneas de irrigación. Por lo tanto, las composiciones de WSF también deben permanecer disueltas una vez en solución a concentraciones variables (desde concentradas, tal como en una solución madre, hasta diluir, tal como en una solución de alimentación). Además, las composiciones de fertilizantes solubles en agua que liberan cantidades no triviales de gas normalmente no son adecuadas para su uso en tanques, recipientes, a grandes escalas agrícolas, o para su uso en pulverizadores, goteros y líneas de irrigación. Por consiguiente, las
40 composiciones de fertilizantes solubles en agua no deben liberar gases significativos durante la disolución: preferiblemente, no deben liberar casi ninguno.

Un requisito funcional adicional para composiciones de fertilizante ventajosas es la capacidad de almacenar grandes cantidades de fertilizante en recipientes tales como bolsas, sin descomposición o la producción de gas. Además, las
45 formulaciones que se pueden fabricar simplemente mezclando uno o más de los ingredientes sin etapas intermedias de humectación o secado también son ideales.

Estos requisitos funcionales para composiciones de fertilizantes solubles en agua de esta diversidad han presentado problemas continuos para los productores y desarrolladores de tales productos, y estos problemas no se han
50 resuelto completamente con las composiciones de fertilizantes previamente disponibles. La mayoría de las referencias de la técnica anterior intentan abordar este problema a través de modificaciones de los dosificadores o pulverizadores. Por ejemplo, la Patente de Estados Unidos N.º 6.866.780 describe un dispositivo de tratamiento ultrasónico calentado que comprende un sumidero a través del cual pasa un líquido que contiene materia suspendida, un calentador de temperatura controlable y un vibrador ultrasónico dispuesto en el sumidero que
55 funciona para "pulverizar" la materia suspendida después del calentamiento/vibración. Otras soluciones intentadas incluyen la Patente de Estados Unidos N.º 6.200.928, que describe "preparaciones efervescentes" para plantas que comprenden generalmente carbonatos no nutritivos, ácidos solubles en agua no nutritivos y diversos nutrientes como metionina. Una clara desventaja de las composiciones efervescentes es que, si bien la producción de gas y la agitación resultante aumentan la velocidad de disolución, también crean un peligro cuando se utilizan en

contenedores cerrados o sin ventilación. Además, hay un número limitado de fertilizantes que producen carbonato o gas nutritivos adecuados para la creación de formulaciones efervescentes y las fuentes de carbonato no nutritivas diluyen eficazmente el contenido nutritivo de la composición.

5 La Patente de Estados Unidos N.º 6.312.493 describe composiciones de fertilizantes solubles en agua que contienen ácidos orgánicos libres de fosfato para facilitar la solubilidad y uno o más componentes fertilizantes. Otra composición de fertilizante soluble se describe en la Sol. de Patente de Estados Unidos N.º 2006/0243012. La composición de fertilizante soluble comprende fosfatos de calcio y/o magnesio. Al intentar superar las malas propiedades físicas de los fertilizantes de fosfato de calcio monobásico (MCP) y fosfato de magnesio monobásico
10 (MMgP) (ligera solubilidad en agua), los inventores modifican estos compuestos por reacción química para proporcionar formulaciones de fertilizantes que comprenden 1) fosfato de calcio o fosfato de magnesio; 2) al menos un fosfato de metal alcalino tal como fosfato monopotásico; y 3) ácido fosfórico (PA). En la formulación de estas composiciones, ciertas formas de realización describen la mezcla de ácido fosfórico, fosfato monopotásico y diversos hidróxidos alcalinos en agua; la reacción de los componentes; y el secado posterior para formar una composición
15 final que tiene un pH ácido. La solubilidad mejorada se obtiene mediante la modificación de los constituyentes químicos iniciales en compuestos con características de solubilidad mejoradas.

Otra composición de fertilizante soluble ejemplar que intenta proporcionar características de solubilidad mejoradas es la Patente de Estados Unidos N.º 6.826.866. Esta patente describe el uso de composiciones de fertilizantes
20 solubles en agua, diluidas y acuosas, que contienen un sistema tensioactivo que comprende tensioactivo no iónico soluble en agua y alquilpoliglucósido en una relación de peso de 2:1 a 1:1.

Una composición de fertilizante soluble en agua clásica se describe en la Patente de Estados Unidos N.º 4.175.943 donde se describe una composición de fertilizante mixto soluble en agua en forma sólida y un método para producir
25 la composición de fertilizante. El fertilizante comprende una mezcla de urea, ácido fosfórico y al menos una sal de potasio seleccionada de la clase que comprende sulfato de potasio, nitrato de potasio y cloruro de potasio. Las sales de amonio seleccionadas de la clase que comprende nitrato de amonio y sulfato de amonio también pueden añadirse opcionalmente a las mezclas.

30 Otras formulaciones típicas de la técnica anterior que pretenden mejorar la solubilidad de ciertos compuestos, tales como metales traza, también pueden utilizar agentes quelantes o el ajuste de la composición final a un pH ácido cuando están en solución.

El documento WO 99/64372 se refiere a composiciones de fertilizantes granulares completamente solubles en agua
35 que se forman a partir de mezclas homogéneas de al menos dos compuestos seleccionados del grupo que consiste en compuestos que contienen nitrógeno, compuestos que contienen potasio, compuestos que contienen fósforo, compuestos que contienen macronutrientes secundarios, compuestos que contienen micronutrientes y mezclas de los mismos.

40 El documento WO 2004/011394 se refiere a una composición agroquímica que tiene propiedades tanto fertilizantes como pesticidas. Su composición granular que contiene fosfito, al menos otro nutriente NPK, y microelementos metálicos, es homogénea en la composición química, uniforme en el tamaño de las partículas, y soluble en agua.

El documento EP 1 854 356 se refiere a un mejorador de calidad vegetal escasamente soluble en agua
45 caracterizado por contener un metal polivalente, un ácido orgánico que tiene un grupo carboxílico, un metal alcalino y/o amoníaco, e iones fosfato y/o iones carbonato.

El documento US 6 312 493 se refiere a una composición de fertilizante sólida soluble en agua que contiene uno o
50 más materiales fertilizantes y un ácido orgánico libre de fosfato que es sólido a temperaturas ambiente. Los materiales fertilizantes incluyen macronutrientes primarios, macronutrientes secundarios, micronutrientes y mezclas de los mismos.

Las formulaciones anteriores de la técnica anterior tienen una o más propiedades desventajosas, incluyendo: (1) escasa solubilidad de uno o más nutrientes o aditivos en solución; (2) necesidad de aditivos indeseables para ayudar
55 a la disolución o para impartir propiedades antiaglomerantes; (3) tiempos de disolución lentos; (4) precipitación de nutrientes o aditivos de la solución (lo que da como resultado una obstrucción u otro mal funcionamiento de, por ejemplo, un dosificador de nutrientes); (5) etapas de formación de composición prolongadas, difíciles o costosas; (6) desprendimiento de gas; y/o (7) problemas de seguridad y estabilidad química, incluida la descomposición de la mezcla de fertilizante seca o disuelta. Por consiguiente, ha habido una necesidad desde hace mucho tiempo de

composiciones que remedien las deficiencias de composiciones de fertilizantes anteriores.

RESUMEN DE LA INVENCION

5 La presente invención está dirigida a una composición de fertilizante sólida y seca, que es estable en forma seca y soluble en agua, que comprende:

- 10 (i) al menos un componente de fertilizante (A) que es sólido a temperatura ambiente; en la que dicho componente de fertilizante tiene un pH de <4,5 en una solución acuosa al 1% (p/p) a temperatura ambiente; y
- (ii) al menos un componente de fertilizante (wB) que es sólido a temperatura ambiente, en la que dicho componente de fertilizante (wB) tiene un pH en el intervalo de >10 pero <12,5 en una solución acuosa al 1% (p/p) a temperatura ambiente; en el que
- 15 (a) el total del componente de fertilizante (A) en la composición es al menos el 5% en peso de la composición;
- (b) el total del componente de fertilizante (wB) en la composición es al menos el 10% en peso de la composición; y
- 20 (c) dicha composición es sustancialmente no efervescente tras la dispersión en agua a temperatura ambiente,

en la que la composición de fertilizante tiene un contenido de fósforo como el % en peso de P_2O_5 de hasta el 60%, un contenido de nitrógeno como el % en peso de aproximadamente el 0 a aproximadamente el 46%, y un contenido de potasio como el % en peso de K_2O de hasta el 60%, en la que el componente de fertilizante (wB) no es un

25 carbonato y la composición del fertilizante no contiene hidróxido de potasio, y en la que dicho al menos un componente de fertilizante (A) es fosfato de urea, $peKacid ((KH_5(PO_4)_2)$, y/o ácido cítrico, y en la que dicho al menos un componente de fertilizante (wB) es fosfato tripotásico o fosfato tetrapotásico.

En vista de la necesidad sentida desde hace mucho tiempo de los agricultores y agricultores hortícolas de tener

30 composiciones de fertilizantes eficaces que no tengan una o más de las desventajas anteriores, un objeto de la presente invención es proporcionar nutrientes para plantas en una composición de fertilizante. que haga que estos nutrientes estén disponibles para las plantas a través de irrigación, línea de goteo, pulverización u otros sistemas de administración en los que un fertilizante sólido seco se diluye con agua y se suministra a una planta. Por ejemplo, en una o más formas de realización, al menos un ácido (opcionalmente un fertilizante) que es sólido a temperatura

35 ambiente, y al menos una base débil y preferiblemente un fertilizante, y también sólido a temperatura ambiente, producen una composición combinada que es estable en forma seca, sustancialmente no efervescente tras la dispersión de, por ejemplo, 1, 10, 50, 100 o más gramos de la composición en 1000 gramos de agua a temperatura ambiente, y esencialmente libre de precipitados después de la disolución completa de, por ejemplo, 1, 10, 50, 100 o más gramos de la composición en 1000 gramos de agua a temperatura ambiente. El componente ácido está

40 presente en al menos el 5% en peso de la composición total y reacciona en solución acuosa para generar una exotermia que, al menos en parte, ayuda en la velocidad de disolución de los componentes.

Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar composiciones de fertilizantes en las que los nutrientes presentes no precipitan. Es otro objeto más de la presente invención proporcionar composiciones de fertilizantes

45 secas que sean estables en condiciones normales de uso y almacenamiento. También es un objeto de la presente invención proporcionar composiciones de fertilizantes que sean rápida y fácilmente solubles en agua. Uno o más de los objetos anteriores y otros objetos de la invención se consiguen sorprendentemente proporcionando una composición de fertilizante sólida que comprende al menos un componente ácido (opcionalmente nutritivo) y al menos un componente de fertilizante básico como se define en la reivindicación 1.

50 Inesperadamente, los inventores han descubierto que, a pesar de la reactividad bien conocida de los ácidos con las bases, incluso cuando se combinan en su forma seca, y el efecto higroscópico indeseable de muchos compuestos de ácido o básicos, pueden fabricarse composiciones de WSF que comprenden tanto ácidos como bases. En particular, los inventores han descubierto composiciones de fertilizantes secas, altamente solubles en agua, que

55 comprenden componentes fertilizantes tanto ácidos como básicos que sinérgicamente proporcionan características mejoradas de disolución y almacenamiento. Las composiciones comprenden ácidos (o ácidos fuertes) y bases débiles.

Más específicamente, las composiciones de fertilizantes de acuerdo con la presente invención son composiciones

sólidas solubles en agua que contienen, por ejemplo, fosfato de urea como un fertilizante ácido sólido en combinación con un componente de fertilizante básico tal como pirofosfato de tetra-potasio (TKPP), opcionalmente y preferiblemente en combinación con uno o más componentes de fertilizante neutros tales como nitrato de amonio. El componente de fertilizante básico (cuando se equilibra con un ácido) es un fertilizante débilmente básico y es fosfato de tetrapotasio y/o fosfato de tripotasio. Algunos materiales fertilizantes adecuados para su inclusión en las composiciones de fertilizantes incluyen macronutrientes primarios, nutrientes secundarios, micronutrientes y mezclas de los mismos. Los macronutrientes primarios incluyen macronutrientes que contienen fósforo, nitrógeno y potasio. Preferiblemente, los macronutrientes que contienen fósforo están presentes en forma de fosfatos. Los ejemplos de algunas de las ventajas resultantes del uso de las composiciones de fertilizantes de la presente invención son las siguientes:

- (1) La capacidad de preparar y aplicar una solución nutritiva completa con solo una solución madre, hecha de una composición de fertilizante de la presente invención, y un dosificador.
- (2) La capacidad de disolver rápidamente composiciones de fertilizantes sin desprendimiento de gas, en agua a temperaturas variables (incluida agua fría) y mejorar la solubilidad general en agua de las composiciones de fertilizantes.
- (3) Las composiciones de fertilizantes que contienen ácido sólido o fertilizante ácido (y base sólida o fertilizante básico) son significativamente menos peligrosas para el usuario final que las composiciones de fertilizantes líquidas basadas en, por ejemplo, ácidos que contienen fósforo o soluciones acuosas que comprenden hidróxido de potasio.
- (4) La capacidad de preparar rápidamente soluciones de alimentación libres de precipitados a partir de soluciones madre hechas a partir de la composición de fertilizante de la presente invención y agua de alcalinidad, dureza o suavidad variables.
- (5) La capacidad de almacenar la mezcla de fertilizante seco durante largos periodos de tiempo en condiciones típicas sin descomposición significativa, apelmazamiento o peligro.
- (6) La capacidad de componer fácil y rápidamente formulaciones de una o más formas de realización de la presente invención sin etapas intermedias de disolución y secado.

Se usan ciertos términos de la técnica en la memoria descriptiva. Se les debe otorgar su significado generalmente aceptado dentro de la técnica relevante; en particular, los siguientes términos bien entendidos se describen por la presente con más detalle. Debe observarse que el pH se determina midiendo una solución acuosa (agua destilada) a temperatura ambiente que comprende el 1% (p/p) del componente o componentes de referencia, a menos que se indique otra cosa.

Los siguientes valores en la Tabla 1 describen los intervalos de pH para diferentes composiciones y/o componentes.

TABLA 1

☒	INTERVALO DE pH
COMPOSICIÓN DE FERTILIZANTE	
Ácido	<4,5
Débilmente ácido	3,0 - < 4,5
Neutro	≤4,5 pero <10
Débilmente básico	>10 pero <12,5
Básico	>10
COMPONENTE	
Ácido	<4,5
Débilmente ácido	3,0 - 4,5
Neutro	>4,5 pero <10
Débilmente básico	>10 pero <12,5
Básico	>10

Se entiende que un compuesto que tiene una solubilidad de al menos 200 gramos/l en agua a temperatura ambiente es altamente soluble en agua; mientras que un compuesto que tiene una solubilidad de 100 a 200 gramos/l en agua a temperatura ambiente es moderadamente soluble en agua, y un compuesto que tiene una solubilidad de 10 - 100 gramos/l en agua a temperatura ambiente generalmente se considera soluble en agua; y un compuesto que tiene una solubilidad de menos de 10 gramos/l es poco soluble en agua.

Se entiende que la mayoría de los fertilizantes secos son (1) sólidos con flujo de partículas, (2) polvos, (3) composiciones granuladas, (4) matrices, u otras (5) masas sólidas o sustancialmente sólidas que comprenden uno o más ingredientes que tienen un contenido de agua libre inferior a aproximadamente el 10% en peso de la composición total. Los hidratos no se consideran agua libre. Los fertilizantes se entienden como composiciones que proporcionan uno o más ingredientes que, solos o en combinación con otros ingredientes presentes en la composición, proporcionan nutrientes y/o actúan como un alimento para las plantas.

Los términos "temperatura ambiente" y "temperatura ambiental" son equivalentes e indican una temperatura operativa estándar. La temperatura ambiente y la temperatura ambiente están entre 20 y 25 grados centígrados. Algunas temperaturas ambiente o temperaturas ambientales típicas incluyen 20, 20,5, 21, 21,5, 22, 22,5, 23, y 23,5, 24, 24,5, y 25 grados centígrados. Preferiblemente, estas temperaturas se toman a 20 grados Celsius a menos que se defina otra cosa. El agua fría es agua a una temperatura de menos de 20 grados centígrados, a menos que se defina otra cosa. Las concentraciones en términos porcentuales son en peso, a menos que se defina otra cosa. La humedad relativa es del 60% a menos que se defina de otra manera, y se usan presiones atmosféricas a menos que se defina de otro modo.

En los fertilizantes solubles en agua de la presente invención, la composición de WSF comprende al menos un ácido y al menos una base, en la que ambos son sólidos a temperatura ambiente. El al menos un ácido es opcionalmente un fertilizante. La al menos una base comprende al menos un fertilizante. Al informar los porcentajes de nutrientes, el porcentaje es con respecto al peso total de la composición de WSF. Asimismo, al informar cantidades de ácidos o bases, los porcentajes son con respecto al peso total de la composición de WSF. Al informar un porcentaje de un componente, tal como un componente ácido, un componente básico o un componente neutro, los porcentajes son con respecto a la proporción de ese componente especificado con respecto al peso total de la composición de WSF. Además, los componentes de fertilizantes básicos, ácidos o neutros son especies de componentes básicos, ácidos o neutros. Por consiguiente, la referencia a un "componente básico", por ejemplo, no excluye necesariamente que parte o la totalidad de ese componente funcione como un fertilizante. A menos que se excluya específicamente, un componente ácido, básico o neutro puede comprender cualquier proporción de fertilizante que actúe como un componente ácido, básico o neutro.

Una composición no es efervescente tras la dispersión en agua, cuando en la disolución no hay (a) burbujeo, formación de espuma, golpes o producción observable de burbujas (b) que lleguen a la superficie (c) que sean el resultado de una reacción química (d) entre dos componentes en la composición. La liberación de gases atrapados en una composición seca o la liberación de gases introducidos debido a la agitación no se consideran efervescentes. Además, la liberación de gases ya presentes en el agua o la descomposición de un compuesto atrapado en el agua (tal como ácido carbónico), ya sea causado por una reacción química o física con la composición o no, no hace que la composición sea efervescente.

Debe observarse que existe una distinción entre una composición efervescente y la observancia de la efervescencia. Una composición solo es efervescente si la reacción química de solo sus componentes y el agua tras la disolución da como resultado la producción de burbujas que llegan a la interfaz agua-aire a temperatura ambiente y a presión atmosférica. Una composición es sustancialmente no efervescente cuando menos del 0,5% de la composición libera gas tras la reacción con una fuente de protones o un ácido de Lewis en agua. Una fuente típica de protones es el ión hidronio (H_3O^+) y un ácido de Lewis típico es PCl_5 o H^+ .

Finalmente, se debe reconocer que una composición de fertilizante de acuerdo con una o más formas de realización de la presente invención puede dar como resultado, tras la disolución en una solución acuosa a temperatura ambiente, una solución ácida, básica o neutra. Dicha composición de fertilizante, ya sea que produzca una solución ácida, básica o neutra, puede comprender uno o más componentes ácidos, uno o más componentes básicos o uno o más componentes neutros.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 ilustra el cambio de la temperatura y la conductividad de la solución a lo largo del tiempo después de la disolución de una forma de realización de los fertilizantes solubles en agua de la presente invención y una composición de fertilizante de referencia.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS DE REALIZACIÓN PREFERIDAS

La invención proporciona, en una o más formas de realización, una composición de fertilizante sólida soluble en agua que comprende uno o más componentes de fertilizantes ácidos tal como ácido fosfato de urea, siendo dicho ácido sólido a temperatura ambiente, y uno o más componentes de fertilizantes básicos, tal como fosfato tripotásico. Opcionalmente, la composición incluye además uno o más componentes de fertilizantes neutros tal como nitrato de amonio. Los materiales fertilizantes adicionales incluyen macronutrientes primarios, nutrientes secundarios y/o micronutrientes.

Las composiciones de fertilizante de una o más formas de realización de la invención pueden formularse mezclando uno o más constituyentes del fertilizante. Dichas composiciones pueden entonces envasarse o prepararse como soluciones madre por adición de agua.

Las composiciones de fertilizantes de una o más formas de realización de la invención son materiales secos y sólidos. Son particulados que fluyen sólidos con un contenido de agua libre inferior a aproximadamente el 10% en peso de la composición total y pueden contener otros aditivos para acondicionar el fertilizante dependiendo de la necesidad. Se prefiere un contenido de agua libre de menos del 5%, y un contenido de agua libre del 0 al 1% es altamente preferido. La presente invención puede comprender composiciones o artículos que tienen (a) ácidos y bases débiles; o (b) bases y ácidos débiles. Cuando una base débil se empareja con un ácido, el ácido puede ser simplemente ácido o muy ácido. Del mismo modo, cuando un ácido débil se empareja con una base, la base puede ser simplemente básica o muy básica.

En formas de realización preferidas de la invención, la composición de fertilizante soluble en agua presentará un pH de 2,0, 2,1, 2,2, 2,3, 2,4, 2,5, 2,6, 2,7, 2,8, 2,9, 3,0 o más después de la disolución de uno o más gramos en 1000 gramos de agua a temperatura ambiente. Más preferiblemente, la composición de WSF presenta un pH de 3,1, 3,2, 3,3, 3,4, 3,5, 3,6, 3,7, 3,8, 3,9, 4,0 o más después de la disolución de uno o más gramos en 1000 gramos de agua a temperatura ambiente. Más preferiblemente, la composición de WSF presenta un pH neutro tras la disolución de uno o más gramos en 1000 gramos de agua a temperatura ambiente. En otras formas de realización preferidas, la composición de WSF muestra un pH neutro tras la disolución de 1-100 gramos, 1-10 gramos, 5 gramos o 10 gramos en 1000 gramos de agua a temperatura ambiente.

En un aspecto de la invención, los componentes básicos de la composición, al menos algunos de los cuales son fertilizantes, están presentes en algún porcentaje X y los componentes ácidos, algunos de los cuales pueden ser fertilizantes, están presentes en algún porcentaje Y, en donde la suma de X e Y es de al menos el 10% y no más del 100%. Los valores individuales ejemplares de X e Y pueden ser 0, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 98, 99, y 100. Preferiblemente, los valores individuales de X e Y son cada uno mayores de 5 y menores de 100.

En una o más formas de realización de la presente invención, las composiciones de fertilizantes comprenden uno o más ingredientes que incluyen compuestos ácidos, compuestos neutros y/o compuestos básicos. Estos compuestos pueden, entre otras cosas, funcionar solo o en combinación como reguladores de pH, ajustadores de pH, reactivos, tampones, fertilizantes, cargas, estabilizadores, inhibidores de apelmazamiento, auxiliares de la solubilidad y/o acondicionadores. Por ejemplo, uno o más componentes ácidos sólidos incluyen ácido malónico (ácido dicarboxílico), ácido DL-málico (ácido (+/-)-2-hidroxisuccínico), ácido maleico (ácido cis-butenodioico), ácido succínico (ácido butanodioico), ácido itacónico (ácido metilensuccínico), ácido glutárico (ácido 1,5-pentanodioico), ácido glicólico (ácido hidroxiacético), ácido tricarbálico (ácido 1,2,3-propanotricarboxílico), ácido adípico (ácido hexanodio), ácido pimélico (ácido heptanodioico), ácido cítrico (ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico), anhídrido maleico (2,5-furanodiona) y/o anhídrido succínico.

Los ejemplos de componentes básicos sólidos incluyen los diversos carbonatos de potasio, sodio y magnesio, óxidos metálicos tales como óxido de magnesio, diversos hidróxidos tales como hidróxido de potasio y bases orgánicas. Sin embargo, no se prefieren aquellos carbonatos u otras especies que están sujetas a descomposición en solución acuosa o reacción con ácido para formar gases, tal como dióxido de carbono. Por consiguiente, se prefiere el uso de bases nutritivas que causen poca o ninguna efervescencia cuando se colocan en solución. Las bases conjugadas de diversos ácidos inorgánicos y orgánicos también se pueden usar, incluyendo pirofosfato de tetrapotasio, fosfato de tripotasio o el citrato de sodio (también conocido como citrato trisódico). Preferiblemente, en una forma de realización, los componentes básicos son débilmente básicos. En otra forma de realización, los componentes ácidos son débilmente ácidos. No se prefiere la adición de bases fuertes tal como KOH (cuando se usa un ácido fuerte).

Ventajosamente, se evitan mezclas de ácido fuerte/base fuerte que comprenden componentes de ácido fuerte y

- base fuerte a menos que estos componentes se mantengan separados o demuestren una actividad reducida entre sí. En la mayoría de las formas de realización, es altamente preferido que los correspondientes componentes de fertilizante ácido y básico comprendan una fuente de nutrientes significativa. Por ejemplo, las composiciones preferidas comprenden aproximadamente al menos el 5% o más en peso de un componente básico que proporciona una fuente de nutrientes y aproximadamente al menos el 5% o más de un componente ácido que opcionalmente proporciona una fuente de nutrientes. Por consiguiente, las composiciones en una o más formas de realización de la presente invención, comprenden al menos el 5% de un ácido (que puede ser o no un fertilizante) y al menos el 5% de una base (de las cuales existe al menos el 5% de fertilizante básico con respecto a la composición total).
- 10 Los componentes que liberan gas tras la neutralización u otra reacción tras la adición al agua no son los preferidos. La efervescencia o la producción de gas no es deseable en composiciones de fertilizantes solubles en agua debido a, por ejemplo, la posibilidad de una acumulación peligrosa de gas. Por consiguiente, en uno o más aspectos de la presente invención, la composición de fertilizante soluble en agua no produce efervescencia ni libera gas en cantidades más que triviales. En formas de realización altamente preferidas, la composición no produce efervescencia ni libera gas en ninguna cantidad observable.

La Tabla 2 ilustra algunos componentes de fertilizantes ácidos, básicos y neutros comunes y sus solubilidades que se pueden usar para formular las composiciones de una o más formas de realización de la presente invención.

20

TABLA 2

NOMBRE DEL COMPUESTO	SOLUBILIDAD*	pH**
Fosfato de urea (UP)	96	2
PeKacid (KH ₅ (PO ₄) ₂)	67	2,2
Ácido cítrico	133	2,3
Fosfato monoamonio (MAP)	40	4,5
Fosfato monotasio (MKP)	25	4,5
Sulfato potásico	12	4,9
Sulfato de amonio (AS)	76	5
Nitrato de magnesio	71	5,4
Cloruro de potasio (KCl)	35	5,9
Nitrato de calcio y amonio		6
Nitrato de amonio (AN)	213	6
Urea	108	7
Nitrato de potasio (KNO ₃)	38	9,4
Fosfato dipotásico (DKP)	168	9,8
Pirofosfato de tetrapotasio (TKPP)	187	10,8
Fosfato de tripotasio (TKP)	106	12
Hidróxido de potasio (KOH)	121	12,9
* Solubilidad (gramos) en 100 gramos de agua a temperatura ambiente (~20 - ~25 °C)		
** pH de una solución al 1% en agua a temperatura ambiente		

- El componente de ácido de la composición está presente preferiblemente en una cantidad de aproximadamente el 3 a aproximadamente el 90%, y más preferiblemente de aproximadamente el 5 a aproximadamente el 60%, en peso de la composición. La cantidad de ácido sólido a añadir depende de una serie de factores que incluyen (1) la dureza y/o alcalinidad del agua que se aplicará; (2) la cantidad de fosfatos en el producto; (3) el efecto basicificante de los componentes básicos; y (4) el efecto acidificante del ácido sólido. Asimismo, las mismas consideraciones son útiles para determinar la cantidad de base sólida que se añadirá. Las formulaciones de la presente invención pueden, en una o más formas de realización, adaptarse para la disolución en agua de diversos tipos de dureza de acuerdo con métodos conocidos en la técnica. Véase, por ejemplo, la Patente de Estados Unidos N.º 6.312.493.
- 25
- 30 Con respecto a los macro nutrientes primarios para su uso en las composiciones de esta invención, incluyen macro nutrientes que contienen fósforo, nitrógeno y/o potasio.
- Los macronutrientes que contienen nitrógeno preferidos incluyen nitratos, sales de amonio y derivados de urea. Los macronutrientes preferidos que contienen potasio incluyen sales de potasio. Los macronutrientes preferidos que contienen fósforo incluyen fosfatos. Los macronutrientes primarios están presentes preferiblemente en la composición y más preferiblemente están dentro del 1 al 99% en peso de la composición.
- 35

Los nutrientes secundarios preferidos para su uso en las composiciones de la presente invención incluyen elementos no quelados que consisten en sales de calcio, magnesio y sulfato. Los nutrientes secundarios están presentes preferiblemente en la composición en una cantidad de aproximadamente el 0 a aproximadamente el 99% en peso de la composición y más preferiblemente están presentes desde aproximadamente 0,1% a 99% en peso.

5 Cabe señalar que los macronutrientes (y micronutrientes) son opcionales. Es posible que estos componentes ya estén presentes en la solución o que simplemente no sean necesarios. Cuando se añaden oligoelementos, se prefiere que estén quelados.

Los micronutrientes preferidos para su uso en las composiciones incluyen los elementos que consisten en sulfatos y
10 nitratos de hierro, molibdeno, manganeso, cobre, cinc y cobalto, ácido bórico, boratos y molibdatos. Estos elementos pueden estar presentes en forma quelada. Los micronutrientes están presentes preferiblemente en la composición en una cantidad de aproximadamente el 0 a aproximadamente el 50% en peso de la composición y más preferiblemente de aproximadamente el 0,1% a aproximadamente el 50% en peso.

15 De acuerdo con una forma de realización de esta invención, la composición de fertilizante comprende de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 99% y, preferiblemente, de aproximadamente el 5 a aproximadamente el 60% de uno o más componentes ácidos que opcionalmente son fertilizantes. El resto de la composición comprende al menos uno o más componentes básicos, en donde al menos un componente es un fertilizante básico. Los componentes de fertilizante básico comprenden al menos el 5% de la composición en formas de realización
20 preferidas.

De acuerdo con otra forma de realización de esta invención, la composición de fertilizante contiene de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 99% y, preferiblemente, de aproximadamente el 5 a aproximadamente el 60% de uno o más componentes básicos en la que al menos un componente es un componente de fertilizante
25 básico y el resto de la composición comprende al menos un componente ácido que opcionalmente puede ser un fertilizante. El componente o componentes ácidos comprenden al menos el 5% de la composición en formas de realización preferidas.

De acuerdo con otra forma de realización, la composición de fertilizante de la presente invención contiene de
30 aproximadamente el 1 a aproximadamente el 99% y, preferiblemente, de aproximadamente el 5 a aproximadamente el 60% de un ácido o ácidos (tal como ácido cítrico) o fertilizante ácido (tal como fosfato de urea); y de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 99% y, preferiblemente, de aproximadamente el 5 a aproximadamente el 40% de TKP y/o TKPP.

35 Debido a que carbonatos tales como, por ejemplo, carbonato de potasio se someten a efervescencia tras la reacción con un ácido, no se prefieren los materiales fertilizantes básicos que producen carbonato libre en solución. Por consiguiente, en una o más formas de realización preferidas, la composición de fertilizante es una mezcla de un compuesto ácido y básico en el que el compuesto básico no es un carbonato. Se entiende que un carbonato es cualquier compuesto que contiene el grupo carbonato que produce carbonato libre tras la disolución en agua. El
40 carbonato libre es un carbonato que reacciona con una fuente de protones, tal como ácido cítrico en agua, para producir dióxido de carbono. Tampoco se prefieren otros compuestos que experimenten reacción con una fuente de protones en agua para producir dióxido de carbono o cualquier otro gas.

En una o más formas de realización de la invención, la composición se formula para disolverse sin la producción de
45 cantidades estequiométricas o supra-estequiométricas de gas en relación con los componentes de ácido, base y/o neutro y, preferiblemente, produce cantidades subestequiométricas de gases. Mucho más preferiblemente, para cada mol de componente de ácido, base y/o neutro se producen menos de 0,1 moles de gas, y mucho más preferiblemente se producen menos de 0,01 moles de gas. Por ejemplo, un compuesto que contiene un mol de un ácido, un mol de una base y un mol de un compuesto neutro, produce preferiblemente menos de 0,01 moles de gas
50 con respecto a cada mol de ácido, base o compuesto neutro, es decir, menos de 0,03 moles de gas se producen en total después de la disolución completa.

En formas de realización adicionales, la composición se formula para producir una solución incolora o transparente tras la completa disolución en agua. La disolución completa se produce cuando la agitación no produce una
55 disolución adicional de la composición a temperatura ambiente, es decir, ya no se disolverá más composición en solución. La composición también puede describirse como libre de neblina, sin turbidez o libre de turbidez, o no turbia. En otras formas de realización, la solución puede ser transparente, pero mostrar un color. El color puede ser el resultado de, por ejemplo, la inclusión de un tinte en la composición. En una o más formas de realización de la invención, una solución al 10% de la composición es transparente a temperaturas tan bajas como 0,1, 5, 10, 15 o 20

°C. Una solución transparente es aquella que tras agitarse vigorosamente no muestra partículas suspendidas visibles tras la observación por el ojo humano. Dichas soluciones "transparentes" también pueden describirse como substancial o esencialmente libres de partículas suspendidas.

- 5 En aún otra forma de realización de esta invención, la composición de fertilizante no incluye ningún macronutriente que contenga fósforo en la misma. Por ejemplo, un ácido orgánico o inorgánico tal como ácido cítrico, se puede añadir en combinación con un componente de fertilizante débil o fuertemente básico con o sin la adición de componentes fertilizantes neutros.
- 10 Los ejemplos de macronutrientes que contienen fósforo, nitrógeno y potasio que se incluirán en la composición de fertilizante de la presente invención son nitrato de amonio, urea, fosfato de urea, sulfato de amonio, nitrato de sodio, fosfato de monoamonio, fosfato de diamonio, fosfato mono-potásico, fosfato dipotásico, fosfato tri-potásico, nitrato de potasio, sulfato de potasio, pirofosfato de tetrapotasio, cloruro de potasio, nitrato de magnesio, nitrato de calcio y/o similares.
- 15 El intervalo de composiciones de fertilizantes que están dentro del alcance de la presente invención son aquellos que tienen un contenido de fósforo (como % en peso de P_2O_5) de aproximadamente el 0 a aproximadamente el 60%, un contenido de nitrógeno (como % en peso de N) de aproximadamente el 0 a aproximadamente el 46%, y un contenido de potasio (como % en peso de K_2O) de aproximadamente el 0 a aproximadamente el 60%.
- 20 Además de los macronutrientes primarios que contienen fósforo, nitrógeno y potasio, pueden incluirse elementos tales como calcio y magnesio, azufre como sulfatos (es decir, nutrientes secundarios) y hierro, manganeso, cobre, boro, cinc, molibdeno y cobalto (es decir, micronutrientes) en la composición de fertilizante de la presente invención como otros materiales fertilizantes. En la práctica, estos elementos pueden incluirse, por ejemplo, en los intervalos
- 25 de concentración enumerados en la Tabla 3.

TABLA 3

NUTRIENTE	INTERVALO DE CONCENTRACIÓN EN PRODUCTO SECO DE NUTRIENTES FINAL (% EN PESO)
Ca	0-15
Mg	0-5
Fe	0-10
Mn	0-5
Cu	0-5
B	0-5
Mo	0-2
Zn	0-5
Co	0-1

- 30 De manera importante, los elementos de los nutrientes secundarios y los micronutrientes no tienen que incluirse necesariamente en forma quelada, tal como los quelatos de EDTA o DTPA o similares, sino que pueden añadirse como sales metálicas simples, especialmente nitratos o sulfatos. El boro se puede incluir como ácido bórico o como borato. El molibdeno se puede proporcionar como un metal alcalino o molibdato de amonio. El magnesio puede estar presente como nitrato de magnesio.
- 35 Los nutrientes y micronutrientes secundarios no quelados incluyen: nitrato de calcio, nitrato de magnesio, sulfato de magnesio, sulfato de amonio, sulfato de potasio, sulfato ferroso, nitrato ferroso, cloruro ferroso, sulfato de manganeso, nitrato de manganeso, cloruro de manganeso, sulfato de cobre, nitrato de cobre, cloruro de cobre, ácido bórico, borato de sodio, sulfato de cinc, nitrato de cinc, cloruro de cinc, molibdato de sodio, molibdato de amonio y similares.
- 40 Por supuesto, aunque no es necesario, pueden usarse sales metálicas queladas tales como Ca-EDTA, Mg-EDTA, hierro-EDTA, hierro-DTPA, hierro-EDDHA, Mn-EDTA, Zn-EDTA, Co-EDTA y cobre-EDTA como nutrientes y micro nutrientes secundarios. Además, la composición de fertilizante de la presente invención puede contener materiales adicionales tales como cofactores, si se desea.
- 45 Los nutrientes anteriores se mezclan generalmente como sólidos. Los productos resultantes son sólidos secos como se ha definido anteriormente. Deben almacenarse en un envase resistente al agua para minimizar el

apelmazamiento o la formación de grumos. Además, se pueden añadir otros inertes solubles (colorantes, agentes antiaglomerantes, etc.) a estas composiciones de fertilizantes. En algunas formas de realización, los nutrientes anteriores pueden mezclarse solo después de la adición a la solución o inmediatamente antes de la adición a la solución de un paquete, bolsa u otro contenedor que comprenda los nutrientes en al menos dos compartimentos 5 separados.

Las composiciones de fertilizantes sólidas de la presente invención se preparan en soluciones madre y finalmente en soluciones de alimentación por disolución en agua. Esto debe realizarse en equipos limpios generalmente con algo de agitación. Comúnmente, la concentración de la composición de fertilizante en la solución madre es de 10 aproximadamente el 5% a aproximadamente el 40% en peso de la solución, más preferiblemente de aproximadamente el 10 al 25% en peso de la solución. Este material de solución madre se diluye por un factor de aproximadamente 10 a 800 para la aplicación a las plantas, lo que da las concentraciones finales de alimentación. Preferiblemente, la concentración de la composición de fertilizante en la solución de alimentación es de aproximadamente el 0,05% a aproximadamente el 1% en peso de la solución, más preferiblemente de 15 aproximadamente el 0,1 a aproximadamente el 0,15% en peso de la solución.

Por consiguiente, en una o más formas de realización de la presente invención, se describe un proceso para la preparación rápida de la solución madre. La preparación rápida se define como la creación de una solución madre a partir de una composición de WSF seca de acuerdo con la presente invención y un aditivo acuoso tal como agua, 20 agua del grifo, agua de pozo, agua de lluvia u otros tipos de agua de cualquier fuente de agua que proporcione, cuando se disuelven de 100 a 250 gramos de WSF por 1 litro de agua a temperatura ambiente, una solución sustancialmente disuelta en aproximadamente 30 minutos. Un proceso mejorado proporciona la disolución en 30 a 60 minutos y un proceso mejorado proporciona la disolución en menos de 2 horas. La disolución sustancial está indicada, por ejemplo, por la aparición de una solución transparente.

También se describe un proceso para la preparación de la solución madre en el que la solubilidad de las composiciones de WSF se mejora en agua cuando la composición de WSF se adapta para producir una reacción exotérmica tras la reacción de uno o más compuestos ácidos y uno o más compuestos básicos. En una versión preferida de este proceso, los compuestos ácidos y los compuestos básicos están presentes en cantidades no 25 triviales. En una forma de realización altamente preferida, los compuestos ácidos y básicos están presentes en proporciones tales que dan una composición de fertilizante neutra. Por ejemplo, en algunos casos se puede usar una relación equimolar del componente ácido con respecto al componente básico para producir una solución neutra tras la disolución de ambos en agua. En otros casos, las relaciones molares de los componentes ácidos y básicos pueden no ser equimolares. La formulación de composiciones que comprenden ácidos y bases para producir 30 soluciones neutras tras la disolución en agua está dentro de la experiencia de la técnica. Véase, por ejemplo, Mattock, G. (1961). PH measurement and titration. Physical processes in the chemical industry, v.6. Nueva York: Macmillan. Véase también, por ejemplo, Petrucci, R. H., Harwood, W. S., & Herring, F. G. (2002) General chemistry: Principles and modern applications. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.

40 Además, las composiciones de una o más formas de realización de la presente invención comprenden el 5% o más de al menos un componente ácido y el 5% o más de al menos un componente básico en peso de la composición total, de manera que el 10% o más de la composición comprende componentes ácidos y básicos.

En los procesos anteriores, se puede crear una solución madre mediante la combinación de un WSF de acuerdo con 45 la presente invención y agua. La mezcla se puede agitar, remover o someter opcionalmente a calor, ultrasonido u otra radiación para mejorar adicionalmente la solubilidad.

Una composición es estable, a menos que se defina otra cosa, cuando la composición no presenta apelmazamiento, descomposición o "emparedamiento" sustanciales (u otra decoloración) durante el almacenamiento en condiciones 50 ambientales típicas después de 7 días o a 54 °C en 3 días. "Almacenamiento", a menos que se defina otra cosa, se considera almacenamiento en contenedores sustancialmente impermeables al agua. El apelmazamiento sustancial se indica cuando aproximadamente 75 gramos del material en una bolsa presentan grumos palpables y/o el material ha perdido la fluidez original de la composición. Una composición comprende componentes de fertilizante mixtos, a menos que se indique otra cosa.

55 En una forma de realización alternativa de la presente invención, uno o más ingredientes de la composición de WSF se proporcionan en un envase u otro contenedor que comprende opcionalmente uno o más compartimentos. En uno o más compartimentos adicionales o paquetes o contenedores adicionales, se proporcionan los ingredientes restantes de la composición de WSF. Después, el proceso comprende verter o administrar el contenido de uno o

más paquetes, contenedores o compartimentos a un recipiente u otro contenedor o paquete. El recipiente, contenedor o paquete ya puede comprender agua o el agua puede añadirse posteriormente en dicho recipiente, contenedor o paquete, o en un segundo recipiente, contenedor o paquete. Por consiguiente, las composiciones de WSF de la presente invención pueden incluir componentes de fertilizante altamente reactivos que se separan por 5 envasado u otros materiales hasta inmediatamente o poco antes de mezclarlos solos o con agua. Por lo tanto, las ventajas de una solubilidad mejorada pueden realizarse para composiciones que pueden no ser estables como mezclas secas. La manera de añadir o mezclar los componentes separados puede adaptarse para tener en cuenta el perfil de reactividad de los componentes.

10 También se describe un proceso mejorado para la administración de nutrientes a las plantas. Puede comprender el proceso de preparación de una solución madre como se ha descrito anteriormente utilizando WSF de acuerdo con la presente invención, seguido de la administración de la solución madre a plantas utilizando, por ejemplo, dosificadores, pulverizadores, líneas de goteo u otros dispositivos. Ventajosamente, este proceso da como resultado la capacidad de administrar rápidamente la solución madre desde el momento de la mezcla a las plantas con la 15 minimización de la precipitación de nutrientes en el aparato de administración.

La composición de fertilizante de la presente invención se describirá adicionalmente y sus ventajas se harán evidentes con referencia a los siguientes Ejemplos que se proporcionan para ilustrar la práctica de la invención y no para limitar el alcance de la invención como se define por en las reclamaciones adjuntas. Todos los porcentajes son 20 en peso a menos que se indique otra cosa.

Los siguientes polvos/mezclas de gránulos en la Tabla 4 se hicieron a escala de laboratorio (50 - 100 gramos) mezclando bien los ingredientes de calidad técnica. El análisis de nutrientes se basa en el contenido de N:P₂O₅:K₂O. Las composiciones B, F y G son composiciones de acuerdo con la presente invención, las composiciones A, C, D y 25 E no son parte de la presente invención.

TABLA 4

COMPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE NUTRIENTES	COMPONENTE	% (p/p)	pH**	S _m ***
COMPOSICIÓN NEUTRA A (20:20:20)	Urea	22,41	4,8	>30
	MAP	33,33		
	KNO ₃	44,26		
COMPOSICIÓN NEUTRA B (19:20:20)	UP	11,35	6,4	>30
	TKPP	36,94		
	AN	51,72		
COMPOSICIÓN NEUTRA C (19:19:19)	AN	46,95	---	---
	UP	16,20		
	DKP	32,86		
	KOH*	3,29		
COMPOSICIÓN NEUTRA D	Urea	40,21	---	---
	UP	19,05		
	DKP	37,05		
	KOH*	3,70		
COMPOSICIÓN NEUTRA E (20:20:20) + TE	Urea	21,97%	4,8	
	MAP	32,68%		
	KNO ₃	43,39%		
	Elementos traza (TE)	1,96%		
COMPOSICIÓN NEUTRA F (19:19:19) + TE	AN	50,70%	6,5	
	UP	11,13%		
	TKPP	36,21%		
	Elementos traza	1,96%		
COMPOSICIÓN G DÉBILMENTE ÁCIDA (9:40:25) + TE	AN	1,34%	3,7	21
	UP	48,79%		
	TKPP	46,92%		
	Elementos traza	2,95%		

*Gránulos de KOH molidos usando un mortero

**pH de 50 gramos en 50 ml de agua a temperatura ambiente (ta)

***Solubilidad máxima en agua a 25 °C (gramos por 100 ml de H₂O)

EJEMPLO 1: Velocidad de disolución - Se colocaron 500 ml de agua desionizada en un vaso de precipitados de 1000 ml. Se añadió una barra de agitación magnética y el agua se agitó a 600 RPM. La conductividad del agua se midió con un dispositivo de medición de conductividad conectado a un sistema de recolección de datos. Además, se colocó una sonda de temperatura (PT100) en el agua para medir la temperatura de manera continua. En = 0 segundos, se añadieron 50 gramos de WSF y la conductividad y la temperatura se midieron continuamente.

En la Figura 1, la conductividad y la temperatura medidas se dan para ambas composiciones en función del tiempo. La conductividad es una indicación de la cantidad de nutrientes y, por lo tanto, WSF disuelto en el tiempo. La medida de E_c máxima se establece en E_c al 100%. Para la Composición A (20 + 20 + 20) esto es 50,1 mS/cm. Para la composición B (19 + 20 + 20) esto es 69,3 mS/cm. Para alcanzar el 80% del valor E_c , se necesitaron 9 minutos y 42 segundos para la formulación 20 + 20 + 20 (Composición A, el producto de referencia) y 3 minutos y 34 segundos para la formulación 19 + 20 + 20 (Composición B). Ventajosamente, la velocidad de solubilidad es más del doble en este caso por la invención.

15 Sin limitar los mecanismos por los cuales se considera que la invención funciona o mecanismos alternativos, el aumento de la solubilidad puede explicarse, al menos en parte, por las diferencias en la solubilidad de los compuestos utilizados. Otra explicación mecánica es que la formulación 19 + 20 + 20 que contiene un ácido y una base sólidos no redujo la temperatura de la solución tanto como para la formulación 20 + 20 + 20 debido al calor resultante de la neutralización.

EJEMPLO 2: Pruebas de estabilidad en almacenamiento - Las composiciones A, B, C y D se probaron para determinar la estabilidad de acuerdo con el siguiente método. Aproximadamente 75 gramos de una composición se pesaron en una bolsa de muestra de polietileno. La bolsa de muestra se almacenó en una estufa a 40 °C bajo un bloque de hierro que pesaba aproximadamente 10 kg en una tabla de madera de una dimensión de 15 por 15 cm. Después de un día, se comprobó el producto de WSF para determinar el apelmazamiento y otros aspectos visuales.

Resultados después de un día de almacenamiento: El producto de acuerdo con una forma de realización de la presente invención (composición B) 19 + 20 + 20 indicó que no había apelmazamiento ni cambio visual del producto. Además, la composición A, el producto de referencia, indicaba que no había apelmazamiento ni cambios visuales. Tanto la composición C como la D indicaron apelmazamiento y algunos puntos "calientes", es decir, decoloraciones o cambios en la apariencia visual de la composición original. Un punto caliente estaba marcado por la visualización de manchas marrón oscuras indicativas de descomposición. Las pruebas de estabilidad en las composiciones C y D demuestran que se evita preferiblemente el uso de una base fuerte (como KOH).

35 Las composiciones E, F y G ilustran formulaciones alternativas de una o más formas de realización de la presente invención. Se observa que la Composición G demuestra que las composiciones de WSF que tienen propiedades ventajosas pueden formularse con un pH en solución que no sea neutro.

REIVINDICACIONES

1. Una composición de fertilizante seca y sólida, estable en forma y soluble en agua, que comprende:
- 5 (i) al menos un componente de fertilizante (A) que es sólido a temperatura ambiente; en la que dicho componente de fertilizante tiene un pH de <4,5 en una solución acuosa al 1% (p/p) a temperatura ambiente; y
- 10 (ii) al menos un componente de fertilizante (wB) que es sólido a temperatura ambiente, en la que dicho componente de fertilizante (wB) tiene un pH en el intervalo de >10 pero <12,5 en una solución acuosa al 1% (p/p) a temperatura ambiente; en el que
- (a) el total del componente de fertilizante (A) en la composición es al menos el 5% en peso de la composición;
- 15 (b) el total del componente de fertilizante (wB) en la composición es al menos el 10% en peso de la composición; y
- (c) dicha composición es sustancialmente no efervescente tras la dispersión en agua a temperatura ambiente,
- en la que la composición de fertilizante tiene un contenido de fósforo como el % en peso de P_2O_5 de hasta el 60%, un contenido de nitrógeno como el % en peso de aproximadamente el 0 a aproximadamente el 46%, y un contenido de potasio como el % en peso de K_2O de hasta el 60%, en la que el componente de fertilizante (wB) no es un carbonato y la composición del fertilizante no contiene hidróxido de potasio, y en la que dicho al menos un componente de fertilizante (A) es fosfato de urea, peKacid ($(KH_5(PO_4)_2)$), y/o ácido cítrico, y en la que dicho al menos un componente de fertilizante (wB) es fosfato tripotásico o pirofosfato tetrapotásico.
- 20 2. La composición de la reivindicación 1, en la que el total del componente de fertilizante (wB) en la composición es de al menos el 15% al 40% en peso de la composición.
- 30 3. La composición de las reivindicaciones 1 a 2, que comprende además al menos un componente de fertilizante (C), en el que dicho componente fertilizante tiene un pH de >4,5 pero <10 en una solución acuosa al 1% (p/p) a temperatura ambiente.
4. La composición de la reivindicación 3, en la que dicho al menos un componente de fertilizante (C) es
- 35 fosfato de monoamonio, fosfato de monopotasio, sulfato de amonio, nitrato de magnesio, cloruro de potasio, nitrato de calcio y amonio, nitrato de amonio, urea, nitrato de potasio, sulfato de potasio, o fosfato dipotásico.
5. La composición de las reivindicaciones 1 a 4, en la que dicho al menos un componente fertilizante (wB) es una sal de metal alcalino o una sal de metal alcalinotérreo.
- 40 6. La composición de la reivindicación 3, en la que dicha composición comprende (i) urea, MAP y KNO_3 ; o (ii) AN.
7. La composición de acuerdo con la reivindicación 1-6, en la que dicho al menos un componente de
- 45 fertilizante (A) es fosfato de urea, en la que dicho al menos un componente de fertilizante (wB) es pirofosfato de tetrapotasio, en la que dicho al menos un componente de fertilizante (C) es nitrato de amonio.
8. La composición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en la que la composición comprende además un elemento traza.
- 50 9. Una solución madre de fertilizante, que comprende la composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 disuelta en agua, en la que la concentración de dicha composición en la solución está entre el 5% y el 40% en peso de la solución.
- 55 10. Un proceso para fabricar una solución madre de fertilizante, que comprende mezclar agua con la composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en una concentración de entre el 5% y el 40%.
11. Un proceso para fabricar la composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que

comprende la etapa de mezclar uno o más componentes de la composición en forma seca.

12. Un producto de fertilizante seco embolsado, que comprende la composición de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

5

13. Un proceso para suministrar nutrientes en solución a las plantas, que comprende los pasos de:

- (i) mezclar agua con la composición de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 para producir una solución sustancialmente no efervescente, sustancialmente libre de precipitados;
- (ii) opcionalmente diluir dicha solución; y
- (iii) administrar dicha solución a una o más plantas.

10

