

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 134**

51 Int. Cl.:

A23L 33/165 (2006.01)

A23K 20/20 (2006.01)

A61K 33/26 (2006.01)

C05D 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.09.2013 PCT/EP2013/069397**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.04.2014 WO14056690**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2013 E 13762871 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.10.2016 EP 2906052**

54 Título: **Composición nutritiva inorgánica con hierro**

30 Prioridad:

10.10.2012 BE 201200666

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

18.04.2017

73 Titular/es:

**PRAYON (100.0%)
Rue Joseph Wauters 144
4480 Engis, BE**

72 Inventor/es:

**CAPPELLE, PHILIPPE, JACQUES, MYRIAM y
VERHELST, KURT, THIERRY, S.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 609 134 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 nutritiva inorgánica con hierro

La presente invención se refiere a una composición nutritiva inorgánica en fase acuosa rica en micronutrientes.

5 Independientemente de que la nutrición sea para los humanos, los animales, las plantas o incluso los microorganismos, la asimilación de los minerales (macro- y micronutrientes) es indispensable en los ciclos vitales de estos diferentes organismos. Al mismo tiempo, para que puedan ser absorbidos y asimilados, es indispensable que estos elementos nutritivos estén biodisponibles, es decir, que puedan estar totalmente solubilizados en una solución desde la cual estos organismos los puedan tomar y asimilar.

10 Sin embargo, el hierro es un micronutriente del que se sabe perfectamente que es un elemento con una capacidad de solubilización particularmente baja. Una de las vías utilizadas para solubilizar el hierro reside en el hecho de que forme complejos con un quelato orgánico. Sin embargo, el quelato orgánico está cada vez más cuestionado como aditivo alimentario, como todos los aditivos orgánicos y, por lo tanto, no resulta conveniente para la solubilización del hierro en los aditivos alimentarios o en cualquier cultivo de microorganismos destinados a ser ingeridos, tales como determinados fermentos o las microalgas, o incluso en las plantas comestibles.

15 Más recientemente, algunos autores se decantan por la posibilidad de que el hierro forme complejos con polifosfatos, tales como el pirofosfato, el tripolifosfato o incluso los polímeros superiores de fosfato, y es en este contexto en el que se inscribe la presente invención.

20 Por otra parte, se conoce la existencia del documento US 20090124572 sobre las composiciones sólidas. El documento da a conocer un complemento alimentario sólido que contiene pirofosfato de hierro quelado. Según las enseñanzas del documento, dicho sólido puede estar solubilizado y quelado con ayuda de citrato, que es una fuente orgánica.

25 La presente invención se refiere más en particular a una composición nutritiva inorgánica que comprende al menos una fase acuosa, un polifosfato y al menos una fuente de hierro como micronutriente, en donde dicha composición nutritiva presenta una razón molar $P_{\text{poli}}/\text{Fe}$ comprendida entre 5 y 50, donde P_{poli} representa el número total de moles de fósforo en forma de polifosfato y donde Fe representa un número total de moles de hierro.

30 Tal y como se ha mencionado más arriba, tales composiciones nutritivas en fase acuosa encuentran aplicación en numerosos dominios, tan variados como la alimentación humana y animal, el cultivo de microorganismos, o incluso la horticultura y sus derivados, tales como la hidroponía y la fertirrigación. Sin embargo, en numerosas aplicaciones, el hierro es un elemento que aparece como elemento perturbador de la estabilidad de la composición cuando está en fase acuosa, difícil de solubilizar en esta fase acuosa, y que conduce a un micronutriente a menudo poco biodisponible, ya que según el medio en el que se encuentre, genera muy a menudo la aparición de precipitados.

Este es, por ejemplo, el caso de los complementos alimentarios en forma de suspensión o de comprimidos efervescentes que resultan bastante desagradables cuando se tragan.

35 Asimismo, en las aplicaciones de aditivos alimentarios, como de los líquidos complementados (leche, bebidas, yogur) o cualquier otro alimento complementado, el medio en el que se añade el hierro no tiene forzosamente un pH que favorezca la disolución del hierro, lo que puede plantear numerosos problemas, sobre todo en la aceptación del producto alimentario por parte del consumidor, a quien no le apetece ingerir un alimento problemático o que contenga precipitados.

40 En el caso de los organismos vegetales, si el carbono representa el elemento nutritivo esencial de la fotosíntesis, los elementos minerales (los macro- y los micronutrientes) son igualmente importantes para que las plantas se desarrollen de forma óptima. Estos elementos minerales los adquieren típicamente las plantas desde el suelo o desde el sustrato de cultivo, mediante los pelos radiculares absorbentes que les permiten absorber el agua y los minerales.

45 Entre estos micronutrientes, lo que la planta necesita a la mayor concentración (del orden de 100 mg/kg de tejido seco) es el hierro, puesto que este mineral es necesario para la síntesis de la clorofila, la cual es a su vez indispensable para la fotosíntesis, la cual está directamente relacionada con el crecimiento de las plantas.

50 El hierro, al contrario que los procesos de la digestión humana, es muy poco soluble en fase acuosa y está, por consiguiente, muy poco biodisponible para las plantas que no se benefician de un pH ácido en el estómago que facilite la biodisponibilidad del hierro. El hierro forma entonces un precipitado que altera la estabilización de la solución.

En la actualidad, muchos cultivos (tomates, pepinos, calabacines, lechugas, pimientos, etc.) se realizan en cultivos hidropónicos o por sistemas de goteo, y estas dos técnicas permiten realizar una fertirrigación, es decir, realizar una alimentación de las plantas al mismo tiempo hídrica y mineral por medio de una composición acuosa nutritiva hasta las raíces de las plantas.

- 5 No obstante, estas técnicas de cultivo que se basan en la ausencia de sustrato o en la utilización de sustratos inertes (arena, bolas de arcilla, lana de roca...), no se ven ayudadas, por una parte, por la flora microbiana del suelo que regula el pH de la tierra para los cultivos más convencionales, y, por otra parte, no se benefician del aporte de sustancias nativas igualmente presentes en el suelo que podrían formar complejos con el hierro y hacerlo biodisponible.
- En el caso particular de la hidroponía, dichos sustratos neutros e inertes se irrigan con regularidad mediante una corriente líquida acuosa que aporta sales minerales y nutrientes esenciales a la planta por medio de una red de tubos que transportan la composición acuosa nutritiva.
- 10 El sistema de goteo necesita igualmente un sustrato y tubos de distribución para una composición acuosa nutritiva que hay que distribuir a las plantas por irrigación discontinua en la superficie superior de un sustrato.
- Si estos modos de fertilización se utilizan mucho y permiten aumentar considerablemente el rendimiento de numerosos cultivos, una restricción importante es la obligación de que estén biodisponibles los elementos nutritivos (macro- y micronutrientes) en solución acuosa y que se envíen hacia las raíces de las plantas, es decir, que las plantas los puedan asimilar directamente y, por lo tanto, que sean aptos para pasar desde la solución líquida nutritiva hasta la planta a través de los pelos absorbentes radiculares y que permanezcan en forma soluble.
- 15 Esta es la razón por la que se han llevado a cabo numerosas investigaciones para poner a punto las composiciones nutritivas en fase acuosa, inorgánicas, concentradas o listas para ser utilizadas, estables y sin impurezas, cuyos constituyentes están totalmente disueltos, tanto si es el hierro como si son los otros elementos nutritivos, en donde las composiciones fertilizantes líquidas tienen, además, que presentar un poder tamponante suficiente.
- 20 Por ejemplo, las composiciones nutritivas inorgánicas en fase acuosa como las mencionadas más arriba, que comprenden una fase acuosa, un polifosfato y hierro, se dan a conocer en los documentos US 3784367, US 4721519 y US 4336052.
- Por ejemplo, el documento US 3784367 describe las composiciones de fertilización en forma de fase acuosa de polifosfato de potasio producidas a partir de ácido polifosfórico de vía húmeda, y de KCl, en donde el ácido polifosfórico contiene el hierro en forma de complejo. Una vez que se obtiene el polifosfato de potasio, se le añade amoníaco o tiosulfato de amonio para que la composición fertilizante en fase acuosa contenga iones de amonio (NH_4^+) que garantizan la presencia de nitrógeno en la formulación acuosa según una razón molar $\text{N/P}_{\text{total}}$ dada a conocer en los ejemplos comprendida entre 0,51 y 0,56.
- 25 Por desgracia, tal composición fertilizante en fase acuosa que contiene tanto nitrógeno, en forma de iones NH_4^+ según una razón molar $\text{N/P}_{\text{total}}$ comprendida entre 0,51 y 0,56, no permite obtener una composición polivalente nutritiva completamente líquida, sino solo en fase acuosa.
- 30 En efecto, según este documento, la presencia de amonio en tal cantidad, aunque no se mencione explícitamente, parece dictada por las limitaciones del procedimiento y supone, pues, una presencia de amonio de forma proporcional al contenido de polifosfato, lo que hace imposible una utilización polivalente de la composición nutritiva así obtenida. En efecto, si en determinados dominios de aplicación la presencia de amonio es menos problemática, como en el caso general de la agricultura clásica, en otras aplicaciones no es necesaria ni obligatoria por necesidad en la cantidad dictada por el procedimiento descrito más arriba.
- 35 En efecto, si en el suelo existe una población de bacterias nitrificantes que convierten los iones de amonio en iones de nitrato, este no es el caso de los sustratos inertes o neutros del cultivo fuera del suelo, lo que provoca desde ese momento una acumulación de iones de amonio que son nocivos para las plantas. A modo de ejemplo, las plantas de tomate, el rábano y las espinacas soportan mal la presencia de iones de amonio, que pueden incluso conducir al marchitamiento de estas plantas.
- 40 Por otra parte, en cultivo fuera del suelo, en comparación con un cultivo en tierra normal donde el suelo presenta un poder tamponante por naturaleza y, gracias a la población de microorganismos saprófitos y simbióticos, los sustratos neutros o inertes no presentan el poder tamponante suficiente para paliar la bajada del pH que induce la asimilación de los iones NH_4^+ a nivel de las raíces. Así pues, la presencia de los iones NH_4^+ perturba el control del pH en este tipo de cultivo. Además, hasta este día, la solución para paliar este inconveniente, que residiría en el aumento del pH de la solución nutritiva en fase acuosa, no se puede poner en práctica por muchas razones importantes.
- 45 En primer lugar, una de las vías compatibles y cómoda para aumentar el pH sería dosificar una cantidad complementaria de amoníaco, lo que no haría más que empeorar el problema.
- 50 Luego, la presencia de iones de amonio es incompatible con los pH más elevados de las soluciones nutritivas, ya que por encima de 6,2 se produce una liberación de amoníaco gaseoso. Esto último se traduce de nuevo en una bajada del pH de la solución nutritiva, que tiende a estabilizarse en torno a 6.
- 55 Finalmente, la liberación de amoníaco gaseoso alcanza unos niveles peligrosos en términos de capacidad de explosión y de resultar nocivo más allá de pH 8,5.

Por otra parte, el procedimiento puesto en marcha en el documento US 3784367, y que se basa en la obtención de polifosfato de potasio a partir de ácido polifosfórico de vía húmeda, da lugar a soluciones que comprenden numerosas impurezas.

5 Estas impurezas impiden que tales soluciones se utilicen para el cultivo hidropónico y para los sistemas de goteo, sin limitarse a ellos, porque estas impurezas están en forma sólida, o bien se precipitan con el transcurso del tiempo, lo que provoca también que se acumulen poco a poco impurezas en los tubos que transportan la composición nutritiva, así como a nivel de las boquillas de dispersión, lo que supone un atascamiento del sistema de fertilización. El sistema de encauzamiento de la composición acuosa nutritiva queda, por lo tanto, inoperativo, hay que
10 desmontarlo completamente para ser limpiado o remplazado, lo que no permite ya asegurar la nutrición de las plantas ni la continuidad de la fertirrigación que es, no obstante, un primer objetivo de esta técnica.

Tales manipulaciones necesitan tiempo, monopolizan las superficies que ya no se podrán utilizar para la producción vegetal, lo que, por consiguiente, tiene repercusiones en términos de rendimiento de cultivo y de costes de producción.

15 Para obtener las formulaciones acuosas sin impurezas según el procedimiento descrito en el documento US 3784367, convendría utilizar el ácido térmico, muy costoso, y cuya utilización daría lugar a un producto final caro y no competitivo con respecto a las formulaciones acuosas nutritivas existentes.

20 De igual forma, se sabe que el documento U 3856500 da a conocer una composición fertilizante acuosa que comprende polifosfato de potasio dividido finamente en un líquido. La presencia de estas partículas en suspensión impide una utilización polivalente de dicha composición fertilizante, por ejemplo, en cultivo hidropónico, sin contar que estas partículas tienen una gran tendencia a formar partículas germinales sobre las que crecen precipitados posteriores.

Así pues, existe la necesidad real de producir soluciones realmente líquidas, listas para emplearse y estables (sin precipitados ni impurezas sólidas) con un coste competitivo y que se puedan utilizar para muchas aplicaciones.

25 Por ejemplo, estas soluciones polivalentes líquidas y estables se podrán utilizar directamente, por ejemplo, para la nutrición en la alimentación humana y animal, en las bebidas, en la nutrición de las plantas cultivadas en tierra o en hidroponía, o pueden constituir soluciones de reserva que convendrá diluir en el agua antes de utilizarlas.

La presente invención pretende, así pues, solucionar los problemas al procurar una composición nutritiva polivalente que sea estable y esté forma de solución (y que lo siga siendo) en la que los micronutrientes están y permanecen en forma biodisponible.

30 Mediante los términos «solución, líquido o incluso solución líquida», se hace referencia, en el sentido de la presente invención, a una solución enteramente en forma líquida, es decir, una formulación en donde presencia de impurezas o de partículas sólidas es inferior a 0,2%, y de manera particularmente preferida inferior a 0,05% en peso, con respecto al peso total de la formulación, incluso después de la conservación durante un periodo de tiempo predeterminado.

35 Con esta finalidad, la presente invención da a conocer una composición nutritiva inorgánica, tal como la mencionada más arriba, que comprende al menos una fase acuosa, al menos un polifosfato y al menos una fuente de hierro en tanto que micronutriente, en donde dicha composición nutritiva presenta una razón molar P_{poli}/Fe comprendida entre 5 y 50, donde P_{poli} representa un número total de moles de fósforo en forma de polifosfato y donde Fe representa un número total de moles de hierro, que se caracteriza por que dicha composición nutritiva inorgánica que comprende
40 al menos una fase acuosa está en forma de solución acuosa en la cual el hierro de dicha fuente de hierro está formando complejos con dicho al menos un polifosfato, y en la que presenta además una razón molar N/P_{total} inferior o igual a 0,2, donde N representa el número de moles de amonio y donde P_{total} representa el número total de moles de fósforo.

45 La solución nutritiva así obtenida es, por una parte, una composición mineral que no contiene, pues, ningún compuesto orgánico, lo que convierte su utilización en particularmente polivalente y comprende un contenido de nitrógeno limitado y flexible, y no un contenido de amonio dictado por el procedimiento. Además, la composición nutritiva así obtenida es una solución y, por tanto, una formulación líquida, lo que proporciona de esta forma el hierro en forma biodisponible restante totalmente en estado líquido después de la conservación durante un periodo mínimo de 6 meses.

50 En efecto, según la presente invención, se ha demostrado que tal composición en forma de solución nutritiva inorgánica que comprende al menos un polifosfato y que presenta una razón molar N/P_{total} inferior o igual a 0,2 permite una disolución total del hierro y de todos los constituyentes de la formulación líquida nutritiva inorgánica y, por consiguiente, obtener una composición en forma de solución líquida nutritiva inorgánica en el sentido de la invención.

55 Además, la proporción de P_{poli} , a saber, de fosfato en forma de polifosfatos, con respecto a la cantidad de hierro es óptima para que los polifosfatos actúen como agente que forma complejos y que mantiene el hierro en solución en

forma de iones disueltos.

Además, contrariamente a la composición líquida según el documento US 3784367, la composición líquida según la presente invención permite una utilización polivalente en cualquier tipo de aplicación, como la alimentaria, el cultivo de plantas o de microorganismos, bien en suelo o fuera del suelo como el cultivo hidropónico o de fertirrigación por goteo, a la vez que soluciona la muy problemática presencia de amonio.

De hecho, según la presente invención, la solución nutritiva presenta una razón molar N/P_{total} inferior o igual a 0,2, que puede variar según las necesidades y tal vez incluso ser nula en determinados casos, desde el momento en que el procedimiento de fabricación de la composición según la presente invención no comprende la etapa obligatoria de adición de amoníaco o amonio.

Este contenido de amonio reducido presenta varias ventajas, de las que a continuación se mencionan las principales. En cuanto al cultivo sobre sustrato neutro o inerte, fuera del suelo, el contenido reducido de nitrógeno y, por lo tanto, de amonio impide que se acumulen iones de amonio que son nocivos para un buen número de plantas.

Además, la concentración de iones de amonio es suficientemente pequeña en la solución nutritiva para que su absorción por el sistema radicular no altere el control del pH de dicha solución. Se sabe de hecho que la asimilación de cada ion de NH_4^+ viene acompañada por la liberación de un ion de H_3O^+ .

Finalmente, el poco contenido de amonio permite obtener unas soluciones nutritivas cuyo pH no debe necesariamente ser inferior a 6,5 porque se ha eludido el problema de liberación del amoníaco. Un pH superior a 6,5 tiende de hecho a reducir significativamente la velocidad de hidrólisis de los enlaces P-O-P que constituyen los polifosfatos. Esta reacción de hidrólisis supone una degradación progresiva de los polifosfatos en ortofosfatos, que no tienen la capacidad de formar complejos. En consecuencia, el hecho de poder aumentar el pH, y con ello reducir la degradación de los polifosfatos, mejora la estabilidad de la composición según la invención y garantiza la biodisponibilidad del hierro durante más tiempo.

En conclusión, la solución según la presente invención permite, por lo tanto, al eludir los problemas relacionados con la presencia de iones de amonio, mantener estable la solución nutritiva y, así pues, conservar los micronutrientes en forma biodisponible.

Por otro lado, la solución nutritiva según la presente invención, que permite mantener los micronutrientes en forma solubilizada y biodisponible, permite tantas aplicaciones como se deseen, ya que presenta una ventaja absolutamente indiscutible en las aplicaciones alimentarias, pero de igual forma para cualquier tipo de cultivo de plantas y/o de microorganismos, como el cultivo en hidroponía o en fertirrigación, donde la presencia de precipitados resulta fatídica.

De este modo, de forma muy ventajosa, la composición nutritiva inorgánica en forma de solución líquida según la invención es estable y se puede utilizar de forma polivalente tanto para los cultivos «clásicos» (cultivos en tierra) como para los cultivos fuera del suelo (por ejemplo, para la hidroponía o el goteo), y también en el dominio de los aditivos y de los complementos alimentarios.

Además, su carácter polivalente simplifica también la gestión de las reservas, así como las infraestructuras de almacenamiento y de transporte, desde el momento en que una sola solución resulta idónea para diferentes dominios de aplicación. La solución según la invención, que se puede comercializar en forma de concentrado o de solución lista para su uso, aunque se pueden contemplar igualmente diferentes soluciones con muy diversos contenidos o fuentes de nutrientes, para especializarla en función de las diversas aplicaciones, confirma de esta manera la perfecta flexibilidad de la solución nutritiva según la presente invención.

Ventajosamente, dicha razón molecular P_{poli}/Fe está comprendida entre 8 y 32, en donde esta razón molar del contenido de hierro por el contenido de polifosfato permite mantener el hierro completamente en solución en la solución nutritiva final a pesar de la presencia de otros iones tales como Ca^{2+} y Mg^{2+} que compiten con el hierro por sus propias reacciones de formación de complejos con los polifosfatos y durante un tiempo suficientemente largo para asegurar la estabilidad de la solución nutritiva.

Ventajosamente, dicha razón molar N/P_{total} es inferior o igual a 0,15, preferiblemente inferior o igual a 0,10, de manera preferida inferior o igual a 0,05 y más en particular cercana de 0, incluso nula.

Ventajosamente, la solución nutritiva inorgánica según la presente invención presenta un contenido de hierro comprendido entre el 0,02% y el 3% en peso de hierro con respecto al peso total de dicha composición nutritiva, para proporcionar un equilibrio entre el contenido de polifosfato necesario para el poder tamponante y para la formación de complejos con los micronutrientes y el aporte de hierro necesario en las diversas aplicaciones de la solución según la presente invención.

Ventajosamente, la solución nutritiva inorgánica según la invención comprende además otra fuente de micronutrientes elegida dentro del grupo que consiste en las fuentes de B, Mn, Zn, Cu, Mo, Co y sus mezclas, en donde dicha al menos una fuente adicional de micronutriente está presente en una razón atómica con respecto al Fe

comprendida entre 0,1 y 5 para el B, entre 0,05 y 2,5 para el Mn, entre 0,01 y 1 para el Zn, entre 0,005 y 0,25 para el Cu y para el Mo, y entre 0,001 y 0,1 para el Co.

5 Tales contenidos de micronutrientes garantizan los aportes de micronutrientes adecuados para muchas aplicaciones, es decir, según las necesidades reales de los organismos. Estos contenidos pueden, sin embargo, modificarse en función de la aplicación (animal, humana o vegetal), así como como en función del estadio de desarrollo de la planta en el dominio de aplicación vegetal que, según su aspecto y su fase de crecimiento, requiere proporciones variables entre los diferentes macro- y micronutrientes.

10 Preferiblemente, según la presente invención, dicho al menos un polifosfato se elige del grupo que consiste en polifosfatos alcalinos de sodio y de potasio, que además de actuar como formadores de complejos con el hierro, contribuyen al aporte de micronutrientes esenciales e indispensables para los humanos, los animales y las plantas, sobre los que favorece un crecimiento y un metabolismo correctos.

Preferiblemente, según la presente invención, dicho al menos un polifosfato se elige del grupo que consiste en pirofosfatos y tripolifosfatos, como, por ejemplo, el pirofosfato de tetrapotasio (TKPP), el tripolifosfato de potasio (KTPP), el tripolifosfato de sodio (STPP), el pirofosfato ácido de sodio (SAPP) y el pirofosfato de tetrasodio (TSPP).

15 En el ámbito de la presente invención, se ha demostrado que estos polifosfatos están particularmente indicados, ya que, por una parte, al actuar como formadores de complejos, permiten mantener el hierro en forma de iones disueltos que son asimilables por los organismos, pero, por otra parte, porque se toleran bien o porque tienen la reputación de ser aceptables como aditivos nutritivos alimentarios o a nivel de los cultivos. Por otro lado, como se mencionó más arriba, estos polifosfatos contribuyen a los aportes de fósforo, de sodio y de potasio, tres elementos necesarios para un desarrollo correcto de los organismos.

20 Ventajosamente, en la solución nutritiva según la presente invención, la razón molar M/P_{total} está comprendida entre 1 y 2, preferiblemente entre 1,3 y 2, y donde M representa el número total de moles de metal alcalino de sodio y de potasio.

25 Ventajosamente, la solución nutritiva según la presente invención comprende además fósforo en forma de ortofosfato según una razón molar P_{orto}/P_{total} comprendida entre 0 y 0,95, donde P_{orto} representa el número de moles de fósforo en forma de ortofosfato y donde P_{total} representa el número total de moles de fósforo, en donde esta razón molar está comprendida preferiblemente entre 0 y 0,3. De hecho, la fuente de fosfato según la presente invención permite igualmente, en una forma de realización ventajosa, aportar fósforo (P) en forma de fosfatos asimilables que resultan útiles para los organismos.

30 Según la presente invención, de manera muy ventajosa, la solución nutritiva inorgánica presenta una turbidez de solución inferior a 50 NTU, preferiblemente inferior a 20 NTU, y un porcentaje de insolubles inferior al 0,2% en peso con respecto al peso de la composición, preferiblemente inferior al 0,1% en peso con respecto al peso de la composición.

35 Además, de manera totalmente ventajosa, la solución nutritiva según la presente invención presenta una conservación que dura más de 6 meses, preferiblemente más de 12 meses, a 25 °C.

En una forma de realización particularmente preferida, y de manera particularmente inesperada, la solución nutritiva según la presente invención presenta un pH comprendido en el margen que va de 7,0 a 10,8.

40 En efecto, este margen de pH es totalmente sorprendente para la solución nutritiva según la invención, puesto que como se mencionó más arriba, el experto en la técnica no se lo esperaba por dos razones principales. La primera razón reside en el hecho de que, como se mencionó más arriba, este margen de pH acelera la velocidad de liberación de amoníaco gaseoso, cuando está presente, e incluso cuando su contenido es poco elevado, tal y como según la presente invención. Esta liberación acelerada de amoníaco conduce a un riesgo de toxicidad y de peligro que se considera inaceptable.

45 La segunda razón, que conoce bien el experto en la técnica, reside en el hecho de que la precipitación y la formación de complejos con el hierro (II o III) mediante los iones OH^- compiten cada vez más con su formación de complejos con los aniones de polifosfato siempre y cuando se aumente el pH de la solución. Así pues, ha aparecido de manera totalmente sorprendente que la solución nutritiva inorgánica según la presente invención se pueda obtener y permanecer estable en el margen de pH entre 7 y 10,8, lo que constituye una ventaja tecnológica complementaria, ya que típicamente se acelera a pH ácido la hidrólisis de los polifosfatos en ortofosfato. El hecho de poder mantener una solución nutritiva con un pH entre 7 y 10,8 permite, por lo tanto, reducir la hidrólisis de los polifosfatos y, así pues, aumentar la duración de la vida útil de la solución nutritiva.

50 De hecho, la hidrólisis de los polifosfatos en fosfatos inferiores hasta llegar a la formación de ortofosfatos tendría por resultado la reducción progresiva del contenido de polifosfato y, así pues, la razón molar P_{poli}/Fe de la solución nutritiva, lo que reduciría claramente a la biodisponibilidad del hierro en el medio nutritivo final donde los polifosfatos formarían complejos con otros iones como el calcio y el magnesio, entrando en competición con la formación de complejos con el hierro. Además, esta hidrólisis puede igualmente conllevar un fenómeno de precipitación posterior

en la propia solución nutritiva por la reducción de esta razón molar P_{poli}/Fe .

De manera ventajosa, la composición nutritiva inorgánica según la invención presenta un valor de transmitancia, medida por espectrofotometría de absorción al UV-visible a una longitud de onda de 254 nm para un trayecto óptico de 10 mm, de al menos el 45%, preferiblemente de al menos el 55%, de manera más preferida de al menos el 65%, más preferiblemente de al menos el 75%.

En horticultura en invernadero resulta ventajoso reciclar las aguas de drenaje en el sistema de fertirrigación para que las sales residuales no se encuentren en el entorno. La propagación de los microorganismos puede conducir a la aparición de bacterias, de virus, de mohos o de nemátodos. Estos organismos pueden ser nocivos para las plantas. La desinfección de las aguas drenadas se convierte entonces en una operación ventajosa para evitar una propagación de dichos microorganismos. En la actualidad, el reciclaje de las aguas de drenaje se realiza mediante la exposición de la solución recuperada a los rayos ultravioleta (UV-C), preferiblemente a una longitud de onda de 254 nm, de forma que se destruya suficientemente el material genético de dichos microorganismos.

Por consiguiente, una solución de drenaje que es suficientemente permeable a los rayos UV-C es ventajosa por permitir que estos alcancen a los microorganismos sin ser absorbidos por los solutos de dicha solución. O las soluciones que contienen la composición según la invención absorben menos los rayos UV-C que las soluciones que contienen los quelatos orgánicos.

Por otro lado, la composición según la invención resiste aún más los rayos UV-C cuando se compara con una composición nutritiva que comprende un quelante orgánico que experimenta una descomposición fotoquímica irreversible. Esto se traduce en una mayor estabilidad de la composición según la invención durante el tratamiento con UV-C al evitar de manera particularmente ventajosa cualquier pérdida de hierro por precipitación.

En las reivindicaciones adjuntas se indican otras formas de realización de la composición según la invención.

La invención se refiere también a una utilización de una composición nutritiva inorgánica según la invención para la fabricación de una solución diluida en la que están biodisponibles los macronutrientes y los micronutrientes.

Ventajosamente, la composición nutritiva según la invención, en forma de solución, se utiliza igualmente como composición fertilizante para la horticultura, la fertirrigación, la hidroponía y análogos.

En una variante según la invención, la solución nutritiva se utiliza igualmente como complemento alimentario o como aditivo alimentario para los alimentos y/o las bebidas enriquecidas con hierro biodisponible. De forma ventajosa, la composición nutritiva inorgánica según la invención también se puede utilizar para la nutrición animal o humana.

En las reivindicaciones adjuntas se indican otras formas de realización de la utilización según la invención.

Otras características, detalles y ventajas de la invención se revelarán de los ejemplos que se ofrecen a continuación, a título no limitante, y al hacer referencia a los ejemplos adjuntos.

Según la presente invención, una solución nutritiva inorgánica a base de hierro se obtiene por la puesta en contacto de una fase acuosa, una fuente de hierro y una fuente de fosfato que comprende al menos un polifosfato, tal y como se describe en los ejemplos.

Tal y como se indica más arriba, la fuente de fosfato añadida a la fase acuosa está dentro del grupo que consiste en polifosfatos alcalinos de sodio y de potasio, y preferiblemente en el grupo de los pirofosfatos y de los tripolifosfatos, como por ejemplo el pirofosfato de tetrapotasio (TKPP), el tripolifosfato de potasio (KTPP), el tripolifosfato de sodio (STPP), el pirofosfato ácido de sodio (SAPP) y el pirofosfato de tetrasodio (TSPP), sin que esto excluya la presencia de cadenas de polifosfatos de longitud superior, aunque en el alcance de la presente invención se haya demostrado que los polifosfatos de 2 a 3 átomos de P están particularmente indicados para garantizar la biodisponibilidad del hierro en numerosas aplicaciones para los seres vivos.

Dicha al menos una fuente de hierro se elige del grupo que consiste en $Fe_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$, donde x representa un coeficiente molar comprendido entre 0 y 9, $MFe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, donde M representa Na o K, $Fe(NO_3)_3 \cdot xH_2O$, donde x representa un coeficiente molar comprendido entre 0 y 9, $FeCl_3 \cdot xH_2O$ donde x representa un coeficiente molar comprendido entre 0 y 6, $Fe_4(P_2O_7)_3$, $FePO_4 \cdot xH_2O$, donde x representa un coeficiente molar comprendido entre 0 y 4, $FeSO_4 \cdot xH_2O$, donde x representa un coeficiente molar comprendido entre 0 y 7, $FeCl_2 \cdot xH_2O$, donde x representa un coeficiente molar comprendido entre 0 y 4, $FeO \cdot xH_2O$, donde x representa un coeficiente molar comprendido entre 0 y 1, $Fe(NH_4)PO_4 \cdot H_2O$, oxisulfato de hierro, $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$, donde x representa un coeficiente molar comprendido entre 0 y 3, y sus mezclas.

Cuando se añade otra fuente más del micronutriente como fuente de B, Mn, Zn, Cu, Mo, Co, se elige del grupo que consiste en $Zn(NH_3)_4SO_4$, $ZnCl_2$, $Zn(NO_3)_2 \cdot xH_2O$, donde x representa un coeficiente molar comprendido entre 0 y 3, oxisulfato de cinc cuya fracción másica total de cinc está comprendida en el margen que va del 20% al 60% con respecto al peso del compuesto, $ZnSO_4 \cdot xH_2O$, donde x representa un coeficiente molar comprendido entre 0 y 7, $Cu(OH)_2$, $CuCl$, $CuCl_2$, $3Cu(OH)_2 \cdot CuCl_2$, $CuSO_4 \cdot xH_2O$, donde x representa un coeficiente molar comprendido entre 0

5 y 5, $\text{Cu}(\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{MnCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, donde x representa un coeficiente molar comprendido entre 0 y 4, oxisulfato de manganeso cuya fracción másica total de manganeso está comprendida en el margen que va del 30% al 50% con respecto al peso del compuesto, $\text{MnSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, donde x representa un coeficiente molar comprendido entre 0 y 5, $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{H}_2\text{MoO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, H_3BO_3 , $\text{Na}_2\text{B}_{10}\text{O}_{16} \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, y sus mezclas.

Con la lectura de los ejemplos que vienen a continuación, las ventajas de la invención se pondrán de manifiesto en función de las diferentes composiciones nutritivas fabricadas en forma de solución, tanto a nivel de la solubilidad del hierro como de la estabilidad de estas soluciones nutritivas.

Ejemplos

10 Ejemplo 1

Se comienza con la disolución de 100 g de TKPP (42,7% de P_2O_5 en peso, 57,0% de K_2O en peso) en 99,5 de agua. Después de la disolución completa de polifosfato, se le añaden 15,5 g de sulfato férrico (21,9% en peso de Fe) en polvo. La disolución del hierro se efectúa con agitación a temperatura ambiente. Se le añaden 17,7 g de una solución de KOH al 23,8% en peso 1 día después de la fuente de hierro y la solución se filtra finalmente después de 15 1 día de agitación complementaria. La solución alcanza entonces un pH de 9,6 con una concentración de hierro del 1,48% en peso, una concentración de P_2O_5 del 18,8% en peso y una razón molar $\text{P}_{\text{poli}}/\text{Fe}$ igual a 10,0. Sigue siendo transparente después de 4 meses de conservación a 5 °C durante los cuales el pH medido a 20 °C aumenta hasta 10,0.

Ejemplo comparativo 1

20 El ensayo es idéntico al del ejemplo 1 con la salvedad de que la masa de KOH al 23,8% se aumenta ahora a 23,0 g y el tiempo de agitación antes de añadir el KOH no es de más de 30 minutos. La solución recién filtrada tiene, así pues, un pH de 11,6. Presenta un precipitado importante después de 4 meses de conservación a 5 °C, lo que le confiere una turbidez de 220 NTU. El pH a 20 °C es entonces de 11,0.

Ejemplo 2

25 Se comienza con la disolución de 100 g de TKPP (42,7% de P_2O_5 en peso, 57,0% de K_2O en peso) en 99,4 g de agua. Después de disolver completamente el polifosfato, se le añaden primero 31,3 g de una solución de H_3PO_4 al 27,6% en peso y a continuación 15,4 g de sulfato férrico (21,9% en peso de Fe) en polvo. La solución se filtra después de 1 día de agitación a temperatura ambiente. La solución alcanza entonces un pH de 7,1 con una concentración de hierro del 1,30% en peso, una concentración de P_2O_5 total del 19,4% y una razón molar $\text{P}_{\text{poli}}/\text{Fe}$ de 10,0. Se sigue manteniendo transparente después de 4 meses de conservación a 5 °C.

Ejemplo 3

El ensayo es idéntico al del ejemplo 2 con la salvedad de que la masa de H_3PO_4 al 27,6% ahora es de 115,3 g. El pH después de la filtración es de 5,1. La concentración final de hierro es del 1,06% en peso. La solución sigue estando igualmente transparente después de 4 meses de conservación a 5 °C.

35 Ejemplo 4

Se comienza con la disolución de 51,5 g de KTPP (46,4% de P_2O_5 en peso, 53,3% de K_2O en peso) en 66,0 g de agua. Después de que el polifosfato se disuelva completamente, se le añaden primero 5,96 g de $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (28,0% en peso de Fe) en polvo y a continuación 1,87 g de la solución de KOH al 23,8% en peso. La solución, que se vuelve transparente al cabo de 10 minutos de agitación a temperatura ambiente, no se filtra. Su pH es igual a 9,0 con una razón molar $\text{P}_{\text{poli}}/\text{Fe}$ de 10,0 y concentraciones en peso del 1,35% para el hierro, 19,6% para el P_2O_5 total y del 2,3% para el P_2O_5 orto. La solución sigue siendo transparente después de 4 meses de conservación a 5 °C.

Ejemplo 5

45 Se comienza con la disolución de 50,0 g de KTPP (46,4% de P_2O_5 en peso, 53,3% de K_2O en peso) en 66,0 g de agua. Después de la disolución completa de polifosfato, se le añaden primero 11,8 g de la solución de H_3PO_4 al 27,6% en peso y, a continuación, 7,61 g de sulfato férrico (21,9% en peso de Fe) en polvo. La solución se filtra después de 1 día de agitación a temperatura ambiente. La solución alcanza entonces un pH de 6,7 con una concentración de hierro del 1,34% en peso, una concentración de P_2O_5 total de 19,8% y una razón molar $\text{P}_{\text{poli}}/\text{Fe}$ de 10,0. Sigue siendo transparente después de 4 meses de conservación a 5 °C.

Ejemplo 6

50 Se comienza por disolver 100,0 g de KTPP (46,4% de P_2O_5 en peso, 53,3% de K_2O en peso) en 116,8 g de agua. Después de que el polifosfato se disuelva completamente, se le añaden primero 69,1 g de la solución de H_3PO_4 al 27,6% en peso y a continuación 15,3 g de sulfato férrico (21,9% en peso de Fe) en polvo. La solución se filtra después de 1 día de agitación a temperatura ambiente. La solución alcanza entonces un pH de 5,1 con una

concentración de hierro del 1,06% en peso, una concentración de P₂O₅ total del 19,9% y una razón molar P_{poli}/Fe de 10,0. Sigue estando transparente después de 4 meses de conservación a 5 °C.

Ejemplo 7

5 Las soluciones de los seis ejemplos anteriores y del ejemplo comparativo se han sometido a pruebas de envejecimiento aceleradas a 60 °C para evaluarles la velocidad de hidrólisis relativa. La manera en la que la temperatura acelera la reacción de hidrólisis está bien descrita en la bibliografía (*Phosphorus and its Compounds*, J. Van Wazer, Interscience Publishers (1958), vol. 1, p. 452). El efecto del pH es de hecho similar, sea cual sea la temperatura de envejecimiento.

Los resultados se presentan en la tabla 1.

10 Los ejemplos EC1, 3 y 6 que se presentan en ella no están dentro del alcance de la presente invención.

15 La tasa de conversión TC se define como la razón molar P_{poli}/P_{total} donde P_{poli} representa el número de moles de fósforo en forma de polifosfato y P_{total} representa el número total de moles de fósforo en la solución nutritiva. El contenido total de fósforo se dosifica con facilidad en la solución nutritiva según la presente invención y permite el cálculo del número total de moles de fósforo en la solución nutritiva. El número de moles de ortofosfato puede igualmente dosificarse con facilidad, lo que permite calcular con una resta el número de moles de fósforo en forma de polifosfato: P_{poli} = P_{total} - P_{orto}.

Tabla 1

Ejemplo	1	EC1	2	3	4	5	6
Tipo de polifosfato	TKPP	TKPP	TKPP	TKPP	KTPP	KTPP	KTPP
Antes del envejecimiento:							
pH	10,0	11,0	7,3	5,2	9,0	6,8	5,1
Turbidez (NTU)	1,7	220	0,6	0,5	1,3	1,4	0,5
TC (%)	>99,5	>99,5	81,3	63,6	84,0	73,2	57,8
Después de 20 días de envejecimiento a 60 °C:							
pH	9,5	9,5	6,9	5,3	7,6	6,4	5,2
Turbidez (NTU)	1,7	249	0,6	>1000 ¹	1,4	1,5	>1000 ¹
TC (%)	97,1	97,6	41,7	8,4	50,8	26,5	17,2
RM (P _{poli} /Fe)	9,7	9,8	5,1	1,3	6,4	3,6	3,0

¹= la solución se ha gelificado.

Ejemplo 8

20 Se han llevado a cabo ensayos de cultivo sobre plantas de pepino de la variedad «Proloog» en un invernadero de 140 m² equipado con sistemas de calefacción, de control climático y de cultivo de los que disponen habitualmente las explotaciones comerciales. El sistema de cultivo estaba compuesto de tubos para goteo de acero suspendidos a 50 cm del suelo con una distancia de 80 cm entre las filas. Los tubos para goteo comprendían colchones de lana de roca de 15 cm × 7,5 cm y estaban envueltos en una película de polietileno con ranuras de drenaje en el fondo. En el
25 presente ejemplo, las aguas de drenaje no se han reciclado en el circuito de fertirrigación.

Las plantas de pepino de la variedad «Proloog» se han suministrado sobre bloques de 10 cm de lana de roca. Estos bloques se han plantado sobre los colchones de lana de roca desde el momento en el que las plantas alcanzan los 30 cm de altura. La densidad de implantación era de 1,4 plantas/m².

30 La tabla 2 ilustra la composición típica de la solución nutritiva utilizada en este ejemplo para alcanzar las concentraciones óptimas a nivel del medio radicular. Este medio radicular se caracteriza en especial por un contenido muy pequeño de iones de amonio (NH₄⁺). La dosis de iones de amonio en el agua de riego es un punto muy delicado para el horticultor. Este se sirve muy especialmente de este parámetro para regular el pH del medio radicular.

Tabla 2

	Solución nutritiva	Valores deseados para el medio radicular
Conductividad eléctrica (mS/cm)	2,5-3,5	2,70

	Solución nutritiva	Valores deseados para el medio radicular
pH	5,0-5,6	5-6
NH ₄ (mM)	1,7	0,1
K (mM)	10,8	8
Ca (mM)	5,4	6,5
Mg (mM)	1,9	3,0
NO ₃ (mM)	21,6	18
SO ₄ (mM)	1,9	3,5
P (mM)	1,7	1,25
Fe (M)	15	25
Mn (μM)	10	7,0
Zn (μM)	5,0	7,0
B (μM)	35	50
Cu (μM)	0,8	1,5
Mo (μM)	0,5	1,0

Este ejemplo ha permitido comparar una fuente de hierro según la invención con un quelato orgánico de hierro estándar, en donde estos dos ensayos diferentes ocupan cada uno la mitad de la superficie del invernadero repartido de manera aleatoria.

- 5 La composición de hierro según la invención era la del ejemplo 5. Las cantidades de fósforo y de potasio aportadas por esta solución se han retirado de la solución madre estándar.

Las dos soluciones nutritivas diluidas se han preparado en tanques de 500 l donde había tenido lugar igualmente la dosificación del hierro.

- 10 Estas soluciones se habían mantenido de manera continua en un margen de pH situado entre 5,0 y 5,6. Las correcciones necesarias se han realizado por adición de HNO₃ o de K₂CO₃. La conductividad eléctrica se moduló en un margen que va de 2,5 a 3,5 mS/cm siguiendo la velocidad de crecimiento de las plantas y las condiciones climáticas previstas.

- 15 Se ha realizado un análisis estadístico según el método ANOVA para comparar los rendimientos de producción obtenidos con las dos fuentes de hierro diferentes. Los rendimientos de producción se han expresado en kg/m², en número de frutos/m² y de gramos/pepino. Este análisis ha revelado que la biodisponibilidad del hierro presente en la composición nutritiva según la invención es equivalente a la del quelato orgánico de hierro estándar. Esta observación se ha confirmado igualmente mediante evaluaciones del grado de clorosis férrica basada en el color de las hojas.

- 20 El efecto formador de complejos del polifosfato sobre el hierro permite suministrar una composición nutritiva que presenta un comportamiento al menos equivalente al de las composiciones nutritivas a base de hierro quelado por un elemento orgánico.

Ejemplo 9

- 25 La composición nutritiva descrita en el ejemplo 5 y una solución de quelato orgánico de hierro que se utiliza corrientemente en la fertirrigación sobre el sustrato se han diluido para alcanzar una concentración de hierro de 50 μM y se ha ajustado a un pH de 5,8.

Las composiciones así diluidas y con el pH ajustado se han analizado por espectrofotometría de absorción UV-visible (aparato de marca Shimadzu y de tipo: UV-2600 IVDD) a una longitud de onda de 254 nm por un trayecto óptico de 10 mm.

- 30 El valor de la transmitancia para la composición nutritiva diluida según la invención es del 72%, mientras que el valor es del 38% para la solución realizada con el quelato orgánico de referencia.

Así pues, se constata que la composición según la invención ofrece una permeabilidad a los rayos UV-C que es ventajosa con respecto a la observada con la solución que contiene el quelato orgánico. Esto se podría traducir en un ahorro significativo en términos de inversión (tamaño del esterilizador UV) y del consumo energético (potencia de

la lámpara UV).

Ejemplo 10

5 Las dos soluciones nutritivas completas del ejemplo 8 se han sometido a tratamientos con UV-C idénticos a 254 nm en un sistema de laboratorio con una lámpara UV de 5 W. Las dos soluciones de partida, ajustadas a pH 5,8, contenían hierro únicamente en forma soluble. La tasa del hierro en solución después del tratamiento con UV-C se ha determinado por filtración de cada solución a 0,22 μm , medición posterior de la concentración de hierro del filtrado mediante absorción atómica, y al final dividir el resultado por la concentración total de hierro.

10 Después de un tiempo dado de exposición a los UV-C, la tasa de hierro en la solución es del 83% para la solución nutritiva realizada con la composición nutritiva según la invención, y del 31% para la solución realizada con el quelato de hierro estándar.

La composición nutritiva según la invención resiste, por lo tanto, mejor los rayos UV-C que el quelato de hierro estándar cuyo quelante orgánico experimentó una degradación fotoquímica irreversible.

REIVINDICACIONES

1. Composición nutritiva inorgánica que comprende al menos una fase acuosa, al menos un polifosfato y al menos una fuente de hierro a modo de micronutriente, en donde dicha composición nutritiva presenta una razón molar P_{poli}/Fe comprendida entre 5 y 50, donde P_{poli} representa un número total de moles de fósforo en forma de polifosfato y donde Fe representa un número total de moles de hierro, caracterizada por que dicha composición nutritiva inorgánica que comprende al menos una fase acuosa está en forma de solución acuosa en la que el hierro de dicha fuente de hierro está formando un complejo con dicho al menos un polifosfato y por presentar además una razón molar N/P_{total} inferior o igual a 0,2, donde N representa el número de moles de amonio y donde P_{total} representa el número total de moles de fósforo.
2. Composición nutritiva inorgánica según la reivindicación 1, en la que dicha razón molar P_{poli}/Fe está comprendida entre 8 y 32.
3. Composición nutritiva inorgánica según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que dicha razón molar N/P_{total} es inferior o igual a 0,15, preferiblemente inferior o igual a 0,10, preferiblemente inferior o igual a 0,05, y más en particular cercana a 0, incluso nula.
4. Composición nutritiva inorgánica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que presenta un contenido de hierro comprendido entre el 0,02% y el 3% en peso de hierro con respecto al peso total de dicha composición nutritiva.
5. Composición nutritiva inorgánica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además una fuente adicional de micronutriente seleccionada del grupo que consiste en las fuentes de B, Mn, Zn, Cu, Mo, Co y sus mezclas, y en la que dicha al menos una fuente adicional de micronutriente está presente a una razón atómica con respecto al Fe comprendida entre 0,1 y 5 para el B, entre 0,05 y 2,5 para el Mn, entre 0,01 y 1 para el Zn, entre 0,005 y 0,25 para el Cu y para el Mo, y entre 0,001 y 0,1 para el Co.
6. Composición nutritiva inorgánica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho al menos un polifosfato se selecciona del grupo que consiste en polifosfatos alcalinos de sodio y de potasio.
7. Composición nutritiva inorgánica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que dicho al menos un polifosfato se selecciona del grupo que consiste en pirofosfatos y tripolifosfatos, como por ejemplo el pirofosfato de tetrapotasio (TKPP), el tripolifosfato de potasio (KTPP), el tripolifosfato de sodio (STPP), el pirofosfato ácido de sodio (SAPP) y el pirofosfato de tetrasodio (TSPP).
8. Composición nutritiva inorgánica según las reivindicaciones 6 o 7, que presenta una razón molar M/P_{total} entre 1 y 2, preferiblemente entre 1,3 y 2, y donde M representa el número total de moles de metal alcalino de sodio y de potasio.
9. Composición nutritiva inorgánica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además fósforo en forma de ortofosfato según una razón molar P_{orto}/P_{total} comprendida entre 0 y 0,95, donde P_{orto} representa el número de moles de fósforo en forma de ortofosfato y donde P_{total} representa el número total de moles de fósforo, en donde esta razón molar está comprendida preferiblemente entre 0 y 0,3.
10. Composición nutritiva inorgánica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde dicha solución presenta una turbidez inferior a 50 NTU, preferiblemente inferior a 20 NTU, y un porcentaje de insolubles inferior al 0,2% en peso con respecto al peso de la composición, preferiblemente inferior al 0,1% en peso con respecto al peso de la composición.
11. Composición nutritiva inorgánica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que presenta una duración de la conservación superior a los 6 meses, preferiblemente superior a los 12 meses, a 25 °C.
12. Composición nutritiva inorgánica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que presenta un pH comprendido en el margen que va de 7,0 a 10,8.
13. Composición nutritiva inorgánica según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que presenta un valor de transmitancia medido por espectrofotometría de absorción de UV-visible a una longitud de onda de 254 nm para un trayecto óptico de 10 mm, de al menos el 45%, preferiblemente de al menos el 55%, de manera más preferible de al menos el 65%, más preferiblemente de al menos el 75%.
14. Utilización de una composición nutritiva inorgánica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, para la fabricación de una solución diluida en la que los macronutrientes y los micronutrientes están biodisponibles.
15. Utilización de una composición nutritiva inorgánica según la reivindicación 14, como composición fertilizante para la horticultura, la fertirrigación, la hidroponía, y análogos.