

5 **Fertilizante sólido granulado formulado con arcillas
minerales, agentes quelantes sideróforos, nutrientes
secundarios y micronutrientes.**

Campo de la Invención

La presente invención se refiere a una composición de
10 fertilizante sólido granulado que comprende como material de
soporte una arcilla mineral adicionada con nutrientes
secundarios y micronutrientes tales como calcio, magnesio,
azufre, hierro, zinc, manganeso, boro, cobre y molibdeno,
siendo adicionados en su forma soluble para garantizar
15 asimilación por parte de las plantas, además de la adición
de Sideróforos para la nutrición de cultivos de interés
agrícola, donde los Sideróforos son agentes quelantes de
hierro, capaces de secuestrar este en presencia de otros
metales y reducirlo de su forma Fe^{3+} a Fe^{2+} , una forma mucho
20 más soluble y aprovechable para la nutrición de las plantas.

Antecedentes de la Invención

El uso de los fertilizantes se ha vuelto indispensable
debido a la baja fertilidad de la mayoría de los suelos para
los altos rendimientos y la buena calidad que se esperan en
25 la actualidad, por lo que hacer un uso adecuado de ellos es
importante para una agricultura sostenible.

5 Los suelos contienen todos los elementos esenciales que
la planta requiere para su desarrollo y reproducción, pero
en la mayoría de los casos no en las cantidades suficientes
para obtener rendimientos altos y de buena calidad, por lo
que es indispensable agregar los nutrimentos por medio de
10 fertilizantes. Sin el uso de los fertilizantes, los
rendimientos serán cada vez más bajos debido al
empobrecimiento paulatino del suelo por la extracción de los
nutrientes como consecuencia de la práctica agrícola. Un
suelo infértil produce menos, tiene menos cubierta vegetal y
15 está más expuesto a la erosión.

En la práctica agronómica el hombre se ha dado cuenta
que el uso adecuado de fertilizantes da como resultado la
obtención de una mayor producción. Los nutrientes minerales
son aquellos que se han originado en el suelo y han sido
20 divididos en tres grupos: los nutrientes mayores (Nitrógeno,
Fósforo y Potasio), los secundarios (Calcio, Magnesio y
Azufre) y los menores (Hierro, Zinc, Manganeseo, Boro,
Cobre, Molibdeno, y cloro). Esta división obedece a las
cantidades requeridas por parte de las plantas más no a la
25 importancia de los mismos.

Los elementos nutricionales mayores generalmente son los
primeros que, debido a los altos niveles de extracción por
parte de las plantas, muestran niveles de deficiencia en el
suelo; mientras que los secundarios y menores son
30 requeridos en menores cantidades y sus deficiencias no son

5 tan evidentes pero si muy importantes de considerar. Aunque se requieran en cantidades pequeñas, la falta de cualquiera de ellos limitaría el crecimiento de la planta aun cuando tenga todos los otros nutrientes en cantidades apropiadas.

10 La presencia de la arcilla en el fertilizante hace posible la dilución de los nutrientes y micronutrientes a concentraciones adecuadas para ser asimiladas por las plantas, mientras que la presencia de componentes cargados (nutrientes secundarios, micronutrientes,
15 sideróforos y arcilla) da como resultado que la absorción se realice con una eficiencia adecuada.

El papel de cada uno de estos nutrientes y micronutrientes ha sido estudiado desde hace tiempo, el calcio estimula el crecimiento de tallos y raíces,
20 interviene en la formación de granos, semillas y frutos, proporciona resistencia a las enfermedades y participa en la activación enzimática. El magnesio favorece la absorción del fósforo, forma parte de la molécula de clorofila y de la composición molecular de quince enzimas sintetizadoras de
25 polipéptidos, las transfosforilasas y descarboxilasas, su carencia produce clorosis general en la planta, así como defoliación intensa. El azufre estimula el crecimiento y absorción del nitrógeno, así como la formación de sustancias de defensa de la planta, junto con el boro da flexibilidad a
30 los tejidos.

5 El hierro juega un papel importante como catalizador de reacciones de formación de clorofila ya que funciona como transportador de oxígeno y su deficiencia provoca una clorosis en las hojas de la planta; además de ser un elemento esencial para prácticamente todos los seres vivos
10 cumpliendo importantes funciones celulares como síntesis de ADN, respiración y detoxificación de radicales libres. El zinc es necesario para la síntesis de sustancias responsables del crecimiento de la planta así como de sistemas de enzimas como deshidrogenasas, proteinasas y
15 peptidasas. El manganeso tiene como función principal formar parte de un sistema de enzimas de las plantas. El cobre es necesario en la formación de la clorofila y cataliza varias reacciones en la planta. El boro ayuda en la formación de raíces y tallos principales, con magnesio, hierro y cobre
20 aumenta el soporte de la planta y fortaleza contra enfermedades.

No sólo el tener los nutrientes y micronutrientes basta, es también necesario que estén suministrados en una proporción adecuada para que puedan tener una buena
25 asimilación. Por estas razones se sabe que el uso de fertilizantes que contienen nutrientes y micronutrientes en proporciones adecuadas es indispensable en suelos que carecen de alguno de ellos.

En la naturaleza, el hierro (Fe) se encuentra
30 fundamentalmente en la forma Fe^{3+} formando parte de sales e

5 hidróxidos de muy baja solubilidad, formas químicas que imposibilitan su uso por algunos seres vivos. La disponibilidad de este elemento es fundamental en el éxito o fracaso de microorganismos patógenos o simbióticos para invadir un organismo o para colonizar un ambiente

10 determinado. Para resolver este problema, muchos organismos que incluyen bacterias, hongos y plantas, producen pequeñas moléculas de alta afinidad por el hierro llamadas sideróforos que actúan de manera específica como agentes quelantes para secuestrar hierro en presencia de otros

15 metales y reducirlo a Fe^{2+} , una forma mucho más soluble y aprovechable para su nutrición. Los sideróforos bacterianos han despertado gran interés en los últimos años debido al potencial que tienen para el control biológico de hongos y bacterias fitopatógenas y por constituir un mecanismo de

20 promoción de crecimiento en rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal. Los análogos de estas moléculas en las plantas, conocidos como fitosideróforos, también juegan un papel fundamental en la asimilación del hierro en las plantas. La importancia de los fitosideróforos ha recobrado

25 fuerza en virtud del incremento en la salinidad de las aguas de riego y pH del suelo, producto del abatimiento de los mantos acuíferos que resultan en una reducción de la disponibilidad de hierro.

5 A continuación se describen algunos documentos que refieren el uso de sideróforos o productores de sideróforos en composiciones o inoculantes y su uso.

El Documento CN 103087960 se refiere a un inoculante antimicrobiano formulado con *Bacillus amyloliquefaciens*
10 FQS38. El inoculante antibiológico se caracteriza por ser capaz de llevar a cabo la colonización de las raíces de tomate, promover su crecimiento y coadyuvar en la prevención y tratamiento de enfermedades. Además, el inoculante antibiológico pueden secretar proteasas, celulasa,
15 sideróforos, auxinas, giberelinas y otros ingredientes antibacterianos y promotores del crecimiento. Este documento no afecta la novedad y actividad inventiva de la presente invención, ya que los principales componentes utilizados son diferentes al utilizar un inoculante bacteriano únicamente.

20 En el Documento CN 102796684, la invención da a conocer un promotor del crecimiento de la alfalfa a base de la rizobacteria MJM-11 y la aplicación del mismo. Una cepa de *Enterobacter ludwigii* MJM-11 que puede ser aplicado de cuatro formas diferentes que incluye la preparación de
25 sideróforos y la promoción del crecimiento de las plantas bajo estrés salino-alkalino. Este documento no afecta la novedad y actividad inventiva de la presente invención ya que los principales componentes utilizados son diferentes al utilizar un inoculante bacteriano únicamente.

5 El Documento US 2011268818 se refiere a composiciones que comprenden una lipocalina NGAL, y un sideróforo de mamífero que son útiles como quelantes y donantes de hierro. La invención también proporciona compuestos de sideróforos de mamíferos, además, métodos de tratamiento y métodos de
10 diagnóstico. Este documento no afecta la novedad y actividad inventiva de la presente invención ya que los sideróforos mencionados en esta, son de origen y uso mamífero para el tratamiento y diagnóstico de deficiencia de hierro en mamíferos.

15 El Documento US 4872899 se refiere a un método y composición para el tratamiento de la clorosis por deficiencia de hierro en las plantas mediante el uso de sideróforos de tipo ácido hidroxámico. Sideróforos de este tipo son quelantes férricos específicos, producidos por
20 ciertos microorganismos cultivados en entornos libre de hierro. El sideróforo puede ser aplicado a la planta mediante una variedad de métodos, incluyendo por aplicación en el suelo, pulverización foliar o inyección directa en la planta. Este documento no afecta la novedad y actividad
25 inventiva de la presente invención ya que la presente invención se refiere a una composición cuyo soporte son arcillas minerales adicionadas con sideróforos, nutrientes secundarios y micronutrientes.

El Documento WO/2012/130221 se refiere a un agente de
30 acción prolongada contra microorganismos fitopatógenos,

5 especialmente hongos que se prepara sobre la base de esporas
de *Bacillus amyloliquefaciens plantarum*. Representantes de
dicho grupo taxonómico tienen la capacidad de formar al
menos diez sustancias antimicrobianas diferentes que
pertenecen a las familias de dipéptidos, lipopéptidos y
10 sideróforos, policétidos y el grupo consistente en
bacteriocinas / microcinas. Este Documento no afecta la
novedad y actividad inventiva de la presente invención ya
que nuevamente se refiere a un inóculo o agente a base de un
microorganismo productor de sideróforos que además es
15 utilizado para controlar agentes fitopatógenos y no como
componente en una mezcla de nutrientes o un nutriente en sí
mismo.

Ninguno de los Documentos anteriores ni los encontrados
en las bases de datos, afecta la novedad y actividad
20 inventiva de la presente invención ya que la mayoría de
estos se refieren a el uso de un microorganismo productor de
sideróforos como inoculante y para su uso contra
enfermedades específicas de plantas o cultivos o para su uso
en enfermedades en algunos animales, más no el uso o
25 aplicación de sideróforos y/o más componentes para nutrición
de cultivos agrícolas.

En la presente invención se describe el desarrollo de
un fertilizante sólido granulado que contiene Sideróforos,
micronutrientes y nutrientes secundarios en proporciones
30 adecuadas, de acuerdo a las necesidades de cada suelo, las

5 combinaciones de sideróforos, micronutrientes y nutrientes secundarios para formular el fertilizante todos ellos soportados por un material con un CIC alto (arcilla), resultando un fertilizante granulado de solubilidad controlada y además que permite una aplicación sencilla,
10 dosificada y eficiente de los nutrientes y micronutrientes a un bajo costo.

Descripción de la invención

La presente invención consiste en una composición fertilizante a base de arcillas minerales a las que se le
15 adicionan micronutrientes y nutrientes secundarios, además de la adición de Sideróforos para la nutrición de cultivos de interés agrícola, donde los Sideróforos son agentes quelantes de hierro, capaces de secuestrar éste en presencia de otros metales y reducirlo de su forma Fe^{3+} a Fe^{2+} , una
20 forma mucho más soluble y aprovechable.

En una primera modalidad la composición de la presente invención para la nutrición de cultivos de interés agrícola comprende:

- a) Hierro,
- 25 b) Zinc,
- c) Manganeseo,
- d) Boro,
- e) Cobre,

- 5 f) Molibdeno,
- g) Azufre,
- h) Calcio,
- i) Magnesio,
- j) Sideróforos y,
- 10 k) Arcillas minerales.

En una segunda modalidad la composición de la presente invención para la nutrición de cultivos de interés agrícola comprende:

- a) Hierro de 5 a 30%,
- 15 b) Zinc de 1 a 20%,
- c) Manganese de 0.1 a 10%,
- d) Boro de 1 a 10%,
- e) Cobre de 0.1 a 10%
- f) Molibdeno 0.1 a 10%,
- 20 g) Azufre de 1 a 10%,
- h) Calcio de 1 a 10%,
- i) Magnesio de 1 a 10%
- j) Sideróforos de 1 a 50% y
- k) Arcillas minerales de 30 a 60%.

25 Todo esto debe combinarse dentro de los rangos mencionados de modo que sume el 100%

Los porcentajes peso están basados en el peso total del fertilizante donde el hierro se presenta como Sulfato

5 Ferroso Monohidratado, el zinc como Sulfato de Zinc Monohidratado, el cobre como Sulfato de Cobre Pentahidratado, el manganeso como un Sulfato de Manganeso, el azufre como Azufre elemental y el calcio como Sulfato de Calcio.

10 En la presente invención la arcilla mineral puede ser una mezcla de arcillas caolinítica, esmectita (montmorillonita), mica, hematita, talco, y ortoclasa.

Los sideróforos en la presente invención pueden ser catecoles, hidroxamatos, α -hidroxi-carboxilatos, mixtos y/o
15 una combinación de estos.

Los sideróforos en la presente invención pueden ser obtenidos a través de síntesis microbiana (productos de bacterias, hongos y/o levaduras), o bien a través de síntesis química.

20 La presentación del producto de la presente invención es en forma granulada de 2.3 a 4.0 milímetros, tamaño apropiado para poder ser utilizado ya sea mezclado con otros fertilizantes o de forma individual. Cuenta con una dureza entre 1.9 a 2.3 kg/cm², suficiente para soportar el manejo
25 posterior, durante la preparación del mismo y el mezclado con otros nutrientes. Las condiciones de preparación hacen que el material soporte el manejo durante la preparación. Al ser mezclado con otros nutrientes tiene una baja degradación

- 5 a polvo y tiene además la capacidad de ser 100 % soluble, característica que le permite poder llegar a las raíces de las plantas.

Generalidades de los Sideróforos

- Los sideróforos actúan como agentes solubilizadores de
10 hierro a partir de compuestos minerales u orgánicos como la lactoferrina y transferrina en vertebrados. En su mayoría se trata de péptidos de bajo peso molecular producidos por microorganismos. Los sideróforos son sintetizados y secretados al medio extracelular, donde se unen al hierro y
15 se recuperan gracias a transportadores específicos. En las bacterias Gram-negativas este proceso se realiza gracias a un receptor de membrana externa acoplado a un transportador de tipo ABC. Una vez en el citoplasma el hierro debe liberarse del complejo hierro-sideróforo, proceso que se
20 lleva a cabo por degradación enzimática del complejo o por reducción del hierro.

- Debido a su reactividad, el hierro es secuestrado en diversas proteínas de los organismos como transferrinas, lactoferrinas y ferritinas. Las dos primeras se encuentran
25 de forma extracelular (en los fluidos de los organismos), mientras que las ferritinas forman parte de las proteínas de almacenamiento de hierro intracelular. Las ferritinas son los compuestos de almacenamiento primario del hierro para la mayoría de organismos y se encuentran en animales, en

5 plantas (fitoferritinas) y microorganismos
(bacterioferritinas). Las bacterioferritinas se encuentran
tanto en bacterias como en hongos y difieren de las
ferritinas animales y vegetales en que poseen un grupo hemo
unido. En todos estos organismos las ferritinas cumplen
10 funciones similares como fuentes de almacenamiento de hierro
cuando las células crecen en abundancia de este metal,
reservas que son utilizadas al bajar los niveles de este
metal.

Cuando un microorganismo ingresa a un organismo
15 hospedero, ya sea en forma patógena o simbiótica, encuentra
un ambiente favorable con acceso a prácticamente todos los
nutrientes necesarios para su crecimiento a excepción de
uno, el hierro. El hierro, a diferencia de otras fuentes
elementales para la nutrición, como nitrógeno, fósforo,
20 potasio y demás macro y micronutrientes, no se encuentra
libremente disponible en los organismos hospederos, por lo
que constituye un factor limitante importante para el
crecimiento de los microorganismos. Se sabe que una de las
respuestas de los organismos hospederos al ataque de
25 patógenos consiste en la reducción del hierro libre mediante
el secuestro de este metal en las moléculas de ferritina.
Este mecanismo opera tanto en animales como en plantas,
aunque una diferencia notable es que en los primeros el
control de la síntesis de ferritina ocurre a nivel

5 traduccional, mientras que en plantas ocurre a nivel transcripcional.

Los microorganismos que habitan en un organismo
hospedero en forma patógena o simbiótica pueden utilizar el
hierro del organismo que los alberga extracelularmente a
10 partir de las transferrinas, lactoferrinas o hidróxidos
férricos, o intracelularmente a partir de la hemoglobina o
ferritinas.

Los sideróforos microbianos son moléculas secretadas por
microorganismos en condiciones de deficiencia de hierro para
15 secuestrar el hierro de su entorno. Los sideróforos son
moléculas de bajo peso molecular de 0.5 a 1.0 kDa, solubles
en soluciones acuosas a pH neutro que son sintetizados por
bacterias, principalmente Gram negativas, hongos, levaduras
y algunas plantas (fitosideróforos), particularmente
20 gramíneas y que actúan como agentes quelantes específicos de
 Fe^{3+} . La característica principal de este tipo de moléculas
es que poseen una elevada constante de disociación de
hierro, que oscila entre 1022 y 1055. La síntesis de estas
moléculas incrementa cuando los microorganismos se
25 encuentran en condiciones limitantes de hierro. La afinidad
tan elevada de estas moléculas por el hierro facilita la
captación de este metal a partir de compuestos como
hidróxido férrico y de proteínas del organismo hospedero
como transferrina o ferritina.

5 Los complejos que forman los sideróforos con el hierro
en el suelo son asimilados eficientemente tanto por el
microorganismo que los producen como por otros
microorganismos habitan en las cercanías. Es precisamente a
través de la síntesis de sideróforos que algunas bacterias
10 presentes en el suelo influyen de manera positiva en el
crecimiento de las plantas.

Tipos de sideróforos

La mayoría de los sideróforos forman un centro de unión
hexadentado, ya que su estructura química suele constar de
15 tres ligando dobles dispuestos alrededor de un ión férrico
central (Figura 1). Los sideróforos hexadentados forman
complejos 1:1 con el ión férrico, de tal modo que la
liberación del ión es poco probable, disminuyendo así su
toxicidad potencial. Los grupos de unión a hierro están
20 incluidos en una estructura química mayor que maximiza su
eficiencia. Dependiendo de la naturaleza del grupo que media
la unión con el átomo de hierro, los sideróforos se pueden
dividir en tres tipos básicos: catecoles, hidroxamatos y α -
hidroxi-carboxilatos, si bien se han descrito sideróforos de
25 tipo mixto que contienen en su estructura varios tipos de
grupos de unión.

Síntesis de sideróforos

5 Actualmente se han descrito más de 500 sideróforos
diferentes. La mayor parte son de naturaleza peptídica y se
sintetizan mediante enzimas de la familia de las péptido-
sintetasas no ribosómicas (NRPS). Los sideróforos que no son
polipéptidos, formados por ácido dicarboxílico, diamina o
10 amino alcohol, se sintetizan por sintetisas específicas en
los que se conoce como Síntesis Independiente de NRPS. En
los últimos años se han descrito tanto nuevas rutas como
componentes nuevos de ellas, de tal manera que se conoce en
detalle la enzimología de la biosíntesis de muchos
15 sideróforos.

Generalidades de las Arcillas

Las arcillas engloban a un grupo de minerales
(minerales de la arcilla), filosilicatos en su mayoría,
cuyas propiedades fisico-químicas dependen de su
20 estructura y su tamaño de grano, muy fino (inferior de 2
 μm). Las arcillas presentan una estructura basada en el
apilamiento de planos de iones oxígeno e hidroxilos. Los
grupos tetraédricos $(\text{SiO})_4^{4-}$ se unen compartiendo tres de sus
cuatro oxígenos con otros vecinos formando capas, de
25 extensión infinita y fórmula $(\text{Si}_2\text{O}_5)^{2-}$, que constituyen la
unidad fundamental de los filosilicatos. En ellas los
tetraedros se distribuyen formando hexágonos. El silicio
tetraédrico puede estar, en parte, sustituido por Al^{3+} o Fe^{3+} .

5 Estas capas tetraédricas se unen a otras octaédricas de
 tipo gibsita o brucita. En ellas algunos Al^{3+} o Mg^{2+} , pueden
 estar sustituidos por Fe^{2+} o Fe^{3+} y más raramente por Li, Mn,
 Ni, Cu o Zn. El plano de unión entre ambas capas está
 formado por los oxígenos de los tetraedros que se
 10 encontraban sin compartir con otros tetraedros (oxígenos
 apicales) y por grupos $(\text{OH})^-$ de la capa brucítica o
 gibsítica, de forma que, en este plano, quede un $(\text{OH})^-$ en el
 centro de cada hexágono formado por 6 oxígenos apicales. El
 resto de los $(\text{OH})^-$ son reemplazados por los oxígenos de los
 15 tetraedros como en la Figura 2, donde los círculos azules
 son átomos de Oxígeno, los círculos rosas son iones
 Hidroxilo, los círculos naranja son iones Aluminio, Fierro o
 Magnesio y los círculos verdes y amarillos corresponden a
 Silicón, ocasionalmente aluminio.

20 Una unión similar puede ocurrir en la superficie opuesta
 de la capa octaédrica. Así los filosilicatos pueden estar
 formados por dos capas: tetraédrica más octaédrica y se
 denominan bilaminares, o bien por tres capas: una octaédrica
 y dos tetraédricas, denominándose trilaminares. A la unidad
 25 formada por la unión de una capa octaédrica más una o dos
 tetraédricas se le denominan lámina.

Si todos los huecos octaédricos están ocupados, la
 lámina se denomina trioctaédrica (Mg^{2+} dominante en la capa
 octaédrica). Si solo están ocupadas dos tercios de las

5 posiciones octaédricas y el tercio restante está vacante, se denomina dioctaédrica (el Al^{3+} es el catión dominante).

En algunos filosilicatos (esmectitas, vermiculitas, micas, etc.), las láminas no son eléctricamente neutras debido a las sustituciones de unos cationes por otros de
 10 distinta carga. El balance de cargas se mantiene por la presencia, en el espacio interlaminar, o espacio existente entre dos láminas consecutivas, de cationes (como por ejemplo en el grupo de las micas), cationes hidratados (como en las vermiculitas y esmectitas) o grupos hidroxilo
 15 coordinados octaédricamente, similares a las capas octaédricas, como sucede en las cloritas. La unidad formada por una lámina más la interlámina es la unidad estructural. Los cationes interlaminares más frecuentes son alcalinos (Na y K) o alcalinotérreos (Mg y Ca).

20 Las fuerzas que unen las diferentes unidades estructurales son más débiles que las existentes entre los iones de una misma lámina, por ese motivo los filosilicatos tienen una clara dirección de exfoliación paralela a las láminas.

25 **Propiedades fisicoquímicas de las arcillas**

Las propiedades fisicoquímicas derivan principalmente de: su extremadamente pequeño tamaño de partícula (inferior a 2 μm), su morfología laminar (filosilicatos), las

5 sustituciones isomórficas, que dan lugar a la aparición de carga en las láminas y a la presencia de cationes débilmente ligados en el espacio interlaminar.

Como consecuencia de estos factores, presentan, por una parte, un valor elevado del área superficial y, a la vez, la
10 presencia de una gran cantidad de superficie activa, con enlaces no saturados. Por ello pueden interaccionar con muy diversas sustancias, en especial compuestos polares, por lo que tienen comportamiento plástico en mezclas arcilla-agua con elevada proporción sólido/líquido.

15 Por otra parte, la existencia de carga en las láminas se compensa, como ya se ha citado, con la entrada en el espacio interlaminar de cationes débilmente ligados y con estado variable de hidratación, que pueden ser intercambiados fácilmente mediante la puesta en contacto de
20 la arcilla con una solución saturada en otros cationes, a esta propiedad se le conoce como capacidad de intercambio catiónico que es también la base para la aplicación en la formulación del fertilizante granulado.

Superficie específica

25 La superficie específica o área superficial de una arcilla se define como el área de la superficie externa más el área de la superficie interna (en el caso de que esta existe) de las partículas constituyentes, por unidad de

5 masa, expresada en m^2/g . Las arcillas poseen una elevada superficie específica, muy importante para ciertos usos industriales en los que la interacción sólido-fluido depende directamente de esta propiedad.

- Caolinita de elevada cristalinidad hasta $15 \text{ m}^2/\text{g}$
- 10 •Caolinita de baja cristalinidad hasta $50 \text{ m}^2/\text{g}$
- Halloisita hasta $60 \text{ m}^2/\text{g}$
- Ilita hasta $50 \text{ m}^2/\text{g}$
- Montmorillonita $80\text{-}300 \text{ m}^2/\text{g}$
- Sepiolita $100\text{-}240 \text{ m}^2/\text{g}$
- 15 •Paligorskita $100\text{-}200 \text{ m}^2/\text{g}$

Capacidad de Intercambio Catiónico.

Es una propiedad fundamental de las esmeclitas para intercambiar fácilmente los iones fijados en la superficie exterior de sus cristales, en los espacios interlaminares o en otros espacios interiores de las estructuras; por otros existentes en las soluciones acuosas envolventes. La capacidad de intercambio catiónico (CEC) se puede definir como la suma de todos los cationes de cambio que un mineral puede adsorber a un determinado pH. Es equivalente a la medida del total de cargas negativas del mineral. Estas cargas negativas pueden ser generadas de tres formas diferentes:

- 5 •Sustituciones isomórficas dentro de la estructura
- Enlaces insaturados en los bordes y superficies
externas
- Disociación de los grupos hidroxilos accesibles.

El primer tipo es conocido como carta permanente
10 y supone un 80% de la carga neta de la partícula;
además es independiente de las condiciones de pH y actividad
iónica del medio. Los dos últimos tipos de origen varían en
función del pH y de la actividad iónica. Corresponden a
bordes cristalinos, químicamente activos y representan el
15 20% de la carga total de la lámina.

Ventajas

Como principal ventaja, los sideróforos presente en la
composición de la presente invención actúan como agente
quelantes del Hierro (Fe), capaces de secuestrar éste en
20 presencia de otros metales y reducirlo de su forma Fe^{3+} a
 Fe^{2+} , una forma mucho más soluble y aprovechable para la
nutrición de las plantas.

En la presente invención se utilizan arcillas como:
caolinita, esmectita (montmorillonita), mica, hematita,
25 talco y/o ortoclase, como material soporte, las que gracias
a sus cargas tienden a unirse al ser humedecidas. Cabe hacer
mención que el proceso de aglomeración (o granulado) se
realiza en un plato peletizador.

5 Durante la aplicación del fertilizante, tiene
lugar la disociación de los cationes, que debido a la
carga de las arcillas son adsorbidos. Es necesario resaltar
que las arcillas tienen una capacidad de intercambio
catiónico de 10 a 200 me/100 g como se vio anteriormente
10 gracias a sus cargas negativas. Esto ayuda a que la misma
arcilla retenga los cationes Fe^{++} , Zn^{++} , Mn^{++} y Cu^{++} y que
sean intercambiados por cationes H^{+} que se encuentran en la
superficie de la raíz de las planta. Debido a esto, la
mezcla de materiales se convierte en un fertilizante
15 altamente asimilable.

Cabe mencionar que aunque la arcilla mezclada con los
sulfatos de zinc, manganeso, cobre y ferroso tienen una gran
capacidad de aglomeración, el uso de un aglomerante como
hidróxido de calcio es esencial para conferir al gránulo una
20 mayor dureza entre 1.9 y 2.3 kg/cm^2 y hacer que este no se
pulverice al momento de ser mezclado con otros
fertilizantes y facilitar su aplicación. El fertilizante
tiene una baja concentración de humedad (2 al 6%) lo que
permite que pueda ser mezclado también con fertilizantes
25 higroscópicos como la urea, hasta en una relación de 1:1 sin
problemas que puedan afectar sus características físicas.

Otra ventaja que tiene del producto desarrollado es que
gracias a la disolución progresiva de sus componentes le
permite actuar durante gran parte del ciclo de un cultivo;

5 es decir, al contacto con el agua los componentes se disuelven gradualmente.

Ejemplos

Los siguientes ejemplos tienen la finalidad de ilustrar la invención, no de limitarla. Cualquier variación por los
10 expertos en la técnica, caen dentro del alcance de la misma.

Ejemplo 1

Para producir una tonelada del fertilizante granulado se mezclan 100 kg de sulfato ferroso monohidratado, 200 kg de sulfato de zinc monohidratado, 28 kg de sulfato de cobre
15 heptahidratado, 5 kg de sulfato de manganeso monohidratado, 1 kg de hidróxido de calcio, **500 kg de sideróforos y 164 kg de arcilla pulverizada**, hasta obtener una mezcla homogénea. La mezcla se vacía en un plato peletizador a un flujo de 17 kg/min. El plato tiene un diámetro de 1.8 m, con
20 un ángulo de inclinación de 37 ° y gira a 38 rpm, la mezcla en el plato se rocía con agua a un flujo de 1.25 lt/min. Los gránulos formados se alimentan a un horno rotatorio de 3 secciones, calentado por un quemador que es alimentado con una mezcla de hidrocarburos predominando el metano. En su
25 interior el horno alcanza una temperatura de 100°C en la primera sección, la que disminuye hasta 57°C en la última sección, para obtener una humedad final del producto alrededor del 3%. Los gránulos de fertilizante después son

5 cribados a través de las mallas de abertura 2.3 (malla 8) y 4.0 mm (malla 5).

El producto que pasa la malla 5 y es retenido en la malla 8 es un producto de 2.3 a 4.0 milímetros de diámetro que estará listo para ser envasado y distribuido. Los
10 tamaños menores que atraviesan la malla 8 son alimentados de nuevo al mezclador y reprocesados. Los tamaños mayores se muelen y también se reprocesan alimentándolos de nuevo al mezclador.

El fertilizante granulado obtenido puede aplicarse de
15 20-40 Kg/Ha en hortalizas y gramíneas y 100-200 gr/árbol en caso de frutales. En suelos donde los cultivos establecidos se encuentren con bajos niveles de fertilidad y un pH alcalino.

Ejemplo 2

20 Para producir una tonelada del fertilizante granulado se mezcla 150 Kg de sulfato ferroso monohidratado, 29 kg de sulfato de zinc monohidratado, 24 kg de sulfato de cobre pentahidratado, 42 kg de sulfato de manganeso, 54 kg de óxido de magnesio, 132 kg de sulfato de calcio, 89 kg de
25 azufre, 2 kg de hidróxido de calcio, **1 kg de sideróforos y 477 kg de arcillas pulverizadas**, se mezclan hasta obtener una mezcla homogénea. La mezcla se vacía en un plato peletizador a un flujo de 12.5 kg/min. El plato tiene un

5 diámetro de 1.8 m, con un ángulo de inclinación de 37° y
gira a 38 rpm, la mezcla en el plato se rocía con la mezcla
de agua e hidróxido de calcio con un flujo de 1.25 lt/min.
Los gránulos formados se alimentan a un horno rotatorio de 3
secciones, calentado por un quemador que es alimentado con
10 una mezcla de hidrocarburos predominando el metano. En su
interior el horno alcanza una temperatura de 100 °C en la
primera sección, la que disminuye hasta 57 °C en la última
sección, para obtener una humedad final del producto
alrededor del 3%. Los gránulos de fertilizante después son
15 cribados a través de las mallas de abertura 2.3 (malla 8) y
4.0 mm (malla 5).

El producto que pasa la malla 5 y es retenido en la
malla 8 es un producto de 2.3 a 4.0 milímetros de diámetro
que estará listo para ser empacado y distribuido. Los
20 tamaños menores que pasan la malla 8 son alimentados de
nuevo al mezclador y reprocesados. Los tamaños mayores se
muelen y también se reprocesan alimentándolos de nuevo al
mezclador.

El fertilizante granulado obtenido puede aplicarse de
25 20-40 kg/ Ha en hortalizas y gramíneas y 200-400 gr/árbol en
caso de frutales. En suelos donde los cultivos establecidos
se encuentren con bajos niveles de fertilidad y con pH
alcalino.

5

Reivindicaciones

"Habiéndose descrito la invención como antecede, se reclama como propiedad lo contenido en las siguientes reivindicaciones".

1. Una composición fertilizante caracterizada porque comprende:
- a) Hierro de 5 a 30%,
 - b) Zinc de 1 a 20%,
 - c) Manganeseo de 0.1 a 10%,
 - d) Boro de 1 a 10%,
 - 15 e) Cobre de 0.1 a 10%
 - f) Molibdeno 0.1 a 10%,
 - g) Azufre de 1 a 10%,
 - h) Calcio de 1 a 10%,
 - i) Magnesio de 1 a 10%
 - 20 j) Sideróforos de 1 a 50% y
 - k) Arcillas minerales de 30 a 60%.

Todo esto adicionado dentro de los rangos establecidos debe sumar el 100%

2. Una composición fertilizante de conformidad con la reivindicación 1, caracterizada porque los porcentajes peso están basados en el peso total del fertilizante donde el hierro se presenta como Sulfato Ferroso Monohidratado, el zinc como Sulfato de Zinc
- 25

5 Monohidratado, el cobre como Sulfato de Cobre
Pentahidratado, el manganeso como un Sulfato de
Manganeso, el azufre como Azufre elemental, y el calcio
como Sulfato de Calcio.

10 3. Una composición fertilizante de conformidad
con la reivindicación 1, caracterizada porque la
arcilla mineral puede ser una mezcla de arcillas
caolinítica, esmectita (montmorillonita), mica,
hematita, talco y ortoclasa.

15 4. Una composición fertilizante de conformidad
con la reivindicación 1, caracterizada porque los
sideróforos pueden ser catecoles, hidroxamatos, α -
hidroxi-carboxilatos, mixtos y/o una combinación de
estos.

20 5. Una composición fertilizante de conformidad
con la reivindicación 1, caracterizada porque los
sideróforos pueden ser obtenidos a través de síntesis
microbiana (productos de bacterias, hongos y/o
levaduras) o bien a través de síntesis química y una
vez obtenidos son agentes quelantes de hierro, capaces
25 de secuestrar este en presencia de otros metales
incluidos en la fórmula y reducirlo de su forma Fe^{3+} a
 Fe^{2+} , la cual es una forma mucho más soluble y
aprovechable para las plantas, contribuyendo así a la
acción global del fertilizante.

30 6. Una composición fertilizante de conformidad
con la reivindicación 1, caracterizada porque la

5 presentación del producto es en forma granulada de 2.3
a 4.0 milímetros, tamaño apropiado para poder ser
utilizado ya sea mezclado con otros fertilizantes o de
forma individual. Cuenta con una dureza entre 1.9 a 2.3
kg/cm², suficiente para soportar el manejo posterior,
10 durante la preparación del mismo y el mezclado con
otros nutrientes; contribuyendo aunadas éstas dos
propiedades, tamaño y dureza, a un mejor manejo del
fertilizante.

15

5

Resumen

La presente invención se refiere a un fertilizante sólido granulado que comprende como material de soporte una arcilla mineral en una relación de 30 a 60% que puede ser una mezcla de arcillas caolinítica, esmectita, mica, hematita, talco y ortoclasa, adicionada con nutrientes tales como Fe de 5 a 30%, Zn de 1 a 20%, Mn de 0.1 a 10%, B de 1 a 10%, Cu de 0.1 a 10%, Mb 0.1 a 10%, S de 1 a 10%, Ca de 1 a 10%, y Mg de 1 a 10%, siendo adicionados en su forma soluble para garantizar su incorporación a las plantas, además de la adición de Sideróforos en una relación de 1 a 50%, donde éstos son agentes quelantes de hierro, capaces de secuestrar éste en presencia de otros metales y reducirlo de su forma Fe^{3+} a Fe^{2+} , una forma mucho más soluble y aprovechable para la nutrición de las plantas.

Los porcentajes peso están basados en el peso total del fertilizante donde el hierro se presenta como Sulfato Ferroso Monohidratado, el zinc como Sulfato de Zinc Monohidratado, el cobre como Sulfato de Cobre Pentahidratado, el manganeso como un Sulfato de Manganeso, el azufre como Azufre elemental, y el calcio como Sulfato de Calcio

Los sideróforos que conforman la composición pueden ser catecoles, hidroxamatos, α -hidroxi-carboxilatos mixtos y/o

- 5 una combinación de éstos y pueden obtenerse a través de síntesis microbiana o bien a través de síntesis química.

La presentación del producto es en forma granulada de 2.3 a 4.0 mm, tamaño apropiado para poder ser utilizado ya sea mezclado con otros fertilizantes o de forma individual.

- 10 Cuenta con una dureza entre 1.9 a 2.3 kg/cm², suficiente para soportar el manejo posterior, durante la preparación del mismo y el mezclado con otros nutrientes.

Señores

**SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO- SIC
E.S.D.**



Yo José Luis Miranda Valencia, mayor de edad, identificada con Pasaporte Mexicano No. G24994621 vecina de la ciudad, Celaya, Guanajuato, México con domicilio en Rancho Pinto #2012, Fraccionamiento Campestre cp 38080, manifiesto que, por el presente documento confiero **PODER ESPECIAL**, amplio y suficiente a **Maria de la Paz Perez Barrera** también mayor de edad, identificada con la cédula de extranjería No. 3966337 de Bogotá D.C., con domicilio en Bogotá D.C., para que en nombre y representación de mi persona, tramite y lleve hasta su culminación el proceso de solicitud de registro de la PCT PCT/MX2015/000024.

Mi apoderada quedará facultada para transigir, conciliar, recibir, desistir, sustituir, suscribir documentos y formatos, notificarse de las actuaciones que se surtan en el trámite y todas las demás atribuciones que resulten necesarias para el fiel y el adecuado cumplimiento de la gestión que se le confiere.

Cordialmente,

JOSÉ LUIS MIRANDA VALENCIA
P. G24994621

Acepto,

MARIA DE LA PAZ PEREZ BARRERA
CE. 396637 de Bogotá.

REGISTRÓ NÚMERO 747 SETECIENTOS CUARENTA Y SIETE

LIBRO XV DECIMO QUINTO

En la ciudad de Celaya, Estado de Guanajuato, Estados Unidos Mexicanos, a los 02 dos días del mes de Octubre del año 2017 dos mil diecisiete, la suscrita **LICENCIADA MA. PORFIRIA IRMA GUTIÉRREZ GALVÁN, TITULAR DE LA NOTARIA PÚBLICA NÚMERO 55 CINCUENTA Y CINCO**, en legal ejercicio en este Partido Judicial, con domicilio en Villahermosa número 103 ciento tres, Colonia "Alameda", **HAGO**

CONSTAR: -----

La comparecencia del señor **JOSE LUIS MIRANDA VALENCIA**, para ratificar en este acto, el contenido y suscripción de Carta Poder a favor de María de la Paz Pérez Barrera.-----

I.- FECHA DE CELEBRACION DEL DOCUMENTO QUE SE RATIFICA: Documento sin fecha-----

II.- NATURALEZA DEL DOCUMENTO QUE SE RATIFICA.- Carta Poder.-----

III.- GENERALES.- Bajo protesta de decir verdad, el compareciente manifiesta ser: -----

JOSE LUIS MIRANDA VALENCIA, mexicano, mayor de edad, casado, originario de Minatitlán, Veracruz, en donde nació el día 22 veintidós de junio de 1962 mil novecientos sesenta y dos, y vecino de esta ciudad de Celaya, Guanajuato, con domicilio en Rancho Pinto número 2012 dos mil doce, Fraccionamiento Campestre, código postal 38080, Ingeniero.-----

V.- IDENTIDAD.- El compareciente **JOSE LUIS MIRANDA VALENCIA**, se identifican con Pasaporte número G08720577.-----

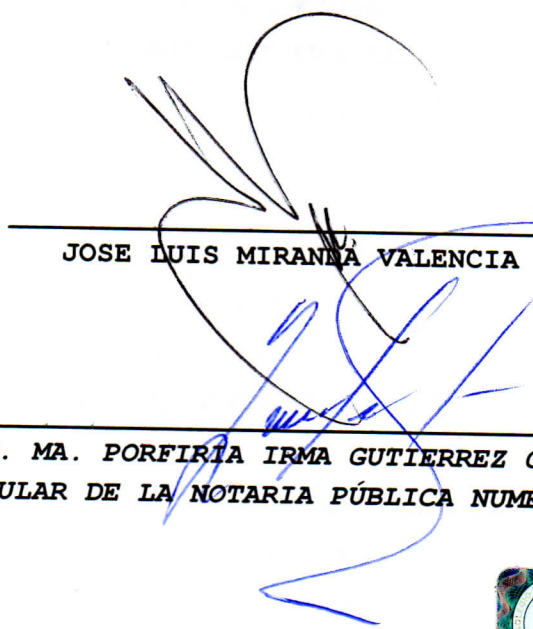
V.- FECHA DE LA RATIFICACION.- El día 02 dos de Octubre del año 2017 dos mil diecisiete, el compareciente **JOSE LUIS MIRANDA VALENCIA**, ratifica el contenido y la suscripción del documento descrito en el Antecedente II segundo.-----

VI.- FIRMA DEL COMPARECIENTE, SELLO Y FIRMA DEL NOTARIO.- En la misma fecha el señor **JOSE LUIS MIRANDA VALENCIA**, firma ante y en unión de la Titular de esta Notaria.- **DOY FE.**-----

Con lo anterior se da estricto cumplimiento a lo dispuesto por el
Artículo 67 de la Ley del Notariado para el Estado de Guanajuato.

DOY FE.-----

En este acto se utilizó el folio 037 01457. DOY FE.-----


JOSE LUIS MIRANDA VALENCIA

LIC. MA. PORFIRIA IRMA GUTIERREZ GALVAN
TITULAR DE LA NOTARIA PÚBLICA NUMERO 55



AGUTIERREZ GALVAN
LOS MEXICANOS
GTO.
55 CELAYA