



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

N.º de publicación: ES 2 035 766

Número de solicitud: 9100879

Int. Cl.⁵: C05B 17/00

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **03.04.91**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **16.04.93**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
16.04.93

71 Solicitante/es: **José Torrent Castellet**
Avda. Menéndez Pidal, 14 5º 2
14004 Córdoba, ES
Vidal Barron López de Torre

72 Inventor/es: **Torrent Castellet, José y**
Barron López de Torre, Vidal

74 Agente: **Ungría Goiburu, Bernardo**

54 Título: **Método para corregir la clorosis férrica en plantas.**

57 Resumen:

Método para la corrección de la clorosis férrica en plantas mediante el mezclado de forma homogénea del suelo con fosfato ferroso ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) parcialmente oxidado a una dosis indicativa de 0.8 gramos de producto por kilogramo de suelo.

Este método resulta eficaz para asegurar la nutrición en hierro de diversas especies vegetales que especialmente en suelos calcáreos tienen problemas de abastecimiento de este elemento químico.

DESCRIPCION

Este método se refiere al uso de un fosfato ferroso parcialmente oxidado que, mezclado con el suelo, es eficaz para asegurar la nutrición en hierro de diversas especies vegetales que, especialmente en suelos calcáreos, tienen problemas de abastecimiento de este elemento químico. El producto, en las condiciones de uso que se detallan, puede considerarse como un fertilizante de liberación lenta y efecto persistente e indicado para fertilización de fondo.

Como clorosis férrica se conoce el conjunto de síntomas que las plantas muestran cuando hay una nutrición inadecuada de hierro, tales como el amarilleamiento intervenal de las hojas jóvenes. La clorosis férrica es habitual en suelos calcáreos. Debido a que las condiciones químicas de éstos (alto pH, concentración de iones bicarbonato, poder tampón y otros) determinan una baja solubilidad del hierro y dificultad de absorción de este elemento por las plantas. Debido a que los suelos calcáreos son abundantes en muchas regiones de climas semiáridos y áridos, y a que el rendimiento de diversas especies vegetales de alto interés agronómico de estas regiones se ve gravemente afectado por la clorosis, se han utilizado diversos productos y técnicas para corregir el problema.

Los productos correctores que se han aplicado directamente al suelo han sido muy variados. Entre los inorgánicos podemos mencionar al sulfato ferroso, las piritas, diversos residuos (tratados o no con ácido) de la minería del hierro, basaltos molidos, así como diversos óxidos de hierro sintéticos y de naturaleza poco cristalina. Muchos de estos productos son efectivos solamente a dosis altas ya que, o bien son poco solubles, o bien, siendo solubles, el hierro solubilizado pasa rápidamente a una forma muy insoluble e inaccesible para las plantas.

En los últimos veinte años se ha generalizado el empleo de los llamados quelatos de hierro, que son compuestos orgánicos solubles y relativamente estables en las condiciones químicas de los suelos calcáreos, por lo que las plantas pueden aprovechar el hierro que contienen.

Muchos de los quelatos comerciales se basan en el Fe-EDDHA (complejo del hierro con el ácido hidroxietilendiamino triacético) que ha demostrado ser el más estable y eficaz.

Los quelatos tienen el inconveniente de que son eliminados por el agua de percolación que atraviesa el suelo y de que son descompuestos al cabo de unos meses de permanencia en el suelo. Esto obliga a emplearlos con periodicidad anual o, a lo sumo, bianual. Por añadidura, su coste es elevado y su empleo sólo puede ser aconsejado para cultivos de alto valor económico. Recientemente se ha sugerido el empleo de quelatos relativamente económicos, como los basados en el ácido glucoheptónico, pero su eficacia no ha sido aún plenamente demostrada.

Los fosfatos de hierro son poco solubles al agua al pH propio de los suelos calcáreos y, quizá por esta razón, su eficacia contra la clorosis no ha sido estudiada.

Presentan, no obstante, una serie de ventajas teóricas sobre otros compuestos: a) El ión fosfato es tomado por las plantas o adsorbido por distintos minerales del suelo, promoviéndose así la disolución del producto y la consiguiente liberación del hierro; b) el hierro liberado precipita, probablemente, como un hidróxido de poca cristalinidad, ya que es conocido que el ión fosfato actúa impidiendo la cristalización de los hidróxidos de hierro; c) los hidróxidos poco cristalinos, por su alta superficie específica, parecen ser capaces de liberar hierro en la rizosfera de las plantas, habiéndose demostrado su eficacia contra la clorosis; d) los fosfatos de hierro tienen una alta concentración de este elemento (muchos de ellos más del 25%) por lo que su disolución a largo plazo puede aportar cantidades relativamente altas de hidróxidos de hierro al suelo, y e) por su composición y propiedades se pueden considerar fertilizantes de liberación lenta de fósforo, útiles para abonado de fondo de este último elemento.

Aunque haya razones que apoyen de una manera genérica la posible eficacia de los fosfatos de hierro, es evidente que los distintos fosfatos pueden tener eficacias muy dispares en función, entre otros factores, de su distinta solubilidad, superficie específica y estado de valencia del hierro. Los fosfatos ferrosos, por su facilidad de oxidación (y, por tanto, de descomposición) en las condiciones oxidantes de los suelos cultivados son, en principio, los más prometedores para liberar hierro. Entre ellos, el $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ (equivalente al mineral vivianita) es el más común. Su preparación es simple, rápida y poco costosa, pudiéndose obtener mediante la reacción del sulfato ferroso con el ácido fosfórico, cuando se neutraliza con una base, como, por ejemplo, el hidróxido potásico. En la práctica, si el aire no se excluye del sistema reaccionante, se produce una oxidación parcial del hierro ferroso del precipitado, obteniéndose un compuesto azulado (la vivianita pura es blanca) de fórmula genérica:



donde $2x + 3y = z + 3u$. Cuando el precipitado se lava y seca (al aire o por liofilización), de un 60 a un 80% del hierro de este producto está en forma ferrosa.

5

La eficacia del fosfato de las características antedichas puede ser comprobada, al igual que se ha hecho con otros productos correctores, con experimentos en los que se usan especies vegetales sensibles a la clorosis, cultivadas en suelos conocidos por su alta capacidad de inducir clorosis.

10

Se detallan a continuación, a título de ejemplo, experimentos que hemos realizado en condiciones controladas y que prueban la eficacia del producto.

Ejemplo 1

15

Se hizo un experimento con un cultivar de garbanzo muy sensible a la clorosis. Se estudió la respuesta a la aplicación del producto a distintas dosis, en un cultivo de maceta, comparando, a su vez, los resultados con los correspondientes a la aplicación de quelato (Fe-EDDHA). El FFPO se aplicó como polvo mezclado con el suelo. A los 22 días de la nascencia se determinó el contenido en clorofila de las últimas hojas. Este es un buen índice del grado de clorosis y se considera más adecuado que la simple evaluación visual. La Tabla 1 muestra los resultados para tres suelos distintos ("Badajoz", "Córdoba" y "Jaén") que tienen un contenido de caliza activa muy superior al 10%, que se considera, en general, el límite entre los suelos inductores de los no inductores de clorosis.

20

Tabla 1

25

Resultados de los experimentos de aplicación del producto a los suelos "Badajoz" (13% de caliza activa), "Córdoba" (24% de caliza activa) y "Jaén" (28% de caliza activa), en cultivo de garbanzo. (1)

30

Dosis (g/kg de suelo)	Clorofila (ug/cm ² hoja)		
	Badajoz	Córdoba	Jaén
0 (control)	4a	13a	7a
0.36	26b	22ab	20b
0.72	32bc	27bc	37d
1.44	41c	33cd	32cd
Quelato	38c	35cd	34d

35

40

(1) Los valores seguidos de la misma letra no son distintos al nivel de significación del 5%.

45

Ejemplo 2

50

Las condiciones experimentales fueron las mismas que en el caso anterior excepto que se utilizó un suelo con el 17% de caliza activa ("Higuerón"). Se hicieron dos experimentos: uno en el que se cultivó garbanzo inmediatamente después de añadir el producto y otro en el que se cultivó después de haber cultivado ya una vez. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

(Pasa pag. siguiente)

55

60

Tabla 2

Resultado de la aplicación del producto al suelo “Higuerón” para cultivo del garbanzo inmediatamente después de añadir el producto (“I”) o después de un ciclo previo de cultivo (II).

5

10

15

20

Experimento I		Experimento II	
Dosis (g/kg suelo)	Clorofila (ug/cm ² hoja)	Dosis (g/kg suelo)	Clorofila (ug/cm ² hoja)
0 (control)	14a	0 (control)	19a
0.7	34b	0.4	24ab
1.0	45bc	0.6	32bc
Quelato	56c	0.8	41c
		1.0	36bc
		Quelato	42c

Los experimentos muestran que el producto es eficaz a dosis de alrededor de 0.8 g/kg suelo, es decir, a dosis técnicamente aplicable sin problemas en el abonado de fondo de cultivos como frutales (en plantación) o cultivos hortícolas de alto valor económico en superficies de cultivo pequeñas o medianas. El último experimento muestra que el producto tiene un efecto persistente de, al menos, varias semas en el suelo.

30

35

40

45

50

55

60

REIVINDICACIONES

1. Método para la corrección de la clorosis férrica en plantas **caracterizado** por comprender el
mezclado de forma homogénea del suelo con fosfatos ferroso ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) parcialmente oxidado a
5 una dosis indicativa de 0.8 gramos de producto por kilogramo de suelo.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60



INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.⁵: C05B 17/00

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	ES-A-8407007 (UNION EXPLOSIVOS RIOTINTO S.A.) *Todo el documento*	1
A	ES-A-417766 (DABEER S.A.) *Todo el documento*	1
A	US-A-4181516 (GRAY) *Todo el documento*	1
A	ES-A-454371 (ALGUES TEMZ-MOR) *Todo el documento*	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe

10.04.92

Examinador

I. Seriñá Ramírez

Página

1/1