

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 530 239**

51 Int. Cl.:

A01N 59/00	(2006.01)	C01B 33/141	(2006.01)
A01N 25/22	(2006.01)	A23K 1/175	(2006.01)
A01N 25/02	(2006.01)	C01B 33/148	(2006.01)
A01N 25/12	(2006.01)	C01B 33/32	(2006.01)
A01N 47/14	(2006.01)		
A01N 47/12	(2006.01)		
A01P 3/00	(2006.01)		
A01P 21/00	(2006.01)		
C05G 3/02	(2006.01)		
C05G 3/00	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2010 E 10162186 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.12.2014 EP 2371220**

54 Título: **Disolución de silicato soluble biodisponible estabilizada**

30 Prioridad:

31.03.2010 EP 10158686

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

27.02.2015

73 Titular/es:

**TAMINCO (100.0%)
Panterschipstraat 207
9000 Gent, BE**

72 Inventor/es:

**ROOSE, PETER;
DEMUYNCK, MARC;
DE SAEGER, JOHAN y
RABASSE, JEAN-MICHEL**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

Observaciones :

Véase nota informativa (Remarks) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 530 239 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

Disolución de silicato soluble biodisponible estabilizada

Campo técnico de la invención

5 La presente invención se refiere al campo de disoluciones acuosas que comprenden silicio en forma biodisponible. Más particularmente, la presente invención se refiere a composiciones de silicatos alcalinos estabilizados con osmolito apropiadas, por ejemplo, para uso en programas de fertilización de plantas o preparaciones farmacéuticas, cosméticas o nutricionales, y a métodos, tales como, por ejemplo, para preparar silicatos alcalinos estabilizados con osmolito.

Antecedentes

10 El silicio (Si) no se encuentra en la naturaleza en su forma elemental (metal), aunque es el segundo elemento más abundante después del aluminio (Al) en la corteza terrestre. Ciertamente, tiene una gran atracción por el oxígeno y forma una unión de estructura tetraédrica a cuatro oxígenos en su forma estable y más predominante en agua como ácido monosilícico $\text{Si}(\text{OH})_4$. Este ácido débil muestra cuatro funciones ácido con un más bajo valor de pKa de 9,8. Esto implica que a pH 9,8 está presente ácido monosilícico el 50% en la forma ácida sin disociar y el 50% en la forma de sal monoiónica (un ion silicato). Los otros valores de pKa están entre 11,8 y 13,5. Esto significa que solo la adición de un álcali muy fuerte es capaz de disociar los cuatro grupos ácido en cuatro iones silicato partiendo de ácido silícico. A valores de pH mayores de 10,8 se forman predominantemente silicatos.

20 Entre pH 2 y 8 el ácido monosilícico y ortosilícico es una molécula neutra. Está predominantemente sin carga entre pH 2 y 3. A concentraciones mayores de 3 mM comienza a polimerizarse por medio de una reacción de condensación. Es por lo tanto imposible sin la introducción de agentes estabilizantes especiales sintetizar altas concentraciones (> 4 mM) de ácido monosilícico, estable en el tiempo a temperatura ambiente. Durante una primera reacción de condensación entre dos moléculas de ácido monosilícico y con la liberación de una molécula de agua se forma ácido disilícico (es decir, el dímero $(\text{OH})_3\text{Si-O-Si}(\text{OH})_3$). Este dímero es la molécula de partida crucial para posteriores reacciones de polimerización. Dependiendo de la concentración de Si, la temperatura y la presencia de otras moléculas o iones, la polimerización avanza con la formación de trímeros, tetrámeros, y oligómeros (lineales o cíclicos) más grandes. A concentraciones más altas se forman mayores moléculas lineales de ácido silícico que crecen adicionalmente y comienzan a condensar conjuntamente formando estructuras coloidales o sílice.

Todas estas estructuras en suspensión se hidrolizan en el momento de la dilución y se forman de nuevo moléculas más pequeñas con consumo de moléculas de agua.

30 La polimerización adicional de coloides da como resultado la formación de sílice amorfa con formación de precipitados o gel. Solo las más pequeñas formas de ácido silícico (mono- y di-silícico) están biodisponibles para organismos (plantas, algas, líquenes, animales, seres humanos, etc.). Estas moléculas están disponibles en agua del suelo, ríos, mares, fuentes, océanos, etc. La concentración de silicio de estos ácidos biodisponibles en agua está limitada a bajas concentraciones ($<3-5$ mM). Especialmente las plantas y algas convierten estos ácidos en sílice biogénica que se disuelve muy lentamente en agua en ácido monosilícico.

Durante la última década, ha llegado a existir evidencia de que además del ácido silícico también los mono-silicatos y los complejos de mono-silicato muestran características de biodisponibilidad. Sin embargo, es difícil de probar la biodisponibilidad de estos compuestos.

40 Las pequeñas moléculas de ácido silícico son capaces de difundirse a través de todo tipo de membranas celulares y se detectaron acuaporinas (canales de entrada) o proteínas transportadoras específicas para el ácido mono-silícico en plantas y algas. Es evidente que los iones silicato (iones mono- o di-silicato) podrían entrar en las membranas de una manera similar. Es químicamente difícil mostrar la diferencia entre pequeños ácidos silícicos y sus iones silicato derivados. También es posible que los iones silicato se conviertan en ácido silícico durante la entrada en la membrana o que entren en forma de complejo a través de otro canal. La presente invención parte del hallazgo de que los solutos compatibles, que tienen sus propias acuaporinas específicos, son capaces de suministrar silicatos en las membranas celulares.

45 Es posible que el ácido silícico y los silicatos realicen diferentes actividades en la célula. La especificidad de la célula podría ser diferente para la forma iónica en diferentes organismos. Sabemos que en las plantas, animales y seres humanos, los dos tipos de silicio están bio-disponibles y que son detectables efectos estructurales o fisiológicos después de la administración. Hasta ahora los efectos más acentuados se detectaron después de la complementación con ácido silícico.

55 El ácido silícico es la fuente de silicio biodisponible natural en el agua. El silicio en los alimentos está presente bajo diferentes formas, principalmente como ácido silícico biogénico y sus complejos con macromoléculas como proteínas y azúcares. Los complejos de silicatos y silicatos insolubles también pueden estar presentes. No existe una correlación entre el contenido de silicio en los alimentos y la captación de silicio en el ser humano. La biodisponibilidad del compuesto de silicio es por lo tanto importante. No se estudia la biodisponibilidad de la mayoría

de los compuestos a excepción de ácido (mono)silícico.

Se ha demostrado, según esta invención, que la complementación de cantidades comparables de silicatos solubles estabilizados con osmolito es capaz de mostrar efectos similares a la complementación de ácido silícico, mientras que los silicatos no estabilizados son menos potentes.

- 5 Las formas más comunes de silicio en la naturaleza son el ácido silícico (de ácido mono-silícico a sílice insoluble) y los silicatos. La mayoría de los silicatos son aluminosilicatos presentes en minerales y rocas del suelo. Estas estructuras son estables y se descomponen sólo por fuerzas físicas (fracturas mecánicas y biológicas, congelación, deshielo, etc.) seguido de envejecimiento químico por actividad de los ácidos. El ácido mono-silícico se forma como resultado de estas reacciones químicas o biológicas, junto con nuevos silicatos y se solubiliza en agua. Los silicatos forman principalmente estructuras muy complejas y pueden contener una mezcla de diferentes minerales. Los silicatos normalmente se solubilizan y disuelven en condiciones alcalinas fuertes.

La mayoría de los silicatos son más solubles en agua a alto pH que el ácido silícico a pH entre 2 y 8.

- 15 La solubilidad de la sílice (ácido silícico muy polimerizado) en agua está generalmente por debajo de 200 ppm. En aguas industriales muy concentradas en sílice, se retira la sílice para inhibir la precipitación o deposición que altera la membrana usando técnicas de ósmosis inversa o intercambio iónico. El agua potable purificada que usa estas técnicas contiene por lo tanto menos o nada de silicio.

- 20 Las partículas de sílice exhiben cargas negativas irregulares sobre la superficie pero no se pueden considerar como iones reales que dan como resultado la precipitación de sales. Realmente precipitan como ácido silícico y solo se solubilizan lentamente. Cuantas más partículas de sílice contiene el agua (menos reticulación y más OH presente) más fácil se solubilizan de nuevo. El acceso de OH⁻ y agua es esencial para la disolución de ácido silícico polimerizado y silicatos en ácido mono-silícico o mono-silicato.

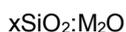
Las partículas de sílice contienen superficies muy hidroxiladas que atraen y unen macromoléculas, que contienen grupos OH, por medio de enlaces de hidrógeno (O-H) como polisacáridos, proteínas, fenoles, etc.

- 25 Los silicatos se preparan industrialmente a partir de sílice en condiciones alcalinas fuertes por disociación del enlace Si-O-Si e ionización del grupo ácido Si-OH dando como resultado un enlace Si-OM (M es un ion metálico). La solubilidad de los silicatos resultantes depende de la concentración de iones OH⁻ añadidos y del grado de disolución de los enlaces Si-O-Si. Cuanto mayor sea la concentración de sílice más compuesto alcalino se usa para completar la disolución y solubilización dando como resultado mayor concentración de mono- y di-silicato, que se requiere para la biodisponibilidad.

- 30 Los silicatos solubles más interesantes son los silicatos de metal alcalino y preferentemente los silicatos de sodio y potasio. Se sintetizan de sílice purificada y muy soluble en condiciones alcalinas suministrando especialmente mono- y di-silicatos.

- 35 Tales disoluciones contienen normalmente una mezcla de aniones silicato. La pieza fundamental de todos estos aniones es el anión tetraédrico con un átomo de silicio en el centro y oxígeno en la esquina de la pirámide de cuatro lados: SiO₄⁴⁻, similar al ácido monosilícico. Este es el anión silicato monómero (anión mono- u otro-silicato). Un ion hidrógeno, sodio o potasio está asociado con cada oxígeno. En la polimerización, los tetraedros se unen entre sí vía enlaces Si-O-Si. La carga negativa de los átomos de oxígeno sin compartir se equilibra con la presencia de cationes alcalinos, que están espaciados al azar en los intersticios de la estructura de silicato.

- 40 Debido a que los silicatos se producen de sílice existen diferentes estructuras dependiendo del grado de polimerización de la sílice, la concentración de hidróxido alcalino añadido, y el grado de disolución. En la disolución, los silicatos solubilizados dan lugar a la especiación molecular. La mezcla de aniones silicato en disolución muestra un complejo de mono-, di-, tri- y superiores estructuras de anión silicato lineal, cíclico y tridimensional representadas por la formulación general



- 45 en la que M es un metal alcalino (litio, sodio o potasio), representando x la relación molar (RM) de sílice a óxido metálico, que define el número de moles de sílice por mol de óxido de metal alcalino. Cuanto más alta sea la relación molar, menos iones de metal alcalino están presentes en la red de sílice y menos alcalinos son los silicatos. Para aplicaciones industriales, la relación en peso se indica como (WR) y se deriva de la RM. Para el silicato de potasio RM=1,56 WR. Los silicatos de potasio se producen principalmente con relaciones de peso que varían de 1,3 a 2,5.

- 55 En disolución acuosa alcalina, se forma una mezcla de iones silicato monoméricos, oligómeros y poliméricos que están en equilibrio dinámico. Esta relación x influye en la distribución de aniones. Las relaciones inferiores (<2) darán como resultado superior concentración de mono- y di-silicatos e inferior de oligómeros mientras que relaciones superiores (>2,2) darán como resultado estructuras más complejas, mayores anillos y polímeros. Los valores de pH de los productos concentrados están usualmente entre 10 y 13. Por encima de pH 11-12 se obtienen disoluciones

estables de iones silicato monomérico y polimérico, sin sílice amorfa insoluble, pero la solubilidad rápidamente disminuye cuando el pH se baja a 9. Por debajo de este pH solo una muy pequeña proporción está presente como anión silicato monomérico además de silicato insoluble. Se forman polímeros o geles de sílice amorfa, caracterizados por la pérdida de iones alcalinos intersticiales de la red tridimensional.

- 5 La dilución de disoluciones de silicato concentradas en agua da como resultado nuevas distribuciones de estructuras de silicato. El pH de la disolución diluida bajará y dependiendo de la concentración de silicio se forman silicatos insolubles. La reducción de pH del silicato diluido es menor de lo que se pudiera esperar debido al efecto tampón del silicato y sus valores de pK entre 10 y 13. Los silicatos lentamente precipitarán o se polimerizarán.

- 10 La adición de ácido a muestras diluidas es necesaria para formar ácido silícico partiendo de disoluciones concentradas de silicato (>0,1 M de Si). Los aniones silicato son capaces de complejarse con macromoléculas que contienen OH por encima de pH 8. Los silicatos solubles pueden reaccionar también con cationes multivalentes, que están presentes en todos los tipos de agua y medios, formando el silicato metálico insoluble correspondiente dando como resultado una biodisponibilidad disminuida debido a la disminución de estos iones.

Los siguientes silicatos solubles están registrados según las regulaciones de la UE:

- 15 Silicatos de sodio ($\text{NaO} : x\text{SiO}_2$),

Metasilicato de disodio, anhidro,

Metasilicato de disodio, pentahidrato,

Metasilicato de disodio, monohidrato,

Silicatos de potasio ($\text{K}_2\text{O} : x\text{SiO}_2$),

- 20 Silicatos de litio ($\text{Li}_2\text{O} : x\text{SiO}_2$),

El silicio aún no se ha aceptado completamente como elemento esencial para todos los organismos vivos aunque hay suficiente evidencia de efectos beneficiosos en plantas, microorganismos, animales y seres humanos.

- 25 Los efectos beneficiosos son particularmente pronunciados en plantas expuestas a estreses abióticos y bióticos (Epstein E. (1999)) Silicon Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 50, 641-664). Epstein y Bloom incluso modificaron la definición de un elemento esencial para plantas para incorporar el silicio (Epstein E. and Bloom A.J. (2005) Mineral Nutrition of Plants Principles and Perspectives; 2nd Edition Sunderland, M A, USA; Sinauer associates). En las partes que sobresalen de la tierra de la planta la concentración de silicio varía de 0,1 a 10,0% de peso seco. Hay diferencias en la captación y transporte de silicio que dan como resultado clasificaciones de las plantas con respecto a la captación de silicio. Hay plantas que muestran una captación activa y acumulación de silicio (algunas ciperáceas y gramíneas como arroz, trigo, centeno y cebada), otros grupos toleran la difusión pasiva de silicio (algunas dicotiledóneas como pepino, melón, fresa y soja) mientras que algunas dicotiledóneas incluso excluyen el silicio (como tomate y judías). Se identificaron transportadores de silicio en arroz responsables de la carga de raíz y xilema. Hay poca información de la captación y transporte de Si en las otras monocotiledóneas y dicotiledóneas. Se mostró que funcionan mecanismos tanto activos como pasivos en la captación y transporte de Si en plantas acumuladoras de Si (Epstein E. (2009) Annals of Applied Biology, 155, 155-160; Kvedaras O.L. et al. (2009) Annals of Applied Biology, 155, 177-186; Liang Y.C. et al. (2007) Environmental Pollution, 147, 422-428; Brunings A.M. et al. (2009) Annals of Applied Biology, 155, 161-170).

- 30 Los autores de la presente invención realizaron varios experimentos con plantas acumuladoras de silicio, plantas de difusión de silicio, y plantas que rechazan el silicio usando una aplicación de pulverización foliar cada semana con silicatos fuertemente acidificados, que da como resultado una aplicación foliar con ácido silícico garantizado (disolución que contiene 0,02 mg/ml de Si).

- 35 En todos estos ensayos, había un claro efecto sobre el crecimiento, producción, resistencia a la infección, color de los frutos; duración en almacenamiento, etc. que muestra que el silicio realmente es captado como ácido silícico en todas las plantas que usan aplicación foliar. Algunos científicos rechazan la técnica de aplicación foliar y solo creen en la técnica del acondicionamiento de la raíz.

- 40 En general, en experimentos publicados en la bibliografía con fertilización con silicio se realizaron usando sólido (por ejemplo, silicato de calcio y silicato de sodio) mezclado con el suelo, o disoluciones de silicato solubilizado (por ejemplo, silicato de sodio o potasio) usando una irrigación del suelo o una técnica de mezcla de suelo con apropiadas diluciones en agua de proceso (pH<9) que contiene minerales multivalentes y otras impurezas. Se usan normalmente concentraciones de silicio entre 1 y 100 mM (1 mM de Si = 28 microgramos Si/ml). La aplicación foliar no se usa frecuentemente pero se aplican similares concentraciones y esta aplicación foliar se cree que muestra menos eficiencia en experimentos de laboratorio. Durante la fertilización del suelo, los silicatos permanecen mucho más tiempo alrededor de las raíces y se disuelven lentamente mientras que en el caso de silicatos aplicados foliarmente, la película de agua que contiene silicio se seca rápidamente.

La mayoría de los autores reivindican que el ácido monosilícico es el ingrediente activo en lugar del silicato. Es difícil o casi imposible mostrar que un concentrado de silicato diluido se convierte completamente en ácido silícico, el compuesto biodisponible probado y confirmado. Primero, hay una disminución drástica de pH en la dilución que genera sílice polimerizada. Los iones metálicos multivalentes omnipresentes dan como resultado la formación de silicatos insolubles y la carencia de suficientes protones en agua de proceso de $\text{pH} > 6$ partiendo de concentraciones de disoluciones de Si de $\text{pH} > 12$ inhibe la formación completa de ácido silícico. Puede ocurrir también la complejación con compuestos naturales que contienen $-\text{OH}$.

La presente invención, que usa una mezcla de osmolitos seleccionados en disoluciones de silicato altamente concentradas, dio como resultado una nueva formulación que protege probablemente los iones silicato de la polimerización en su forma concentrada y durante la dilución, mostrando alta actividad biológica después de la dilución comparable al ácido silícico.

El silicio confiere tolerancia en plantas a varios estreses abióticos y bióticos. No solo se acumula como sílice biogénica por polimerización en las paredes celulares inhibiendo la invasión fúngica o bacteriana, protege la fluidez del xilema, neutraliza los metales tóxicos, actúa contra la salinidad y sequía, afecta a la estructura, integridad y funciones de las membranas, inhibe la peroxidación de lípidos, mejora el equilibrio de nutrientes, incrementa la duración en almacenamiento de vegetales y frutas, etc.

Durante las dos últimas décadas hay cientos de publicaciones que muestran los beneficios del silicio en plantas, animales y seres humanos (Robberecht H. et al. (2009). *Science of the Total Environment*, 407, 16, 4777-4782; Sripanyakorn S. et al. (2009). *British Journal of Nutrition*, 102,6, 825-834). Sin embargo, la concentración apropiada, la especiación del mejor y más barato compuesto de silicio, el pH óptimo durante la aplicación, la determinación de la actividad principal, y las sinergias con otros compuestos no se han propuesto aún. No hay ni un simple ensayo para demostrar la actividad biológica en plantas para una cierta composición de silicio.

En resumen, el Si se considera actualmente un elemento nutricional esencial para plantas, y hay abundante evidencia de los efectos beneficiosos en microorganismos, animales y seres humanos. El silicio es particularmente beneficioso para plantas expuestas a estreses abióticos y bióticos. Durante la última década, ha llegado a existir evidencia de que, además de ácido mono- y di-silícico, también los silicatos y complejos de silicato podrían ser fuentes de silicio biodisponible hasta cierto punto.

El cuello de botella al usar ácidos silícicos o silicatos es su tendencia a precipitar y polimerizarse rápidamente, reduciendo por ello su biodisponibilidad. Los silicatos son solubles solo en condiciones alcalinas fuertes. A $\text{pH} < 9,5$ precipita rápidamente ácido mono-silícico, dando como resultado la formación de trímeros, tetrámeros, y mayores oligómeros lineales o cíclicos. A mayores concentraciones se forman mayores moléculas lineales de ácido silícico que crecen adicionalmente y comienzan a condensarse en estructuras coloidales. La polimerización adicional de esos coloides da como resultado la formación de sílice amorfa como precipitado o gel de sílice. El silicio biodisponible como ácido silícico en agua está solo presente a una concentración de $< 3-5$ mM.

Los silicatos solubles son los silicatos de metal alcalino tales como silicatos de sodio y potasio. Se sintetizan de sílice purificada y muy soluble en condiciones alcalinas suministrando especialmente mono- y di-silicatos. La preparación industrial de silicatos da como resultado una disolución concentrada de silicato que necesita ser diluida apropiadamente. Sin embargo, esta disolución de silicato concentrada no es muy soluble, ni lo son sus diluciones. Al diluir, el pH descenderá y dependiendo de la concentración de silicio y de la presencia de iones metálicos multivalentes, se forman silicatos insolubles. La reacción con cationes multivalentes, por ejemplo, de agua o medio, puede provocar que el correspondiente silicato de metal precipite reduciendo por ello su biodisponibilidad.

Se describe un enfoque para obtener silicio biodisponible en la solicitud internacional de patente WO 2003/077657. Aquí, se describe el uso de ácido silícico, tal como ácido ortosilícico, a muy bajo pH y moderadamente alcalinizado con compuestos básicos que carecen de grupos hidroxilo libre que da como resultado pH menor de 2. No están presentes silicatos en la preparación. Este es un enfoque total de ácido silícico.

Se describe un enfoque para obtener silicio biodisponible en la solicitud internacional de patente WO 2001/047807. Esta patente describe la producción de ácido orto-silícico por hidrólisis de un silicato en una disolución de pH 0-4 en presencia de un disolvente (líquido) no tóxico. Los osmolitos ni se mencionan ni son necesarios para la producción de la disolución de ácido silícico. Este es de nuevo un enfoque de ácido silícico.

Hay de este modo una clara necesidad en la técnica de producir disoluciones de silicio biodisponible de un material a granel barato tal como silicatos, del que se puedan obtener fácilmente altas concentraciones, con una alta estabilidad, tanto en forma concentrada como diluida. También hay una necesidad de diluir la disolución de silicio concentrada con cualquier tipo de agua. Ciertamente, la estabilidad de silicatos alcalinos solubilizados por dilución depende de la composición del medio.

Sumario

Es un objetivo de la presente invención proporcionar buenas composiciones para proporcionar silicato biodisponible

a organismos y buenos métodos para preparar composiciones de silicato biodisponible.

El objetivo anterior se consigue con una composición, método, y uso según la presente invención.

La presente invención se refiere a una composición acuosa estable de silicato como se define en la reivindicación 1. Es esencial que el silicato de metal alcalino se solubilice para que sea una fuente de silicio biodisponible.

5 Según una realización preferida de la invención, el silicato de metal alcalino se selecciona del grupo que consiste en silicato de sodio, silicato de potasio, silicato de litio, y sus combinaciones. Es una ventaja de la presente invención que el silicato disuelto sea un silicato de metal alcalino para conseguir el estado disuelto estabilizado de la composición acuosa estable de silicato de la presente invención.

10 Es una importante característica de la presente invención que el silicato de metal alcalino se estabilice en la composición acuosa estable de silicato de la presente invención con mínimamente dos osmolitos. Como resultado, la composición acuosa estable de silicato es estable a temperatura ambiente durante por lo menos un año. Además, estando disuelto el silicato, la composición es una fuente de silicio biodisponible para el beneficio de la salud de organismos vivos tales como plantas, microorganismos, animales y seres humanos.

15 Sorprendentemente, la composición acuosa estable de silicato de la presente invención proporciona una fuente de silicio biodisponible para las plantas, con el sorprendente efecto de que, cuando se aplica a cultivos, se reduce la tasa de fungicidas, se mejora la eficiencia fungicida de los fungicidas, se incrementa el rendimiento de los cultivos y mejoran los parámetros de calidad de los cultivos cosechados.

20 Es una ventaja de la presente invención que la composición acuosa estable de silicato sea muy versátil. De este modo se pueda aplicar, o añadir a una gama total de productos tales como complementos nutricionales, composiciones terapéuticas, composiciones cosméticas, fertilizantes, o composiciones protectoras de plantas, etc.

Se usa glicerol que es un producto barato, ampliamente disponible y fácilmente aplicable.

25 La composición acuosa estable de silicato puede adicionalmente comprender opcionalmente un tercer compuesto osmolito seleccionado del grupo que consiste en taurina, creatina, colina-o-sulfato, glicerofosforilcolina, fosfato de diglicerol, análogos de sulfonio de trimetilglicina, propionato de dimetilsulfonio, ectoína, hidroxilectoína, prolina, valina, ácido aspártico, isoleucina, glicina, alanina, glutamato, sacarosa, mioinositol, fructosa, maltosa, trehalosa, putrescina, espermidina, espermina, cadaverina, y sus combinaciones y sus sales.

30 La composición acuosa estable de silicato puede adicionalmente comprender opcionalmente uno o más aditivos seleccionados del grupo que consiste en un fertilizante, un compuesto de protección de plantas, un pesticida, un regulador de crecimiento, un adyuvante, un mineral, un biocida, un detergente, un emulsionante, un aditivo de pienso o alimento, un complemento de pienso o alimento, y sus combinaciones. Ventajosamente, la composición de la presente invención es por consiguiente una composición con múltiples beneficios para la salud para plantas porque no solo proporciona silicio biodisponible, también puede proporcionar otros compuestos protectores o de soporte del crecimiento tales como el cuarto compuesto citado anteriormente.

35 Preferentemente, la concentración de iones metálicos multivalentes en la composición acuosa estable concentrada de silicato es menor de 10 mM y/o el pH de la composición está por encima de 10,8 para apoyar la estabilidad prolongada del silicato disuelto.

Preferentemente también, la concentración de silicio de la composición es de 0,02 a 1,60 M de silicio.

40 Preferentemente, el primer compuesto osmolito está presente en una concentración de por lo menos 1,0% (peso/v). La concentración total de osmolito de todos los osmolitos incluidos en la composición es preferentemente menor de 70,0% (peso/v).

En una realización preferida, la composición de la presente invención está asociada a uno o más vehículos, por ejemplo, absorbida sobre un vehículo no tóxico o sobre una goma, o adsorbida sobre un vehículo tal como un agente espesante o una bola.

45 La presente invención se refiere también a una disolución acuosa estable diluida de silicato obtenible diluyendo la composición acuosa estable de silicato según la presente invención por lo menos 100 veces, opcionalmente por lo menos 250 veces, opcionalmente por lo menos 500 veces, opcionalmente por lo menos 750 veces, u opcionalmente por lo menos 1.500 veces.

50 Es una ventaja de la presente invención que usando una mezcla de osmolitos seleccionados en disoluciones de silicato solubles muy concentradas, tales como las composiciones de la presente invención, los iones silicato se protegen de la polimerización, no solo en su forma concentrada sino también después de la dilución, mostrando alta actividad biológica incluso después de la dilución.

Es una ventaja de la presente invención que la disolución acuosa estable diluida de silicato sea apropiada para

conferir un beneficio para la salud para organismos vivos tales como plantas, microorganismos, animales y seres humanos.

5 Ventajosamente, la dilución se puede llevar a cabo con cualquier tipo de agua disponible, tal como agua potable, por ejemplo, agua potable para animales. La dilución se puede mezclar también con alimento para consumo de seres humanos o animales.

Preferentemente, el pH de la disolución acuosa estable diluida de silicato es de 5,0 a 10,0.

En una realización preferida, la disolución acuosa estable diluida de silicato de la presente invención está asociada a uno o más vehículos, por ejemplo, absorbida en un vehículo no tóxico o una goma, o adsorbida sobre un vehículo tal como un agente espesante o una bola.

10 La presente invención se refiere adicionalmente a un polvo obtenible por un procedimiento que comprende la etapa de evaporar una composición acuosa estable de silicato de la presente invención o una disolución acuosa estable diluida de silicato de la presente invención hasta que se obtiene un polvo seco.

15 Es una ventaja que este polvo según la presente invención es fácil de almacenar, transportar, vender y manejar. Un polvo es también un formato adecuado para el consumidor dado que es ligero de peso, fácil de almacenar hasta que se necesite y ofrece el beneficio de reconstituirse a la concentración deseada en cualquier tipo de agua disponible.

20 La presente invención se refiere también al uso de una composición acuosa estable de silicato según la presente invención o una disolución acuosa estable diluida de silicato según la presente invención, para proteger cultivos o para preparar una composición farmacéutica o una composición cosmética o un complemento de pienso o alimento. Como tal, la composición acuosa estable de silicato de la presente invención se puede usar para proporcionar silicio biodisponible a organismos vivos.

La presente invención se refiere también a un método para preparar una composición acuosa estable de silicato.

La presente invención se refiere además a un método para proteger cultivos aplicando a por lo menos una porción de una superficie de un cultivo una cantidad efectiva de la composición acuosa estable de silicato de la presente invención.

25 Los aspectos particulares y preferidos de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes e independientes adjuntas.

30 Aunque ha habido una constante mejora, cambio y evolución de las composiciones de silicato en este campo, se cree que los presentes conceptos representan nuevas y sustancialmente nuevas mejoras, que incluyen desvíos de las prácticas anteriores, dando como resultado la provisión de composiciones más eficientes, estables y fiables de esta naturaleza.

Las enseñanzas de la presente invención permiten el diseño de mejorados métodos y productos para proporcionar silicato disuelto.

35 Se puede usar un kit de partes para la preparación de una composición acuosa estable de silicato según la presente invención o una disolución acuosa estable diluida de silicato según la presente invención, comprendiendo el kit por lo menos un silicato de metal alcalino; y por lo menos un segundo osmolito seleccionado de un compuesto N-metilado.

Opcionalmente, el kit puede comprender también el primer osmolito.

40 Opcionalmente, el kit puede comprender también un tercer compuesto osmolito seleccionado del grupo que consiste en taurina, creatina, colina-o-sulfato, glicerofosforilcolina, fosfato de diglicerol, análogos de sulfonio de trimetilglicina, propionato de dimetilsulfonio, ectoína, hidroxilectoina, prolina, valina, ácido aspártico, isoleucina, glicina, alanina, glutamato, sacarosa, mioinositol, fructosa, maltosa, trehalosa, putrescina, espermidina, espermina, cadaverina, y sus combinaciones y sus sales.

Se puede usar una disolución de compuesto osmolito para preparar una composición acuosa estable de silicato de la presente invención o una disolución acuosa estable diluida de silicato según la presente invención, caracterizada por el hecho de que la disolución de compuesto osmolito comprende por lo menos el primer compuesto osmolito.

45 Opcionalmente, la disolución de compuesto osmolito puede comprender también un segundo compuesto osmolito seleccionado de un compuesto N-metilado.

50 Opcionalmente, la disolución de compuesto osmolito puede comprender también un tercer compuesto osmolito seleccionado del grupo que consiste en taurina, creatina, colina-o-sulfato, glicerofosforilcolina, fosfato de diglicerol, análogos de sulfonio de trimetilglicina, propionato de dimetilsulfonio, ectoína, hidroxilectoina, prolina, valina, ácido aspártico, isoleucina, glicina, alanina, glutamato, sacarosa, mioinositol, fructosa, maltosa, trehalosa, putrescina, espermidina, espermina, cadaverina, y sus combinaciones y sus sales.

Una disolución de compuesto osmolito se puede usar como un ingrediente para preparar una composición acuosa estable de silicato según la presente invención o una disolución acuosa estable diluida de silicato según la presente invención, caracterizada por el hecho de que la disolución de compuesto osmolito comprende por lo menos un segundo compuesto osmolito seleccionado de un compuesto N-metilado. Opcionalmente, la disolución de compuesto osmolito puede comprender también el primer osmolito.

Opcionalmente, la disolución de compuesto osmolito puede comprender también un tercer compuesto osmolito seleccionado del grupo que consiste en taurina, creatina, colina-o-sulfato, glicerofosforilcolina, fosfato de diglicerol, análogos de sulfonio de trimetilglicina, propionato de dimetilsulfonio, ectoína, hidroxilectoína, prolina, valina, ácido aspártico, isoleucina, glicina, alanina, glutamato, sacarosa, mioinositol, fructosa, maltosa, trehalosa, putrescina, espermidina, espermina, cadaverina, y sus combinaciones y sus sales.

Los aspectos particulares y preferidos de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes e independientes adjuntas.

Aunque ha habido una constante mejora, cambio y evolución de las composiciones de silicato en este campo, se cree que los presentes conceptos representan nuevas y sustancialmente nuevas mejoras, que incluyen desvíos de las prácticas anteriores, dando como resultado la provisión de composiciones más eficientes, estables y fiables de esta naturaleza.

Las enseñanzas de la presente invención permiten el diseño de mejorados métodos y productos para proporcionar silicato disuelto.

Las figuras de referencia citadas a continuación se refieren a los dibujos adjuntos.

20 **Breve descripción de los dibujos**

La Fig. 1 es una gráfica que muestra el incremento de rendimiento de patatas infectadas con *Alternaria solani* en tres diferentes ensayos de campo usando niveles variables de fungicida 1 y/o una composición según la presente invención.

La Fig. 2 es una gráfica que muestra la severidad de una infección de oídio de uvas: (A): uvas sin tratar; (B); uvas tratadas con una composición según la invención a 1 l/ha.

La Fig. 3 es una gráfica que muestra la reducción de la infección de mildiu de hojas de patata en tres diferentes ensayos de campo sin (barra hueca) y con (barra rayada) una composición según la invención a 0,65 l/ha con varios niveles de fungicida.

La Fig. 4 es una gráfica que muestra el incremento de rendimiento de patatas de patatas infectadas por mildiu con tres programas de pulverización diferentes de fungicidas con una composición según la invención a 0,65 l/ha.

La Fig. 5 es una gráfica que muestra el efecto sobre la calidad de frutas cosechadas de ensayos de campo efectuados en huertos sin (barra hueca) y con (barra rayada) una composición según la invención a 2 l/ha.

La Fig. 6 es una gráfica que muestra el retraso en la contaminación de enfermedades en el almacenamiento de frutas cosechadas de ensayos de campo efectuados en huertos sin (barra hueca) y con (barra rayada) una composición según la invención a 2 l/ha.

En las diferentes figuras, los mismos signos de referencia se refieren a los mismos o análogos elementos.

Descripción de realizaciones ilustrativas

La presente invención se describirá con respecto a realizaciones particulares y con referencia a ciertos dibujos pero la invención no está limitada por ellos sino solo por las reivindicaciones. Los dibujos y figuras descritos son solo esquemáticos y no son limitantes.

Se debe advertir que el término "que comprende", usado en las reivindicaciones, no se debe interpretar que es restrictivo a los medios listados a continuación; no excluye otros elementos o etapas. De esta manera se debe interpretar que especifica la presencia de las citadas características, etapas o componentes como referidas a, pero no excluye la presencia o adición de una o más características, etapas o componentes distintos, o sus grupos.

Los términos siguientes se proporcionan solamente para ayudar a la comprensión de la invención. No se debe considerar que estas definiciones tienen un alcance menor que el entendido por una persona de experiencia media en la técnica.

"Silicato" se refiere a silicatos o polvos de silicato.

"Concentración de osmolito total" se refiere a la suma de la concentración del primer, segundo y tercer compuesto osmolito.

“Cultivos” se puede referir a cualquier tipo de planta o producto de una planta, tales como frutas, vegetales, granos, legumbres, árboles, arbustos, flores, hierbas, raíces, plantas de jardín, plantas ornamentales, y plantas de cultivo.

5 “proteger cultivos” se refiere a la capacidad de un producto de la presente invención para prevenir y/o reducir y/o minimizar efectos indeseables del sol y/o calor. Los efectos indeseables del sol y/o calor sobre cultivos incluyen quemaduras de sol y estrés térmico, todos los cuales pueden incrementar la transpiración durante la fotosíntesis, o provocar daño visual a productos vegetales tales como frutas, vegetales y fibras. Proteger cultivos se refiere también a la capacidad de un compuesto de la presente invención para prevenir y/o reducir y/o minimizar la infestación de insectos y/o el daño a productos vegetales.

10 Tal como se usa en la presente descripción, el término “estabilidad” quiere decir específicamente que los silicatos individuales en la composición de la presente invención se abstienen de la polimerización (formación de sol o gel), precipitación, coagulación o floculación en suspensión o coalescencia en el fondo del recipiente. Para propósitos prácticos de la presente descripción, se considera que una suspensión es estable si el proceso de polimerización o coagulación es tan lento que tarda por lo menos cinco días en formar un precipitado perceptible en un recipiente de transporte sin tocar.

15 En un primer aspecto, la presente invención se refiere a una composición acuosa estable de silicato.

En una realización particular, esta composición tiene una concentración de silicio $> 0,02$ M y un pH $> 10,8$, y la concentración molar del primer compuesto osmolito es mayor de un cuarto de la concentración molar de silicio: [primer compuesto osmolito] $> 0,25$ [Si].

En un segundo aspecto, la presente invención se refiere a una disolución acuosa estable diluida de silicato.

20 En una realización particular, la composición acuosa estable de silicato de la presente invención se diluye de modo que se obtiene una disolución acuosa estable diluida de silicato. La dilución puede tener lugar en todos los tipos de agua o en una disolución, una emulsión, una suspensión, o en una bebida, tal como una bebida sin alcohol, sopa, café, té, zumo o leche, o sus combinaciones. Como tal, la disolución acuosa estable diluida de silicato es una fuente de silicio biodisponible para células pro- y eu-cariotas, plantas, animales y seres humanos.

25 El pH de la disolución acuosa estable diluida de silicato está preferentemente entre pH 5,0 y pH 10,0. Por ejemplo, una dilución 500 veces de composición acuosa estable de silicato de la presente invención que contiene 0,55 M de Si podría tener un pH entre 7,0 y 8,0, por ejemplo, cuando se diluye con agua del grifo, o un pH entre 8,0 y 9,0, por ejemplo, cuando se diluye en agua purificada.

30 En una realización particular, la composición o su dilución estable están asociadas con uno o más vehículos, por ejemplo, absorbida en un vehículo no tóxico seleccionado del grupo que consiste en celulosa, derivados de celulosa, proteínas, sales, azúcares, almidón, almidón modificado, almidón tratado, fosfatos de almidón y sus ésteres, almidón hidroxipropílico y almidón hidrolizado, y sus mezclas dando como resultado una disolución, emulsión, gel o suspensión.

35 La composición acuosa estable de silicato o su dilución estable son adicionalmente apropiadas particularmente para ser adsorbidas sobre uno o más vehículos tales como un agente espesante seleccionado del grupo que consiste en gelatina, colágeno, harina, grasa, grano de cereal, azúcar, lactosa, manitol, polisacáridos, aminoazúcares, polímeros de azúcar, y geles, y sus mezclas.

40 La composición acuosa estable de silicato o su dilución estable son también particularmente apropiadas para ser adsorbidas sobre uno o más vehículos tales como una bola seleccionada del grupo que consiste en alginato, celulosa, y pectina, y modificaciones y polímeros y sus mezclas.

En una realización particular, la composición o su dilución estable se absorben en uno o más vehículos tales como una goma seleccionada del grupo que consiste en agar, ácido algínico, betaglucono, carragenano, goma damar, glucomanan, goma guar, alginato de sodio, y goma de xantano, y sus mezclas.

En un tercer aspecto, la presente invención se refiere a un polvo.

45 En una realización particular, la composición acuosa estable de silicato de la presente invención o una de sus diluciones se evapora de modo que se obtiene un polvo.

En una realización particular, el polvo de la presente invención está asociado a uno o más vehículos, por ejemplo, absorbido sobre un vehículo no tóxico o sobre una goma, o adsorbido sobre un vehículo tal como un agente espesante o una bola.

50 En un cuarto aspecto, la presente invención se refiere al uso.

Como se puede entender de la descripción anterior, la composición acuosa estable de silicato o sus diluciones estables se pueden usar en una amplia gama de aplicaciones como fuente de silicio biodisponible, para aplicaciones

microbianas, vegetales, animales o humanas.

5 En una realización particular la composición acuosa estable de silicato o su dilución estable se usan en la producción de cultivos. Además del silicato disuelto, la composición o sus diluciones estables pueden comprender adicionalmente compuestos de protección de plantas, pesticidas, reguladores del crecimiento u otros compuestos usados en la producción de cultivos. Más en particular, la composición se puede usar como fertilizante tal como un fertilizante líquido o compuesto protector de plantas en aplicaciones foliares o irrigación por goteo. Para ello, se mezcla, por ejemplo, en una corriente de irrigación ("fertirrigación"), en fertirrigación de suelos o por medio de inyección de líquido. Se puede usar por ejemplo con un esparcidor de líquidos, esparcidor de disco giratorio, esparcidor de gotas, en irrigación en surco y por inundación, aplicación superficial y aplicación de agua corriente.

10 En otra realización particular la composición acuosa estable de silicato o su dilución estable se usan en una composición farmacéutica o formulación terapéutica, o para preparar una composición farmacéutica o formulación terapéutica tal como una pomada, crema, leche, gel, líquido basado en agua, emulsión, disolución, loción, máscara, parche, pulverización, bebida, brebaje, jarabe, cápsula, píldora, comprimido, gel blando, etc.

15 En otra realización particular la composición acuosa estable de silicato o su dilución estable se usan en una composición cosmética o para preparar una composición cosmética.

En otra realización particular la composición acuosa estable de silicato o su dilución estable se usan en un complemento de pienso o alimento o para preparar un complemento de pienso o alimento.

20 En una realización particular, la preparación de la composición acuosa estable de silicato de la presente invención implica la estabilización con un mínimo de dos osmolitos seleccionados. Este método de preparación implica, por ejemplo, las siguientes etapas.

Primero, un silicato alcalino o polvo de sílice se solubiliza completamente en un hidróxido alcalino fuerte. Alternativamente, se pueden usar también silicatos alcalinos solubilizados. Se obtiene de este modo una disolución de silicio concentrada, con una concentración de silicio mayor que, por ejemplo, 3 M de Si. Preferentemente, el pH se incrementa con un hidróxido alcalino hasta un pH por encima de 12,5. Esta disolución de silicato alcalina fuerte se diluye subsecuentemente en una disolución que contiene glicerol o una mezcla de urea y glicerol. Se obtiene una disolución transparente. Se añade a continuación el segundo osmolito N-metilado. En este momento, se pueden añadir otros osmolitos opcionales. Preferentemente se obtiene una concentración de silicio entre 0,02 y 1,6 M. La disolución se mantiene a temperatura ambiente. Diluciones veinte veces o mayores de esta preparación final en agua mineral, purificada o del grifo dan como resultado una disolución transparente, estable durante por lo menos dos semanas a temperatura ambiente.

25

30

En una realización particular, el método comprende adicionalmente la etapa de añadir una proteína soluble "omit(alkali)" o hidrolizado de proteína de origen animal o vegetal a concentraciones mayores del 1% y preferentemente entre 5% y 20%. La proteína se añade después de la dilución en agua purificada. La evaporación de la disolución da como resultado un polvo que contiene silicato biodisponible.

35 En una realización particular, se tratan cultivos con una composición de la presente invención.

La preparación de la composición acuosa estable de silicato de la presente invención implica la estabilización con un mínimo de dos osmolitos seleccionados. Este método de preparación implica, por ejemplo, las siguientes etapas.

Primero, un silicato alcalino o polvo de sílice se solubiliza completamente en un hidróxido alcalino fuerte. Alternativamente, se pueden usar también silicatos alcalinos solubilizados. Se obtiene de este modo una disolución de silicio concentrada, con una concentración de silicio mayor que, por ejemplo, 3 M de Si. Preferentemente, el pH se incrementa con un hidróxido alcalino hasta un pH por encima de 12,5. Esta disolución de silicato alcalina fuerte se diluye subsecuentemente en una disolución que contiene glicerol o una mezcla de urea y glicerol. Se obtiene una disolución transparente. Se añade a continuación el segundo osmolito N-metilado. En este momento, se pueden añadir otros osmolitos opcionales. Preferentemente se obtiene una concentración de silicio entre 0,02 y 1,6 M. La disolución se mantiene a temperatura ambiente. Diluciones veinte veces o mayores de esta preparación final en agua mineral, purificada o del grifo dan como resultado una disolución transparente, estable durante por lo menos dos semanas a temperatura ambiente.

40

45

En una realización particular, el método comprende adicionalmente la etapa de añadir una proteína soluble "omit(alkali)" o hidrolizado de proteína de origen animal o vegetal a concentraciones mayores del 1% y preferentemente entre 5% y 20%. La proteína se añade después de la dilución en agua purificada. La evaporación de la disolución da como resultado un polvo que contiene silicato biodisponible.

50

En un octavo aspecto, la presente invención se refiere a un método para proteger cultivos.

En una realización particular, los cultivos se tratan con una composición de la presente invención, comprendiendo tal composición silicato disuelto como fuente de silicato biodisponible como se describe anteriormente. Más en particular, los cultivos se pueden tratar con una composición de la presente invención que comprende silicato

55

disuelto como fuente de silicato biodisponible así como uno o más compuestos de protección de plantas, pesticidas, reguladores del crecimiento u otros compuestos usados en la producción de cultivos. Los cultivos se protegen proporcionando la composición de la presente invención en una dosis requerida a un campo de cultivos.

Ejemplos

5 Ejemplo 1

Silicato de potasio: 0,9 M de Si

Glicerol: 10% (v/v)

Urea: 20% (peso/v)

Trimetilglicina: 5% (peso/v)

10 en agua hasta hacer 100% vol. (pH 13,0)

Ejemplo 2

Silicato de potasio: 0,25 M de Si

Glicerol: 25% (v/v)

Urea: 5%

15 Trimetilglicina: 3%

en agua hasta hacer 100% vol. (pH 12,3)

Ejemplo 3

Silicato de potasio: 0,5 M de Si

Glicerol: 25%

20 Urea: 20%

Nitrato de potasio: 6%

Trimetilglicina: 3%

en agua hasta hacer 100% vol. (pH 12,9)

Ejemplo 4

25 Silicato de potasio: 0,5 M de Si

Glicerol: 20%

N-metilglicina: 6%

Urea: 20%

en agua hasta hacer 100% vol. (pH 12,8)

30 Ejemplo 5

Silicato de potasio: 0,3 M de Si

Glicerol: 20%

Urea: 20%

Sorbitol: 5%

35 Dimetilglicina: 5%

Nitrato de potasio: 5%

en agua hasta hacer 100% vol. (pH 12,5)

Ejemplo 6

Silicato de sodio: 0,3 M de Si

Glicerol: 10%

Trimetilglicina: 3%

5 Manitol: 10%

en agua hasta hacer 100% vol. (pH 12,4)

Ejemplo 7

Silicato de sodio: 0,55 M de Si

Glicerol: 15%

10 Trimetilglicina: 12%

Sacarosa: 10%

en agua hasta hacer 100% vol. (pH 13,0)

Ejemplo 8

Silicato de potasio: 0,55 M de Si

15 Glicerol: 20%

TMAO (N-óxido de trimetilamina): 6%

Trimetilglicina: 6%

en agua hasta hacer 100% vol. (pH 12,8)

Ejemplo 9

20 Silicato de potasio: 0,25 M de Si

Trimetilglicina: 6%

L-prolina: 10%

Glicerol: 10%

en agua hasta hacer 100% vol. (pH 12,5)

25 Ejemplo 10

Silicato de potasio: 0,5 M de Si

Trimetilglicina: 6%

Glicerol: 20%

Cloruro de colina: 20%

30 en agua hasta hacer 100% vol. (pH 12,9)

Ejemplo 11

Silicato de sodio: 0,3 M

Glicerol: 25%

Trimetilglicina: 6%

35 Sorbitol: 8%

en agua hasta hacer 100% vol. (pH 12,3)

Ejemplo 12

Silicato de potasio: 0,3 M de Si

Glicerol: 10%

Urea: 10%

5 Trimetilglicina: 1%

en agua hasta hacer 100% vol. (pH 12,9)

Ejemplo 13

Silicato de potasio: 0,3 M de Si

Glicerol: 15%

10 Urea: 10%

TMAO (N-óxido de trimetilamina): 1%

Silicato de litio: 0,02% de Si

en agua hasta hacer 100% vol. (pH 12,9)

Ejemplo 14

15 Silicato de potasio: 0,535 M de Si

Glicerol: 20% (v/v)

Trimetilglicina: 5% (peso/v)

Urea: 10% (peso/v)

en agua hasta hacer 100% vol. (pH 12,9)

20 Ejemplo comparativo 15: Preparación de una composición que contiene silicato sin solutos compatibles.

Diluímos silicato de potasio (2,15 M de Si, pH 13) 1000 veces en agua purificada (pH 6,4), agua del grifo (pH 6,6), agua mineral (pH 7,0), agua de proceso (pH 6,5) usada en invernaderos, mezcla de nutrientes de plantas líquidos y determinamos la concentración del ácido silícico final (ácido silícico monomérico o silicato), después de la estabilización a temperatura ambiente durante 2 días, usando el método del azul de molibdeno, se usó SiF₆ como control estándar para Si. Solo la dilución en agua purificada dio como resultado valores aceptables (más de 60% de detección de ácido monosilícico o monosilicato). Los otros valores de detección fueron más de 50% menores. Es por lo tanto obvio que los silicatos diluidos usados en la nutrición de plantas son de hecho una mezcla de mono-silicatos solubilizados, silicatos polimerizados y silicatos precipitados en suspensión.

30 Ejemplo comparativo 16: Capacidad de retener agua de cultivos tratados con una disolución de ácido silícico de control que carece de osmolitos.

Desarrollamos un ensayo después de cuidadosa observación de plantas tratadas con disoluciones de control que contienen ácido silícico y que carecen de osmolitos. Sorprendentemente detectamos que las plantas tratadas (dos veces a la semana) con bajas dosis (por debajo de 1 mM) de ácido monosilícico (disolución 1) desarrollaron hojas que retenían agua durante mucho más tiempo que las plantas de control. Las hojas se cosecharon (recogieron) y secaron a temperatura ambiente o a 40°C. La interpretación de los resultados es directa y rápida. Se recogieron (cosecharon) hojas de una planta de nueva formación de tres a seis semanas de edad durante la aplicación y se secaron al aire después de extender cuidadosamente sobre una lámina de plástico. Las hojas de control (no tratadas con ácido silícico) se encogieron y secaron mucho más rápido que las hojas tratadas con silicio.

40 Para preparar la disolución de ácido silícico (control), una disolución de silicato de potasio concentrada (pH 13,0) se hidrolizó primero rápidamente en un pH ácido fuerte menor de 2,0 para obtener ácido silícico (0,535 M de Si). Esta disolución concentrada se diluyó directamente en agua purificada dando como resultado una disolución que contiene ácido monosilícico y oligómeros a mucho menores concentraciones para inhibir la polimerización en ausencia de osmolitos estabilizantes (disolución 1). La misma disolución de silicato de potasio concentrada se diluyó en agua de proceso de pH 6,5 a una concentración de 0,7 mM de Si en forma de silicato diluido en agua de proceso sin osmolitos (disolución 2)

Plantas de apio blanco de cinco semanas de edad se trataron (pulverización foliar) una vez a la semana durante 5

semanas con la disolución de agua de proceso (disolución 2). Se recogieron hojas de 3 plantas usando tijeras y se secaron a temperatura ambiente sobre una lámina de plástico. Ya después de 1 hora las hojas comenzaron a curvarse mientras que las hojas tratadas conservaban su forma original.

- 5 Después de 1 día, la diferencia fue más acentuada. Las plantas de control (no tratadas) y tratadas con la disolución 2 se encogieron, su color se volvió pálido y los bordes secos eran visibles mientras que la planta tratada con disolución 1 (ácido silícico) aún conservaba su forma y color originales.

Ejemplo 17: Capacidad de retención de agua de cultivos tratados con la composición del ejemplo 14

La composición del ejemplo 14 se diluyó en agua del grifo hasta que se alcanzó una concentración de 0,7 mM, lo que significaba una dilución de 750 veces.

- 10 Se prepararon cuatro preparaciones de control:

Control 1	una disolución de agua del grifo de una disolución de ácido silícico (H_4SiO_4) que contiene 0,7 mM de silicio en forma de ácido silícico del ejemplo 16 (control de ácido silícico)
Control 2	una dilución de agua del grifo 750 veces de una disolución de glicerol (20%), trimetilglicina (5%), y urea (10%) (control de osmolito)
Control 3	una dilución de agua del grifo 750 veces de un silicato de potasio concentrado (0,535 M de silicio, pH 12,9), que contiene 0,7 mM de silicio (control de silicato)
Control 4	agua del grifo

- 15 Los experimentos se realizaron con plantas de apio como se describe anteriormente. Después de 2 días de secado de las hojas de apio a temperatura ambiente sobre una lámina de plástico, dos grupos de hojas mostraban claramente superiores características de retención de agua, es decir, el grupo de control 1 y el grupo que había sido tratado con la composición del ejemplo 14. El grupo sin tratar (control 4) mostraba hojas completamente encogidas. El tratamiento con las preparaciones de control 2 y 3 mostraba hojas arrugadas similares a las del grupo sin tratar (control 4), pero los bordes de la hoja estaban menos secos y el color verde estaba mejor conservado. Hay una similaridad obvia entre el grupo de control 1 y el grupo que había sido tratado con la composición del ejemplo 14. En estos grupos la morfología y la forma de las hojas de apio no fueron prácticamente afectadas, su color estaba mejor conservado y aún eran flexibles. Este experimento muestra que la aplicación foliar de ácido silícico y silicato diluido preparado de álcali concentrado y estabilizado con solutos compatibles específicos muestra un efecto biológico similar sobre las hojas. El ácido silícico solo (control 1) no necesita los osmolitos y los osmolitos solos (control 2) no son capaces de inducir el mismo efecto. Este experimento también muestra que la adición de osmolitos a una disolución de silicato (es decir, la composición del ejemplo 14) es esencial para conferir propiedades de protección de la planta dado que en ausencia de osmolitos (es decir, control 3) no se observaron propiedades de protección de la planta.

Esto implica que la aplicación de silicatos solubles estabilizados con osmolito da como resultado más alta retención de agua y que por lo tanto se estimula a la planta para producir estructuras específicas para realizar esta actividad crucial.

- 30 Ejemplo 18: Ensayos de campo usando una dilución de la composición del ejemplo 1 a concentración de 0,375%

- 35 La composición del ejemplo 1 se aplicó para ensayar el contenido de materia seca de vegetales. En este ensayo de campo, una parcela de apio recibió con 10 días de intervalo 4 pulverizaciones foliares de la composición del ejemplo 1 diluida en agua a una proporción de 0,375%, lo que significa una dilución 266 veces. En la cosecha, se midió el rendimiento y el volumen del zumo (tabla 1). El contenido de materia sólida se calcula como la diferencia entre el peso del tallo y la cantidad de zumo.

Tabla 1: Resultados del ensayo del tratamiento de una parcela de apio con la composición del ejemplo 1.

Tratamiento	Peso del tallo (g)	Volumen de zumo (ml)	% de materia sólida
Sin tratar	650	550	16
Tratado	950 (= +46%)	450	47

El tratamiento con la composición no solo incrementó el peso del tallo, sino también el contenido de materia sólida. El incremento de materia sólida permite una mayor duración de almacenamiento del apio recién cortado

(verificaciones adicionales han mostrado que las plantas cortadas de apio tratado con la composición del ejemplo 1 ganaron seis días de frescura en comparación con las plantas sin tratar).

Ejemplo comparativo 19

Una dilución en agua de una composición que contiene:

- 5 Silicato de potasio: 0,03 M de Si
Hidrolizado de colágeno : 20% (peso/v)
Trimetilglicina: 5% (peso/v)
Xilitol: 8% (peso/v)

Esta disolución con pH 7,5 se evapora rápidamente a una temperatura menor de 70°C en forma de un polvo.

10 Ejemplo comparativo 20

Una dilución en agua de una composición que contiene:

- Silicato de potasio: 0,01 M de Si
Colina: 0,5% (peso/v)
Manitol: 2% (peso/v)
15 Prolina: 5% (peso/v)
Carnitina: 2% (peso/v)
Ácido bórico: 0,15% (peso/v)
Ácido cítrico: 0,1%
Selenato de sodio: 0,01% (peso/v)

20 Esta disolución con pH 6,8 se diluye en agua de bebida para uso animal.

Ejemplo comparativo 21

Una dilución en agua de una composición que contiene:

- Silicato de potasio: 180 mM de Si
Trimetilglicina: 0,1% (peso/v)
25 TMAO (N-óxido de trimetilamina): 0,9% (peso/v)
Ácido aspártico: 0,5% (peso/v)
Urea: 0,2% (peso/v)
Nitrato de potasio: 2% (peso/v)
Un fungicida

30 Esta disolución con pH 6,3 se usa como fertilizante y fuente de osmolito para plantas.

Ejemplo 22

Un litro de la composición del ejemplo 9 se adsorbe sobre una mezcla de 0,5 kg de celulosa y 0,75 kg de goma guar. La pasta resultante se usa como fuente de silicio y osmolito y se mezcla con comida para animales.

Ejemplo 23: Ensayo de campo usando la composición del ejemplo 12 para tratar patatas infectadas con A. solani.

35 Esta composición se usó para reducir la proporción de fungicidas.

Los resultados se muestran en la Fig. 1 con (A): ensayo de campo con ziram 76 WG a 1,5 kg/ha y sin composición del ejemplo 12, (B): ensayo de campo con ziram 76 WG a 1,5 kg/ha y con composición del ejemplo 12 a 0,39 l/ha; (C): ensayo de campo con ziram 76 WG a 2,5 kg/ha y sin composición del ejemplo 12.

La adición de 0,5% de esta composición del ejemplo 12, que significa una dilución de 250 veces, igual a 0,39 l/ha, a un fungicida de contacto usado al 60% de la proporción autorizada ha permitido conseguir el mismo nivel de eficacia (1,5 kg/ha de fungicida en lugar de 2,5 kg/ha). Los ensayos de campo se realizaron en patatas infectadas por *Alternaria solani*. Cinco tratamientos, volumen de pulverización de 260 l/ha.

5 Ejemplo 24: Ensayos de campo usando la composición del ejemplo 12 para tratar uvas infectadas por *E. necator*

La composición del ejemplo 12 se usó en un ensayo de campo en uvas infectadas por oídio *Erysiphe necator*. Siete tratamientos, volumen de pulverización de 400 l/ha.

Los resultados se muestran en la Fig. 2. La composición del ejemplo 12 sola a 0,25%, que significa una dilución de 500 veces, igual a 1 l/ha, ha reducido la severidad de la infección de oídio en el 54%.

10 Ejemplo 25: Ensayos de campo usando la composición del ejemplo 12 para tratar patatas infectadas por mildiu de la patata.

15 La composición del ejemplo 12 se usó en un ensayo de campo realizado en patatas para el control del mildiu de la patata (*Phytophthora infestans*), se aplicaron tres tipos diferentes de fungicidas (sistémicos, de contacto, curativos) solos o en combinación con la composición del ejemplo 12 en una proporción de 0,25%, que significa una dilución de 250 veces.

Los resultados se muestran en la Fig. 3 con (A): ensayo de campo con fungicida sistémico 1 (propamocarb 72 SL) a 1,0 l/ha; (B): ensayo de campo con fungicida de contacto 2 (ziram 76 WG) a 3,0 kg/ha y composición del ejemplo 12 a 0,39 l/ha; (C): ensayo de campo con fungicida de contacto 3 a 2,0 l/ha.

20 La adición de 0,25% de la composición del ejemplo 12, que significa una dilución de 500 veces, igual a 0,65 l/ha, a la mezcla de pulverización proporcionó de 60 a 200% más eficacia contra el mildiu de la patata, cualquiera que fuera el tipo de fungicida. En el ensayo 1 el fungicida 1 tiene un 60% de eficiencia, y el fungicida 1 + la composición del ejemplo 12 da un 80% de eficiencia. En consecuencia, la composición del ejemplo 12 da una mejora del 30% de la eficacia del fungicida 1 en el ensayo 1, una mejora del 50% en la eficacia del fungicida 2 en el ensayo 2 y un 200% de mejora en la eficacia del fungicida 3 en el ensayo 3. Se realizaron evaluaciones de hojas después de 8
25 tratamientos con un volumen de pulverización de 260 l/ha, con un 50% de las hojas infectadas en las hojas no tratadas.

Ejemplo 26: Ensayo de campo usando la composición del ejemplo 12 en patatas

30 Una dilución 500 veces de la composición del ejemplo 12 se usó en un ensayo de campo realizado en patatas, evaluando el incremento del rendimiento comercial debido a once aplicaciones de la composición del ejemplo 12 a 0,65 l/ha. El impacto de la composición del ejemplo 12 en el rendimiento se ha evaluado con tres diferentes programas de pulverización de fungicidas.

35 Los resultados se muestran en la Fig. 4 con (A): programa de pulverización con fungicida 1 sistémico (propamocarb 72 SL) a 1 l/ha; programa de pulverización (B): programa de pulverización con fungicida de contacto 2 (ziram 76 WG) a 3 kg/ha; programa de pulverización (C): programa de pulverización con fungicida de contacto 3 a 2 l/ha. El rendimiento comercial en las no tratadas era 20,0 ton/ha y el incremento de rendimiento debido a la composición del ejemplo 12 varió de 2,1 a 16,1%.

Ejemplo 27: Ensayo de campo usando la composición del ejemplo 12 en ciruelas (Mirabelle)

40 Una dilución 400 veces de la composición del ejemplo 12 se usó en un ensayo de campo realizado en ciruelas (var. Mirabelle 1725) para evaluar los efectos de la composición de la presente invención en los parámetros de calidad de las frutas producidas, en la cosecha y durante el almacenamiento. Cuatro aplicaciones de la composición del ejemplo 12 a la proporción de 0,25% se realizaron a intervalos semanales antes de la cosecha. El impacto de la composición del ejemplo 12 era apreciable en la cosecha por medio de la evaluación de la acidez (Fig. 5, A), coloración (menos verde) (Fig. 5, B), pigmentación (Fig. 5, C) % de frutas contaminadas por la enfermedad *Monilia* (Fig. 5, D), % de las frutas excesivamente maduras (Fig. 5, E) y frutas con pedúnculo (Fig. 5, F). Todos los
45 parámetros de calidad de las frutas fueron mejorados por la invención en comparación con las no tratadas.

Las frutas recogidas de los árboles tratados con la composición del ejemplo 12 eran más resistentes a la enfermedad de almacenamiento *Monilia*, permitiendo más de seis días adicionales de almacenamiento comparado con el control (Fig. 6).

50 Se debe entender que aunque las realizaciones preferidas y las específicas concentraciones y diluciones, así como los métodos para prepararlas, se han descrito aquí para composiciones según la presente invención, se pueden hacer varios cambios o modificaciones en forma y detalle. Por ejemplo, mientras en la presente invención se describe, por ejemplo, una composición concentrada, la presente invención también se refiere a cualquier posible dilución de tal composición concentrada.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Una composición acuosa estable de silicato que comprende silicato de metal alcalino, caracterizada por el hecho de que dicha composición comprende por lo menos un primer compuesto osmolito en la que dicho primer compuesto osmolito es glicerol, y por lo menos un segundo compuesto osmolito se selecciona de un compuesto N-metilado en la que dicho compuesto N-metilado se selecciona del grupo que consiste en trimetilglicina, carnitina, N-metilalanina, ácido trimetilaminobutírico, prolina-betaína, sarcosina, N-metilglicina, N,N-dimetilglicina, ácido N-metilaspártico, alanina-betaína, histidina-betaína, N-metiltaurina, colina, derivados de colina, N-óxido de trimetilamina (TMAO), y sus combinaciones y sus sales.
- 10 2. La composición según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente uno o más aditivos seleccionados del grupo que consiste en un fertilizante, un compuesto de protección de plantas, un pesticida, un regulador de crecimiento, un adyuvante, un mineral, un biocida, un detergente, un emulsionante, un aditivo de pienso o alimento, o un complemento de pienso o alimento, y sus combinaciones.
- 15 3. La composición según una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, que comprende menos de 10 mM de iones de metal multivalente.
4. La composición según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en la que el pH de dicha composición está por encima de 10,8.
5. La composición según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en la que la concentración de silicio es de 0,02 M a 1,6 M de silicio.
- 20 6. La composición según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en la que dicho primer compuesto osmolito está presente en una concentración de por lo menos 1% (peso/v).
7. La composición según una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, en la que la concentración de osmolito total es menor del 70% (peso/v).
8. La composición según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, asociada con por lo menos un vehículo.
- 25 9. Una disolución acuosa estable diluida de silicato con menos de 0,016 M de silicio obtenible diluyendo una composición acuosa estable de silicato según la reivindicación 6 por lo menos 100 veces.
10. La disolución acuosa estable diluida de silicato según la reivindicación 9 con un pH de 5,0 a 10,0.
11. La disolución acuosa estable diluida de silicato según una cualquiera de las reivindicaciones 9-10 asociada con por lo menos un vehículo.
- 30 12. Un polvo obtenible por un procedimiento que comprende la etapa de evaporar una composición acuosa estable de silicato según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7 o una disolución acuosa estable diluida de silicato según una cualquiera de las reivindicaciones 9-10 hasta que se obtiene un polvo seco.
- 35 13. El uso de una composición acuosa estable de silicato según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7 o una disolución acuosa estable diluida de silicato según una cualquiera de las reivindicaciones 9-10, para proteger cultivos o para preparar una composición farmacéutica o una composición cosmética o un complemento de pienso o alimento.

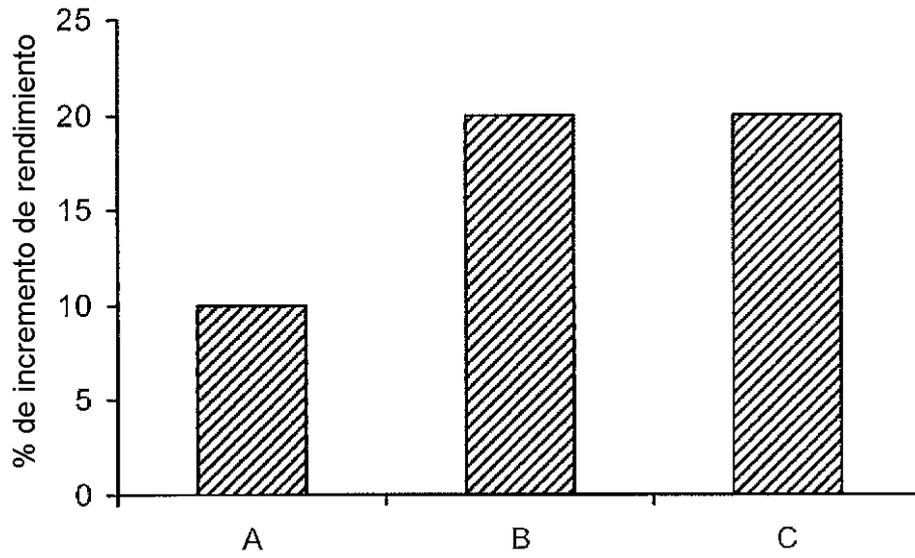


FIG. 1

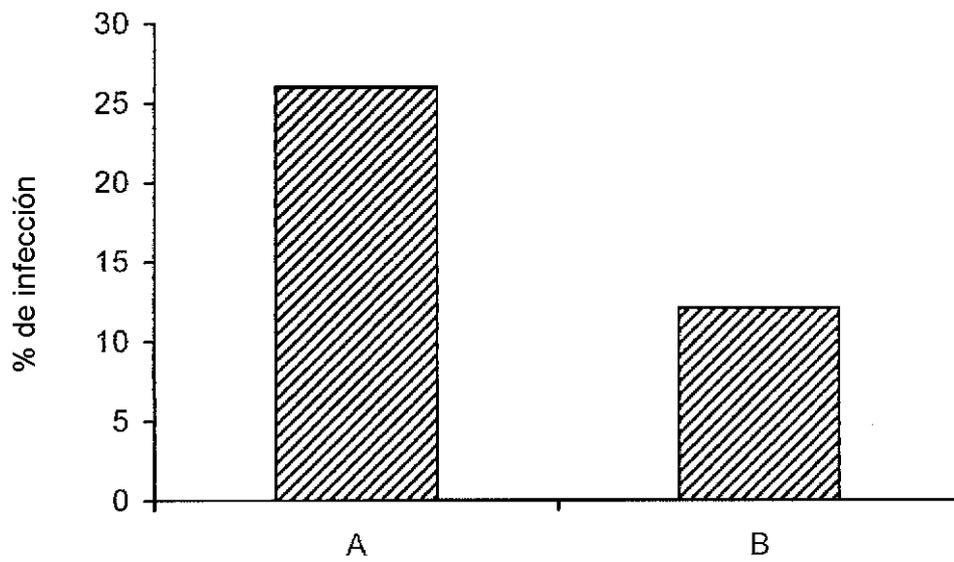


FIG. 2

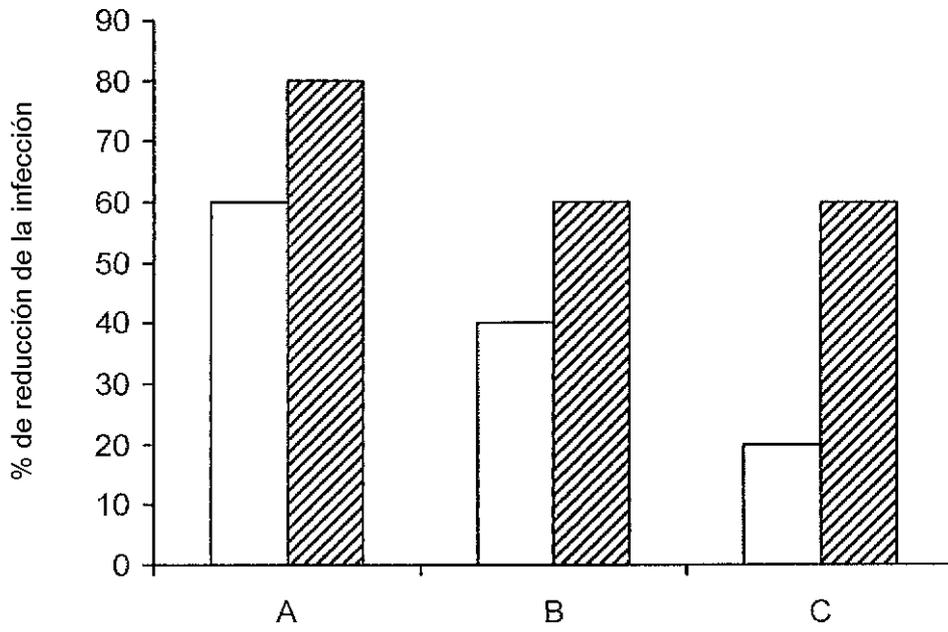


FIG. 3

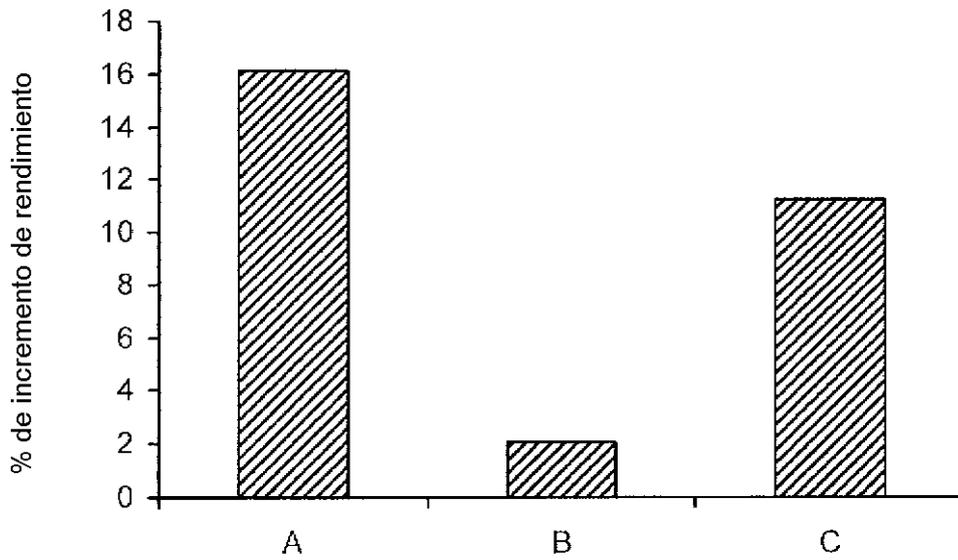


FIG. 4

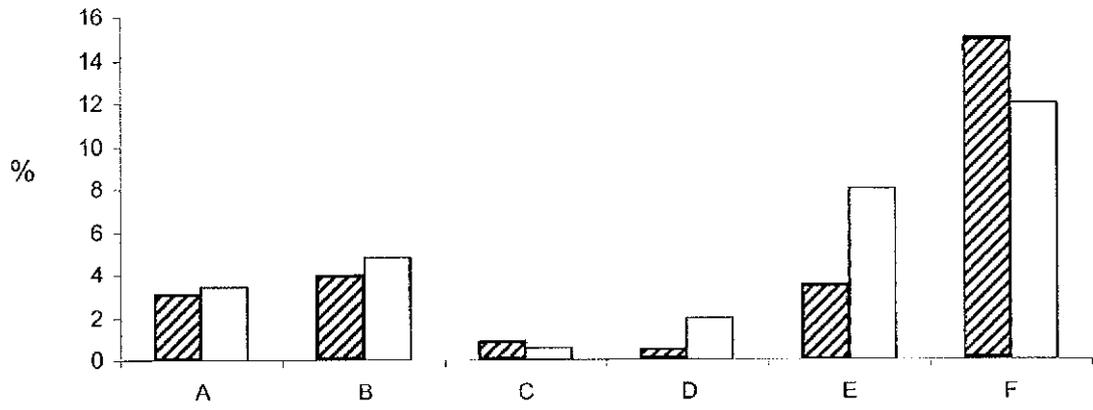


FIG. 5

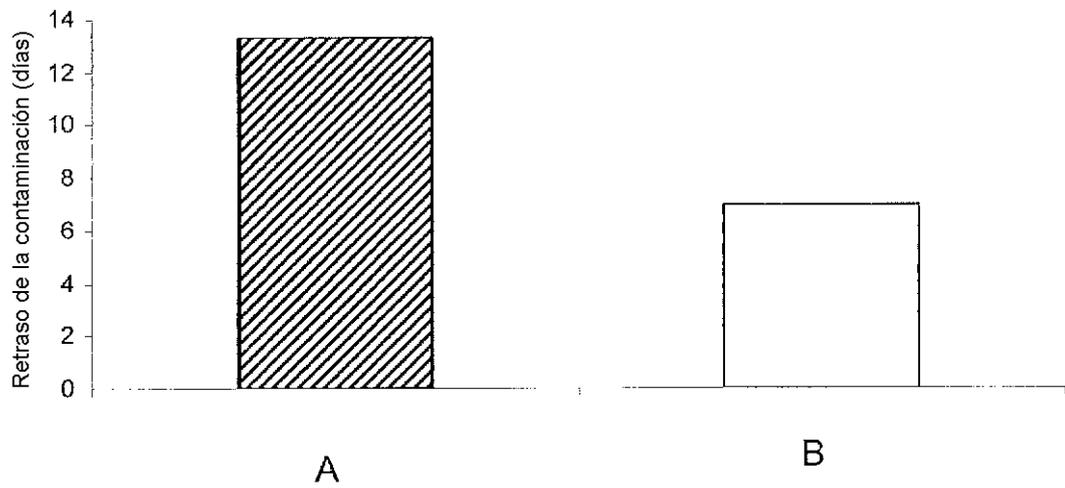


FIG. 6