

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 536 785**

(51) Int. Cl.:

A01G 1/00

(2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.01.2009 E 09701406 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.02.2015 EP 2234471**

(54) Título: **Procedimiento para enriquecer cultivos con yodo, y cultivos obtenidos de este modo**

(30) Prioridad:

09.01.2008 IT BO20080012

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

28.05.2015

(73) Titular/es:

**PIZZOLI S.P.A. (100.0%)
VIA ZENZALINO NORD 1
40054 BUDRIO, IT**

(72) Inventor/es:

**ZANIRATO, VALERIA y
MAYERLE, MARCO**

(74) Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

Observaciones :

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

ES 2 536 785 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

Procedimiento para enriquecer cultivos con yodo, y cultivos obtenidos de este modo.

5 Descripción

La presente invención se refiere a un procedimiento para enriquecer cultivos con yodo, y se dan a conocer cultivos obtenidos de este modo. Más particularmente, la invención se refiere a un procedimiento para enriquecer con yodo cultivos seleccionados de entre patatas, zanahorias y cebollas.

10 El yodo (I) es un nutriente importante, ya que es un componente esencial de las hormonas tiroideas tiroxina (T4) y triyodotironina (T3), que desempeñan un papel clave en el desarrollo del sistema nervioso central y la acreción corporal.

15 En condiciones de equilibrio, la excreción renal es proporcional a la ingestión (Dunn *et al.*, 1993; Dunn, 1996); la excreción urinaria de I (UI) es por tanto un indicador preciso de la introducción de I y es el procedimiento convencional en todo el mundo para evaluar el estado de I (OMS, UNICEF y ICCIDD, 1994).

20 El yodo en los alimentos está principalmente en forma de yoduro inorgánico, que se absorbe de manera rápida y casi completa en el estómago y en la parte superior del intestino delgado. El I presente en alimentos como yodo se reduce rápidamente en el intestino y el yoduro resultante se absorbe inmediatamente.

25 Excepto en casos poco comunes de hipersensibilidad a yoduro, los seres humanos pueden tolerar bien grandes cantidades de yodo (Stanbury *et al.*, 1998; Dunn *et al.*, 1998; Institute of Medicine, 2001), gracias a un sistema de control del tiroides eficaz. Se produce toxicidad crónica por yodo cuando la ingesta de yoduro es de 2 mg/día, a saber aproximadamente 15 veces mayor que la necesidad diaria, que es de 150 µg/día.

30 El nivel de tolerancia máxima para la introducción de I se ha fijado por el Institute of Medicine of the National Academy of Sciences de los EE.UU. en 1100 µg/día para adultos (2001). El yodo es una sal mineral extendida en la naturaleza pero en porcentajes muy reducidos.

35 La deficiencia en yodo medioambiental es uno de los problemas de salud pública más graves, según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud, ya que conduce a cretinismo, bocio, insuficiencia inmunitaria y dificultades en el aprendizaje.

40 Se estima que aproximadamente 2200 millones de personas en todo el mundo padecen trastornos provocados por deficiencia de yodo (International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders, estimación de las NU, 1997). En Italia, por ejemplo, aproximadamente 6 millones de personas están expuestas a los riesgos de deficiencia de yodo medioambiental, y el bocio endémico está presente no sólo en las zonas más alejadas del mar, sino también por toda la nación (Istituto Superiore di Sanità, 1998). El yodo diario promedio necesario para un adulto es de 150 µg/día, y es superior para mujeres embarazadas y niños (LARN, SINU).

45 Por tanto, es esencial una ingesta nutricional adecuada de este elemento, cuya fuente principal es la dieta. El pescado presenta un contenido en yodo especialmente alto, aunque el contenido en yodo varía en la fruta y las verduras dependiendo de la naturaleza del suelo sobre el que crecen, y a menudo es demasiado escaso con respecto a las necesidades humanas.

50 El contenido promedio de yodo en patatas y zanahorias es de aproximadamente 2 µg de yodo por 100 gramos de parte comestible, mientras que el contenido promedio de yodo en cebollas es de aproximadamente 3 µg de yodo por 100 gramos de cebolla comestible (Food Standard Agency, Londres, 2002). Sin embargo, a partir de análisis de laboratorio llevados a cabo sobre muestras de patatas, zanahorias y cebollas cultivadas en Italia, se desprende que el contenido promedio de yodo es inferior a 1 µg de yodo por 100 gramos de cultivo virgen.

55 La utilización de sal enriquecida con yodo es la estrategia más eficaz para tratar los trastornos de deficiencia de yodo, pero el consumo de sal yodada todavía no está extendido.

Otro inconveniente de la sal yodada es el hecho de que no puede utilizarse en cantidades suficientes por determinadas clases de personas, tales como las que padecen hipertensión.

60 Se han descrito procedimientos para enriquecer cultivos con yodo en varios documentos de patente y no de patente.

El documento CN 101080986 (Derwent Abstract 2008-D86773) da a conocer un procedimiento para administrar yodo a boniatos por medio de un fertilizante sólido depositado en hoyos del terreno. También se describe un procedimiento de administración alternativo rociando un fertilizante líquido a las hojas de las plantas 5-6 veces antes de que se recojan los boniatos. La cantidad de fertilizante administrado es de 12-150 mg/m², lo que significa no más

de 1,5 kg/hectárea. Tal cantidad no se refiere al yodo sino al fertilizante como tal, lo que significa que la cantidad de yodo administrada es sustancialmente inferior a 1,5 kg/hectárea. Además, la necesidad de administración repetida del fertilizante 5-6 veces resulta bastante desventajosa.

5 El documento EP 1 153 901 A2 da a conocer una composición adecuada para aumentar el contenido de determinados elementos o sustancias en cultivos, incluyendo patatas, zanahorias y cebollas. Los elementos dados a conocer son principalmente selenio y vanadio, pero también se mencionan yodo, cinc y molibdeno, así como sustancias tales como vitamina C. Se pulverizan disoluciones acuosas de dichos elementos o sustancias sobre las hojas del cultivo para administrar cantidades deseadas por hectárea de cultivo. Con respecto al yodo, se utilizan 10 disoluciones acuosas con un contenido en yodo de desde 0,000005 hasta 20 g/l. El pH de tales disoluciones está comprendido entre 5 y 9. La pulverización de la disolución se repite más veces durante el ciclo vegetativo del cultivo para administrar una cantidad de yodo de hasta 1 kg por hectárea. El ejemplo 2 enseña a administrar una disolución de yoduro de sodio a cultivos de frutas para lograr una administración total de 30 g de yodo por hectárea. Sin embargo, dichas cantidades de yodo no son suficientes para lograr un enriquecimiento satisfactorio del contenido en 15 yodo en cultivos tales como patatas, zanahorias y cebollas.

El documento WO 2008/104600 A1, una solicitud a nombre del mismo solicitante de la presente solicitud y publicada el 4 de septiembre de 2008, a saber después de la fecha de prioridad de la presente solicitud, da a conocer un procedimiento y una composición para enriquecer patatas con yodo que comprende pulverizar sobre plantas de 20 patata una disolución de sales de yodo con un contenido en yodo del 0,01 al 50%, preferentemente del 34%, lo que significa de desde 0,1 hasta 500 g/l, preferentemente 340 g/l de yodo. Tal disolución puede utilizarse con el 5% de pentóxido de fósforo y el 12% de óxido de potasio. La disolución se aplica sobre cultivos de patata de tal modo que se distribuyen hasta 17 kg de yodo por hectárea. Si se utiliza una disolución con la concentración preferida de 25 340 g/l, la administración de 17 kg de yodo por hectárea de suelo requiere la utilización de 50 litros de disolución (17.000 g: 340 g/l = 50 l). Sin embargo, es difícil pulverizar uniformemente 50 litros de disolución sobre una superficie de una hectárea ($10.000 m^2$), porque la cantidad de líquido es demasiado pequeña en comparación con el tamaño de la superficie que va a tratarse. Además, el pH de dicha disolución preferida que contiene el 34% de yodo, el 5% de pentóxido de fósforo y el 12% de óxido de potasio es de aproximadamente 0, y puede no ser deseable administrar a un cultivo una disolución que es extremadamente ácida.

30 Por tanto, se percibe la necesidad de mejorar los procedimientos conocidos para enriquecer con yodo un cultivo tal como patata, zanahoria y cebolla. En su sentido más amplio, la invención se refiere al contenido tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

35 Un objetivo de la invención es dar a conocer un procedimiento mejorado para enriquecer un cultivo con yodo, más particularmente un procedimiento que pueda proporcionar un enriquecimiento significativo de un cultivo con yodo sin necesidad de tratamiento repetido durante el crecimiento del cultivo.

Otro objetivo de la invención es dar a conocer un procedimiento mejorado para enriquecer un cultivo con yodo, 40 adecuado para proporcionar una cantidad deseada de yodo por unidad de superficie en una única aplicación.

Un objetivo adicional de la invención es dar a conocer un procedimiento mejorado para enriquecer un cultivo con yodo, que presente un pH deseable y que proporcione también un nutriente para las plantas.

45 Un objetivo todavía adicional de la presente invención es proporcionar patatas, zanahorias y cebollas enriquecidas con yodo para obtener alimentos funcionales útiles para la salud y el bienestar nutricional.

Con el término "alimento funcional" quiere decirse cualquier alimento fresco o procesado que presenta una 50 propiedad de promoción de la salud y/o de prevención de enfermedades más allá de la función nutricional básica de suministro de nutrientes. En el caso del yodo, un alimento funcional es un alimento que proporciona por lo menos el 15% de la CDR (cantidad diaria recomendada), a saber por lo menos 22,5 µg/día de yodo.

Los objetivos y ventajas anteriores y otros de la invención se alcanzan con un procedimiento para enriquecer un cultivo con yodo durante su cultivo en suelo, caracterizado por que:

- 55 a) dicho cultivo se selecciona de entre el grupo que consiste en patatas, zanahorias y cebollas;
- b) dicho procedimiento comprende administrar una disolución acuosa que comprende:
 - i. una sal de yodo con una concentración de yodo comprendida entre 2 y 45 g/l;
 - ii. una cantidad de ácido fosfórico para ajustar el pH de dicha disolución en el intervalo comprendido entre 1,5 y 5;
- c) aplicándose dicha disolución acuosa al cultivo en un volumen tal que se administra una cantidad comprendida entre 1,8 y 20 kg de yodo por hectárea de suelo.

La patata es un cultivo tuberoso de planta de patata herbácea. La parte comestible es un tubérculo que puede enriquecerse con yodo mediante la administración de una disolución que contiene yodo tanto a las hojas como al tubérculo a través del terreno.

- 5 Las zanahorias son hortalizas de raíz en las que la parte comestible es la raíz, y la cebolla es una hortaliza de bulbo en la que la parte comestible es el bulbo. Pueden enriquecerse con yodo mediante la administración de una disolución que contiene yodo a las hojas y la raíz o el bulbo, a estos últimos a través del terreno.
- 10 Preferentemente la disolución acuosa de una sal de yodo presenta una concentración de yodo comprendida entre 2 y 45 g/l, más preferentemente desde 3 hasta 38 g/l.
- 15 Preferentemente, el procedimiento según la invención comprende aplicar una disolución acuosa que comprende una sal de yodo de modo que una cantidad comprendida entre 1,8 y 20 kg de yodo por hectárea de suelo.
- 20 Con respecto al cultivo de patata, el procedimiento preferentemente comprende utilizar una disolución acuosa que comprende por lo menos 10 g/l de yodo para administrar entre 5 y 20 kg de yodo por hectárea de suelo, incluso más preferentemente desde 6 hasta 18 kg. Tal cantidad de yodo puede administrarse en una única aplicación y garantiza una acumulación de yodo en el tubérculo de patata comestible de por lo menos 22,5 µg de yodo por 100 g de patata, correspondiente al 15% de la CDR. Esto significa que el contenido en yodo de patatas enriquecidas es de por lo menos 22 veces el contenido en yodo de patatas tradicionales, no tratadas.
- 25 Con respecto al cultivo de zanahoria, el procedimiento comprende preferentemente utilizar una disolución acuosa que comprende por lo menos 3 g/l de yodo para administrar entre 1,5 y 12 kg de yodo por hectárea de suelo, incluso más preferentemente desde 1,8 hasta 10 kg de yodo por hectárea de suelo. Dicha cantidad de yodo puede administrarse en una única aplicación y garantiza una acumulación de yodo en la raíz de zanahoria comestible de por lo menos 22,5 µg de yodo por 100 g de zanahoria, correspondiente al 15% de la CDR. Esto significa que el contenido en yodo de zanahorias enriquecidas es de por lo menos 22 veces el contenido en yodo de zanahorias tradicionales, no tratadas.
- 30 Con respecto al cultivo de cebolla, el procedimiento comprende preferentemente utilizar una disolución acuosa que comprende por lo menos 5 g/l de yodo para administrar entre 2 y 20 kg de yodo por hectárea de suelo, incluso más preferentemente desde 3 hasta 18 kg de yodo por hectárea de suelo. Dicha cantidad de yodo garantiza una acumulación de yodo en el bulbo de cebolla comestible de por lo menos 22,5 µg de yodo por 100 g de cebolla, correspondiente al 15% de la CDR. Esto significa que el contenido en yodo de cebollas enriquecidas es 22 veces el contenido en yodo de cebollas tradicionales, no tratadas.
- 35 La cantidad máxima de yodo por hectárea de suelo utilizada en el procedimiento de la invención es de 20 kg, tal como se dio a conocer anteriormente. Mediante la administración de dicha cantidad de yodo es posible enriquecer el nivel de yodo con respecto a un cultivo tradicional, no tratado en varios órdenes de magnitud. El enriquecimiento con cantidades demasiado altas de yodo no es de interés en la preparación de un alimento funcional.
- 40 La disolución de sales de yodo incluye una o más sales de yodo seleccionadas de entre el grupo que consiste en: yoduros y yodatos de sodio, yoduros y yodatos de calcio, yoduros y yodatos de magnesio, yoduros y yodatos de amonio, yoduros y yodatos de cinc, yoduros y yodatos de cobre, yoduros y yodatos de bario, yoduros y yodatos de cesio, anhídrido yódico, ácido yódico, ácido yodhídrico y yoduro de metilo, pero preferentemente yoduro de potasio.
- 45 Puesto que la disolución acuosa de la mayoría de las sales de yodo mencionadas anteriormente, particularmente de yoduro de potasio KI, presenta un pH básico, se ha encontrado que es ventajoso modificar el pH utilizando ácido fosfórico H₃PO₄. Para cualquier concentración de yodo dentro del intervalo comprendido entre 2 y 45 g/l, la disolución contiene una cantidad de H₃PO₄ suficiente para ajustar el pH dentro del intervalo comprendido entre 1,5 y 5.
- 50 Una disolución que presenta una composición tal como se definió anteriormente contiene una cantidad optimizada de yodo para una única administración a un campo de cultivo, proporciona fósforo a las plantas, que es un nutriente para las plantas, y presenta una acidez deseada para potenciar la absorción a partir de las plantas sin ser demasiado ácida.
- 55 Además, la composición contiene opcionalmente una o más sustancias tales como tensioactivos, agentes quelantes, agentes humectantes, agentes penetrantes, ácidos húmicos, ácidos fulvicos, aminoácidos y otros en cualquier combinación y cantidad adecuadas.
- 60 Se ha encontrado que los cultivos de patata, zanahoria y cebolla enriquecidos con yodo según el procedimiento de la invención mantienen sustancialmente el contenido en yodo aumentado incluso tras cocinarse y/o tras su almacenamiento, con propiedades organolépticas no afectadas.
- 65

El procedimiento de administración de la disolución de yodo es de un tipo agronómico habitual, preferentemente mediante aplicación foliar, a saber diseminando, rociando o pulverizando la disolución sobre las plantas mientras se cultivan en los campos. Se prefiere pulverizar la disolución puesto que permite lograr una distribución más uniforme de la disolución a las plantas de cultivo. La administración de la disolución de yodo pulverizándola sobre el aparato

- 5 epígeo de las plantas de patata, zanahoria y cebolla se lleva a cabo preferentemente durante la estación de crecimiento de las plantas. La disolución se pulveriza preferentemente en forma de gotitas de un diámetro de menos de 1 mm. El agua utilizada para la preparación de la disolución es agua destilada, y/o agua bidestilada, y/o agua potable, y/o agua de pozo, y/o agua procedente de la elaboración de pulpa, y/o agua de canal, y/o agua de río, y otras.

- 10 La disolución puede aplicarse a un campo utilizando una barra de pulverización dotada de una pluralidad de boquillas de pulverización para aplicaciones foliares. La barra de pulverización está conectada a un tanque que contiene la disolución que va a aplicarse. El tanque y la barra de pulverización pueden estar ubicados en un tractor, como es habitual en tratamientos agrícolas. Es necesaria una pulverización uniforme para maximizar el contacto de 15 la disolución con las hojas y su absorción por las plantas.

- 20 El procedimiento de administración es totalmente natural puesto que utiliza las rutas metabólicas naturales de las plantas de patata, zanahoria y cebolla. La disolución que contiene yodo se absorbe por las plantas de patata, zanahoria o cebolla, y se acumula eficazmente en el tubérculo, la raíz o el bulbo, respectivamente, en cantidades significativamente por encima del contenido habitual.

- 25 Pueden utilizarse patatas, zanahorias y cebollas enriquecidas con yodo para preparar alimentos funcionales y transformarlos industrialmente para obtener productos funcionales basados en patatas, zanahorias y cebollas enriquecidas con yodo. El contenido en yodo aumentado de patatas, zanahorias y cebollas se conserva tras cocinarse y tras su almacenamiento, con propiedades organolépticas inalteradas.

Ejemplos

APLICACIÓN FOLIAR

- 30 Cultivo de patata

Ejemplo 1

- 35 Se preparó una disolución en agua de yoduro de potasio con una concentración de yodo de 17 g/l. Se añadió ácido fosfórico para ajustar el pH de la disolución dentro del intervalo 1,5-5. La concentración de fósforo en la disolución era de 2,5 g/l expresado como P_2O_5 . El pH de la disolución era de aproximadamente 2.

- 40 Se pulverizaron 500 litros de dicha disolución sobre 1 hectárea de plantas de patata. La cantidad de yodo administrada fue por tanto de $17 \text{ g/l} \cdot 500 \text{ l} = 8,5 \text{ kg de l/hectárea}$.

- 45 Se cosechó el cultivo de patata tras 1 semana desde la administración y se determinó el contenido en yodo en los tubérculos. El valor encontrado fue de 25 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ de patata. Se utilizaron como comparación patatas vírgenes, no tratadas que presentaban un contenido en yodo de 1 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ de patata. La concentración de yodo en las patatas enriquecidas era por tanto de 25 veces el contenido de patatas vírgenes, no tratadas. Este nivel de enriquecimiento es suficiente para clasificar las patatas enriquecidas como alimento funcional, puesto que proporciona por lo menos el 15% de la CDR (cantidad diaria recomendada) de yodo.

Ejemplo 2

- 50 Se repitió el procedimiento del ejemplo 1 pero se utilizó una disolución con una concentración de I de 34 g/l. La concentración de fósforo en la disolución era de 5 g/l expresado como P_2O_5 . El pH de la disolución era de aproximadamente 1,7.

- 55 Se pulverizaron 500 litros de dicha disolución sobre 1 hectárea de plantas de patata. La cantidad de yodo administrada fue por tanto de $34 \text{ g/l} \cdot 500 \text{ l} = 17 \text{ kg de l/hectárea}$.

- 60 El valor de la concentración de yodo encontrada en el cultivo fue de 90 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ de patata. Tal valor es de aproximadamente 90 veces el contenido de patatas vírgenes, no tratadas. Este nivel de enriquecimiento es suficiente para proporcionar aproximadamente 2/3 de la CDR.

Ejemplo comparativo

- 65 Se repitió el procedimiento del ejemplo 1 pero se utilizó una disolución con una concentración de I de 1,36 g/l.

Se pulverizaron 500 litros de dicha disolución sobre 1 hectárea de plantas de patata. La cantidad de yodo administrada fue por tanto de $1,36 \text{ g/l} \cdot 500 \text{ l} = 0,68 \text{ kg de l/hectárea}$.

5 El valor de la concentración de yodo encontrada en el cultivo fue de $4 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de patata. Aunque dicha valor es superior al contenido en yodo de patatas vírgenes, no tratadas, no es suficiente para obtener patatas enriquecidas con yodo como alimento funcional.

Cultivo de zanahoria

Ejemplo 3

Se preparó una disolución en agua de yoduro de potasio con una concentración de 5 g/l (l). Se añadió ácido fosfórico para ajustar el pH de la disolución dentro del intervalo 1,5-5. La concentración de fósforo en la disolución era de $0,73 \text{ g/l}$ expresado como P_2O_5 . El pH de la disolución era de aproximadamente 4,5.

15 Se pulverizaron 500 litros de dicha disolución sobre 1 hectárea de cultivo de zanahoria. La cantidad de yodo administrada fue por tanto de $5 \text{ g/l} \cdot 500 \text{ l} = 2,5 \text{ kg de l/hectárea}$.

20 Se cosechó el cultivo de zanahoria tras 1 semana desde la administración y se determinó el contenido en yodo en las raíces. El valor encontrado fue de $26,3 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de zanahoria. Las zanahorias vírgenes, no tratadas presentaban un contenido en yodo de menos de $1 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de zanahoria.

Ejemplo 4

25 Se repitió el procedimiento del ejemplo 3 pero se utilizó una disolución con una concentración de l de $6,8 \text{ g/l}$. Se añadió ácido fosfórico para ajustar el pH de la disolución dentro del intervalo 1,5-5. La concentración de fósforo en la disolución era de 1 g/l expresado como P_2O_5 . El pH de la disolución era de aproximadamente 2,8.

30 Se pulverizaron 500 litros de dicha disolución sobre 1 hectárea de cultivo de zanahoria. La cantidad de yodo administrada fue por tanto de $6,8 \text{ g/l} \cdot 500 \text{ l} = 3,4 \text{ kg de l/hectárea}$.

El valor de la concentración de yodo encontrada en el cultivo fue de $35,7 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de zanahoria.

Ejemplo 5

35 Se repitió el procedimiento del ejemplo 3 pero se utilizó una disolución con una concentración de l de $10,2 \text{ g/l}$. Se añadió ácido fosfórico para ajustar el pH de la disolución dentro del intervalo 1,5-5. La concentración de fósforo en la disolución era de $1,5 \text{ g/l}$ expresado como P_2O_5 . El pH de la disolución era de aproximadamente 2,3.

40 Se pulverizaron 500 litros de dicha disolución sobre 1 hectárea de cultivo de zanahoria. La cantidad de yodo administrada fue por tanto de $10,2 \text{ g/l} \cdot 500 \text{ l} = 5,1 \text{ kg de l/hectárea}$.

45 El valor de la concentración de yodo encontrada en el cultivo fue de $82,7 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de zanahoria, que es un valor bastante alto con respecto al contenido en yodo típico de zanahorias vírgenes, no tratadas.

Ejemplo 6

50 Se repitió el procedimiento del ejemplo 3 pero se utilizó una disolución con una concentración de l de $17,0 \text{ g/l}$. Se añadió ácido fosfórico para ajustar el pH de la disolución dentro del intervalo 1,5-5. La concentración de fósforo en la disolución era de $2,5 \text{ g/l}$ expresado como P_2O_5 . El pH de la disolución era de aproximadamente 2.

55 Se pulverizaron 500 litros de dicha disolución sobre 1 hectárea de cultivo de zanahoria. La cantidad de yodo administrada fue por tanto de $17 \text{ g/l} \cdot 500 \text{ l} = 8,5 \text{ kg de l/hectárea}$.

55 El valor de la concentración de yodo encontrada en el cultivo fue de $226 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de zanahoria, que es un valor muy alto con respecto al contenido en yodo típico de zanahorias vírgenes, no tratadas.

Cultivo de cebolla

Ejemplo 7

60 Se preparó una disolución en agua de yoduro de potasio con una concentración de $28,6 \text{ g/l}$ (l). Se añadió ácido fosfórico para ajustar el pH de la disolución dentro del intervalo 1,5-5. La concentración de fósforo en la disolución era de $4,2 \text{ g/l}$ expresado como P_2O_5 . El pH de la disolución era de aproximadamente 1,8.

65

Se pulverizaron 500 litros de dicha disolución sobre 1 hectárea de cultivo de cebolla. La cantidad de yodo administrada fue por tanto de $28,6 \text{ g/l} \cdot 500 \text{ l} = 14,3 \text{ kg de l/hectárea}$.

- 5 Se cosechó el cultivo de cebolla tras 4 días desde la administración y se determinó el contenido en yodo en los bulbos. El valor encontrado fue de $44 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de cebolla. Las cebollas vírgenes, no tratadas presentaban un contenido en yodo de menos de $1 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de cebolla.

ALMACENAMIENTO Y COCINADO

- 10 Se llevaron a cabo pruebas sobre cultivos enriquecidos con yodo para determinar el efecto del almacenamiento y el cocinado sobre el contenido en yodo. Los resultados muestran que no hay una disminución significativa provocada por el cocinado y el almacenamiento.

Ejemplo 8

- 15 Se cocinaron al vapor patatas enriquecidas con yodo con un contenido en yodo promedio de $46 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de patata durante 20 minutos desde el momento en el que el agua comenzó a hervir. Las patatas cocinadas presentaban un contenido en yodo de aproximadamente $53 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de patata.

Ejemplo 9

20 Se repitió la prueba de cocinado del ejemplo 8 utilizando patatas enriquecidas con yodo con un contenido en yodo promedio de $38 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de patata. Las patatas cocinadas presentaban un contenido en yodo de aproximadamente $37 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de patata.

Ejemplo 10

- 25 Se mantuvieron patatas enriquecidas con yodo con un contenido en yodo promedio de $39 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de patata durante 4 meses en una sala oscura a una temperatura controlada de aproximadamente 6°C . El contenido en yodo promedio al final del periodo de 4 meses era de $41 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de patata.

30 Esto muestra que el contenido en yodo no varía significativamente a lo largo del tiempo.

Ejemplo 11

- 35 Se mantuvieron zanahorias enriquecidas con yodo con un contenido en yodo promedio de $73 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de zanahoria durante 2 meses en una sala oscura a una temperatura controlada de aproximadamente 6°C . El contenido en yodo promedio al final del periodo de 2 meses era de $91 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ de zanahoria.

- 40 Esto muestra que el contenido en yodo no varía significativamente a lo largo del tiempo.

La tabla 1 a continuación muestra un resumen de los resultados de los ejemplos anteriores sobre aplicación foliar.

45 Tabla 1

	Patata			Zanahoria			Cebolla	
	Ej. 1	Ej. 2	Ej. C.	Ej. 3	Ej. 4	Ej. 5	Ej. 6	Ej. 7
Conc. de disolución utilizada como g/l de yodo	17	34	1,36	5,0	6,8	10,2	17	28,6
Kg de yodo administrados/hectárea	8,5	17	0,68	2,3	3,4	5,1	8,5	14,3
Litros de disolución pulverizada/hectárea	500	500	500	500	500	500	500	500
$\mu\text{g}/100 \text{ g}$ de cultivo enriquecido	25	90	4	26,3	35,7	82,7	226	44
$\mu\text{g}/100 \text{ g}$ de cultivo virgen (comparación)	1	1	1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

50 Tal como resulta a partir de los ejemplos anteriores, el procedimiento según la invención es eficaz para enriquecer cultivos con yodo incluso mediante aplicación foliar única a plantas de cultivo durante el crecimiento en el campo. La concentración de yodo de la disolución puede variarse dentro del intervalo reivindicado para administrar una cantidad deseada de yodo por hectárea de suelo. El volumen de la disolución en litros se selecciona para presentar una cantidad suficiente de agua que va a pulverizarse sobre 1 hectárea de suelo. Los experimentos se han llevado a cabo con 500 litros de disolución pero dicha cantidad puede variarse de modo que la cantidad de agua sea suficiente para humedecer las hojas de las plantas y el suelo, garantizando un contacto óptimo con la fuente de yodo y fósforo. Además, no es necesaria la utilización de volúmenes demasiado grandes de disolución, puesto que esto requeriría

ES 2 536 785 T3

aplicaciones repetidas. La utilización de ácido fosfórico proporciona el ajuste del pH y la nutrición de las plantas mediante el suministro de fósforo.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para enriquecer un cultivo con yodo durante su cultivo en el suelo, caracterizado por que:
 - 5 a) dicho cultivo se selecciona de entre el grupo que consiste en patatas, zanahorias y cebollas;
 - b) dicho procedimiento comprende administrar una disolución acuosa que comprende:
 - i) una sal de yodo con una concentración de yodo comprendida entre 2 y 45 g/l;
 - 10 ii) una cantidad de ácido fosfórico que ajusta el pH de dicha disolución en el intervalo comprendido entre 1,5 y 5;
 - 15 c) dicha disolución acuosa se aplica al cultivo en un volumen tal que una cantidad comprendida entre 1,8 y 20 kg de yodo es administrada por hectárea de suelo.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho cultivo es un cultivo de patata, y el procedimiento comprende aplicar una disolución acuosa que comprende por lo menos 10 g/l de yodo.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que comprende administrar entre 5 y 20 kg de yodo por hectárea de suelo.
4. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que comprende administrar entre 6 y 18 kg de yodo por hectárea de suelo.
- 25 5. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado por que comprende administrar entre 6 y 18 kg de yodo por hectárea de suelo en una única aplicación.
6. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho cultivo es un cultivo de zanahoria, y el procedimiento comprende aplicar una disolución acuosa que comprende por lo menos 3 g/l de yodo.
- 30 7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que comprende administrar entre 1,5 y 12 kg de yodo por hectárea de suelo.
8. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que comprende administrar entre 1,8 y 10 kg de yodo por hectárea de suelo.
- 35 9. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado por que comprende administrar entre 1,8 y 10 kg de yodo por hectárea de suelo en una única aplicación.
10. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que dicho cultivo es un cultivo de cebolla, y el procedimiento comprende aplicar una disolución acuosa que comprende por lo menos 5 g/l de yodo.
- 40 11. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que comprende administrar entre 2 y 20 kg de yodo por hectárea de suelo.
12. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que comprende administrar entre 3 y 18 kg de yodo por hectárea de suelo.
- 45 13. Procedimiento según la reivindicación 10, caracterizado por que comprende administrar entre 3 kg y 18 kg de yodo por hectárea de suelo en una única aplicación.
14. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que dicha disolución acuosa de una sal de yodo presenta una concentración de yodo comprendida entre 3 y 38 g/l.