

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 605 821**

51 Int. Cl.:

G01N 27/07 (2006.01)

G01N 33/24 (2006.01)

G01N 1/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.05.2012 PCT/IL2012/000213**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.12.2012 WO12172538**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2012 E 12733222 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.07.2016 EP 2718704**

54 Título: **Sonda para control de la conductividad eléctrica de soluciones de suelo**

30 Prioridad:

12.06.2011 IL 21349811

01.03.2012 IL 21843112

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

16.03.2017

73 Titular/es:

MOTTES, ADI (100.0%)
Habracha Street 38 P.O.B. 599
37105 Karkur, IL

72 Inventor/es:

MOTTES, ADI

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 605 821 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

Sonda para control de la conductividad eléctrica de soluciones de suelo.

5 Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere al control de propiedades químicas y físicas de soluciones de suelo. Más específicamente, la presente invención se refiere a una sonda y método para el control directo de la conductividad eléctrica (EC) de soluciones de suelo.

10

Antecedentes de la invención

[0002] La actividad y productividad de todos los cultivos agrícolas puede verse muy influenciada por el nivel de salinidad, es decir, de los sólidos disueltos totales, en la solución de suelo que está determinada de forma sencilla por las medidas de conductividad eléctrica.

15

[0003] La capacidad de la mayoría de los cultivos y plantas de extraer y abastecerse de agua de suelo que contiene fertilizante por medio de las raíces depende del nivel de salinidad de la solución de suelo, es decir, cuanto más elevada es la salinidad o la conductividad eléctrica, menor es la absorción de la solución de suelo por parte de la planta. Por tanto, la medida precisa del nivel de salinidad de la solución de suelo es decisiva en agricultura. Específicamente, el control de la conductividad eléctrica de la solución de suelo es muy esencial para establecer la programación de tratamiento adecuada, es decir, para decidir cuándo irrigar, cuánta agua y fertilizantes se deben utilizar y dónde se deberían aplicar.

20

[0004] Los dispositivos característicos para medir las propiedades de suelo se describen en las siguientes referencias:

25

La publicación de patente francesa FR 1070566 describe un aparato con un sensor de conductividad eléctrica integrado para tomar muestras de líquido de recipientes/tanques.

30

[0005] La patente de EE.UU. 4.513.608 describe un conjunto de detección de humedad construido con diferentes zonas de material poroso. La patente de EE.UU. 5.418.466 describe un uso de sensor para la medida de salinidad mediante el uso de un circuito ajustado de oscilación.

[0006] La publicación de la patente de EE.UU. 2009/0038390 describe una sonda de zona vadosa montada en una manga inflable.

35

[0007] La publicación de la patente de EE.UU. 2009/0166520 describe una sonda in-situ que tiene un émbolo insertado en la sonda.

40

[0008] CN 1362420 se refiere a una sonda con un cable de electrodo de ionómetro conectado con un electrodo selectivo de ión sellado en una copa de arcilla arenosa porosa en la parte inferior de la sonda y conectado a un controlador automático a través de un tubo guía.

[0009] El inconveniente de esta sonda es el pequeño y estrecho espacio interno de la arcilla arenosa que no es capaz de contener un electrodo de EC y gestionar pruebas de conductividad eléctrica.

45

[0010] DE 10058416 describe una sonda y un método para determinar el contenido de oxígeno de agua intersticial en formaciones que contienen sedimento y arcilla. La sonda tiene un diámetro externo muy pequeño de 5-6 mm e incluso un diámetro interno más pequeño de 2-3 mm que permite únicamente la inserción de un sensor. Un vacío se extrae a través del lado del tubo. El inconveniente de tal sonda es el siguiente: el diámetro interno extremadamente estrecho de 2-3 mm es capaz de contener solo un electrodo con un espacio libre muy reducido. El tubo muy estrecho puede ser ventajoso para la medida de oxígeno pero no para medir la conductividad eléctrica. La razón es que las burbujas de aire entran en el tubo con solución de suelo y se adhieren a las paredes del tubo y/o el electrodo y en tal tubo estrecho las burbujas permanecen allí sin subir a la superficie del líquido. Tales burbujas de aire distorsionan la medida de EC.

50

55

[0011] Las referencias de la técnica anterior indicadas más arriba describen todos dispositivos y métodos para el control directo de propiedades de agua subterránea en el suelo. Estos dispositivos y métodos pueden ser

- adecuados para el control de un amplio número de propiedades de suelo tales como el pH, el fósforo, amonio, magnesio, cloruros, nitratos, potasio, dureza del agua u otras propiedades de suelo pero puede producir medidas imprecisas o ninguna lectura en absoluto para la Conductividad Eléctrica (EC) ya que la EC es elevadamente sensible a perturbaciones continuas en el medio terrestre. Cada cambio en el volumen y dirección del flujo del agua como resultado de la irrigación o lluvia puede causar la creación de un estado físico temporal de falta de unidad en la estructura del suelo. Esto incluye a su vez la formación de bolsas de aire que alteran las medidas de EC. Tal situación empeora cuando el contenido de agua del suelo cae y, como resultado, los electrodos pierden el contacto con el agua del suelo.
- 10 **[0012]** También se conoce el Extractor de solución de suelo de Mottes y los conjuntos de pruebas portátiles manuales que comprenden una sonda con un tubo de vacío insertado en su seno, una tapa cerámica porosa en la parte inferior y una jeringa sujeta al tubo de vacío en la parte superior. La solución de suelo se incluye en la sonda a través de la tapa cerámica porosa mediante el vacío creado por la jeringa. Una vez que la solución de suelo se incluye dentro de la sonda, la solución se retira dentro de la jeringa fuera de la sonda para ser comprobada manualmente por un medidor de EC y también otros conjuntos de pruebas. Esta sonda proporciona pruebas en el suelo precisas de solución de suelo a medida que cambia con el tiempo debido a la solución de suelo fresco que se incluye desde el suelo por la operación de jeringa manual. El extractor de Mottes viene acompañado por una variedad de conjuntos de pruebas de solución de suelo portátiles para cloruro, nitrato, pH y Conductividad Eléctrica (EC).
- 15
20 **[0013]** La mayoría de los dispositivos anteriores tienen una sección cerámica porosa a través de la cual los iones se difunden dentro y fuera de la sonda. Tales dispositivos pueden producir medidas correctas que son indicativas de las verdaderas propiedades del suelo a pesar del aire atrapado en la sonda que no se eleva a la superficie superior de la solución de suelo y, de este modo, permanece en la zona de medición. El aire atrapado en el espacio de la sección cerámica y/o cerca de los electrodos altera y restringe el funcionamiento de los electrodos de EC y, por tanto, altera las medidas para que sean más elevadas que las lecturas de resistencia normal (conductividades inferiores o lectura cero).
- 25 **[0014]** Como se ha señalado mas arriba, los diversos dispositivos disponibles que conducen el control directo de las propiedades de suelo dentro del suelo permiten las medidas de numerosas propiedades de suelo excepto para EC, ya que la EC es elevadamente sensible a perturbaciones continuas en el medio de solución de suelo. El principio de medida de la conductividad eléctrica se basa en la conducción eléctrica electrolítica entre dos electrodos de sensor, separados aproximadamente en 6 mm. Los electrodos están enfundados generalmente en un tubo rígido o semi-rígido, aproximadamente de hasta 12 cm de largo. Para obtener lecturas de EC correctas, debe existir un entorno de solución total y completa (líquida) y entre los electrodos de sensor sin ningún intervalo o desconexión que resulte de las "bolsas de aire". Cuando el suelo está relativamente seco, la solución incluida en la punta cerámica porosa puede carecer de continuidad y, de este modo, los electrodos de EC pueden no llevar a cabo una medida en absoluto y pueden mostrar un error de lectura del valor "0".
- 30
35 **[0015]** En los sensores para medir las propiedades de suelo distintos de la EC, el método de detección se basa en la medida de una concentración de ión en el volumen que rodea el sensor y, de este modo, se pueden obtener las medidas correctas incluso si no existe una continuidad perfecta de una solución que rodea el sensor. Un sensor de pH, por ejemplo, examina la concentración de ión de hidrógeno en el volumen que rodea el sensor.
- 40 **[0016]** De este modo, los métodos y dispositivos de la técnica anterior no son adecuados para llevar a cabo las medidas de EC que son fiables y precisas en todos los casos, ya que las medidas de EC precisas requieren una continuidad perfecta de la solución que rodea el electrodo de sensor.
- 45 **[0017]** Un objeto de la presente invención es superar o eliminar los problemas asociados con los dispositivos de la técnica anterior.
- 50 **[0018]** Más específicamente, un objeto de la presente invención es proporcionar una sonda que mide in situ, de forma precisa y fiable la conductividad eléctrica (EC) de las soluciones de suelo.
- 55 **[0019]** La sonda de la presente invención es ventajosa para la obtención de las medidas en el suelo in situ continuas que son elevadamente precisas y fiables. Tales medidas proporcionan a los productores son información detallada sobre fluctuaciones en los niveles de conductividad eléctrica que reflejan los sólidos disueltos totales en la solución de suelo. De este modo, los productores se benefician de ahorro en agua y fertilizantes, así como de una buena cosecha con cultivos incrementados junto con una reducción en la contaminación del agua subterránea que

mantiene el entorno limpio y verde.

Resumen de la invención

- 5 **[0020]** Hemos descubierto que es posible introducir un tubo de vacío tanto a través del lado como a través de la apertura superior de la sonda y mantenerlo paralelo a la sonda de sensor. Esto permite el control continuo de solución de suelo, haciendo de ambos, el sensor y el tubo de vacío una parte fundamental de la sonda. Además, dado que el sensor se mantiene en todo momento dentro de la sonda, no se ve afectado por la luz solar, manteniendo las medidas siempre estables y fiables.
- 10 **[0021]** De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, se proporciona una sonda para el control de la conductividad eléctrica de soluciones de suelo que comprenden:
- una sección de tubo hueco superior tapada en un extremo, una sección de tubo hueco inferior tapada en su parte inferior con un material cerámico poroso para insertarlo en el suelo,
- 15 un ajuste en T que conecta el otro extremo de las secciones de tubo hueco superior en alineamiento vertical con la sección de tubo hueco inferior, teniendo dicho ajuste en T una apertura tapada,
- una sonda de sensor con un electrodo de sensor de conductividad eléctrica (EC) insertado a través de la tapa de la sección de tubo hueco superior en la sección de tubo hueco inferior, y
- 20 un tubo de vacío insertado a través de la tapa de la apertura del ajuste en T que se extiende en la sección de tubo hueco inferior.
- [0022]** Por lo cual, cuando la sonda está insertada dentro del suelo y un vacío se aplica a la sonda a través del tubo de vacío, la solución de suelo se incluye en la sonda a través del material cerámico poroso para abarcar el electrodo de sensor de conductividad eléctrica (EC) que permite medir la conductividad eléctrica (EC) de la solución de suelo y por lo cual la solución de suelo se puede retirar desde la sonda a través del tubo de vacío y la solución de suelo fresco incluida dentro de la sonda sin retirar la sonda del sensor de la sonda.
- 25 **[0023]** De acuerdo con la presente invención, la apertura en el ajuste en T es perpendicular a las secciones de tubo hueco alineadas verticalmente.
- 30 **[0024]** De acuerdo con la presente invención, la apertura en el ajuste en T está en un ángulo a las secciones de tubo hueco alineadas verticalmente.
- 35 **[0025]** De acuerdo con esta forma de realización de la presente invención, las secciones de tubo hueco superior e inferior de la sonda tienen diámetros exteriores de entre 18 a 25 mm y diámetros interiores de entre 14 a 21 mm para alojar tanto el sensor como el tubo de vacío y para permitir que las burbujas suban y no se adhieran a las paredes internas de la sección de tubo, el tubo de vacío o el electrodo de sensor.
- 40 **[0026]** De acuerdo con otra forma de realización de la presente invención, se proporciona también una sonda para el control de la conductividad eléctrica de las soluciones de suelo. La sonda comprende:
- un tubo hueco tapado en su extremo superior y tapado en su extremo inferior con un material cerámico poroso para la inserción en el suelo;
- 45 una sonda de sensor con un electrodo de sensor de conductividad eléctrica (EC) insertado dentro del tubo hueco a través de la tapa en el extremo superior del tubo, y
- un tubo de vacío insertado dentro del tubo hueco a través de la tapa en el extremo superior del tubo;
- por lo cual cuando la sonda está insertada dentro del suelo y se aplica un vacío al tubo hueco a través del tubo de vacío, la solución de suelo se incluye en el tubo hueco a través del material cerámico poroso para abarcar el sensor de electrodo de conductividad eléctrica (EC) que permite medir la conductividad eléctrica (EC) de la solución de suelo y
- 50 por lo cual la solución de suelo se puede retirar desde el tubo hueco a través del tubo de vacío y la solución de suelo fresco se incluye dentro del tubo hueco sin retirar el sensor de la sonda.
- 55 **[0027]** De acuerdo con otra forma de realización de la presente invención, el tubo hueco de la sonda tiene un diámetro exterior de entre 18 a 25 mm y un diámetro interior de entre 14 a 21 mm para alojar tanto el sensor como el tubo de vacío y para permitir que las burbujas suban y no se adhieran a las paredes internas del tubo, el tubo de vacío o el electrodo de sensor.

[0028] De acuerdo con la presente invención, la sonda es de hasta 15 cm de largo.

[0029] De acuerdo con la presente invención, el tubo de vacío llega hasta cerca de la punta cerámica.

5 **[0030]** De acuerdo con la presente invención, el tubo de vacío en el tubo hueco es sustancialmente paralelo a la sonda del sensor.

[0031] De acuerdo con la presente invención, el tubo de vacío está constituido por una sección semi-rígida insertada dentro de la sonda y una sección flexible sujeta a un generador de vacío.

10

[0032] De acuerdo con la presente invención, la sección semi-rígida tiene un diámetro exterior de aproximadamente 3 a 4 mm y la sección flexible tiene un diámetro interior de aproximadamente 3 a 4 mm.

[0033] De acuerdo con la presente invención, el diámetro exterior del tubo del sensor es de 6 mm.

15

[0034] De acuerdo con la presente invención, el material cerámico poroso permite el libre movimiento de todos los iones en la solución de suelo dentro del tubo.

[0035] De acuerdo con la presente invención, el tubo de vacío está conectado a un generador de vacío.

20

[0036] De acuerdo con la presente invención, el generador de vacío es una jeringa.

[0037] De acuerdo con la presente invención, la jeringa está conectada al tubo de vacío a través de una válvula.

25

[0038] De acuerdo con la presente invención, la sonda del sensor está conectada a un controlador/equipo para el control y la transferencia de datos de medida.

[0039] De acuerdo con la presente invención, los datos de medida se pueden transferir desde el sensor a un equipo a través de sistemas de Internet y celulares.

30

[0040] De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para el control de las propiedades de solución de suelo. El método comprende los siguientes pasos:

35

(1) Suministro de una sonda como se ha definido más arriba,

(2) Inserción de la sonda dentro del suelo dentro del ámbito de los medios de irrigación en proximidad de un sistema de raíces de árbol o planta,

(3) Aplicación de vacío para incluir la solución de suelo dentro de la sonda para abarcar los electrodos del sensor de EC,

40

(4) Conducción de medidas a través del sensor de EC en dicha solución, y

(5) Lectura y análisis de los datos resultantes.

[0041] De acuerdo con la presente invención, los datos resultantes recibidos desde el electrodo de EC se prueban, recopilan y transmiten continuamente.

45

[0042] Objetivos, características y ventajas adicionales de la invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada tomada en conjunto con la siguiente figura.

Breve descripción del dibujo

50

[0043]

La fig. 1 ilustra una forma de realización de una sonda para el control directo de las propiedades de solución de suelo de acuerdo con la presente invención.

55

La fig. 2 ilustra otra forma de realización de una sonda de acuerdo con la presente invención.

La fig. 3 ilustra aún otra forma de realización de una sonda de acuerdo con la presente invención.

Descripción de la forma de realización preferida

- [0044]** En referencia a la figura 1 se muestra una sonda 10 constituida por un tubo hueco dividido que consta de una sección de tubo inferior 12 y una sección de tubo superior 14. Las dos secciones 12 y 14 están conectadas en series a través de un ajuste en T 16 pegándolas en el ajuste en T 16 herméticamente. La sección de tubo inferior 12 está tapada en la parte inferior con una punta cerámica porosa 18 para insertarla dentro del suelo. La sección de tubo superior 14 está sellada en la parte superior con una tapa 19 que tiene una apertura a través de la cual una sonda de sensor 24 que tiene un electrodo de sensor 26 en su punta se inserta hacia la parte inferior de la sección de tubo 12.
- [0045]** El ajuste en T 16 tiene una apertura de lado desde la cual se extiende una sección de tubo hueco 28 sellada (es decir, pegada) en ella herméticamente. La sección de tubo 28 está sellada con una tapa 30. Un tubo de vacío 32 se inserta a través de la tapa 30 y está conectado herméticamente a un tubo de vacío interno semi-rígido 34 que continua dentro de la sección de tubo inferior 12. El otro extremo 35 del tubo de vacío 32 está conectado a una válvula 36 que está conectada a una jeringa 38 a través de su sección de tubo cónico 40.
- [0046]** El tubo de vacío interno semi-rígido 34 tiene preferiblemente un diámetro exterior de aproximadamente 3 mm - 4 mm y el tubo de vacío externo flexible 32 tiene preferiblemente un diámetro interior de aproximadamente 3 mm a 4 mm.
- [0047]** Tal disposición de tubería es adecuada ya que el tubo de vacío interno 34 puede no ser demasiado flexible ni demasiado rígido con el fin de manipular el ángulo a través del ajuste en T 16 si el tubo de vacío interno 34 se va a insertar sustancialmente hacia abajo en el tubo inferior 12. El tubo de vacío externo 32 es preferiblemente flexible para la fácil manipulación y posicionamiento de la jeringa.
- [0048]** Un émbolo 42 en la jeringa 38 puede extraer un vacío en la sonda 10. Es preferible que el tubo de vacío interno 34 se inserte hasta la parte inferior de la sección de tubo 12. Esto garantizará que la solución de suelo completa incluida en la sonda 10 se pueda retirar y que la solución de suelo fresco pueda ser succionada.
- [0049]** La sonda del sensor 24 que tiene la punta del electrodo del sensor 26 localizada paralela al tubo de vacío interno 34 en la sección de tubo 12 extiende preferiblemente su longitud completa (generalmente 12 cm) hacia debajo de la sección de tubo 12 (pero puede ser más corta siempre y cuando se puede sumergir en la solución de suelo). En esta forma de realización, la sonda 10 es relativamente corta, aproximadamente 15 cm y el electrodo del sensor 26 se extiende cerca de la parte superior de la punta cerámica 18.
- [0050]** El electrodo del sensor 26, de acuerdo con esta invención, es un sensor de conductividad eléctrica (EC). La medida de conductividad eléctrica es muy sensible y a diferencia de las medidas tales como el pH, los cloruros, oxígeno, nitratos, fósforo, amonio, la dureza del agua, potasio, magnesio u otras propiedades de solución de suelo que no son sensibles a la presencia de burbujas de aire en el medio líquido. Las medidas de EC no se podrían llevar a cabo si el medio líquido contiene burbujas de aire que pueden acumularse alrededor del sensor. Tales burbujas de aire se introducen mediante agua subterránea a través de la tapa cerámica 18. Por tanto, para proporcionar una solución de suelo libre de burbujas de aire, la sección de tubo 12 tiene preferiblemente un diámetro interno lo suficientemente ancho para permitir que las burbujas suban a la superficie superior de la solución y no se adhieran a las paredes internas de la sección de tubo 12, el tubo interno de vacío 34 y alrededor o entre el electrodo del sensor 26 en sí mismo, que interferiría con la medida de EC. Además, la sección de tubo 12 debería ser lo suficientemente ancha para alojar tanto el sensor como el tubo de vacío. Por tanto, de acuerdo con la presente invención, las secciones de tubo 12 y 14 tienen preferiblemente un diámetro exterior de entre 18-25 mm y un diámetro interior de entre 14-21 mm con el fin de alojar la sonda del sensor 24 y el tubo de vacío interno 34 lado a lado. En una forma de realización preferida, la sonda del sensor 24 está conectada a un controlador (no mostrado) a través de cable 44.
- [0051]** La tapa cerámica porosa 18 está hecha de material inerte, que no se ve afectado por los componentes de suelo tales como los fertilizantes y permite la libre transferencia de los iones presentes en la solución de suelo dentro de la sonda 10.
- [0052]** Los tapones 19 y 30 pueden ser de goma, plástico, corcho, vidrio u otro material capaz de formar un sello hermético. El ajuste en T 16 puede estar hecho de un material de ajuste hermético para corresponder con el sellado hermético (pegado) con las secciones de tubo 12, 14 y 28. La jeringa 38 debería ser preferiblemente de suficiente volumen (no menos de 60 ml.) con el fin de ser capaz de crear un vacío de hasta 0,9 bares fácilmente.
- [0053]** La función de la jeringa 38, de acuerdo con la presente invención, es doble: (1) crear un vacío e incluir

solución de suelo dentro de una sonda 10 para abarcar al menos el electrodo del sensor 26 mediante la apertura de la válvula 36 y la extracción del émbolo 42 siempre completamente fuera y el cierre de la válvula 36, midiendo después la conductividad eléctrica (EC) de la solución y (2) para transferir la solución de suelo desde la sección de tubo 12 a la jeringa 38 mediante la apertura de la válvula 36 y la incorporación de la solución desde el tubo en la jeringa 38 mientras se incluye la solución de suelo fresco nueva dentro de la sonda 10 para la siguiente medida, cerrando a continuación la válvula 36 y expulsando la solución desde la jeringa 38. De este modo, el llenado y vaciado de la sonda 10 con una solución de suelo refrescado se puede lograr rápidamente y sin requerir un periodo de tiempo significativo para que la solución de suelo llegue al equilibrio.

10 **[0054]** Cabe señalar que la sonda del sensor 24 está insertada a través de la tapa 19 de la sección de tubo superior 14 dentro de la sección de tubo 12 de manera suficiente para tener el electrodo del sensor 26 completamente sumergida en la solución de suelo incluida dentro de la sonda 10. Conviene mantener el diámetro de la sección de tubo 12 dentro de los límites tal como se define, con el fin de incluir la solución de suelo y evitar las burbujas de aire que interfieren con las medidas de EC.

15

[0055] La figura 2 ilustra otra forma de realización de una sonda 20 de acuerdo con esta invención. En este caso, la sonda de sensor 24 de conductividad eléctrica (EC) no va a la parte inferior de la sección de tubo 12, pero todavía puede medir la conductividad eléctrica de la solución de suelo ya que el vacío extraído a través del tubo de vacío interno 34 llevará la solución hacia arriba en la sección de tubo 12 y abarcará el electrodo de sensor 26, permitiendo una correcta medida. El vacío creado por el émbolo 42 a través de la jeringa 38 es preferiblemente de hasta aproximadamente 0,9 bares ya que la sonda 10 es larga y la solución de suelo se incluirá en alto. La figura 3 muestra aún otra forma de realización de una sonda 50, donde ambos, el tubo de vacío interno 34 y la sonda de sensor 24 de conductividad eléctrica (EC) se introducen a través de una tapa 54 dentro de un tubo 56. Como se puede ver en la figura 3, la sonda 50 en sí misma puede variar en longitud dependiendo del suelo particular que se va a medir, pero dado que la sonda de sensor 24 de (EC) tiene generalmente solo aproximadamente 12 cm de largo, la solución de suelo se incluye lo suficientemente en alto para abarcar completamente el electrodo de sensor 26. El tubo de vacío interno 34, no obstante, puede ser tan largo como se desee; cuanto más cerca esté de la parte inferior del tubo, más fácil será extraer toda la solución de suelo del tubo 56 por vacío.

30 **Procedimientos operativos**

[0056] El funcionamiento se tratará con referencia a la fig. 1. La sonda 10 funciona del siguiente modo: la sonda 10, que tiene una longitud adecuada para la profundidad de suelo específica se inserta en el suelo a la profundidad deseada. Inicialmente, la jeringa 38 está conectada a una válvula 36 en su conector 40 mientras el émbolo 42 se presiona completamente hasta el final. La válvula 36 se abre entonces para proporcionar una trayectoria de aire libre desde la jeringa 38 a través de los tubos de vacío 32, 34 al espacio interno de la sonda 10. El émbolo 42 se retira entonces completamente para crear un vacío a través de los tubos 32, 34 en la sonda 10 y la válvula 36 se cierra entonces para bloquear la trayectoria entre la jeringa 38 y el tubo de vacío 32, con el fin de mantener el vacío en la sonda 10. La jeringa 38 se puede desconectar de la válvula 36 en ese momento. La solución de suelo se incluye de este modo dentro de la sección de tubo 12 a través de la punta cerámica porosa 18.

[0057] Dado que la solución de suelo se eleva en la sección de tubo 12, abarca el electrodo de sensor 26 y la medida se puede realizar continuamente.

45 **[0058]** Cabe destacar que la jeringa 38 como tal, no es parte de la sonda 10, pero es un medio práctico de crear un vacío y se puede reemplazar por otros generadores de vacío.

[0059] Después de la lluvia o la irrigación, las concentraciones relativas de nutrientes, fertilizantes, etc. en la solución de suelo pueden variar significativamente, por tanto, una forma de medir la conductividad eléctrica (EC) manualmente in situ es la siguiente:

- a) La jeringa 38 está conectada a la válvula 36 con el émbolo 42 presionado completamente hasta el final.
- b) La válvula 36 se establece en una posición abierta entre la jeringa 38 y los tubos de vacío 32, 34.
- c) El émbolo 42 se presiona hacia atrás hasta el final para crear un vacío, incluyendo la solución de suelo dentro de la sección de tubo 12.
- d) La válvula 36 se cierra entonces para bloquear la trayectoria entre la jeringa 38 y el tubo de vacío 32, con el fin de mantener el vacío en la sonda 10.
- e) La jeringa 38 puede estar desconectada de la válvula 36 en ese momento y el émbolo 42 se presiona hacia atrás dentro de la jeringa 38.

f) El procedimiento anterior se puede repetir con el fin de incrementar el vacío en la sonda 10 hasta aproximadamente 0,9 bares.

[0060] La solución incluida dentro de la sección de tubo 12 es una muestra representativa de la solución de suelo y la primera medida se puede conducir una vez que la solución de suelo llegue por encima del electrodo del sensor 26.

[0061] A medida que pasa el tiempo, la cantidad de nutrientes, fertilizantes y cantidades de agua en el suelo varía y los iones fluirán en y fuera del tubo 12 hasta que se establezca el equilibrio entre los iones en el suelo y los iones en el tubo 12. El control continuo de la solución en la sonda 10 proporcionará una curva de la fluctuación real de concentración de ión en la solución de suelo a lo largo del tiempo.

[0062] Con el fin de mejorar el proceso de equilibrio, se recomienda refrescar la solución en la sonda 10 mediante la repetición del procedimiento manual anterior, preferiblemente una vez a la semana.

[0063] La sonda 10 es adecuada y funcionará apropiadamente en estado de capacidad de campo y menos en condiciones de suelo seco.

[0064] Las medidas in situ se pueden transmitir continuamente desde la sonda de sensor 24 de EC, a través de un registrador de datos celular a un servidor de base de datos de Internet para una visualización continua de los datos que se pueden presentar en el sitio web en forma de un gráfico o tabla y para generar análisis de los datos obtenidos en función de lo cual el agricultor puede regular la entrega y el suministro de fertilizantes, nutrientes e irrigación.

REIVINDICACIONES

1. Una sonda (10) para control de conductividad eléctrica de soluciones de suelo que comprende:
- 5 una sección de tubo hueco superior (14) tapada en un extremo,
- una sección de tubo hueco inferior (12) tapada en su parte inferior con un material cerámico poroso (18) para insertarlo en el suelo,
- 10 un ajuste en T (16) que conecta el otro extremo de las secciones de tubo hueco superior (14) en alineamiento vertical con la sección de tubo hueco inferior, (12) teniendo dicho ajuste en T (16)
- una apertura tapada, un electrodo de sensor de conductividad eléctrica (26) insertado a través de la tapa de la sección de tubo hueco superior (14) dentro de la sección de tubo hueco inferior (12), y
- 15 un tubo de vacío (32, 34)
- insertado a través de la tapa de la apertura del ajuste en T (16) que se extiende dentro de la sección de tubo hueco inferior (12), por lo cual, cuando la sonda (10) está insertada dentro del suelo y un vacío se aplica a la sonda (10) a través del tubo de vacío (32, 34), la solución de suelo se incluye dentro de la sonda (10) a través del material cerámico poroso (18) para abarcar el electrodo de sensor de conductividad eléctrica (26) que permite medir la conductividad eléctrica de la solución de suelo y por lo cual la solución de suelo se puede retirar desde la sonda (10) a través del tubo de vacío (32, 34) y la solución de suelo fresco incluida dentro de la sonda (10) sin retirar el electrodo del sensor (26) de la sonda (10).
- 20
- 25
2. Una sonda (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la apertura en dicho ajuste en T (16) está en un ángulo a las secciones de tubo hueco alineadas verticalmente (12, 14).
3. Una sonda (10) para el control de la conductividad eléctrica de soluciones de suelo que comprende:
- 30 un tubo hueco (56) tapado en su extremo superior y tapada en su extremo inferior con un material cerámico poroso (18) para la inserción en el suelo;
- un electrodo de sensor de conductividad eléctrica (26) insertado dentro del tubo hueco (56) a través de la tapa (54) en el extremo superior del tubo (56), y
- 35
- un tubo de vacío (34) insertado dentro del tubo hueco (56) a través de la tapa (54) en el extremo superior del tubo (56);
- 40 por lo cual cuando la sonda (10) está insertada dentro del suelo y se aplica un vacío al tubo hueco (56) a través del tubo de vacío (32, 34), la solución de suelo se incluye en el tubo hueco (56) a través del material cerámico poroso (18) para abarcar el electrodo de sensor de conductividad eléctrica (26) que permite medir la conductividad eléctrica de la solución de suelo y por lo cual la solución de suelo se retira desde el tubo hueco (56) a través del tubo de vacío (32, 34) y la solución de suelo fresco se incluye dentro del tubo hueco (56) sin retirar el electrodo de sensor (26) de la sonda (10)
- 45
4. Una sonda de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-2 en la que las secciones de tubo hueco (12, 14) de la sonda (10) tienen diámetros exteriores de entre 18 a 25 mm y diámetros interiores de entre 14 a 21 mm para alojar tanto el electrodo de sensor (26) como el tubo de vacío (32, 34) y para permitir que las burbujas de aire suban y no se adhieran a las paredes internas de la sección de tubo, el tubo de vacío (32, 34) o el electrodo de sensor (26).
- 50
5. Una sonda (10) de acuerdo con la reivindicación 3, en la que el tubo hueco (56) de la sonda (10) tiene un diámetro exterior de entre 18 a 25 mm y un diámetro interior de entre 14 a 21 mm para alojar tanto el sensor como el tubo de vacío (32, 34) y para permitir que las burbujas de aire suban y no se adhieran a las paredes internas del tubo, el tubo de vacío o el electrodo de sensor (26).
- 55
6. Una sonda de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 5, en la que la sonda (10) es de hasta 15 cm de larga.

7. Una sonda de acuerdo con la reivindicación 6 en la que el electrodo de sensor de conductividad eléctrica (26) llega hasta la parte inferior del material cerámico poroso (18) de la sección de tubo hueco inferior (12, 56).
- 5 8. Una sonda de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 7, en la que el tubo de vacío llega hasta la parte inferior del material cerámico poroso (18) de la sección de tubo hueco inferior (12, 56).
9. Una sonda (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 8, en la que el tubo de vacío en el tubo hueco es paralelo al electrodo de sensor de conductividad eléctrica (26) y separado de allí al menos por 2 mm.
- 10 10. Una sonda (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 9, en la que el diámetro exterior del electrodo de sensor de conductividad eléctrica es de 6 mm.
- 15 11. Una sonda (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 10, en la que el tubo de vacío (32, 34) está constituido por una sección semi-rígida que tiene un diámetro exterior de 3-4 mm insertado dentro de la sonda (10) que se puede conectar a una sección flexible que tiene un diámetro interior de 3-4 mm que está fijado a un generador de vacío.
- 20 12. Una sonda (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 11, en la que el tubo de vacío (32, 34) se puede conectar a un generador de vacío.
13. Una sonda (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones de 1 a 12, en la que el electrodo de sensor de conductividad eléctrica (26) se puede conectar a un controlador/equipo para el control y la transferencia de datos de medida, siendo transferidos dichos datos desde el electrodo de sensor (26) a un equipo a través de sistemas celulares y de Internet.
- 25 14. Un método para el control de la conductividad eléctrica de soluciones de suelo que comprende:
30 el suministro de una sonda (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-13, insertando la sonda (10) dentro del suelo cerca del sistema de raíces de un árbol o una planta,
la aplicación de vacío para incluir la solución de suelo dentro de la sonda,
la dirección de las medidas de conductividad eléctrica a través de un sensor en dicha solución en dicha sonda y la
35 lectura y análisis de los datos resultantes.
15. Un método de acuerdo con la reivindicación 14 en el que los datos resultantes se transmiten continuamente.

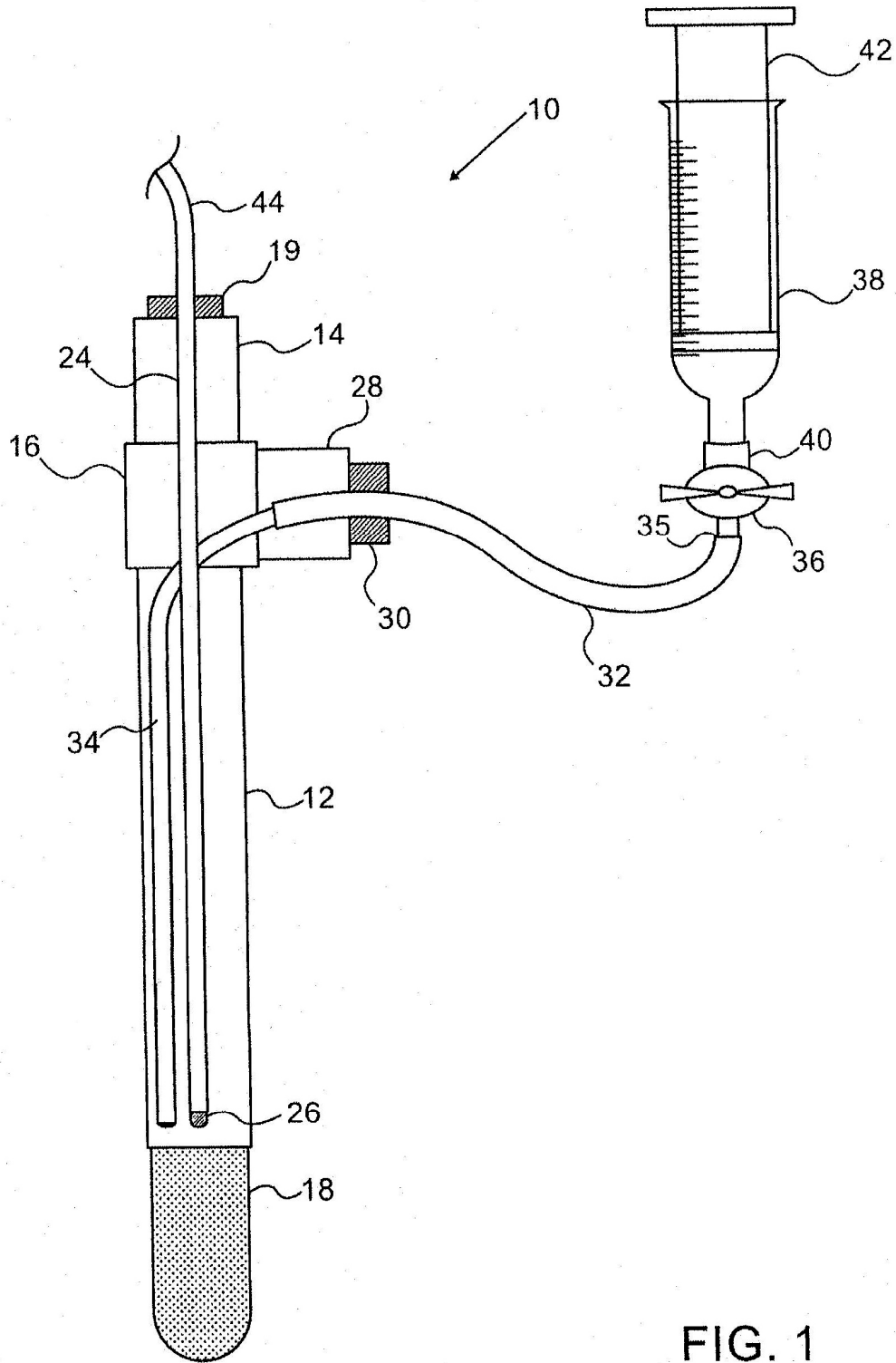


FIG. 1

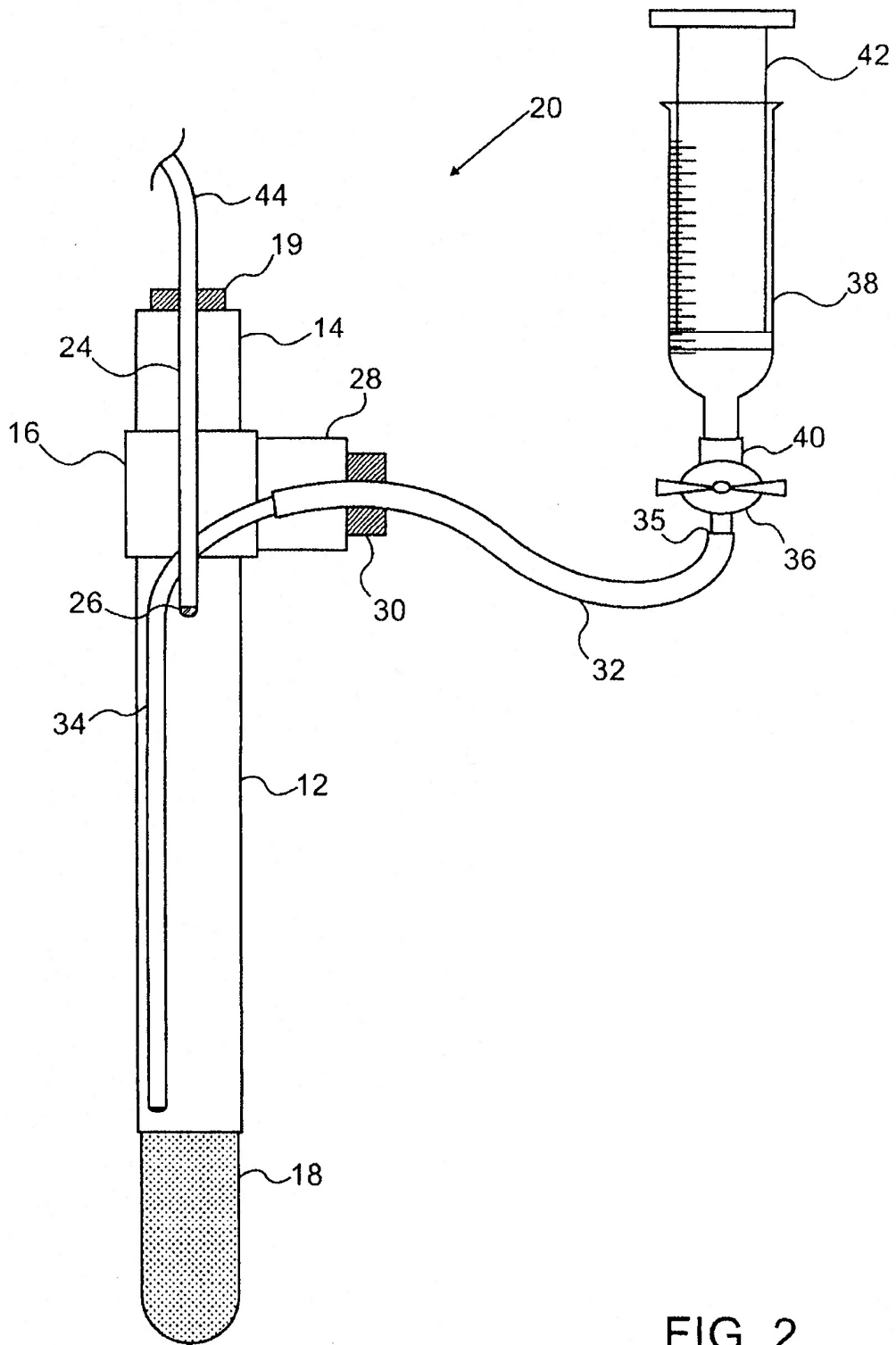


FIG. 2

