

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 028 871**

51 Int. Cl.:

**A01G 31/02**

(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.02.2014** **PCT/EP2014/052487**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.08.2014** **WO14122292**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2014** **E 14703823 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.04.2025** **EP 2953447**

54 Título: **Sistema de crecimiento de plantas**

30 Prioridad:

**08.02.2013 EP 13154725**

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

**20.06.2025**

73 Titular/es:

**ROCKWOOL A/S (100.00%)  
Hovedgaden 584  
2640 Hedehusene, DK**

72 Inventor/es:

**BOUWENS, PAUL JACQUES LOUIS HUBERT;  
HEMPENIUS, EELKE, GJALT y  
DE GROOT, JACOB, FRANK**

74 Agente/Representante:

**DEL VALLE VALIENTE, Sonia**

ES 3 028 871 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

Sistema de crecimiento de plantas

## 5 Campo de la invención

La presente invención se refiere al crecimiento de plantas en sustratos artificiales. En particular, pero no exclusivamente, la presente invención se refiere al crecimiento de plantas en sustratos de lana mineral.

## 10 Antecedentes de la invención

Se sabe que las plantas pueden crecer en sustratos de crecimiento de lana mineral. Estos sustratos de crecimiento se proporcionan típicamente como un tapón, bloque, losa o estera/manta homogéneos y generalmente incluyen un aglutinante, usualmente un aglutinante orgánico, para proporcionar integridad estructural al producto.

Típicamente, el proceso de crecimiento de la planta se gestiona en dos etapas: una primera etapa gestionada por un “propagador” en el que la planta crece de una semilla; y una segunda etapa gestionada por un “agricultor” durante la cual se mantiene la planta y se recoge la cosecha. Por ejemplo, en el caso de la planta de tomate, el propagador puede plantar semillas de tomate individuales en tapones cilíndricos que tengan un espesor del orden de 25-30 mm y un radio de alrededor de 20-30 mm. Después de la germinación de la semilla, el propagador coloca el tapón dentro de un bloque cuboide para permitir un mayor crecimiento del sistema radicular y de la planta. A continuación, la planta individual dentro del bloque se cuida hasta una etapa en la que se puede transferir del propagador al agricultor.

Aunque frecuentemente solo se proporciona una única planta en cada bloque, es posible proporcionar múltiples plantas en un solo bloque. En algunos ejemplos, una única planta en un bloque se divide en dos dividiendo un tallo durante una fase de crecimiento temprana, lo que da como resultado dos plantas que comparten un solo sistema radicular. En otra alternativa, pueden injertarse juntas múltiples plantas y crecer dentro de un único bloque.

El uso de un tapón y un bloque separados por parte del propagador no es esencial para todas las plantas, pero se ha descrito, por ejemplo, en la solicitud de patente europea EP2111746, que proporciona una serie de ventajas. En particular, el pequeño tamaño del tapón permite el riego más regular de la planta en la etapa inicial sin saturar su sustrato.

Después de recibirlos del propagador, el agricultor coloca un número de bloques en una única losa de lana mineral para formar un sistema de crecimiento de plantas. La losa de lana mineral está típicamente encerrada en una lámina u otra capa impermeable a los líquidos, excepto por aberturas en una superficie superior para recibir los bloques con las plantas y un orificio de drenaje provisto en la superficie inferior.

Durante el crecimiento posterior de la planta, el agua y los nutrientes se proporcionan usando dispositivos de goteo que suministran un líquido que contiene agua y nutrientes al sistema ya sea directamente a los bloques o a las losas. El agua y los nutrientes en los bloques y las losas son absorbidos por las raíces de las plantas y las plantas crecen en consecuencia. El agua y los nutrientes que no son absorbidos por la planta permanecen en el sistema de sustrato o se drenan a través del orificio de drenaje.

Existe el deseo de usar agua y nutrientes lo más eficientemente posible durante el proceso de crecimiento. Esto es tanto por motivos de coste como medioambientales. En particular, los nutrientes son caros de obtener, mientras que el agua residual que contiene estos nutrientes es difícil de eliminar debido a la legislación medioambiental. Estas presiones aumentarán a medida que las materias primas (particularmente fertilizantes tales como los fosfatos) se vuelvan cada vez más escasos. El deseo de evitar estos residuos coincide con el deseo de mejorar las condiciones de crecimiento de las plantas y, de este modo, aumentar la producción y la calidad de los frutos obtenidos de las plantas de esta manera.

El uso de lana mineral en sí mismo proporciona beneficios significativos en este sentido en comparación con los métodos tradicionales de cultivo basados en el suelo, aunque existe la necesidad continua de mejorar aún más estas características. En particular, existe un deseo contradictorio de producir más y consumir menos en los procesos de crecimiento de las plantas. Esto es, se desea un mayor rendimiento de las plantas y, al mismo tiempo, reducir la cantidad de agua y/o nutrientes que se utilizan. En la práctica, los métodos de cultivo y/o sustratos existentes proporcionan limitaciones en ambos aspectos.

Cualidades importantes de los sistemas de crecimiento de plantas en este contexto incluyen la retención de agua, la resaturación y la distribución de agua/nutrientes. La retención de agua refleja la cantidad de agua que puede retener el sistema, mientras que la distribución del agua refleja la ubicación dentro de la losa del agua y los nutrientes que están presentes. La resaturación se refiere a la tendencia de la solución líquida recién añadida a aumentar los niveles de agua y nutrientes del sustrato en lugar de reemplazar o derramar la solución existente.

Consideraciones particulares que afectan a la retención de agua, a la distribución de agua y a la resaturación incluyen el efecto de la gravedad, que tiende a forzar el agua hacia abajo y, por lo tanto, hacia el orificio de drenaje, y los efectos capilares que pueden hacer que el agua sea extraída hacia arriba. En la práctica, las losas se proporcionan normalmente en una ligera pendiente, con el orificio de drenaje ubicado en el extremo más bajo de la superficie inferior, lo que ayuda a garantizar que la fuerza de la gravedad empuje el agua hacia el orificio de drenaje. Además de los efectos capilares y de la gravedad, se debe considerar la resistencia al flujo del medio, que tiene el efecto de evitar que el agua pase a través de la losa desde los dispositivos de goteo hasta el orificio de drenaje. En general, si se quiere optimizar el desarrollo de las raíces y las plantas, es necesario garantizar que se den las condiciones óptimas en la región del sustrato en la que crecen las raíces.

Como era de esperar, una retención de agua subóptima en el sustrato puede provocar una escasez o un exceso de agua. En caso de escasez, esto hace que se pierda agua y, por lo tanto, se desperdicie a través del orificio de drenaje. La distribución del agua también es importante, ya que es necesario que el agua del interior de la losa llegue a las raíces de las plantas. Por ejemplo, cuando una planta se ha colocado recientemente en la losa, las raíces se extenderán lentamente hacia las regiones superiores de la losa. Si el agua no llega a las raíces, esto provocará una pérdida de velocidad de crecimiento y, por lo tanto, una pérdida de producción. En particular, para asegurar que las raíces de las plantas en la región superior de la losa estén suficientemente regadas, puede ser necesario que el agricultor suministre agua en exceso a la losa para mantener suficiente agua alrededor de las raíces, lo que generaría un mayor desperdicio a través del orificio de drenaje y costes adicionales. Niveles excesivos de agua también pueden aumentar el riesgo de crecimiento de hongos, por un lado, o de agotamiento del oxígeno, por el otro, lo que puede dañar a la planta.

Un factor importante en el crecimiento de las plantas es la retención y distribución de los nutrientes. Aunque los nutrientes normalmente se introducen con el agua, la losa no los distribuirá ni retendrá necesariamente de la misma manera. Los nutrientes normalmente comprenden sales disueltas que comprenden nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y elementos similares. Los nutrientes se disuelven en el agua y su movimiento a través de la losa se ve afectado por procesos tales como la advección, la dispersión y la difusión. La advección es el movimiento de los nutrientes con el flujo de agua a través de la losa, la dispersión es la mezcla de nutrientes que se produce a medida que se desplazan a través de las complejas estructuras porosas de la losa, y la difusión se relaciona con el movimiento aleatorio de las partículas dentro de la losa y la tendencia estadística que esto tiene a reducir los gradientes de concentración.

Al igual que con la propia agua, es importante que los nutrientes lleguen a las raíces de las plantas. Si los nutrientes están mal distribuidos o se pierden desde la losa, es posible que sea necesario un exceso de nutrientes en la losa en su conjunto para que la planta reciba los nutrientes que necesita. Esto es, por supuesto, un desperdicio de nutrientes.

Otra consideración que influye en el crecimiento de las plantas en sustratos artificiales es la eficiencia de la renovación de nutrientes (es decir, la eficiencia del riego para renovar los nutrientes). Esto se refiere a si la introducción de una nueva solución nutriente eliminará los nutrientes existentes en la losa. En algunas circunstancias, puede ser deseable cambiar la concentración de nutrientes dentro de la losa durante el proceso de crecimiento. La capacidad para hacerlo dependerá de si los nutrientes existentes se pueden reemplazar de manera efectiva en toda la losa o al menos en la región de la losa en la que tiene lugar el crecimiento de las raíces. Además, en algunos ejemplos, la acumulación de nutrientes si no se reemplazan puede alcanzar niveles que pueden provocar deshidratación o, al menos, no son ideales para el crecimiento de las plantas.

En vista de esto, se reconoce que la cantidad de agua y nutrientes que se proporciona a una planta desempeña un papel fundamental en el crecimiento de la planta. Esta elección se realiza normalmente analizando factores externos, tal como las horas de sol o la temperatura, e infiriendo el comportamiento probable del sistema (en términos de evaporación, etc.). Si bien en los invernaderos, por ejemplo, es posible controlar factores tales como la radiación usando pantallas y la temperatura usando sistemas de calefacción, el funcionamiento de dichos sistemas es caro y es deseable controlar la cantidad de agua y nutrientes de manera que se maximice el ahorro de energía.

Se conoce medir el contenido de agua y/o nutrientes dentro de un sustrato de crecimiento de plantas. Por ejemplo, la solicitud de patente internacional WO 2010/031773 describe un dispositivo de medición del contenido de agua que determina el contenido de agua de un sustrato de lana mineral mediante la medición de una capacitancia. De manera similar, la solicitud de patente internacional WO 03/005807 describe un proceso para medir el nivel de oxígeno en el agua en un sustrato de crecimiento de plantas. Sin embargo, aunque estas técnicas pueden proporcionar información útil al agricultor, no garantizan por sí mismas una mejora del contenido y la distribución del agua, los nutrientes y el oxígeno dentro de la losa.

Existe una necesidad continua de mejorar el riego de las plantas durante el crecimiento de las plantas. Las técnicas existentes a menudo dan como resultado la pérdida y/o la sobrealimentación del agua y/o los nutrientes, ya que no pueden ofrecer un control adecuado de tales propiedades. Por ejemplo, los documentos US 2005/0240313 y EP0300536 describen cada uno sistemas de riego que incluyen un dispositivo de riego adaptado para reducir o aumentar el contenido de agua, de modo que el contenido de agua se pueda establecer en un nivel fijo. Una desventaja de estos sistemas es que el nivel de la CE y, por lo tanto, el nivel de los nutrientes, no se controla adecuadamente en

el momento oportuno. Reducir o aumentar el contenido de agua en los dispositivos conocidos no cambia el nivel de la CE. El nivel de la CE *puede* cambiar, pero solo si se añade una solución nutriente al agua.

El documento WO 2004/109238 describe un sistema de riego que mide los niveles de agua y nutrientes que entran en el sistema, en donde las mediciones no se toman directamente sobre la losa. En la unidad de control de este sistema, se indica la cantidad de agua en el sistema. El nivel de la CE se infiere sobre la base de una suposición hecha en vista de la cantidad de agua medida.

En su artículo "Understanding Substrate Design", publicado en *Practical Hydroponics & Greenhouses*, 1 de noviembre de 2009, páginas 56-59, Andrew Lee ofrece una visión de las características clave de los sustratos de lana de roca y describe cómo, al comprender los principios básicos en los que se basan, los agricultores pueden obtener el máximo beneficio de una estrategia de riego aplicada.

## Resumen de la invención

Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema de crecimiento de plantas según la reivindicación 1. La conductividad eléctrica proporciona una indicación precisa del número de sales y, por lo tanto, de iones, en un fluido. Esto proporciona una buena indicación del nivel de nutrientes. El uno o más detectores están dispuestos para mantener la conductividad eléctrica dentro de un intervalo predeterminado. Ventajosamente, con la presente invención es posible que un usuario establezca un valor del nivel de EC preferido ("objetivo") y suministre agua y nutrientes en función de este valor. En otros términos, con la presente invención es posible "dirigir" el nivel de la CE de modo que el nivel de nutrientes se controle en el momento oportuno.

En la presente invención, el nivel de nutrientes se usa para controlar la cantidad de agua proporcionada a los sustratos. Esto refleja un reconocimiento de que, al menos en ocasiones, el nivel de contenido de agua no debe mantenerse en un cierto punto si tiene un efecto perjudicial sobre el nivel de nutrientes. Por ejemplo, si se hace un esfuerzo deliberado para reducir el nivel de contenido de agua en un sustrato, existe el riesgo de que esto dé como resultado un aumento del nivel de nutrientes. Por lo tanto, se ha reconocido como inadecuado ignorar el nivel de nutrientes al aplicar el control del nivel de contenido de agua.

A diferencia de los dispositivos existentes descritos anteriormente (por ejemplo, con referencia al documento EP0300536), con el presente sistema es posible medir el nivel de la CE y decidir si es necesario reducirlo o elevarlo. En función de la decisión tomada, se detiene o se aplica el riego para cambiar el nivel de la CE y, por lo tanto, controlar con precisión el nivel de nutrientes. Los dispositivos conocidos, tales como el sistema ADS del documento EP0300536, están dispuestos para adaptar el contenido de agua (en contraposición al nivel de nutrientes). Como consecuencia de la adaptación del contenido de agua, es posible que el nivel de la CE cambie, pero esto no se determina con precisión y, por lo tanto, el contenido de nutrientes no se determina de manera adecuada. Por el contrario, la presente invención está dirigida a controlar el nivel de la CE y, como consecuencia, el contenido de agua se cambiará de manera apropiada.

Por consiguiente, la presente invención puede proporcionar un sistema de retroalimentación que puede usarse para monitorizar de manera estricta y fiable el nivel de nutrientes en la losa y controlar el agua aplicada en función de este nivel. Los niveles de nutrientes en uno o más sustratos se controlan directamente. Por ejemplo, efectuando mediciones dentro del sustrato en lugar de medir indirectamente el agua drenada del sustrato o mediante alguna otra técnica. Esto proporciona un sistema en el que se puede controlar el entorno de cada planta para proporcionar el máximo resultado para un suministro determinado de agua y/o nutrientes.

En lugar de basarse en los niveles de radiación incidente, como en el caso convencional, la presente invención usa el nivel de nutrientes en el sustrato, y también puede usar el contenido de agua en el sustrato, como puntos de referencia críticos en la toma de decisiones para el riego. En los casos tradicionales, una mayor cantidad de luz incidente lleva automáticamente a un mayor riego. Por el contrario, la presente invención permite que la decisión sobre si regar o no se base, no en el nivel de luz, o al menos no solo en el nivel de luz, sino en la medición directa del sustrato.

Los sustratos son sustratos de MMVF. Cada sustrato comprende una losa y un solo bloque (una losa de MMVF y un solo bloque de MMVF). Es decir, se proporciona un bloque y solamente uno que contiene plantas en cada losa, lo que significa que el control del contenido de agua y/o el contenido de nutrientes dentro de cada losa se puede gestionar con mucha más precisión que en los sistemas en los que las plantas se proporcionan en múltiples bloques que pueden competir por los recursos de la losa. Se reconoce que el uso de un solo bloque permite un sistema de retroalimentación que puede medir con mayor precisión el nivel de nutrientes relevante y, por lo tanto, proporcionar un control más preciso del agua y los nutrientes aplicados en función de estas características.

Preferiblemente, el uno o más detectores están dispuestos además para monitorizar los niveles de contenido de agua de al menos uno de los sustratos de crecimiento de plantas, y el suministro de agua mediante el al menos un dispositivo de riego se controla mediante los medios de control en función de los niveles de contenido de agua monitorizados. De esta manera, el suministro de agua se controla con precisión en función tanto de los niveles de nutrientes como de los niveles de contenido de agua realmente observados en los sustratos.

Además del control del suministro de agua mediante el al menos un dispositivo de riego, los medios de control también pueden controlar el suministro de nutrientes mediante el al menos un dispositivo de riego. Dicho control puede implementarse en función de los niveles de contenido de agua y/o nutrientes medidos.

En las realizaciones preferidas, el uno o más detectores están dispuestos además para monitorizar la distribución de al menos uno de: agua y/o nutrientes dentro de al menos uno de los sustratos de crecimiento de plantas. Preferiblemente, el suministro de agua y/o nutrientes se controla para aumentar la uniformidad de la distribución de agua, nutrientes y/o oxígeno monitorizada. Por lo tanto, no solo se conoce la cantidad de dichos materiales, sino también la información sobre cómo se distribuyen dentro y/o entre el bloque y/o la losa de un sistema dado. Esto proporciona una capa adicional de detalle que se puede utilizar para garantizar el suministro adecuado de agua y nutrientes.

Las ventajas de la mejora de la distribución de agua y/o nutrientes son particularmente significativas durante una etapa temprana cuando un bloque que contiene plantas se coloca nuevamente en la losa. En este punto es importante que la primera capa contenga suficiente agua y nutrientes para asegurar un buen enraizamiento dentro de la losa. Esto permite el desarrollo positivo de la raíz para asegurar el crecimiento óptimo y saludable de las plantas. De manera ventajosa, no solo la losa de la presente invención permite proporcionar suficiente agua y nutrientes, sino que también permite que el nivel de agua y los nutrientes en las proximidades de las raíces se controlen rigurosamente. Esto puede ayudar a evitar la sobrealimentación de la planta, lo que puede reducir el crecimiento de frutos y/o verduras.

Las fibras vítreas artificiales (MMVF) de la presente invención pueden ser fibra de vidrio, lana mineral o fibras cerámicas refractarias. En las realizaciones preferidas, la MMVF es lana mineral.

Uno o más detectores pueden estar fijos en relación con los sustratos. Esto es, el uno o más detectores pueden estar permanentemente en posición y, por lo tanto, no es necesario volver a montarlos cada vez que se monitorizan los niveles de agua o nutrientes. En el contexto de un solo bloque en cada losa, se puede entender que se puede establecer esta permanencia en el sistema de control. En particular, se puede utilizar el control automatizado de las plantas y/o los nutrientes para proporcionar los niveles ideales a cada planta dentro del sistema.

El nivel de nutrientes puede reflejar el nivel general de todos los nutrientes en el sustrato, los niveles de algunos nutrientes en particular o el nivel de un solo nutriente. La presente invención no se limita a ninguna implementación a este respecto.

El uno o más detectores pueden disponerse para monitorizar regularmente el contenido de agua y/o nutrientes de al menos uno de los sustratos de crecimiento de plantas. Por ejemplo, estos niveles pueden monitorizarse a intervalos regulares. En una alternativa, los uno o más detectores pueden disponerse para medir el contenido de agua y/o nutrientes de forma continua.

Preferiblemente, el uno o más detectores están dispuestos para monitorizar tanto el contenido de agua como de nutrientes de al menos uno de los sustratos de crecimiento de plantas.

En algunas realizaciones preferidas, el uno o más detectores están dispuestos además para monitorizar la temperatura de al menos uno de los sustratos de crecimiento de plantas, y el suministro de agua y/o nutrientes mediante el al menos un dispositivo de riego se controla además mediante los medios de control en función de la temperatura monitorizada.

Preferiblemente, los dos o más detectores están dispuestos para extenderse a través de una pared lateral de la losa de manera que, durante el uso, los niveles de nutrientes se monitorizan a diferentes alturas de la losa. De esta manera, es posible obtener mediciones verticales de la CE y tener en cuenta las variaciones de la CE a lo largo de la altura de la losa para proporcionar valores más precisos del nivel de CE y, por lo tanto, del contenido de nutrientes.

En las realizaciones preferidas, la losa tiene un volumen en el intervalo de 3 a 20 litros. Preferiblemente, la losa tiene un volumen de 5 a 15 litros, más preferiblemente de 5 a 11 litros, y en una realización preferida particular, la losa tiene un volumen de 6 a 8 litros. Un volumen relativamente pequeño de este tipo permite un control estricto de los niveles de agua y nutrientes sin que sea tan pequeño como para impedir el crecimiento deseado de las raíces.

El tamaño de la losa también permite un control más efectivo de los niveles de agua y nutrientes en comparación con las losas convencionales, más grandes. A diferencia de las losas anteriores, que normalmente se diseñan para recibir múltiples bloques que contienen plantas en una superficie superior, la losa de la presente invención, en las realizaciones preferidas, se dispone para su uso con un solo bloque que contiene plantas. De esta manera, el agua y los nutrientes proporcionados a una planta individual, o a las plantas de un bloque individual, pueden gestionarse estrictamente. Esto permite optimizar el nivel de agua y nutrientes proporcionados a la planta, en particular para las estrategias de crecimiento generativo que ofrecen un mayor rendimiento y menos residuos que las estrategias vegetativas.

En algunas realizaciones preferidas, cada sustrato de crecimiento de plantas comprende además un solo tapón de MMVF dispuesto dentro del bloque de MMVF. El tapón se puede usar para cultivar la planta a partir de semillas antes de acoplarlo al bloque.

- 5 Preferiblemente, la losa de MMVF comprende una primera capa de MMVF en contacto interfacial con una segunda capa de MMVF, teniendo la primera capa una densidad mayor que la segunda capa. Se ha descubierto que la provisión de densidades separadas aumenta el control sobre la distribución de agua y nutrientes en el sustrato. En las realizaciones preferidas, la primera capa de MMVF tiene una densidad en el intervalo de 40 kg/m<sup>3</sup> a 90 kg/m<sup>3</sup> y la segunda capa de MMVF tiene una densidad en el intervalo de 35 kg/m<sup>3</sup> a 85 kg/m<sup>3</sup>. Más preferiblemente, la densidad de la primera capa está en el intervalo de 50 kg/m<sup>3</sup> a 80 kg/m<sup>3</sup> y/o la densidad de la segunda capa está en el intervalo de 45 kg/m<sup>3</sup> a 75 kg/m<sup>3</sup>. En una realización particularmente preferida, la densidad de la primera capa es de 70 kg/m<sup>3</sup> y la densidad de la segunda capa es de 50 kg/m<sup>3</sup>. Se ha descubierto que estas densidades ofrecen buenas propiedades para el crecimiento de las plantas, incluida la retención de agua y nutrientes.
- 10
- 15 La densidad de la segunda capa es menor que la de la primera capa. Preferiblemente, la densidad de la segunda capa es al menos 5 kg/m<sup>3</sup> menor que la de la primera capa, más preferiblemente al menos 10 kg/m<sup>3</sup>, y con la máxima preferencia alrededor de 20 kg/m<sup>3</sup>. Este contraste entre las densidades de las capas ayuda a garantizar que el agua y los nutrientes se distribuyan adecuadamente a través de la losa y, en particular, puede ayudar a evitar que se encuentre una proporción excesiva de agua y/o nutrientes en la segunda capa.
- 20
- 25 En las realizaciones preferidas, el sustrato comprende un sistema de unión hidrófilo y/o un sistema de unión que comprende un aglutinante orgánico seleccionado entre aglutinantes sin formaldehído. El sistema de unión puede comprender el aglutinante y un agente humectante, o puede comprender el aglutinante solo. Al garantizar que el sistema de unión sea hidrófilo, las propiedades de retención de agua de la losa se pueden mejorar en relación con los sistemas de unión que son no hidrófilos o hidrófobos.
- 30 Preferiblemente, el aglutinante comprende el producto de reacción de un componente de ácido policarboxílico y un componente de un poliol y/o una amina, preferiblemente en mezcla con un componente de azúcar y/o un fenol. Más preferiblemente, el aglutinante es un producto de reacción de un ácido policarboxílico o un anhídrido del mismo, una amina, preferiblemente una alcanolamina, y un azúcar, preferiblemente un azúcar reductor. Se ha descubierto que estos aglutinantes ofrecen propiedades particularmente ventajosas en las losas de MMVF.
- 35 El agente humectante puede ser un surfactante no iónico, aunque preferiblemente comprende un surfactante iónico distribuido en una o ambas de dichas capas. Preferiblemente, el surfactante es un surfactante aniónico, preferiblemente un surfactante de sulfonato, preferiblemente sulfonato de alquilbenceno lineal (LABS). Se ha descubierto que estos agentes humectantes preferidos ofrecen efectos beneficiosos, en particular mejorando la hidrofiliidad del sistema aglutinante.
- 40 El bloque MMVF se proporciona preferiblemente en contacto con la primera capa. Además, la primera capa está preferiblemente por encima de la segunda capa en uso. Además, el agua y los nutrientes se proporcionan preferiblemente al bloque o a la primera capa. De esta manera, el agua y los nutrientes pueden recibirse en la primera capa, más densa. Se ha descubierto que esto ofrece buenas propiedades de retención y distribución del agua.
- 45 En las realizaciones preferidas, el grosor de la primera capa es menor que el grosor de la segunda capa. En las realizaciones preferidas, la relación entre el grosor de la primera capa y el grosor de la segunda capa está en el intervalo de 1:(1-3), preferiblemente 1:(1,2-2,5), más preferiblemente 1:(1,2-1,8). Por ejemplo, el grosor de la primera capa puede ser la mitad del grosor de la segunda capa o más. Se ha descubierto que los grosores relativos preferidos de la primera y segunda capas ofrecen un control estricto de la retención de agua y nutrientes en todo el sustrato.
- 50 En las realizaciones preferidas, el bloque tiene un volumen en el intervalo de 50 ml a 5000 ml y/o cada bloque tiene una densidad en el intervalo de 30 kg/m<sup>3</sup> a 150 kg/m<sup>3</sup>. Se ha descubierto que estos tamaños y densidades son efectivos para su uso en sistemas de crecimiento de plantas.
- 55 En las realizaciones preferidas, el grosor de la primera capa es menor que el grosor de la segunda capa. Preferiblemente, el grosor de la primera capa es al menos la mitad del grosor de la segunda capa. Se ha descubierto que estas proporciones ayudan a mantener una distribución preferida de agua y nutrientes en la losa.
- 60 En las realizaciones preferidas, la orientación predominante de las fibras de la primera y segunda capas es horizontal. En este contexto, horizontal significa paralelo al contacto interfacial entre la primera y segunda capas. En otras realizaciones preferidas, la orientación predominante de las fibras de una o ambas de la primera y segunda capas es vertical (es decir, perpendicular al contacto interfacial). Por ejemplo, en una realización particularmente preferida, la orientación predominante de las fibras de la primera capa es vertical, mientras que la orientación predominante de las fibras de la segunda capa es horizontal. En una realización alternativa, la orientación predominante de las fibras de la primera capa puede ser horizontal, mientras que la orientación predominante de las fibras de la segunda capa es vertical. Las orientaciones de las fibras pueden afectar a la velocidad de flujo del líquido a través de la losa. Por
- 65

ejemplo, las orientaciones horizontales de las fibras pueden reducir la velocidad de flujo del líquido a través de la losa y tener el consiguiente efecto beneficioso sobre la cantidad de líquido que se derrama.

#### Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán realizaciones preferidas de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 ilustra una losa usada para el crecimiento de plantas según una realización preferida de la presente invención;

la Figura 2 ilustra un sistema de crecimiento de plantas que comprende un bloque junto con la losa de la Figura 1;

la Figura 3 ilustra el bloque de la Figura 2 junto con un tapón y una planta;

la Figura 4 ilustra un dispositivo de riego en su lugar junto al sistema de crecimiento de plantas de la Figura 2;

la Figura 5 ilustra la ubicación de los detectores de agua y nutrientes en el sistema de crecimiento de plantas de la Figura 2;

la Figura 6 muestra esquemáticamente un sistema de control del crecimiento de plantas que comprende una pluralidad de los sistemas de crecimiento de plantas de la Figura 2;

la figura 7A ilustra un sistema de crecimiento de plantas según un primer ejemplo no según la presente invención;

la Figura 7B ilustra un sistema de crecimiento de plantas según un segundo ejemplo no según la presente invención;

la Figura 8 ilustra un nivel de contenido de agua medido en el sustrato de crecimiento de plantas del primer y segundo ejemplos durante un estudio a largo plazo;

la Figura 9 ilustra la progresión del nivel de CE en una losa a lo largo de un estudio a largo plazo; y

la Figura 10 ilustra la longitud de las hojas de las plantas durante un estudio a largo plazo.

#### Descripción detallada

Con referencia a la Figura 1, se muestra una losa 1 de lana mineral que tiene una primera capa de una primera densidad dispuesta por encima de una segunda capa de una segunda densidad. La losa 1 tiene un volumen de 6,8 litros, aunque más generalmente para realizaciones preferidas el volumen puede estar en el intervalo de 3 litros a 20 litros, más preferiblemente en el intervalo de 5 litros a 15 litros, y con la máxima preferencia en el intervalo de 5 a 11 litros. Algunas realizaciones comprenden una losa con un volumen en el intervalo de 6 litros a 8 litros. En otras realizaciones, el volumen puede estar en el intervalo de 3 litros a 15 litros, o de 3 litros a 10 litros, por ejemplo. Una realización preferida alternativa comprende una losa con un volumen de 9 litros.

La altura  $h$  de la losa 1 de la Figura 1 es de 100 mm, aunque más generalmente puede estar entre 75 mm y 150 mm y más preferiblemente entre 85 mm y 125 mm. La anchura  $w$  de la losa 1 es de 150 mm, aunque más generalmente puede estar en el intervalo de 100 mm a 300 mm, por ejemplo. La longitud  $l$  de la losa 1 es de 450 mm, aunque este valor también puede variar y, por ejemplo, puede estar en el intervalo de 200 mm a 800 mm, o preferiblemente en el intervalo de 250 mm a 600 mm. Una realización preferida particular comprende una losa 1 que tiene una altura  $h$  de 100 mm, una anchura  $w$  de 150 mm y una longitud  $l$  de 600 mm.

En la realización preferida mostrada en la Figura 1, la primera capa tiene una altura  $a$  de 40 mm y una densidad de  $70 \text{ kg/m}^3$ , mientras que la segunda capa tiene una altura  $b$  de 60 mm y una densidad de  $50 \text{ kg/m}^3$ . De nuevo, en otras realizaciones preferidas, se pueden elegir diferentes valores de estos parámetros. Por ejemplo, la altura  $a$  de la primera capa puede estar en el intervalo de 25 mm a 50 mm, mientras que la altura de la capa inferior puede estar en el intervalo de 50 mm a 100 mm. De manera similar, la densidad de la capa superior está preferiblemente en el intervalo de  $40 \text{ kg/m}^3$  a  $90 \text{ kg/m}^3$ , más preferiblemente de  $50 \text{ kg/m}^3$  a  $80 \text{ kg/m}^3$ , mientras que la densidad de la capa inferior está preferiblemente en el intervalo de  $35 \text{ kg/m}^3$  a  $85 \text{ kg/m}^3$ , más preferiblemente de  $45 \text{ kg/m}^3$  a  $75 \text{ kg/m}^3$ .

Como en el caso de la realización mostrada en la Figura 1, es preferible que la altura de la capa inferior sea mayor que la de la capa superior. Por ejemplo, las relaciones entre las alturas de las capas superior e inferior pueden ser 1:(1-3), o preferiblemente 1:(1,2-2,5). Más preferiblemente, esta relación es 1:(1,2-1,8).

Se ha descubierto que el uso de dos densidades que difieren en la losa de la realización preferida, junto con su tamaño relativamente pequeño, ayuda a la retención de agua y nutrientes y también garantiza que estos se distribuyan de manera sustancialmente uniforme a través de la losa.

Con referencia ahora a la Figura 2, la losa 1 se muestra con un bloque 2 colocado en su superficie superior. La losa 1 comprende además una envoltura impermeable a los líquidos alrededor de la lana mineral, teniendo la envoltura dos aberturas. En primer lugar, hay una abertura en la superficie superior para permitir el contacto entre la lana mineral de la losa 1 y el bloque 2. En segundo lugar, hay una abertura en una superficie inferior que actúa como un orificio 3 de drenaje.

Como puede verse en la Figura 2, la losa 1 está asociada a un solo bloque 2 (es decir, un bloque y solamente uno) para contener plantas. De esta manera, el entorno de la planta o plantas en un solo bloque 2 se puede gestionar directamente de manera más efectiva. Esto contrasta con los sistemas anteriores en los que se proporciona una pluralidad de bloques 2 en cada losa 1. En particular, esto evita la interferencia entre plantas de diferentes bloques 2 y la consiguiente inconsistencia en el suministro de agua o nutrientes a dichas plantas.

Mientras que el bloque 2 se proporciona en una superficie superior de la losa 1, el orificio 3 de drenaje se proporciona en o adyacente a un borde de una superficie inferior de la losa 1. La posición del bloque 2, medida desde su punto central, está desplazada con respecto a la del orificio 3 de drenaje en una distancia  $x$  a lo largo de la longitud de la losa 1. La distancia  $x$  es superior al 60 % de la longitud  $l$  de la losa 1, y puede ser superior al 70 % de esta longitud, aunque con la máxima preferencia está entre el 65 % y el 70 %. En la realización preferida particular que se muestra en la Figura 2, el bloque 2 está desplazado con respecto a la posición del orificio 3 de drenaje en aproximadamente un 66,7 % de la longitud de la losa. Específicamente, la longitud  $l$  de la losa 1 es de 450 mm, mientras que el bloque 2 se coloca a una distancia de 300 mm del extremo de la losa 1 en el que está dispuesto el orificio 3 de drenaje. Al aumentar la distancia entre el bloque 2 y el orificio 3 de drenaje, aumenta la longitud del recorrido de la solución que comprende el agua y los nutrientes proporcionada al bloque o adyacente al mismo. Se ha descubierto que esto proporciona beneficios en términos de la eficiencia de renovación de nutrientes de la losa 1.

El bloque 2 y la losa 1 están formados preferiblemente del mismo material o de un material similar. Por lo tanto, la descripción a continuación con respecto al material de la losa 1 puede aplicarse igualmente al bloque 2. En particular, el bloque 2 puede comprender lana de roca y los aglutinantes y/o agentes humectantes descritos más abajo. En la realización preferida, el bloque 2 tiene un volumen de 1200 ml. Más generalmente, el bloque puede tener un volumen en el intervalo de 50 ml a 5000 ml, más preferiblemente de 100 ml a 3500 ml, más preferiblemente de 250 ml a 2500 ml y, con la máxima preferencia, de 100 ml a 2000 ml. El volumen total de la combinación de la losa 1 y el bloque 2 está preferiblemente en el intervalo de 6 a 11 litros.

Las dimensiones del bloque se pueden elegir en función de la planta que cultivar. Por ejemplo, la longitud y el ancho preferidos de un bloque para las plantas de pimiento o pepino son de 10 cm. Para las plantas de tomate, la longitud se aumenta a 15 cm. La altura de los bloques está preferiblemente en el intervalo de 7 a 12 cm, y más preferiblemente en el intervalo de 8 a 10 cm.

Por lo tanto, las dimensiones preferidas para el pimiento y el pepino varían de 10 cm\*10 cm\*7 cm a 10 cm\*10 cm\*12 cm, y más preferiblemente de 10 cm\*10 cm\*8 cm a 10 cm\*10 cm\*10 cm. En términos de volumen, por lo tanto, el intervalo preferido es de 0,7 litros a 1,2 litros, más preferiblemente de 0,8 litros a 1 litro para las plantas de pepino y pimiento. Para las plantas de tomate, las dimensiones preferidas varían de 10 cm\*15 cm\*7 cm a 10 cm\*15 cm\*12 cm, y más preferiblemente de 10 cm\*15 cm\*8 cm a 10 cm\*15 cm\*10 cm. En términos de volumen, por lo tanto, el intervalo preferido es de 1,05 litros a 1,8 litros, más preferiblemente de 1,2 litros a 1,5 litros para las plantas de tomate. El intervalo global de volúmenes para estos cultivos es, por lo tanto, preferiblemente de 0,7 litros a 1,8 litros, y más preferiblemente de 0,8 litros a 1,5 litros.

La densidad del bloque 2 está preferiblemente en el intervalo de 30 kg/m<sup>3</sup> a 150 kg/m<sup>3</sup>, más preferiblemente en el intervalo de 40 kg/m<sup>3</sup> a 120 kg/m<sup>3</sup>, y con la máxima preferencia en el intervalo de 50 kg/m<sup>3</sup> a 100 kg/m<sup>3</sup>. La altura de un bloque 2 está preferiblemente en el intervalo de 50 mm a 160 mm, más preferiblemente en el intervalo de 60 mm a 125 mm y con la máxima preferencia en el intervalo de 80 mm a 100 mm. La longitud y la anchura del bloque 2 pueden variar independientemente en el intervalo de 50 mm a 250 mm, preferiblemente en el intervalo de 60 mm a 200 mm, y con la máxima preferencia en el intervalo de 70 mm a 150 mm. Se ha descubierto que estos tamaños y densidades son efectivos para su uso en sistemas de crecimiento de plantas.

La Figura 3 ilustra una planta 5 en posición dentro de un tapón 4 dispuesto dentro de un bloque 2, tal como el que se muestra en la Figura 2. Al igual que el bloque 2, el tapón 4 está formado típicamente de una lana mineral con un aglutinante y/o agente humectante como se describe más abajo en el contexto de la losa 1. El tapón 4 es preferiblemente cilíndrico con un diámetro de 20 mm a 50 mm, preferiblemente de 20 mm a 40 mm, y una altura de 20 mm a 50 mm, preferiblemente de 25 mm a 35 mm.

En una realización preferida, cada bloque 2 puede contener una sola planta 5. Sin embargo, es posible que se puedan proporcionar múltiples plantas 5 para cada bloque 2, ya sea proporcionando múltiples tapones 4, que contiene cada uno de los cuales una sola planta 5, o proporcionando múltiples plantas en un solo tapón 4. En otras realizaciones preferidas, una sola planta se divide en dos dividiendo el tallo de la planta en una etapa temprana del crecimiento.



En algunas realizaciones, no se proporciona el tapón 4, y la semilla se dispone directamente dentro de un orificio en el bloque, en el que la planta 5 crece posteriormente. Un ejemplo de una planta para la que se adopta este enfoque es el pepino.

5 Preferiblemente, la planta 5 es una planta de frutos o verduras, tal como una planta de tomate o similar. En otras realizaciones preferidas, la planta es una planta de pepino, berenjena o pimiento morrón. Las realizaciones preferidas de la presente invención pueden aumentar el rendimiento de frutos o verduras de una planta y también pueden aumentar la calidad de ese fruto o verdura.

10 Como se ha mencionado anteriormente, la losa 1 es una losa de lana mineral. Las fibras minerales empleadas pueden ser cualquier fibra vítrea artificial (MMVF) tales como fibras de vidrio, fibras de cerámica, fibras de basalto, lana de escoria, lana de roca y otras, pero normalmente son fibras de lana de roca. La lana de roca tiene generalmente un contenido de óxido de hierro de al menos 3 % y un contenido de metales alcalinotérreos (óxido de calcio y óxido de magnesio) de 10 a 40 %, junto con los otros constituyentes de óxido habituales de la lana mineral. Estos son sílice; 15 alúmina; metales alcalinos (óxido de sodio y óxido de potasio) que usualmente están presentes en pequeñas cantidades; y pudiendo incluir también titanio y otros óxidos menores. En general, el producto puede formarse de cualquiera de los tipos de fibra vítrea sintética conocidos convencionalmente para la producción de sustratos de crecimiento.

20 La lana mineral se une típicamente mediante un sistema de unión que comprende una composición aglutinante y, de forma adicional, un agente humectante. En la realización preferida, la losa comprende lana mineral unida por una composición aglutinante que, antes del curado, comprende: a) un componente de azúcar, y b) un producto de reacción de un componente de ácido policarboxílico y un componente de alcanolamina, en donde la composición aglutinante antes del curado contiene al menos el 42 % en peso del componente de azúcar basado en el peso total (materia seca) 25 de los componentes aglutinantes.

Esta composición se incluye en la lana mineral que se va a usar para la losa 1 y luego se cura, de modo que en la losa que se muestra en la Figura 1 la composición se ha curado y, por lo tanto, los componentes habrán reaccionado. Por lo tanto, la losa contiene un aglutinante curado obtenido mediante el curado de la composición aglutinante definida 30 que contiene los componentes (a) y (b) y los componentes de la composición aglutinante que se analizan a continuación se refieren a la composición antes del curado.

El componente de azúcar (a) empleado según la presente invención se selecciona preferiblemente entre sacarosa y azúcares reductores o mezclas de los mismos.

35 Un azúcar reductor es cualquier azúcar que, en solución, tiene un grupo aldehído o cetona que permite que el azúcar actúe como agente reductor. Según la presente invención, los azúcares reductores pueden estar presentes en la composición aglutinante no curada como tales o como un compuesto de carbohidrato que produce uno o más azúcares reductores *in situ* en condiciones de curado térmico. El compuesto de azúcar o carbohidrato puede ser un 40 monosacárido en su forma aldosa o cetosa, un disacárido, una triosa, un tetrosa, una pentosa, una hexosa, o una heptosa; o un di, oligo o polisacárido; o combinaciones de los mismos. Ejemplos específicos son glucosa (es decir, dextrosa), hidrolizados de almidón tales como jarabe de maíz, arabinosa, xilosa, ribosa, galactosa, manosa, fructosa, maltosa, lactosa y azúcar invertido.

45 El componente (b) comprende esencialmente un producto de reacción de un componente de ácido policarboxílico y un componente de alcanolamina.

Preferiblemente, el componente de alcanolamina se selecciona entre dietanolamina, trietanolamina, diisopropanolamina, triisopropanolamina, metildietanolamina, etildietanolamina, n-butildietanolamina, metildiisopropanolamina, etil-isopropanolamina, etil-diisopropanolamina, 3-amino-1,2-propanodiol, 2-amino-1,3-propanodiol, aminoetilanolamina y tris(hidroximetil)aminometano. Lo más preferentemente, el componente de 50 alcanolamina es dietanolamina.

En la composición aglutinante que se usa en los productos de la invención, se prefiere tener el producto de reacción (b). Sin embargo, en la práctica, normalmente también hay algo de componente de alcanolamina sin reaccionar presente en la composición aglutinante no curada.

El componente de ácido policarboxílico se selecciona generalmente entre ácidos dicarboxílicos, tricarboxílicos, tetracarboxílicos, pentacarboxílicos y policarboxílicos similares, y anhídridos, sales y combinaciones de los mismos.

60 Los componentes de ácido policarboxílico preferidos empleados como materiales de partida para reaccionar con los otros componentes aglutinantes son los anhídridos carboxílicos.

En la composición aglutinante que se usa en los productos de la invención, se prefiere tener el producto de reacción (b). Sin embargo, en la práctica, normalmente también hay algo de componente de ácido policarboxílico sin reaccionar presente en la composición aglutinante no curada.

Para mejorar la solubilidad en agua y la capacidad de dilución del aglutinante, puede añadirse una base con un pH de hasta aproximadamente 8, preferiblemente un pH de aproximadamente 5-8, y más preferiblemente un pH de aproximadamente 6. Además, la adición de una base causará una neutralización al menos parcial de los ácidos sin reaccionar y una reducción concomitante de la corrosividad. Normalmente, la base se añadirá en una cantidad suficiente para lograr la solubilidad o la capacidad de dilución en agua deseada. La base se selecciona preferiblemente de bases volátiles que se evaporarán a, o por debajo, de la temperatura de endurecimiento, por lo que no afectarán al curado. Ejemplos específicos de bases adecuadas son amoníaco (NH<sub>3</sub>) y aminas orgánicas, tales como dietanolamina (DEA) y trietanolamina (TEA). La base se añade preferiblemente a la mezcla de reacción después de que la reacción entre la alcanolamina y el anhídrido carboxílico se haya detenido de forma activa añadiendo agua.

Una composición aglutinante alternativa puede estar basada en una resina de furano. Dicha composición aglutinante de furano se describe en la patente europea EP0849987. La composición aglutinante de furano está exenta de formaldehído y es hidrófila, lo que ofrece ventajas particulares en el contexto de la presente invención.

Aunque las realizaciones preferidas de la invención usan un aglutinante sin formaldehído, también se pueden usar sistemas aglutinantes que comprenden fenol-formaldehído (PF), o particularmente fenol-urea-formaldehído (PUF), con o sin dextrosa, cuando sea apropiado. Estos pueden incluir aglutinantes con muy bajo contenido de formaldehído (ULF).

Como se ha mencionado anteriormente, el sistema de unión comprende preferiblemente un agente humectante. Este puede ser un surfactante no iónico, aunque preferiblemente el agente humectante es un surfactante iónico. Al usar el aglutinante descrito anteriormente, el agente humectante no es esencial para proporcionar un sistema aglutinante hidrófilo. En consecuencia, se pueden lograr propiedades adecuadas de retención de agua y resaturación sin el agente humectante. Sin embargo, se prefiere el uso de un agente humectante, ya que se ha descubierto que aumenta la velocidad a la que la losa puede saturarse.

Preferiblemente, el agente humectante es un surfactante aniónico. Los surfactantes aniónicos adecuados incluyen sales (que incluyen, por ejemplo, sales de sodio, potasio, amonio y amonio sustituido, tales como sales de mono, di y trietanolamina) de los surfactantes aniónicos de sulfato, sulfonato, carboxilato y sarcosinato. Otros surfactantes aniónicos incluyen isetionatos tales como los isetionatos de acilo, tauratos de N-acilo, aminas de ácidos grasos de taururo de metilo, succinatos y sulfosuccinatos de alquilo, monoésteres de sulfosuccinatos, diésteres de sulfosuccinatos y sarcosinatos de N-acilo. Se prefieren los surfactantes de sulfato aniónicos y los surfactantes de sulfonato aniónicos, los surfactantes de carboxilato aniónicos y los surfactantes de jabón aniónicos.

Particularmente preferidos son los surfactantes de sulfonato aniónicos tales como los sulfonatos de alquilbenceno lineales o ramificados, los sulfonatos de alquiléster, los sulfonatos de alquileo primarios o secundarios, los sulfonatos de olefina, los ácidos policarboxílicos sulfonados, los sulfonatos de alquilglicerol, los sulfonatos de acilglicerol grasos, los sulfonatos de oleilglicerol grasos y sus mezclas.

Con la máxima preferencia, el surfactante aniónico es un sulfonato de alquilbenceno lineal en el que la cadena de alquilo tiene de 5 a 20 átomos de carbono. Se prefieren las sales de sodio y potasio. Este tipo de surfactante proporciona propiedades de distribución de agua particularmente beneficiosas para sustratos de crecimiento de altura relativamente grande y también proporciona excelentes propiedades de resaturación y no conduce a problemas de formación de espuma en el agua de riego. Los surfactantes no iónicos convencionales permiten que el sustrato de crecimiento absorba agua, pero sus propiedades de capacidad de retención de agua, de distribución del agua a lo largo de la altura y de rehumectación no son tan buenas como con este tipo de surfactante, preferido en la invención.

Preferiblemente, la longitud de la cadena de alquilo está en el intervalo de 8 a 16, y más preferiblemente al menos el 90 % de las cadenas están en el intervalo de 10 a 13 y más preferiblemente al menos el 90 % (en peso) están en el intervalo de 10 a 12.

Preferiblemente, el agente humectante comprende un sulfonato de alquilbenceno lineal y, en este caso, el producto se produce preferiblemente mediante un método en el que se incluye un poliol (tal como monoetilenglicol) con el agente humectante en el producto de fibra mineral. La relación en peso entre el sulfonato de alquilbenceno lineal y el monoetilenglicol (u otro poliol, por ejemplo propilenglicol o trimetilolpropano) es preferiblemente de 0,3:1 a 3,75:1, preferiblemente de 1:1 a 2:1. El poliol normalmente se evapora durante el procesamiento y curado posteriores y, por lo tanto, normalmente solo están presentes trazas, si las hay, en el producto final.

Alternativamente, el surfactante iónico puede ser catiónico o zwitteriónico. Los ejemplos de surfactantes catiónicos incluyen surfactantes de amonio cuaternario. Estos se pueden seleccionar, por ejemplo, entre surfactantes de mono N-alquil o alquenilamonio C6 a C16, preferiblemente C6 a C10, en donde las posiciones N restantes están sustituidas con grupos tales como metilo, hidroxietilo e hidroxipropilo.

Los surfactantes zwitteriónicos adecuados incluyen derivados de aminas secundarias y terciarias, derivados de aminas secundarias y terciarias heterocíclicas, o derivados de compuestos de amonio cuaternario, fosfonio cuaternario o sulfonio terciario. Los surfactantes de betaína y sultaína son ejemplos de surfactantes zwitteriónicos.

- 5 Preferiblemente, la cantidad (en peso) de surfactante iónico basada en el peso del aglutinante (materia seca) está en el intervalo del 0,01 al 5 %, preferiblemente del 0,1 al 4 %.

El surfactante iónico está presente en el producto de fibra mineral en cantidades preferiblemente del 0,01 al 3 % (en peso), basado en el producto de fibra mineral, más preferiblemente del 0,05 al 1 %, en particular, del 0,1 al 0,8 %.

- 10 Las composiciones de aglutinantes usadas según la presente invención pueden comprender de forma adicional uno o más aditivos de aglutinante convencionales. Estos incluyen, por ejemplo, aceleradores de curado tales como, p. ej.,  $\beta$ -hidroxialquilamidas; el ácido libre y las formas de sal de ácido fosfórico, ácido hipofosforoso y ácido fosfónico. También pueden utilizarse otros ácidos fuertes, tales como ácido bórico, ácido sulfúrico, ácido nítrico y ácido p-toluensulfónico, ya sea solos o en combinación con los ácidos recién mencionados, en particular con ácido fosfórico, ácido hipofosforoso o ácido fosfónico. Otros aditivos aglutinantes adecuados son el amoníaco; agentes de acoplamiento de silano tales como  $\gamma$ -aminopropiltriethoxisilano; estabilizadores térmicos; estabilizadores de UV; plastificantes; ayudas antimigración; coalescentes; cargas y extensores tales como arcilla, silicatos e hidróxido magnésico; pigmentos tales como dióxido de titanio; retardantes de llama; inhibidores de la corrosión tales como tiourea, urea; agentes antiespumantes; antioxidantes; y otros.

- 20 Estos aditivos y adyuvantes de aglutinante pueden utilizarse en cantidades convencionales generalmente no superiores a 20 % de sólidos en peso del aglutinante. La cantidad de acelerador del curado en la composición de aglutinante es generalmente de entre 0,05 y 5 % en peso, con respecto a los sólidos.

- 25 Una vez aplicada a las fibras minerales, la composición de aglutinante acuosa generalmente tiene un contenido en sólidos del 1 al 20 % en peso y un pH de 5 o superior.

- 30 Las fibras minerales empleadas pueden ser cualquier fibra vítrea artificial (MMVF) tales como fibras de vidrio, fibras de cerámica, fibras de basalto, lana de escoria, lana de roca y otras, pero normalmente son fibras de lana de roca. La lana de roca tiene generalmente un contenido de óxido de hierro de al menos 3 % y un contenido de metales alcalinotérreos (óxido de calcio y óxido de magnesio) de 10 a 40 %, junto con los otros constituyentes de óxido habituales de la lana mineral. Estos son sílice; alúmina; metales alcalinos (óxido de sodio y óxido de potasio) que usualmente están presentes en pequeñas cantidades; y pudiendo incluir también titania y otros óxidos menores. En general, el producto puede formarse de cualquiera de los tipos de fibra vítrea sintética conocidos convencionalmente para la producción de sustratos de crecimiento.

- 40 La pérdida por calcinación (LOI) de la losa es una medida de la cantidad de material orgánico, tal como el aglutinante y el agente humectante, presente. La LOI de una muestra seca se puede medir usando la sección 16 de la norma BS 2972 de 1989 (Método 1). La LOI es preferiblemente de al menos el 2,5 %, preferiblemente de hasta el 5,3 %, de forma especialmente preferible del 3 al 4 %. En particular, la LOI más preferida es del 3,5 %. La LOI preferida para la losa ofrece una buena resistencia, aunque con el aglutinante descrito anteriormente, el crecimiento de las plantas no se ve afectado negativamente a pesar del mayor nivel de aglutinante.

- 45 Una LOI más alta significa que el producto es más fuerte. Esto significa que es menos probable su daño durante el uso, especialmente durante el procesamiento automatizado, por ejemplo, en una instalación de propagación. Una ventaja adicional de un mayor contenido de aglutinante es que se puede formar un lecho/orificio para semillas más liso en los sustratos de crecimiento, tales como tapones y bloques que normalmente están provistos de un orificio para semillas. Un orificio para semillas más liso significa que es más probable que la semilla se propague desde la posición ideal en el lecho/orificio para semillas. Además, es menos probable que la semilla rebote fuera del área deseada, o quede atrapada en otra parte del producto de fibra mineral. La colocación precisa de las semillas conduce a una mayor uniformidad del cultivo resultante, lo que es ventajoso para el propagador.

- 50 El diámetro de las fibras dentro de la losa 1 está preferiblemente en el intervalo de 2 a 10  $\mu\text{m}$ , más preferiblemente en el intervalo de 3 a 8  $\mu\text{m}$  y, de forma particularmente preferente, en el intervalo de 4 a 7  $\mu\text{m}$ . Estos valores pueden aplicarse igualmente al diámetro de las fibras en el bloque 2 y/o el tapón 4.

- 55 En la realización preferida, la orientación predominante de las fibras de la primera y segunda capas de la losa 1 es horizontal. Se ha descubierto que esto reduce la falta de uniformidad vertical en la distribución del agua. En este contexto, horizontal significa paralelo al contacto interfacial entre la primera y segunda capas. En otras realizaciones, se pueden usar orientaciones de las fibras alternativas en la primera y/o segunda capas. La Figura 4 muestra un sistema de crecimiento de plantas que comprende la losa 1, el bloque 2 y el tapón 4 de las Figuras 1 a 3 y un dispositivo de riego. El dispositivo 6 de riego está dispuesto para proporcionar una solución de agua y nutrientes al sistema, directamente al bloque.

65

Dado que el bloque está dispuesto lejos del orificio 3 de drenaje (como se ha descrito anteriormente con referencia a la Figura 2), la solución del dispositivo de riego debe pasar más del 60 % de la distancia a lo largo de la losa 1 antes de alcanzar el orificio 3 de drenaje.

Se ha descubierto que una mayor distancia entre el dispositivo 6 de riego (es decir, el punto en el que se proporciona la solución de agua y nutrientes al sistema) y el orificio 3 de drenaje mejora la eficiencia de renovación de nutrientes del sistema. Esto significa que, a medida que se suministra la solución utilizando el dispositivo 6 de riego, esta no se pierde a través del orificio 3 de drenaje, sino que reemplazará el líquido existente en el sistema. En consecuencia, se renueva el volumen total de la losa 1, en lugar de solo una parte limitada del mismo.

El dispositivo 6 de riego puede conectarse a depósitos de nutrientes y agua separados, y puede controlarse para seleccionar las proporciones apropiadas de nutrientes y agua. Alternativamente, se puede proporcionar un único depósito combinado de nutrientes y agua de manera que el dispositivo de riego proporcione líquido al sistema que tenga las mismas proporciones de agua y nutrientes que se encuentran en el depósito.

El control del dispositivo de irrigación se efectúa preferiblemente usando un sistema de control. El sistema de control puede controlar los dispositivos de riego que proporcionan nutrientes y agua a una pluralidad de sistemas de crecimiento de plantas que comprenden cada uno una losa 1 sobre la que se coloca un bloque 2 que contiene plantas. El sistema de control se controla sobre la base de los niveles de nutrientes y agua detectados en una o más de las losas. El control adicional puede llevarse a cabo sobre la base de los niveles de contenido de agua y/o temperaturas detectados en una o más losas. Las ubicaciones de los detectores 7 utilizados para detectar estos niveles en una realización se ilustran en la Figura 5. Los detectores 7 pueden ser de un tipo conocido y comprenderán típicamente una parte de cuerpo junto con una o más, usualmente tres sondas, que se extienden desde el cuerpo hasta la losa. Las sondas se hacen típicamente de acero inoxidable u otro material conductor, y se usan para medir los niveles de contenido de agua y/o conductividad eléctrica (CE) del sustrato mediante el análisis de la temperatura, resistencia y/o capacitancia del sustrato. Los niveles de CE se pueden usar para inferir el nivel de nutrientes dentro de la solución en la losa 1 ya que reflejan el contenido iónico de esa solución.

Preferiblemente, el nivel de CE se mantiene en el intervalo de 1,2 mS/cm a 8,5 mS/cm, más preferiblemente en el intervalo de 2 mS/cm a 7 mS/cm. Los niveles de CE preferidos pueden elegirse según el tipo de cultivo. Si la CE es demasiado baja (por ejemplo, menos de 1,2 mS/cm), la planta se quedará sin nutrientes. Si la CE está en el intervalo de 2 mS/cm a 3,5 mS/cm, esto maximizará la cantidad de producción. Si la CE es ligeramente mayor, esto dará como resultado una mejor calidad del fruto (p. ej., la CE en el intervalo de 3,5 mS/cm a 5 mS/cm). Si la CE es demasiado alta (por ejemplo, más de 5 mS/cm para pimiento y pepinos o más de 8,5 mS/cm para tomate), esto conducirá a problemas de calidad del fruto como la podredumbre apical. Una alta CE implica que habrá altos niveles de sodio y cloro en el sustrato que pueden conducir a una pérdida de producción y a la necesidad de desechar el agua del invernadero.

En los sistemas de la técnica anterior, los detectores 7 se colocan en la superficie superior de la losa 1, con las sondas extendiéndose verticalmente a través de la losa. Este enfoque está destinado a proporcionar una medición que refleje el contenido global de agua o nutrientes en la extensión vertical de la losa 1. Sin embargo, en la práctica, tales sondas típicamente devuelven resultados que están influenciados de manera desproporcionada por las condiciones en una o más áreas de la losa 1, tal como en la parte superior de la losa. Una razón de esta disparidad puede surgir debido a la variación en el nivel de CE a través de la losa 1, que afecta claramente a las propiedades eléctricas medidas, tales como resistencia y/o capacitancia, de las cuales, por ejemplo, se calcula el contenido de agua.

En los enfoques de la técnica anterior surgen otras dificultades debido al número de bloques 2 usualmente colocados en una losa 1. Frecuentemente es difícil encontrar posiciones en la losa 1 que sean funcionalmente equivalentes para cada bloque 2, particularmente dada la asimetría inherente en el sistema causada por la ubicación del orificio 3 de drenaje en un extremo de la losa 1.

En la presente invención, se superan estas dificultades. En particular, la Figura 5 muestra que los detectores 7 están dispuestos en el lado de la losa 1 (es decir, la parte de cuerpo del detector 7 está dispuesta contra una cara vertical de la losa y las sondas se extienden horizontalmente). Este enfoque puede aplicarse debido a las mejoras en el contenido de agua y las distribuciones de la CE dentro de la losa 1. Dado que estos son sustancialmente uniformes en la losa 1 de la realización preferida, la extensión horizontal de las sondas proporciona una lectura precisa.

De hecho, aunque la losa 1 de la Figura 5 se ilustra con una pluralidad de detectores 7, no es así en todas las realizaciones preferidas. La matriz de detectores 7 que se muestra en la Figura 5 permite la medición de la distribución de contenido de agua y la distribución de la CE, y se ha usado para analizar las características de la losa 1, proporcionando resultados tales como los detallados más abajo. Sin embargo, en la práctica se ha descubierto que solo se puede requerir un único detector 7. Este detector 7 comprende preferiblemente sondas que se extienden horizontalmente ubicadas en una posición desplazada del bloque hacia el orificio 3 de drenaje. En particular, en una realización preferida, el detector 7 está ubicado a una distancia de 200 mm del orificio 3 de drenaje y a 100 mm del bloque 2. Las posiciones del bloque 2 y del detector 7 en este contexto se miden desde sus puntos centrales.

Los detectores 7 se usan para controlar la cantidad de agua proporcionada a la losa 1 usando un sistema de control tal como el ilustrado en la Figura 6. El sistema de control también puede variar la concentración de nutrientes dentro de la solución proporcionada por los dispositivos 6 de riego a las losas 1. Como puede verse en la Figura 6, los detectores 7 observan los datos en las losas 1 y los comunican a través de una red 8 a una unidad 9 de control. La unidad de control acciona entonces los dispositivos 6 de riego (dispositivos de goteo) a través de la red 8 para proporcionar agua y nutrientes a las losas 1. La unidad 9 de control puede programarse con una estrategia de riego deseada (como se analizan con más detalle a continuación) y puede garantizar automáticamente que el riego se lleve a cabo para controlar los niveles de nutrientes en la losa 1 y también puede controlar los niveles de contenido de agua de esta manera. **De** esta manera, se logra un control automático del proceso de riego para proporcionar un resultado deseado.

Típicamente, cada sistema de control comprenderá un gran número de losas 1. Puede haber detectores 7 colocados en cada losa 1, o puede haber detectores colocados en una selección de las losas 1 para proporcionar resultados representativos. Los detectores 1 se montan de forma fija en las losas 1 para que puedan proporcionar resultados a la unidad 9 de control a intervalos regulares. Por ejemplo, los detectores pueden proporcionar resultados a intervalos de un minuto, cinco minutos u otro período de tiempo adecuado. Esto permite que las losas 1 dentro del sistema están constantemente monitorizadas de modo que se pueden regar adecuadamente.

Los dispositivos 6 de riego del sistema pueden controlarse para aplicar una estrategia de riego específica. Por ejemplo, tal estrategia puede comprender un número de fases distintas, diseñadas para dirigir las plantas a través del crecimiento generativo y vegetativo. Como se entiende en la técnica, el crecimiento generativo se refiere a un tipo de crecimiento en el que se fomenta la producción de flores/frutos, mientras que durante el crecimiento vegetativo de la planta se produce una mayor proporción de hojas y otros elementos verdes. Se fomenta el crecimiento generativo cuando una planta tiene una falta relativa de agua y/o nutrientes, mientras que el crecimiento vegetativo se fomenta mediante un suministro abundante de agua y/o nutrientes. El crecimiento vegetativo produce el mayor aumento en la biomasa global de la planta, mientras que el crecimiento generativo aumenta la proporción del crecimiento que contribuye a la producción de frutos o flores.

**Se** conoce el aprovechamiento de estos diferentes tipos de crecimiento aplicando estrategias de riego durante las cuales varía el nivel de contenido de agua preferido. Según tal estrategia de riego, el sustrato de crecimiento de plantas se riega cada día en un intento de alcanzar un nivel de contenido de agua deseado. El contenido de agua del sustrato se mide como un porcentaje del contenido de agua del sustrato cuando el sustrato está totalmente saturado. Por lo tanto, un valor del 0 % representa un sustrato seco, mientras que un valor del 100 % representa un sustrato totalmente saturado.

Típicamente, una estrategia de riego de este tipo comprende un número de etapas distintas. En primer lugar, antes de colocar el bloque 2 en la losa 1, la losa 1 está típicamente saturada o casi saturada de agua. Esto ayuda a garantizar que, cuando el bloque 2 se coloque primero en la losa 1, se fomente el crecimiento de la raíz en la losa 1. Sin embargo, en este punto, el agricultor está ansioso por garantizar que la planta 5 proporcione fruto lo antes posible. **Para** lograrlo, el agricultor tiene como objetivo impartir un “impulso generativo” (es decir, un impulso para iniciar el crecimiento generativo). Esto se hace durante un primer período de la estrategia de riego, reduciendo el contenido de agua deseado hasta un nivel mínimo antes de aumentarlo de nuevo. El principio es que la reducción del contenido de agua fomentará el crecimiento generativo de la planta y, por lo tanto, la floración de la planta que conduce al fruto a la mayor brevedad posible.

Después de aplicar el impulso generativo, el agricultor desea devolver la planta a una fase sostenible de crecimiento predominantemente vegetativo para obtener hojas y una estructura de la planta que soportará el fruto ahora en crecimiento. Por lo tanto, hacia el final del primer período de la estrategia de riego, se aumenta el contenido de agua deseado. El nivel de contenido de agua deseado aumenta hasta que alcanza un valor sostenible en el que se mantiene sustancialmente constante durante un segundo período de la estrategia de riego.

**En** el segundo período, se fomenta un crecimiento más vegetativo debido al mayor contenido de agua en el sustrato. El segundo período corresponde sobre todo a la temporada de verano, durante la cual la cantidad relativamente alta de sol hace que las plantas transpiren a una mayor velocidad. En consecuencia, se debe proporcionar una proporción relativamente alta de agua a las plantas. Debe reconocerse que, aunque el crecimiento puede dirigirse hacia el crecimiento vegetativo durante este período más que en otros períodos, el fruto continúa creciendo, aunque la velocidad es controlada por esta dirección. Cuando la estación vuelve a ser otoño y luego invierno, la tasa de transpiración se reduce. Como resultado, ya no es necesario mantener el mismo contenido de agua en el sustrato. Además, en esta etapa existe un deseo de fomentar un mayor crecimiento del fruto antes de que la planta llegue al final del ciclo. Por estos dos motivos, la estrategia de riego puede comprender un tercer período en el que se reduce el nivel de contenido de agua. La velocidad de reducción es relativamente gradual.

La reducción en el contenido de agua durante el tercer período fomenta el crecimiento generativo en la planta y, de este modo, extiende la temporada durante la cual se puede obtener fruto útil de la planta.

Así pues, las estrategias de riego pueden usarse para intentar dirigir la planta entre estados de crecimiento generativos y vegetativos para aumentar la producción de frutos obtenidos de la planta. Convencionalmente, este proceso se ha llevado a cabo impulsando los niveles de contenido de agua dentro del sustrato a los niveles deseados.

Sin embargo, ahora se reconoce que tal control no es suficiente para ofrecer condiciones óptimas de crecimiento. En particular, los inventores de la presente invención han identificado un vínculo entre la variación de los niveles de contenido de agua y los niveles de nutrientes dentro de las losas que puede conducir a resultados subóptimos. En particular, la reducción en los niveles de contenido de agua puede conducir a mayores niveles de nutrientes que se ha descubierto que pueden inhibir el crecimiento de las plantas. En consecuencia, en las presentes realizaciones, el nivel de agua proporcionado a la losa se controla dependiendo de los niveles de nutrientes para evitar efectos no deseados.

Independientemente de la presente invención y con fines ilustrativos, la relación entre el contenido de agua y los niveles de nutrientes puede entenderse con referencia a las Figuras 7A, 7B, 8, 9 y 10, que demuestran los resultados de un estudio a largo plazo sobre los efectos de las estrategias de riego. Las figuras 7A y 7B ilustran dos sustratos de crecimiento de plantas utilizados para la comparación. Los sustratos de crecimiento vegetal se usaron para cultivar plantas de tomate. Como puede verse en las figuras, cada sistema comprendía un único orificio de drenaje en un extremo de la losa. El sistema del primer ejemplo de la Figura 7A comprende tres bloques separados colocados en la superficie superior de la losa, mientras que el sistema del segundo ejemplo de la Figura 7B comprende solamente un único bloque.

La losa del primer ejemplo de la Figura 7A tiene dimensiones de 1330 mm\*195 mm\*75 mm (largo\*ancho\*alto) mientras que los bloques tienen dimensiones de 100 mm\*100 mm\*65 mm (largo\*ancho\*alto). Los bloques están ubicados en posiciones de 150 mm a 200 mm, 650 mm a 700 mm y 1100 a 1150 mm a lo largo de la losa, lejos del orificio de drenaje (medido desde el centro del bloque) y se proporcionan dispositivos de riego para cada bloque para suministrar una solución de agua y nutrientes al bloque en un lado distal del bloque respecto al orificio de drenaje.

La losa del segundo ejemplo de la Figura 7B tiene dimensiones de 450 mm\*150 mm\*100 mm (largo\* ancho\*alto) mientras que el bloque tiene dimensiones de 100 mm\*100 mm\*65 mm (largo\*ancho\*alto). El bloque está ubicado a 300 mm a lo largo de la losa, lejos del orificio de drenaje (medido desde el centro del bloque) y se proporciona un dispositivo de riego para suministrar una solución de agua y nutrientes al bloque en un lado distal del bloque respecto al orificio de drenaje.

La Figura 8 ilustra el contenido de agua medido en la losa del primer ejemplo (línea discontinua) y la losa del segundo ejemplo (línea continua) a lo largo del estudio. Se puede observar que durante un primer período, el contenido de agua se redujo desde un punto inicial relativamente alto, antes de aumentar posteriormente conforme al concepto de impulso generativo descrito anteriormente.

La Figura 9 muestra el nivel de CE medido durante el estudio para el sustrato del primer ejemplo (línea discontinua) y el sustrato del segundo ejemplo (línea continua). Se recordará que el nivel de CE se representa en el nivel de nutrientes de la losa. Se observa que el nivel de CE aumenta rápidamente durante la fase inicial en la que se aplica el impulso generativo a las plantas. Este aumento conduce a un nivel máximo de CE por encima de lo que generalmente se espera durante las fases posteriores de la estrategia de riego.

La relación entre el nivel de CE y el crecimiento efectivo de la planta se muestra en la Figura 10, que muestra la longitud de la hoja medida durante el estudio tanto para el primer ejemplo (línea discontinua) como para el segundo ejemplo (línea continua). Se observa una clara disminución de la longitud de las hojas alrededor de las 5 semanas del estudio. Esta disminución está asociada al aumento del nivel de CE mostrado durante este período. Por lo tanto, se entiende que el nivel de la CE tiene un efecto sobre el crecimiento de la planta. Dado que también se ha demostrado que el nivel de CE se ve alterado por cambios en el nivel de contenido de agua, es deseable controlar el agua aplicada a la planta de tal manera que se mantenga el nivel de CE dentro de un intervalo deseable. Esto contrasta con los enfoques de la técnica anterior, que pueden alterar la concentración de nutrientes para lograr un nivel de CE deseado, pero no reconocen que la cantidad total de agua aplicada debe estar restringida por el contenido de nutrientes deseado del sustrato.

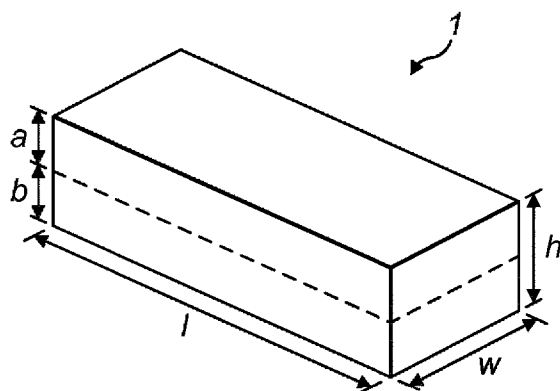
Debe tenerse en cuenta que la expresión “que comprende” no excluye otros elementos o etapas, el término “un” o “una” no excluye una pluralidad, una sola característica puede cumplir las funciones de varias características enumeradas en las reivindicaciones y los signos de referencia en las reivindicaciones no deben interpretarse como limitativos del alcance de las reivindicaciones. También debe tenerse en cuenta que las figuras no están necesariamente a escala; en cambio, se hace hincapié en general en ilustrar los principios de la presente invención.

## REIVINDICACIONES

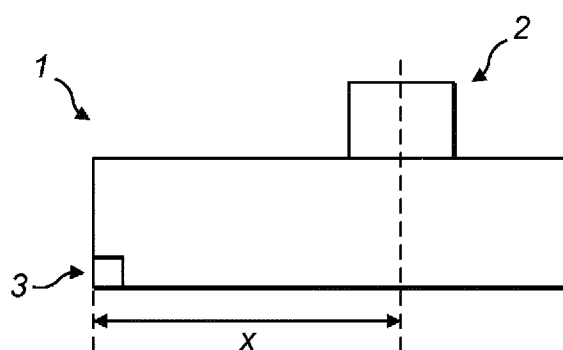
1. Un sistema de crecimiento de plantas que comprende:  
 uno o más sustratos (1,2) de crecimiento de plantas;  
 uno o más detectores (7) dispuestos para monitorizar los niveles de nutrientes de al menos uno de los sustratos (1,2) de crecimiento de plantas;  
 al menos un dispositivo (6) de riego dispuesto para suministrar agua a los sustratos (1,2) de crecimiento de plantas; y  
 medios de control (9) conectados a dichos detectores (7) y a dicho al menos un dispositivo (6) de riego, en donde:  
 cada sustrato (1,2) comprende una losa (1) de fibras vítreas artificiales, MMVF, y un solo bloque (2) de fibras vítreas artificiales, MMVF, y estando colocado el bloque (2) a más del 60 % de la longitud de la losa (1) desde un orificio (3) de drenaje de la losa, medido desde el punto central del bloque; el dispositivo de riego está dispuesto para suministrar agua al bloque; y el suministro de agua mediante el al menos un dispositivo (6) de riego se controla mediante los medios (9) de control en función de los niveles de nutrientes monitorizados, en donde el uno o más detectores (7) están dispuestos para determinar el contenido de nutrientes a partir de la conductividad eléctrica del fluido en al menos un sustrato (1,2) de crecimiento de plantas, y en donde el nivel de conductividad eléctrica se mantiene dentro de un intervalo predeterminado.
2. El sistema de crecimiento de plantas de la reivindicación 1, en donde el bloque (2) se coloca entre el 65 % y el 70 % de la longitud de la losa (1) desde un orificio (3) de drenaje de la losa.
3. El sistema de crecimiento de plantas de la reivindicación 1, en donde el bloque (2) se coloca al 66,7 % de la longitud de la losa (1) desde un orificio (3) de drenaje de la losa.
4. Un sistema de crecimiento de plantas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el uno o más detectores (7) están dispuestos además para monitorizar los niveles de contenido de agua de al menos uno de los sustratos (1,2) de crecimiento de plantas, y el suministro de agua mediante el al menos un dispositivo (6) de riego se controla mediante los medios (9) de control en función de los niveles de contenido de agua monitorizados.
5. Un sistema de crecimiento de plantas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el al menos un dispositivo (6) de riego está dispuesto además para proporcionar nutrientes a los sustratos (1,2) de crecimiento de plantas.
6. Un sistema de crecimiento de plantas según la reivindicación 5, en donde el suministro de nutrientes mediante el al menos un dispositivo (6) de riego se controla mediante los medios (9) de control en función de los niveles de nutrientes monitorizados.
7. Un sistema de crecimiento de plantas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el uno o más detectores (7) están dispuestos además para monitorizar la distribución de al menos uno del agua o los nutrientes dentro de al menos uno de los sustratos (1) de crecimiento de plantas.
8. Un sistema de crecimiento de plantas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el uno o más detectores (7) están dispuestos además para monitorizar la temperatura de al menos uno de los sustratos (1,2) de crecimiento de plantas, y el suministro de agua mediante el al menos un dispositivo (6) de riego se controla además mediante los medios (9) de control en función de la temperatura monitorizada.
9. Un sistema de crecimiento de plantas según la reivindicación 1, en donde la losa tiene un volumen en el intervalo de 3 a 20 litros.
10. Un sistema de crecimiento de plantas según la reivindicación 9, en donde cada sustrato (1) de crecimiento de plantas comprende además un solo tapón (4) de fibras vítreas artificiales, MMVF, dispuesto dentro del bloque de fibras vítreas artificiales, MMVF.
11. Un sistema de crecimiento de plantas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada losa (1) de MMVF comprende una primera capa de fibras vítreas artificiales, MMVF, en contacto interfacial con una segunda capa de fibras vítreas artificiales, MMVF, teniendo la primera capa una densidad mayor que la segunda capa.
12. Un sistema de crecimiento de plantas según la reivindicación 11, en donde la primera capa de fibras vítreas artificiales, MMVF, tiene una densidad en el intervalo de 40 a 90 kg/m<sup>3</sup> y la segunda capa de fibras vítreas artificiales, MMVF, tiene una densidad en el intervalo de 35 a 85 kg<sup>3</sup>.

13. Un sistema de crecimiento de plantas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada losa (1) de fibras vítreas artificiales, MMVF, comprende un sistema de unión que comprende un aglutinante orgánico seleccionado entre aglutinantes sin formaldehído.
- 5 14. Un sistema de crecimiento de plantas según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dos o más detectores (7) están dispuestos para extenderse a través de una pared lateral de la losa (1) de manera que, durante el uso, los niveles de nutrientes se controlan a diferentes alturas de la losa (1).
- 10 15. Un método para gestionar el riego de un sistema de crecimiento de plantas según la reivindicación 1, comprendiendo el método:
- 15 monitorizar los niveles de nutrientes de al menos uno de los sustratos de crecimiento de plantas;  
suministrar agua a los sustratos (1,2) de crecimiento de plantas, en donde el suministro de agua se controla en función de los niveles de nutrientes monitorizados;  
en donde la monitorización de los niveles de nutrientes comprende determinar el contenido de nutrientes a partir de la conductividad eléctrica del fluido en al menos un sustrato (1,2) de crecimiento de plantas;  
en donde el nivel de CE se mantiene dentro de un intervalo predeterminado.

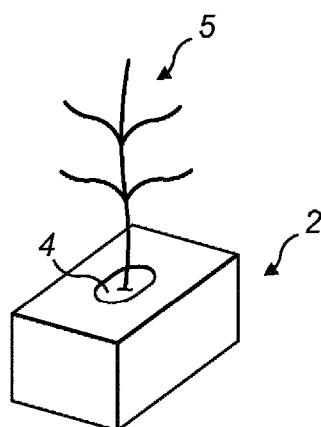




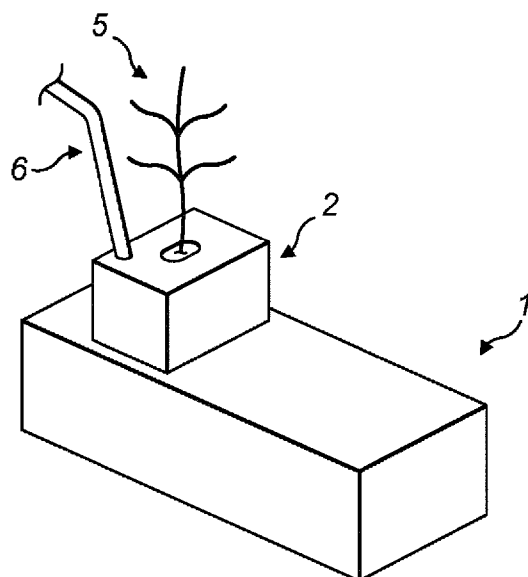
*Figura 1*



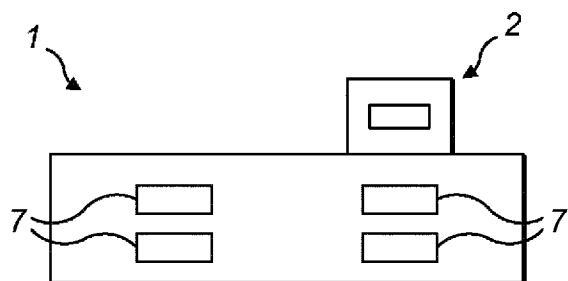
*Figura 2*



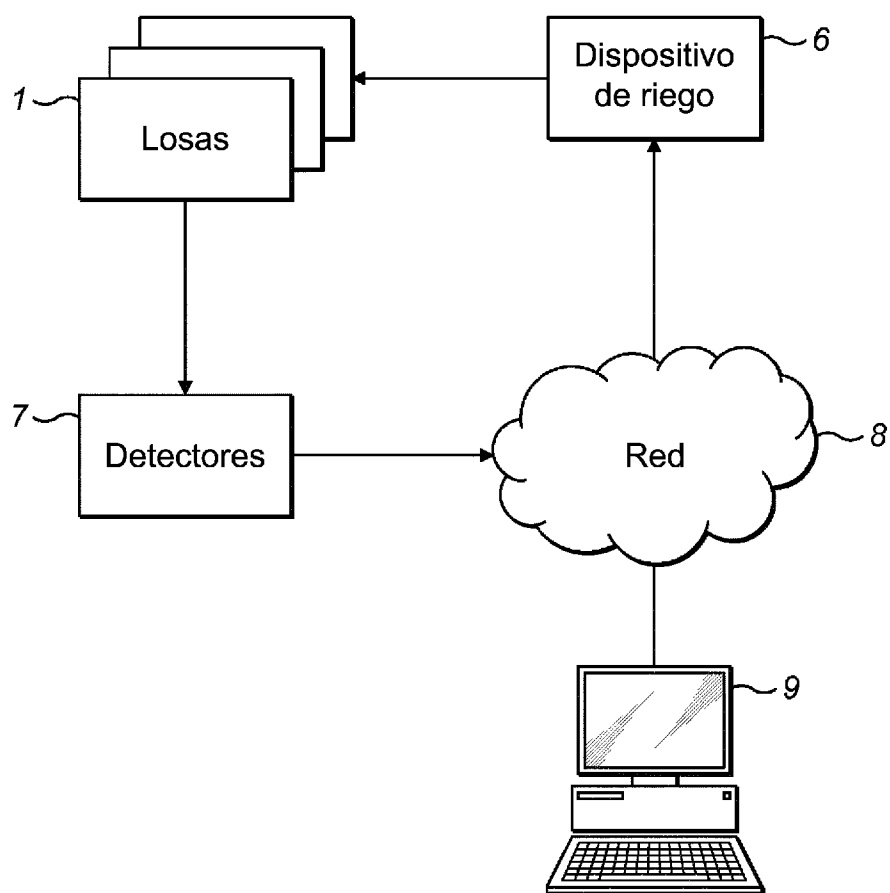
*Figura 3*



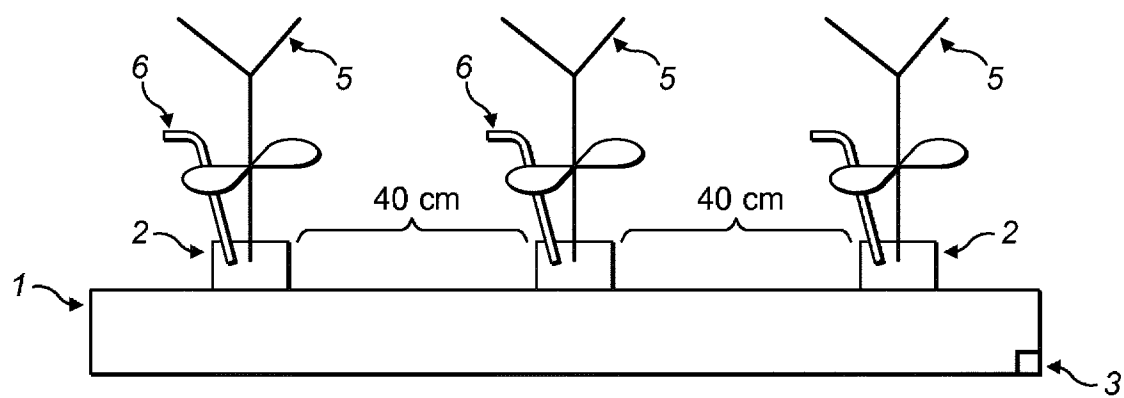
*Figura 4*



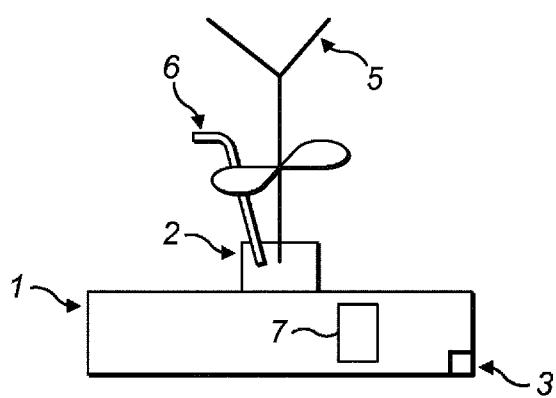
*Figura 5*



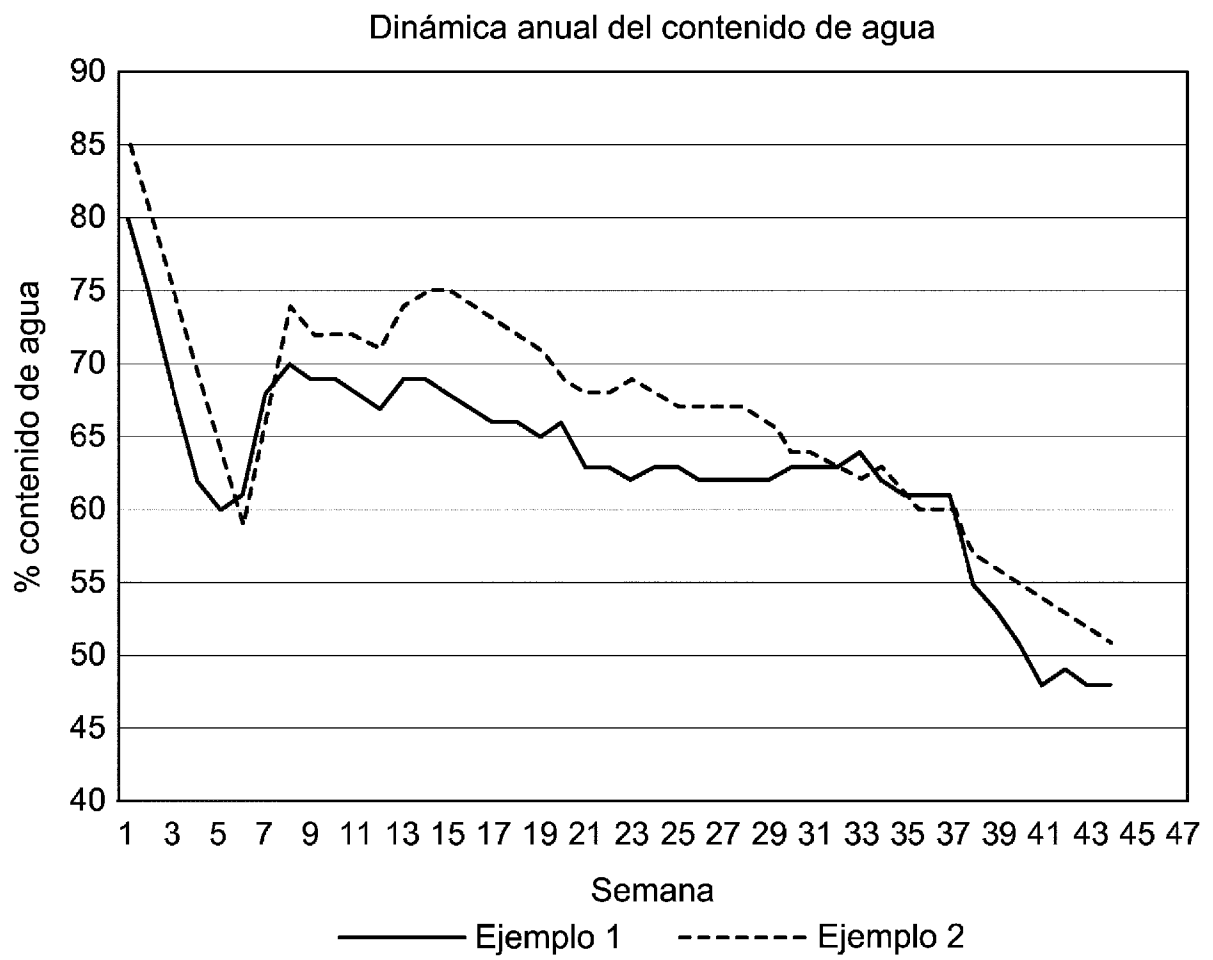
*Figura 6*



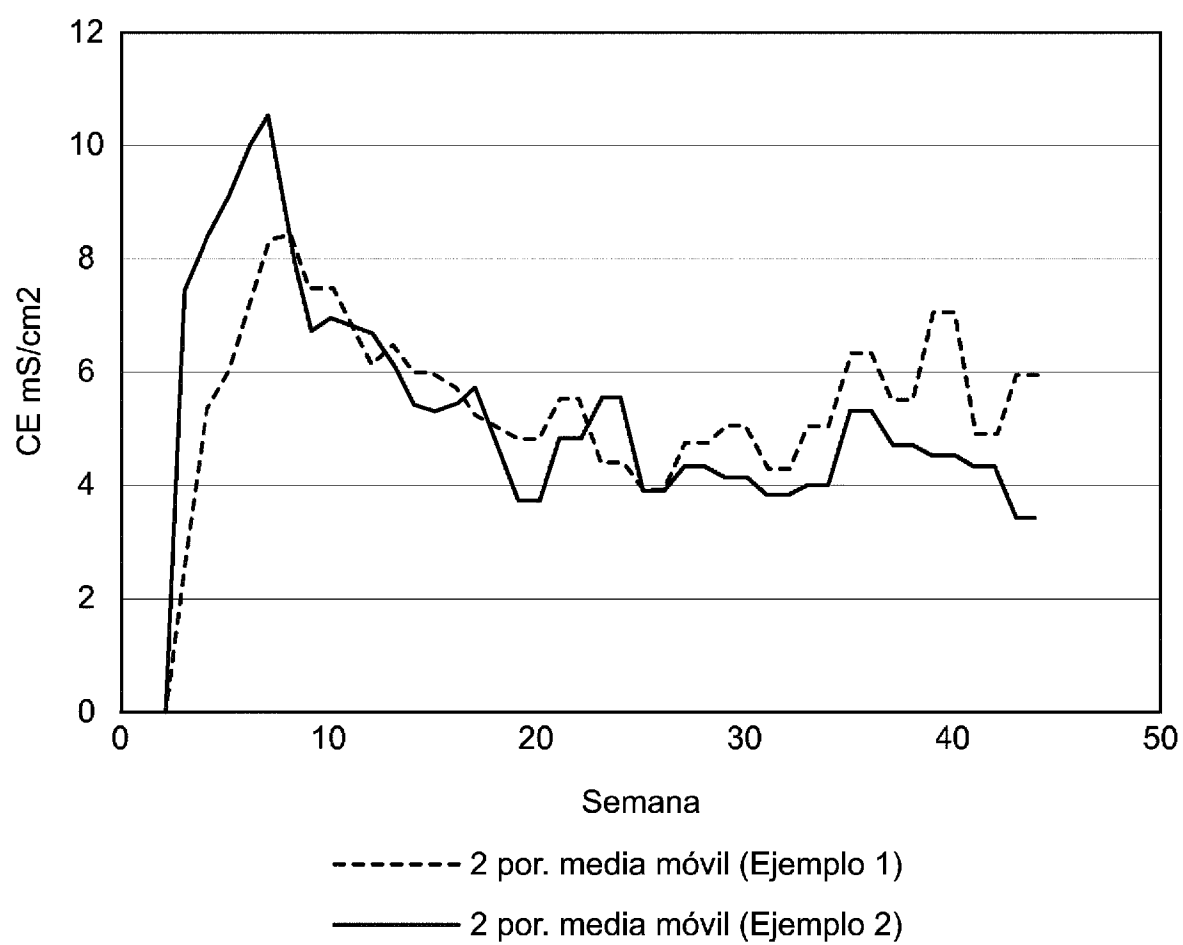
*Figura 7A*



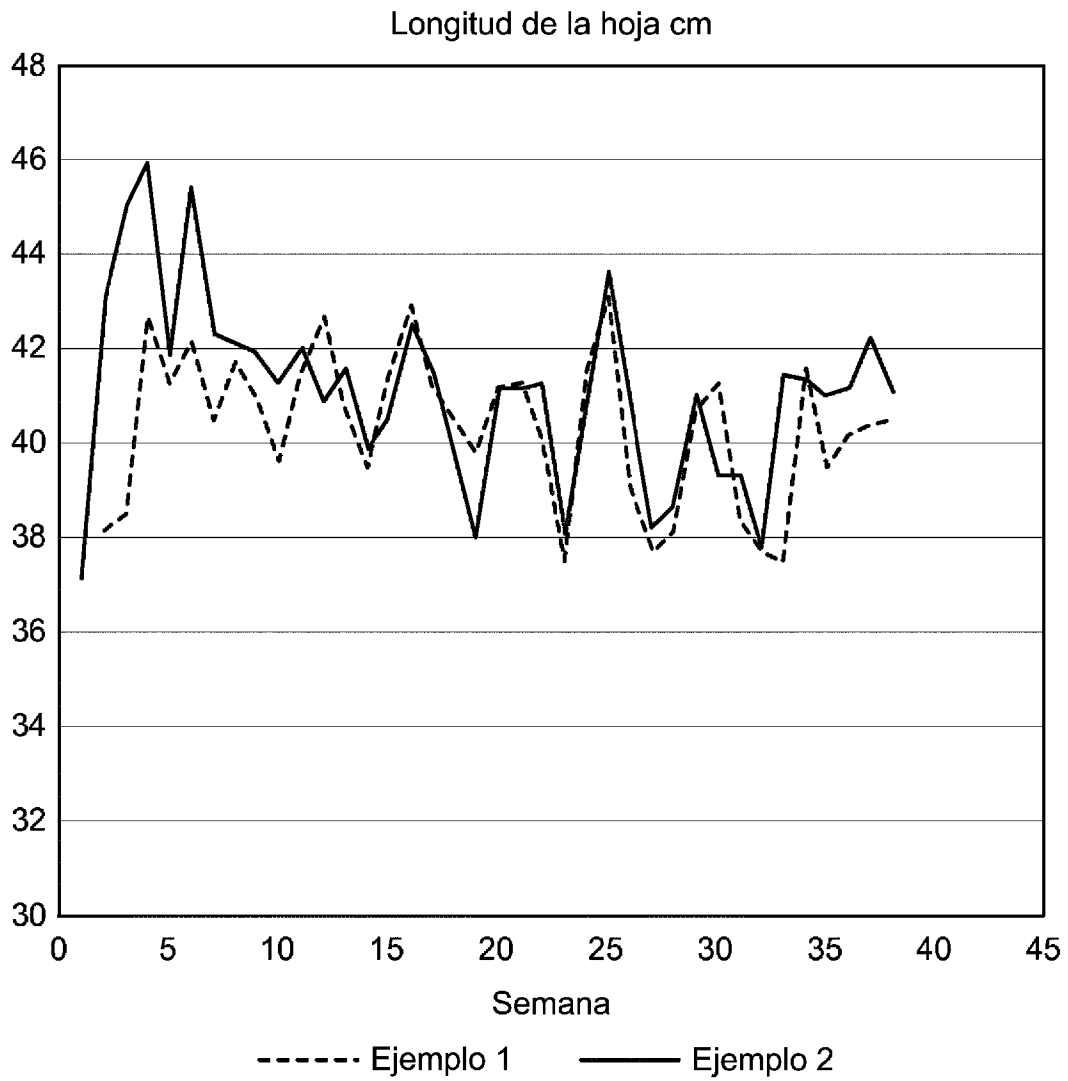
*Figura 7B*



*Figura 8*



*Figura 9*



*Figura 10*